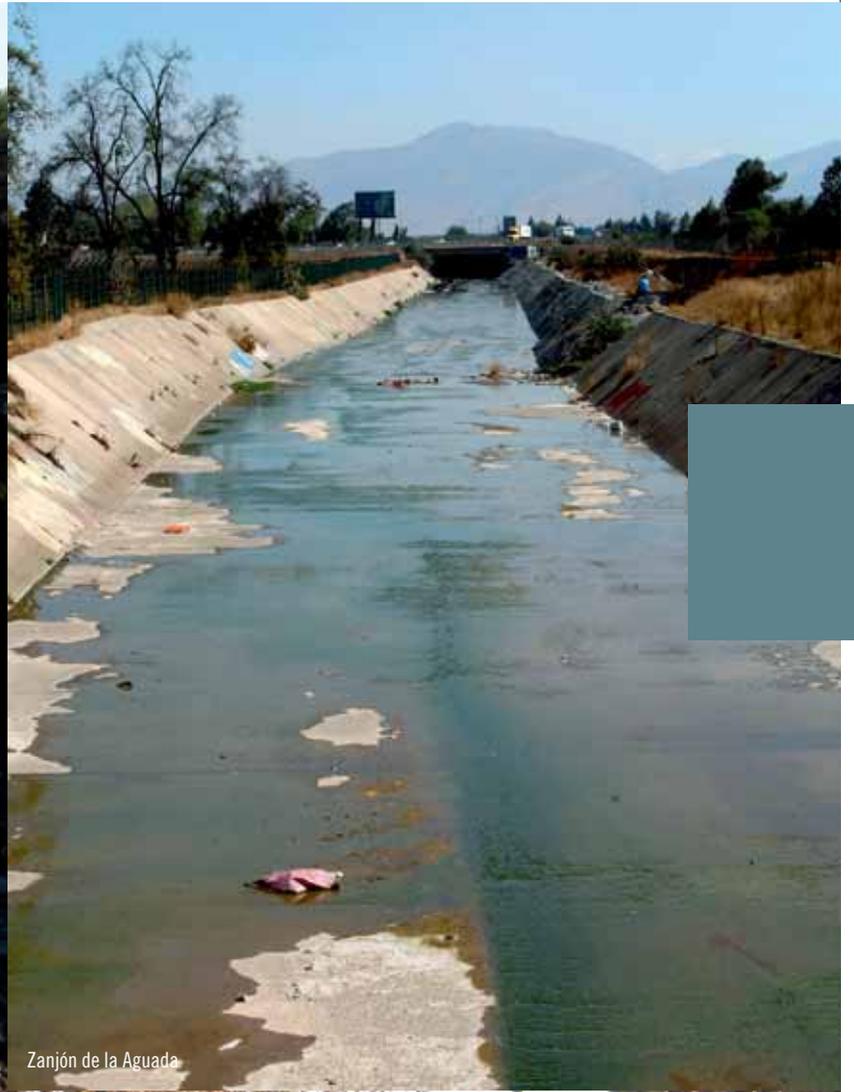




Río Maipo



Zanjón de la Aguada



Quebrada de Ramón

Foto: Gentileza Jorge Gironás

*Aluviones en Santiago*

# PELIGRO INMINENTE

LOS PRINCIPALES PROBLEMAS PARA SANTIAGO PROVOCADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL ESTÁN EN LA FALTA DE DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SISTEMAS DE PREDICCIÓN QUE EN LA ÚLTIMA DÉCADA SE HA AUMENTADO LA FRECUENCIA DE LLUVIAS INTENSAS. UNA CIUDAD COMO SANTIAGO QUE SIEMPRE HA SUFRIDO ALUVIONES CON DRÁSTICAS CONSECUENCIAS.

Por Jorge Velasco Cruz\_Fotos Vivi Peláez

**El Calentamiento Global ya está aquí. Y si** bien la sequía y los aluviones no son acontecimientos exclusivos de este fenómeno, se verían intensificados por él. “Se esperan eventos lluviosos más intensos y extremos. Llovería menos pero más concentrado en menos eventos. Los ‘Chañarales’ podrían ocurrir con más frecuencia”, anticipa el doctor en bioclimatología Fernando Santibáñez.

El documento “Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático” (2013), elaborado por el Centro de Cambio Global UC, Environment Canada, el Ministerio del Medio Ambiente y la Universidad de Valparaíso, entre otras instituciones, así lo constata. “El riesgo de eventos que generen aumento en la carga de sedimentos y crecidas, con sus daños asociados, aumentaría”, señala. Habría un alza en la escorrentía de los ríos o cursos de agua -como las quebradas-, por efecto de una mayor altura de la isoterma (subiría unos 500 metros) o por el mayor derretimiento de la nieve.

Estos fenómenos llevarían a crecidas de cursos de aguas en periodos breves, generando anegamientos e inundaciones que dañarían la infraestructura. Así sucedió en la quebrada de Macul en 1993, producto del desborde de los canales San Carlos y Las Perdices y del Zanjón de la Aguada, y con

los aluviones ocurridos en la Región de Atacama en 1997 y ahora en marzo de 2015.

Es probable que pocas ciudades del país se salven de estos fenómenos y Santiago no es la excepción. ¿Qué tan preparada está la capital para enfrentarlos?

## ESTAR PREPARADOS

Los efectos de los aluviones pueden deberse a una serie de factores individuales o combinados: tormentas muy intensas que superan la capacidad de infiltración, problemas de infiltración por baja capacidad de retención, compactación o saturación de los suelos, y aportes adicionales por la vía de derretimiento rápido de nieve.

Un ejemplo de cómo estos hechos pueden combinarse ocurrió en enero de 2013 en la cuenca del río Maipo, cuando un aluvión transportó una gran cantidad de sedimentos y las plantas de producción de agua potable de Aguas Andinas quedaron inhabilitadas. Debieron cerrarse las bocatomas para evitar que ingresara a ellas agua con barro.

Hay, por lo tanto, que estar más preparados. Sin embargo, el asunto no es tan sencillo. Con pequeñas lluvias de apenas 10 ó 12 milímetros (el 80% de las precipitaciones que recibe la capital en un año), se producen “las molestias de siempre”: semáforos cortados, escurrimientos de agua abulta-

dos, tapas de alcantarillado que sobresalen de las calles, anegamientos. Y con grandes precipitaciones, ha habido consecuencias como salidas del río Mapocho o las mencionadas anteriormente en relación al río Maipo y la Quebrada de Macul.

Los expertos diferencian entre las consecuencias de inundaciones fluviales y aquellas que tienen que ver con el manejo de las aguas lluvias. “Si se quiere analizar el riesgo de un evento de impacto para la población, hay que finalmente revisar dos grandes temas: la amenaza y la vulnerabilidad frente a ella”, afirma Jorge Gironás, investigador de los centros Cigiden (Centro para la Gestión Integrada de Desastres Naturales) y Cedeus (Centro de Desarrollo Urbano Sustentable) y académico de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Con el Cambio Climático, las amenazas irán en aumento. Pero para David Poblete, investigador asociado del Centro de Cambio Global UC, “los aluviones van a ocurrir con o sin cambio climático. Esto tiene que ver con que nos hemos dedicado a pavimentar las zonas urbanas y eso hace que una menor cantidad de agua pueda infiltrar... Antes de meternos en un tema de cambio climático, vería si estamos preparados respecto a lo que ha sucedido en la historia. Si no estamos preparados con eso, mal podemos es-

Al ser de régimen pluvial, las crecidas del río Mapocho se producen principalmente en invierno. Además su cauce no ha sido severamente alterado por la infraestructura circundante.



“NOSFA LTAUN mejorsistemadealerta alcortoplazo, paraevitar problemasquepodrían suscitarseennuestras ciudadestalconson. Yalargoplazonosfalta reducirnuestravulnerabilidadynuestraexposición”, diceingeniero civilJorge Gironás.

tar preparados para el futuro”.

El primer paso para hacerlo, tanto en Santiago como en otras ciudades del país, parte por revisar la historia y tener políticas de Estado para enfrentar catástrofes. “Hay que revisar todas las hipótesis de desastres naturales en relación a los escenarios posibles con el cambio climático. Y segundo, debemos tener un plan de largo plazo y no reaccionar sólo frente a la coyuntura. No hemos podido instalar un esfuerzo persistente y regular de proyección de programas de infraestructura a 20 años plazo”, señala Sergio Bitar, ex ministro de obras públicas y consejero del Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI). A su juicio, es importante

realizar un debate en la ciudadanía para incorporar incertidumbres y tendencias. Que la gente entienda que es probable que haya más aluviones o lluvias intensas y que habrá que estar preparados para ellos.

#### AMENAZAS FLUVIALES

La primera amenaza para la ciudad de Santiago es la fluvial, marcada por los ríos Mapocho y Maipo, y las quebradas de Ramón y Macul. “Sería difícil que hubiera una inundación fluvial como la que ocurrió en el norte. El ordenamiento territorial y la infraestructura asociada de Santiago, hacen que Santiago esté más preparada frente a una crecida”, señala Jorge Gironás.

Por una parte, el río Mapocho se encuentra bien encajonado y a lo largo de los años, en general se ha respetado su cauce y su capacidad de transporte. Su régimen es más bien pluvial, por lo que sus crecidas se producen principalmente con las lluvias de invierno.

El Maipo, en tanto, es de régimen nival y sus mayores volúmenes son fruto del deshielo. Sin embargo, es difícil que se salga, debido a que su cajón es muy profundo. Pero contempla otros problemas, como la ocupación de su lecho con la extracción de árido. “Claramente, el lecho está intervenido y el equilibrio de sedimentos del Maipo está alterado. Hay zonas donde el lecho ha bajado más de lo que se esperaba. Si hay gente sacando sedimentos aguas arriba, se pierden sedimentos aguas abajo y por eso

las pilas de los puentes empiezan a quedar expuestas... A lo mejor, estas obras fueron diseñadas en forma previa a este cambio y por eso no están preparadas. Se entierran a una cierta cantidad de metros y si cambian las condiciones del flujo, se puede erosionar el lecho más allá de lo que se consideró en el cálculo”, explica Gironás.

Otra problemática fluvial radica en los flujos de agua de las quebradas de Ramón (36 km<sup>2</sup> de influencia) y Macul (26 km<sup>2</sup>). En ambos casos, la amenaza radica en que ambas alcanzan alturas sobre los tres mil metros en poca distancia, con la posibilidad de que caigan grandes flujos de lodo a alta velocidad. En tanto, su vulnerabilidad radica en que sigue habiendo gran cantidad de habitantes que ocupan esas quebradas y que, además, los cauces han sido abovedados o llevados de tal manera que no respetan su comportamiento histórico. La quebrada de Ramón, por ejemplo, comienza en una sección amplia y llega a ser un canal de sólo tres metros de ancho, donde los taludes no alcanzan a ser más que una propiedad vecina a cada lado.

“Me preocupa la planificación territorial, de manera de incorporar las amenazas. Y la amenaza en este caso es un flujo de agua y tierra. Hay que tener una idea de cómo va a ser y eso se puede llevar a cabo. Existen algunas modelaciones de ciertos lugares”, comenta Jorge Gironás.

Esto, por ejemplo, se traduce en que la

Izquierda, David Poblete, investigador asociado del Centro de Cambio Global UC. Derecha, Jorge Gironás, investigador y docente de la Escuela de Ingeniería de la PUC.



población sepa qué significa que luevan 25 milímetros en ciertas condiciones. “Con ello podríamos saber que más o menos a cierta hora podría producirse un caudal de cierta magnitud, que significaría inundar una determinada zona de estudio. Eso se puede modelar. En otras partes del mundo se hace, pero acá no. No hay un ente técnico que esté simulando con horas y días de anticipación, que esté llevando a cabo una alerta temprana que signifique tener una mejor idea de las características del potencial evento de inundación, crecida o aluvión”, resume el académico de la Facultad de Ingeniería de la PUC.

### PROBLEMAS DE INFILTRACIÓN

El Cambio Climático Global también podría intensificar las consecuencias de aquellos eventos relacionados con aguas lluvia, que aplica a los aluviones y también a precipitaciones más corrientes. “Con la urbanización, el agua que antes infiltraba pasa a escurrir por las calles. Con ello toma mayor velocidad y puede provocar crecidas que no eran provocadas por las lluvias y ahora sí por el cambio uso de suelo”, comenta David Poblete, del Centro de Cambio Global UC.

Además, los colectores de agua lluvia, en vez de tratar de drenar el agua y hacer que se recarguen los acuíferos, la envían a los cauces en forma directa. Esto también puede provocar crecidas más importantes de los ríos, sobre todo en zonas bajas a las que antes no llegaba tanta agua.

En consecuencia, uno de los principales déficits de Santiago radica en la infiltración: se ha hecho impermeable mucho suelo que antes no lo era y se han diseñado sistemas de conducción que no han considerado los cambios que ha tenido la ciudad.

Y es que el agua, más que verse como un recurso –dice Jorge Gironás– se ha visto siempre como un problema. La misión del sistema de alcantarillado es tomarla y evacuarla rápidamente. “Pero cuando hay un crecimiento que no toma en cuenta que el problema no es el tubo, sino la cantidad de agua que le llega, se basa la solución en ir agrandando y poniendo tubos. Y en realidad lo único que se hace es armar un árbol con cada vez más ramas, al cual está llegando cada vez más agua y que no se puede expandir en todas sus componentes con el tiempo”, explica el ingeniero. Cada nuevo desarrollo urbano quita agua de infiltración y se la agrega al sistema de tuberías antiguo, aumentando el volumen directo que le llega. No considera que los anteriores desarrollos fueron diseñados para un flujo menor.

La solución, por tanto, es lograr una mayor infiltración, de manera que menos agua vaya por las alcantarillas, haga colapsar el sistema y salga hacia la superficie. “Hay que hacer casas y calles de manera más inteligente”, afirma David Poblete. Esto implica, por ejemplo, utilizar pavimentos permeables, aptos para ciclovías y estacionamientos. Que los techos de las casas lle-

ven las aguas a los jardines, o que las plazas y bandejones centrales se construyan bajo el nivel de las calles, de manera que cuando llueva, las lluvias vayan en esa dirección. Un ejemplo concreto es la construcción del Parque Inundable de la Aguada, de 41 hectáreas, ubicado en la ribera del Zanjón de la Aguada. O iniciativas como el Manual de Drenaje Urbano, encargado por el MOP, elaborado por el Dictuc y publicado en 2013.

Con todo, estos pasos son todavía insuficientes. Para Sergio Bitar, hay que realizar estudios que permitan reaccionar en forma más rigurosa, hacer simulaciones y deducir las consecuencias para escenarios distintos, para luego tomar medidas que impliquen inversiones importantes.

“Sin duda estamos en un momento oportuno para cuestionarnos si los instrumentos de planificación territorial están respondiendo adecuadamente a la regulación entre desarrollo y riesgos naturales, con el objetivo de proteger a las personas y construcciones de posibles catástrofes”, apunta el presidente de la CChC, Jorge Más.

El ingeniero Jorge Gironás es más enfático. “Nos falta un mejor sistema de alerta al corto plazo, para evitar problemas que podrían suscitarse en nuestras ciudades tal como son. Y a largo plazo, reducir nuestra vulnerabilidad y nuestra exposición, y gestionar mejor el territorio, incorporando la amenaza”. En definitiva, falta mucho para que Santiago resista el próximo aluvión.