



## La importancia de los ríos como corredores interurbanos

Paola Gastezzi-Arias\*  
Virginia Alvarado-García\*  
Gabriela Pérez-Gómez\*

Recibido: 23-05-2016    Aceptado: 24-10-2016

### RESUMEN

Los ríos urbanos ofrecen múltiples beneficios ecológicos, además de procurar el bienestar social y desarrollo económico de las ciudades, producen seguridad a la sociedad frente a las amenazas naturales, tales como inundaciones, control de escorrentías y en especial, los efectos del cambio climático. Estos ríos deberían ser considerados hábitats preferenciales para la recreación de la sociedad, protección de la naturaleza y la biodiversidad, sin embargo las condiciones ambientales actuales de los ríos urbanos en Costa Rica es grave, debido a que se encuentran altamente degradados y contaminados por la mala gestión local y la falta de conciencia en la sociedad. La recuperación de ríos urbanos es un trabajo arduo que implica compromiso y voluntad para lograr ríos saludables y resilientes, lo que a su vez podría generar oportunidades para el desarrollo sostenible de muchas ciudades.

**Palabras claves:** Escorrentías, Desarrollo sostenible, Biodiversidad, Cambio climático, Gestión local, Hábitats.

### ABSTRACT

Urban rivers offer many environmental benefits, in addition offer welfare state and economic development of cities, additionally produce safety society and natural protection of floods, runoff control and especially the effects of climate change. These rivers should be considered important habitats for recreation of society, protection of nature and biodiversity, however the current environmental conditions of urban rivers in Costa Rica it is serious, they are highly degraded and polluted by the wrong management of local authority and poorly knowledge of the society. The recovery of urban rivers is hard work to do, and it involves commitment to achieve healthy and resilient rivers, and it could be generate opportunities for sustainable development in many cities.

**Key words:** Urban rivers, Runoff control, Sustainable development, Biodiversity, Climate change, Management local, Habitat.

---

\* Red Gestión en Conservación de la Vida Silvestre y Salud (GeCoS). Vicerrectoría de Investigación, Universidad Estatal a Distancia (UNED), Sabanilla de Montes de Oca. San José, Costa Rica. pgastezzi@gmail.com; vicky1610@gmail.com; gabytta1985@gmail.com

## GENERALIDADES

Los ríos urbanos son ecosistemas complejos y dinámicos, donde el agua, la flora y la fauna son recursos que juegan un papel importante en el equilibrio y funcionalidad del ambiente. Estos cuerpos de agua deberían ser considerados hábitats preferenciales para la recreación de la sociedad, protección de la naturaleza y la biodiversidad, control climático y sobre todo, seguridad a la población frente a las amenazas naturales, tales como inundaciones y efectos del cambio climático (U.S. Fish and Wildlife Service, 1980; Vidal y Romero, 2010).

Muchas ciudades alrededor del mundo nacieron y se desarrollaron alrededor de fuentes de agua o ríos que funcionaban como vías de transporte, comunicación, recreación y fuente de alimento. Desde que las áreas urbanas empezaron a expandirse, los problemas ambientales se hicieron más notorios, convirtiendo los ríos en receptores de aguas negras, residuos químicos y sólidos no tratados, dañando la calidad ambiental del ecosistema y afectando la salud humana (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

La urbanización es una de las principales causas de la destrucción de los cuerpos de agua (ríos, quebradas, riachuelos), ya que modifica los componentes del ciclo hidrológico, los volúmenes de agua que anegan la superficie de los suelos durante episodios lluviosos (Vidal y Romero, 2010) y ejerce una presión sobre los recursos naturales, lo cual incrementa su deterioro.

La Meseta Central de Costa Rica o Gran Área Metropolitana, ha aumentado su densidad poblacional en los últimos años, albergando al 60% del total de la población nacional (Barrientos, 2010). Asimismo, se ha ido modificando el paisaje natural de los ríos urbanos para darle paso a infraestructura, redes viales y vivienda. Este es el caso del río Torres, el cual atraviesa cuatro cantones de la provincia central y recoge los residuos de aproximadamente 327 000 casas (INEC, 2011).

Un estudio oficial de la Auditoría de la Contraloría General de la República (Soto, 2013), reveló que 25 de las 34 cuencas hidrográficas de nuestro país están contaminadas y se encontró presencia de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales y subterráneas. Esto se debe a que solo 5% del total de vertidos domésticos recibe

tratamiento previo, pues se carece de una política nacional en materia de saneamiento ambiental (Salazar, 2013).

En Costa Rica existen leyes en materia de protección y conservación del agua, ríos y zonas aledañas. Solo por mencionar algunas, la Ley General de Aguas (La Gaceta, 1942) establece un área de protección de cinco metros de ancho a ambos lados del río; la Ley de Tierras y Colonización (La Gaceta, 1961) obliga a preservar un área de 300 metros en terreno quebrado y la Ley Forestal (La Gaceta, 1996) establece una zona de protección en ambos lados del río de 10 metros en terreno plano y de 50 metros en terreno quebrado. Pese a ello, las leyes no se cumplen a cabalidad y se enfocan más en el aprovechamiento de los recursos naturales y no en su conservación (Ureña, 2004), lo que da paso a procesos de fragmentación del paisaje, cambios en la estructura y función de los ecosistemas, composición y riqueza de especies, así como a pérdida de diversidad biológica (Troche y Guarachi, 2001; Romero *et al.*, 2011).

A toda esta problemática ambiental se le suma el desarrollo socioeconómico desordenado y en las últimas décadas, también se ha tenido que lidiar con los efectos del cambio climático. La vulnerabilidad de las ciudades frente a este fenómeno está determinada por su ubicación geográfica, el ordenamiento territorial, el uso de suelo, los servicios urbanos, infraestructura y su capacidad socioeconómica de adaptación (Polo, 2014).

### Los ríos como ecosistemas urbanos

Los ríos siempre han actuado como corredores biológicos y en el caso de las ciudades, éstos se convierten en corredores interurbanos. Según el Corredor Biológico Rivereño Interurbano Subcuenca Reventado Agua Caliente (COBRI-SURAC, 2007), se define como Corredor Biológico Interurbano (CBI) a la “*extensión territorial que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas, hábitats modificados o naturales, como las Áreas Silvestres Protegidas*”. Estos corredores brindan servicios ecosistémicos, tales como la obtención de agua y alimento; además, regulan inundaciones y sequías, controlan la calidad del agua, los deslizamientos de la tierra y secuestran carbono (Polo, 2014).

Los CBI funcionan como “carreteras” o “caminos” de la fauna dentro de una gran masa de concreto contenida en la ciudad. Son zonas donde la fauna encuentra refugio y alimentación que les permite establecerse y reproducirse (Feoli, 2013; Torres, 2014). Desde el 2008, entes públicos han liderado un movimiento para la creación del primer CBI y el río Torres fue seleccionado debido a sus características físicas, sociales y del paisaje (Araya y Rodríguez, 2011).

El incorporar el CBI río Torres al Programa Nacional de Corredores Biológicos convertiría a San José, en el primer cantón con un corredor urbano en todo el país, a la vez que sentaría un precedente para establecer criterios técnicos en la definición de corredores biológicos interurbanos (Torres, 2014).

### La cuenca del Río Grande del Tárcoles

En Costa Rica, el relieve irregular montañoso permite que los ríos fluyan hacia las dos vertientes,

la del caribe y la del pacífico. Esta última cubre cerca de 55% del territorio del país y en ella se localizan 17 de las principales cuencas hidrográficas, en especial la cuenca del Río Grande de Tárcoles (Ureña, 2004). Esta cuenca alberga 60% de la población nacional y 80% de las industrias; se ubica en el sector central y occidental del Valle Central y se extiende hasta la vertiente del Pacífico, abarcando cinco de las siete provincias: San José, Alajuela, Heredia, Cartago y Puntarenas (Espinoza y Villalta, 2004).

La cuenca del Tárcoles es la más contaminada del país y una de las mayores a nivel centroamericano. La situación más crítica se presenta a nivel de cuerpos de agua superficiales (sedimentación y coliformes totales), ya que recibe 67% de la carga orgánica. Los tributarios Torres, Tiribí, María Aguilar, Ocloro, Rivera, Pavas y Bri-Brí, son algunos de sus afluentes y aportan una gran cantidad de contaminantes a éste (Espinoza y Villalta, 2004; Araya y Rodríguez, 2011).



Figura 1. Río Torres con sus diferentes problemas ambientales. Fotografía de Paola Gastezzi Arias.

El río Torres es uno de los más contaminados de la Gran Área Metropolitana. Nace en Rancho Redondo, Goicoechea y desemboca en el río Virilla en la Planta Hidroeléctrica Electriona, sector de La Carpio. Comprende una longitud de 26 km y se encuentra a una elevación entre los 900 y los 2040 m. Dentro de este ecosistema acuático se identifica una serie de problemáticas ambientales como la contaminación, la erosión del suelo e invasión de la zona de protección (Feoli, 2013).

### **Problemática ambiental en los ríos urbanos**

Los ríos urbanos en la Meseta Central han superado su capacidad de carga de contaminación, convirtiéndose en sitios insalubres y no aptos para el desarrollo de la vida humana y seres vivos en general. Según Araya y Rodríguez (2011), las principales fuentes de contaminación son:

- Descarga directa de aguas negras y grises del sector residencial.
- Mal uso de los tanques sépticos.
- Vertido de los desechos industriales, químicos, grasas, aceites e hidrocarburos.
- Uso masivo de fertilizantes y agroquímicos en las actividades agrícolas y pecuarias.
- Descarga y descomposición de residuos sólidos en los cauces de los ríos.
- Arrastre de sedimentos y químicos producto de los tajos y la erosión del suelo.
- Crecimiento demográfico y expansión urbana no planificada.
- Marco legal obsoleto.

Por otro lado, la pérdida de cobertura boscosa, los conflictos de uso de la tierra, la mala gestión de los residuos sólidos, la contaminación atmosférica, entre otras, ha traído consecuencias graves, como la pérdida de biodiversidad, reducción y fragmentación de la cobertura boscosa, decremento en cantidad y calidad del agua, disminución en la disponibilidad de agua potable, contaminación de ríos y un aumento en la incidencia de los desastres naturales (COBRIC-SURAC, 2007).

Dentro del ecosistema acuático, no solo es fundamental el recurso hídrico, sino también otros

componentes como la vegetación y el suelo. Al modificarse el uso de suelo para fines urbanísticos, el terreno se compacta a tal punto que se vuelve infértil y disminuye su productividad. El efecto más notorio de la degradación sobre el suelo es la dificultad para el establecimiento de la vegetación, con lo cual disminuye la capacidad de absorción del agua y los nutrientes, a la vez que genera deficiencias en la estructura del suelo, lo impermeabiliza y aumenta la escorrentía superficial; lo que se traduce en un aumento en la capacidad erosiva del suelo (Red Nacional de Conservación de Suelos y Aguas, 2012).

La remoción de la capa vegetal promueve una aceleración de los procesos erosivos, lo que provoca mayor impacto sobre los ecosistemas (Suárez, 2001; Laporte y Porras, 2002; González, 2003; Derpsch, 2004). En taludes y laderas pronunciadas y desprovistas de vegetación, estos procesos se acentúan a medida que se incrementa el ángulo y la pendiente (Hernández, 2011) y provocan el arrastre y depósito de sedimentos aguas abajo por acción de la escorrentía superficial (Suárez, 2001; Centeno, 2004; Navarro *et al.*, 2006).

Los principales problemas que se derivan de los sedimentos incorporados al medio acuático son la turbidez, la sedimentación y la contaminación del agua, las cuales afectan la productividad biológica, reducen el alimento y el refugio para la fauna acuática, a la vez que descienden el potencial biológico de ciertas especies (Navarro, 2002; Navarro *et al.*, 2006). La producción de sedimentos provoca una variación en el hábitat fluvial y el régimen hidrológico, al disminuir la capacidad de infiltración de la lluvia en terrenos alterados y desprovistos de cobertura, lo cual se traduce en avenidas fuertes que modifican el lecho y márgenes del río (Navarro *et al.*, 2006), lo que genera inundaciones y deslizamientos.

La contaminación de los cuerpos de agua, principalmente ríos, funciona como foco de enfermedades transmisibles entre animales y humanos conocido como zoonosis (Friend y Franson, 2001) que podría afectar no sólo a las especies de animales que las contraigan, sino también a la población humana circundante. Por ejemplo, existen enfermedades de origen virológico (el virus del cólera) y parasitológico (como la giardiasis) que se ven favorecidas en aguas contaminadas por materia fecal (Solarte *et al.*, 2006), este tipo

de contaminación es muy frecuente en los ríos urbanos, ya que mucha de esta agua no es tratada, sino simplemente vertida, dejando expuestas a un gran número de especies acuáticas y terrestres a ser contaminadas y propiciando la proliferación de éstas y otras enfermedades.

### **Alternativas de mitigación ante las problemáticas ambientales**

La revegetación incrementa la protección del suelo, frena la escorrentía y facilita la infiltración. Los componentes radiculares contribuyen a aumentar la resistencia mecánica del suelo y la presencia de materia orgánica, ofrece estabilidad, rugosidad y porosidad, lo que supone un aumento en la capacidad de infiltración (Porras, 2000; Laporte y Porras, 2002; Bochet & García, 2004). Por esta razón, una de las alternativas más importantes desde el punto de vista ético, estético, práctico y económico es la siembra de especies nativas para controlar la erosión, crear conectividad entre seres vivos y aumentar la conservación del ecosistema.

El uso de vegetación para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos es una técnica positiva a la salud del suelo y de bajo costo. Las plantas proveen de un sostén mecánico a nivel subterráneo y una protección biofísica a nivel aéreo. Un suelo protegido es menos vulnerable a ser erosionado. Las especies nativas cumplen un rol ecológico importante en los ecosistemas, por lo que el uso de éstas promueve un beneficio para el ecosistema, al recuperar interacciones entre la flora, la fauna y el medio. Es además un elemento estético que provee de paz emocional al ser humano, logrando ciudades más paisajísticas (Alvarado *et al.*, 2014).

Por otro lado, para determinar los efectos de las actividades antropogénicas sobre el ecosistema, se han propuesto el uso de bioindicadores como por ejemplo las aves, que por su facilidad de estudio nos brindan información efectiva a corto plazo para proponer acciones de conservación y control de la contaminación (Isasi-Catalá, 2011).

## **CONCLUSIONES**

La transformación de los ecosistemas naturales en obras grises trae consigo consecuencias

ambientales, económicas y sociales; con lo cual se reduce la funcionalidad del ecosistema y se va perdiendo su capacidad de resiliencia.

Las autoridades que deben velar por el buen funcionamiento del recurso hídrico, de las normas ambientales y del saneamiento deben adquirir un compromiso, ya que la legislación actual se encuentra obsoleta y no se cumple.

El crecimiento urbano desordenado es un proceso que va en aumento y traerá consigo riesgos naturales debido a las complejas características de topografía, geomorfología y condiciones climáticas del Valle Central de Costa Rica; además, se desconoce la capacidad de carga del territorio y sus efectos sobre el ambiente natural.

Sin embargo, son pocos los esfuerzos que se están realizando en pro de la conservación y manejo de los ecosistemas urbanos. Varias instituciones estatales y ONGs trabajan en la implementación de programas de recuperación de las márgenes de los ríos urbanos y manejo integrado de cuencas, lo que permite visualizar las acciones de manejo para evitar los riesgos que conlleva la expansión de las áreas urbanas.

Por otro lado, esfuerzos científicos como los estudios ecológicos a corto plazo, han ayudado a entender la dinámica e importancia de estos ambientes, tal es el caso del proyecto del río Torres, en el que se enfocan problemas puntuales de carácter ambiental y social para proponer estrategias de manejo de los ríos urbanos. Estos estudios brindan herramientas para la mitigación y resiliencia ante las afectaciones del cambio climático.

Finalmente, todo esfuerzo enfocado a la rehabilitación de los ecosistemas ribereños es una buena señal de planificación urbana y de gestión ambiental de las ciudades, ya que orientan a la toma de conciencia y decisiones por parte de las autoridades y la ciudadanía.

Con esto se espera que los ríos urbanos sean en un futuro no muy lejano, hábitats de muchas especies de fauna y flora que en su momento fueron parte del entorno de las ciudades del Valle central.

## REFERENCIAS

- Alvarado, V., T. Bermúdez, M. Romero y L. Piedra. (2014). Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos. *Spanish Journal of Soil Science*, 4(1): 99-111.
- Araya, J., y A. Rodríguez. (2011). Boletín informativo del Observatorio Municipal N° 11. Municipalidad de San José. San José - Costa Rica.
- Barrientos, Z. (2010). Contaminación atmosférica en la meseta central de Costa Rica. *Biocenosis*, 23(1): 50-54. Recuperado de: [http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2013/01/barrientos-contaminacion\\_atmosferica.pdf](http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2013/01/barrientos-contaminacion_atmosferica.pdf)
- Bochet, E. & P. García. (2004). Factors controlling vegetation establishment and water erosion on Motorway Slopes in Valencia, Spain. *Restoration Ecology*, 12(2): 166-174.
- Centeno, F.A. (2004). Ingeniería biotécnica y bioingeniería. Nuevas tendencias de la geotecnia para las obras de tierra, la estabilización de taludes y el control de la erosión. En: XVII Seminario Venezolano de Geotecnia. Caracas, Venezuela. 30 p.
- COBRI - SURAC (Corredor Biológico Rivereño Interurbano Subcuenca Reventado Agua Caliente). (2007). Ficha técnica Corredor Biológico Rivereño Interurbano Subcuenca Reventado - Agua Caliente, interconectando ecosistemas naturales y urbanos. Cartago - Costa Rica. Recuperado de: [http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/documentacion/accvc/cb\\_cobrisurac.pdf](http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/documentacion/accvc/cb_cobrisurac.pdf)
- Derpsch, R. (2004). Understanding the process of water infiltration. No-till on the Plains Inc. Recuperado de: <http://www.rolf-derpsch.com/>
- Dourojeanni, A y A. Jouravlev. (1999). Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. C E P A L (Comisión Económica para América Latina y el Caribe): 1-176. Recuperado de: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/31384-gestion-de-cuencas-y-rios-vinculados-con-centros-urbanos>
- Espinoza, C. y R. Villalta. (2004). Estudio del caso sobre la contaminación de la cuenca de los ríos Virilla y Grande de Tárcoles (cuenca 24). Primera etapa del Plan de Manejo Integral del recurso hídrico: la estrategia nacional para la GIRH en Costa Rica.
- Feoli, S. (2013). Corredor Biológico Interurbano del Río Torres y corredores biológicos en general. *Ambientico*, 232-233:51-55. Recuperado de: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/232.pdf>
- Friend, M & C. Franson. (2001). Parasites and Parasitic Diseases. *Manual of Wildlife Diseases: General Field Procedures and Diseases of Birds*. Science for a changing world. 187-258.
- González, E. (2003). Erosión: la importancia de la conservación del suelo. *Vida rural*, 169: 22-24.
- Hernández, D. (2011). Influencia de la pendiente y la precipitación en la erosión de taludes desprotegidos. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad del Bio - Bio. Chile. 124 p.
- INEC. (2011). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda: Resultados Generales. San José, Costa Rica. Recuperado de: [http://www.cipacdh.org/pdf/Resultados\\_Generales\\_Censo\\_2011.pdf](http://www.cipacdh.org/pdf/Resultados_Generales_Censo_2011.pdf)
- Isasi-Catalá, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1): 31-38. Recuperado de: [http://www.interciencia.org/v36\\_01/031.pdf](http://www.interciencia.org/v36_01/031.pdf)
- Navarro, J., M. Vélez, A. Sáiz, P. Cruz y F.J. Sanz. (2006). Efectos de las carreteras en los ríos; estudio preliminar de producción y emisión de sedimentos en las obras de la A-63 en Asturias. En: Homenaje al Douro/Duero y sus ríos. Zamora. 9 p.
- Navarro, J. (2002). Control de la erosión en desmontes originados por obras de infraestructura viaria: aplicación al entorno de Palencia capital. Tesis para obtener el título de Ingeniero de montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. 811 p.
- La Gaceta. (1942). Ley N° 276. Ley General de Aguas. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.
- La Gaceta. (1961). Ley N° 2825. Ley de Tierras y Colonización. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.
- La Gaceta. (1996). Ley N° 7575. Ley Forestal. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.
- Laporte, G. y G. Porras. (2002). Uso de la vegetación para la estabilización de taludes. En: VIII Seminario Nacional de Geotecnia, III Encuentro Centroamericano de Geotecnistas, Costa Rica. 18 p.
- Polo, M. (2014). Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático. *Revista Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública*, 6(1): 46-51. México.

- Porras, G. (2000). Uso de la vegetación para la estabilización de taludes. Tesis para obtener el Grado de Licenciado en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 114 p.
- Red Nacional de Conservación de Suelos y Aguas. (2012). Concepto de degradación. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Recuperado de: <http://www.redaguas.unalmed.edu.co/default.php?link=recursos&sub=suelo&item=degradacion>
- Romero, M., L. Piedra, R. Villalobos, R. Marín y F. Núñez. (2011). Evaluación ecológica rápida de un ecosistema urbano: El caso de la microcuenca del río Pirro, Heredia, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 47: 41-70.
- Salazar, C. (2013). Calidad del agua en Costa Rica colapsa por contaminación. En El País.cr, Universidad de Costa Rica, San José. Recuperado de: [http://www.elpais.cr/frontend/noticia\\_detalle/1/78366](http://www.elpais.cr/frontend/noticia_detalle/1/78366)
- Solarte, Y., Peña, M. y C. Madera. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica*, 37 (1): 74-82.
- Soto, M. (2013). Solo 4% de las aguas residuales generadas en Costa Rica es tratado antes de ir a los ríos. Periódico La Nación, Costa Rica. Recuperado de: [http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Solo-aguas-residuales-tratado-rios\\_0\\_1379462044.html](http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Solo-aguas-residuales-tratado-rios_0_1379462044.html)
- Suárez, J. (2001). Control de erosión en zonas tropicales. 1ed. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 545 p.
- Torres, J. (2014). Corredor biológico río Torres sería el primer corredor interurbano del país. *Crhoy.com*. Recuperado de: <http://www.crhoy.com/corredor-biologico-rio-torres-seria-el-primer-corredor-interurbano-del-pais-u4l7x/>
- Troche, C. y E. Guarachi. (2001). Análisis del cambio de cobertura y fragmentación del hábitat en el municipio de Independencia. Una propuesta metodológica simple para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales, CLAS. 44 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (1980). Habitat Evaluation Procedures. ESM 102. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Division of Ecological Services, Washington D.C.
- Ureña, N. (2004). Efectos del aumento poblacional y del cambio de uso del suelo sobre los recursos hídricos en la Microcuenca del Río Ciruelas, Costa Rica. Tesis de Maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 185 p.
- Vidal, C. y H. Romero. (2010). Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Biobío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. En "Concepción metropolitana (AMC). Planes, procesos y proyectos". Pérez, L. e Hidalgo, R. (Editores), Serie GEOLibros, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

