

SISTEMAS DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Mauriño, Miguel F.

Laboratorio de Hidrología, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP
Calle 47 N° 200, Piso 1, Oficina 6, La Plata – Tel. 0221 – 427-5223
hidrologia.aplicada@ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Este trabajo ha sido realizado en el marco del convenio de asistencia técnica “*Evaluación de la estructura social básica de la Provincia de Buenos Aires*” llevado a cabo entre la UNLP y el Gobierno Provincial.

Los problemas generados por inundaciones en el ámbito de la provincia de Buenos Aires han despertado el interés de autoridades, técnicos y habitantes desde épocas muy tempranas. El grado de preocupación con relación a este tema ha estado asociado, como es lógico, a los vaivenes de las “urgencias” surgidas en épocas lluviosas y las “calmas” propias de los períodos de baja pluviosidad. Han sido numerosos los planes esbozados a lo largo del tiempo; algunos se concretaron parcialmente a través de la realización de obras, otros se diluyeron con el paso de los años o quedaron superados por cambios significativos en la realidad física de las zonas a las cuales estaban destinados. Con relación a este tema, planificación de medidas de mitigación de procesos de inundación, debe señalarse que la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DiPSOH) cuenta con un plan actualizado (2009), al que se lo ha denominado Plan Hidráulico Provincial. En el mismo se resaltan dos aspectos que resultan de suma importancia: “*La planificación como política de estado*” y “*la continuidad en el tiempo*”. Esta forma de encarar los problemas de inundaciones, tanto en zonas urbanas como rurales, parece altamente recomendable. Es decir, planificar y asegurar el desarrollo de lo planificado a lo largo del tiempo, sin que el eventual cambio de actores detenga o desvíe la realización de los planes oportunamente definidos. En este contexto, es que se considera conveniente proponer acciones tendientes a optimizar el Plan Hidráulico de la DiPSOH, en particular unificando criterios de diseño con relación a futuras intervenciones en las distintas cuencas (rurales o urbanas). En definitiva, se trata de establecer pautas generales que aseguren igualdad de condiciones para los habitantes de la provincia en relación con eventuales riesgos de sufrir afectaciones por inundación, y de esta forma contribuir a generar las condiciones que puedan favorecer una eventual redistribución de la población. Los análisis y recomendaciones específicas que se efectúan se basan en la experiencia profesional concreta en el desarrollo de planes de este tipo, entre otros: “*Plan Director de Ordenamiento Hidráulico y Control de la Inundaciones de la Ciudad de Buenos Aires y Proyecto Ejecutivo para la Cuenca del Arroyo Maldonado*”, “*Proyecto de Obras de Defensa y Desagües Pluviales de la Ciudad de Pergamino*” y “*Plan Director de los Desagües Pluviales de la Ciudad de Caleta Olivia*”.

ENFOQUE CONCEPTUAL DEL PROBLEMA

Un poco de historia

El desarrollo de la provincia de Buenos Aires ha tenido su origen en la importante actividad agrícola y ganadera registrada en la región desde épocas muy tempranas. En muchos casos la ubicación de las ciudades respondió a cuestiones estratégicas en relación con las rutas comerciales empleadas a fines del siglo XVIII ó principios del XIX; las postas y los fortines

fueron núcleos iniciadores de centros de población que con el correr del tiempo se transformaron en ciudades. En general la ubicación de las mismas obedeció a la necesidad de disponer de fácil acceso a las fuentes de provisión de agua, pero, lógicamente, fuera de zonas inundables. Con el paso del tiempo el crecimiento de esos núcleos iniciales hizo que se fuesen poblando sectores deprimidos o, en algunos casos, zonas de expansión natural de los cursos de agua.

Un ejemplo típico de tales situaciones es la ciudad de Pergamino, que tuvo su origen, a mediados del siglo XVIII, en un fortín y guardia aduanera que se instaló como consecuencia del intenso tráfico de mercancías y la necesidad de controlar malones. El crecimiento del núcleo urbano invadió el valle de inundación del arroyo Pergamino y se fueron poblando sectores que, en realidad, constituían las zonas de desborde de los arroyos o bajos sin desagüe natural. Si bien la ciudad de Pergamino cuenta con un plan que fue desarrollado recientemente (año 2008) y que comprende un enfoque integral e interdisciplinario que abarca medidas estructurales (obras) y no estructurales (acciones) que garantizarán la mitigación de los impactos con un horizonte de desarrollo futuro de 25 años, existen otros importantes centros urbanos que se encuentran en situaciones de riesgo similares por carecer de la infraestructura de defensa y desagüe apropiada. Según el Plan Hidráulico Provincial (Decreto 3735/07), se encuentran en tal situación ciudades como Carlos Casares, Pehuajó, Azul, Tandil, Olavarría, Ayacucho y Rauch.

Sin ir más lejos, la ciudad de La Plata, capital de la provincia, que a pesar de haber surgido a partir de una magnífica planificación, no logró mantener plenamente ese espíritu y hoy presenta problemas por falta de capacidad de las redes de desagües pluviales; los que sumados a los que presentan los arroyos que conforman la denominada "Cuenca Río de la Plata" en el Plan Hidráulico (arroyos Sarandí, Santo Domingo, Las Perdices, San Francisco y Las Piedras, Canal San Juan, Las Conchitas, Maldonado, del Gato, Rodríguez, Martín, Carnaval, Pereyra, Baldovinos y Jimenez), marcan un amplio sector con problemas de carácter urbano y rural.

A° Rodríguez – City Bell 28/2/2008



La Plata 9 y 520 28/2/2008



Estado Actual

En muchas de las cuencas mencionadas anteriormente existen planes, anteproyectos y en algunos casos hasta proyectos, no obstante ello, en el Plan Hidráulico se señala la necesidad de actualizar los mismos, ante eventuales cambios en los sistemas físicos involucrados (cuencas de aporte). Más allá de lo indicado en el Plan con relación a la revisión, se considera que, en muchos casos, sería necesario actualizar los criterios con que dichos planes, anteproyectos y proyectos fueron oportunamente realizados. En efecto, hasta no hace mucho tiempo atrás los diseños de redes de desagües pluviales se realizaban casi

exclusivamente con el conocido Método Racional; es más, las “Normas para la Presentación de Proyectos de Desagüe”, aprobadas por Disposición N° 1170 del 2 de junio de 1995 y vigentes en la DiPSOH, establecen este método como el estándar de cálculo. Asimismo, señalan como recurrencia mínima de diseño para conductos y obras accesorias, el evento de dos años de período de retorno o recurrencia, lo que significa que, en promedio a lo largo de un período extenso, el sistema verá superada su capacidad de conducción cada dos años. El empleo de métodos de cálculo basados en modelos matemáticos hidrológicos e hidrodinámicos, junto con la consideración de diferentes medidas de carácter no estructural ha permitido optimizar diseños, lográndose mayores grados de protección con sistemas más flexibles y eficientes. La introducción de conceptos tales como riesgo, grado de exposición y vulnerabilidad han permitido la zonificación de los cauces de expansión identificando claramente zonas en las que es indispensable realizar medidas estructurales y sectores en los que la mitigación del efecto de las crecidas puede lograrse con medidas no estructurales. Ejemplos recientes de planificaciones de este tipo han sido el “Proyecto de Obras de Defensa y Desagües Pluviales de la Ciudad de Pergamino” (2007/08) y el “Plan Director de Ordenamiento Hidráulico y Control de Inundaciones de la Ciudad de Buenos Aires y Proyecto Ejecutivo para la Cuenca del Arroyo Maldonado” (2001/05).

Análisis del Riesgo

Resulta evidente la conveniencia de generar medidas de mitigación de las afectaciones generadas por las inundaciones. Asimismo, surge la importancia de establecer prioridades de intervención que aseguren un equilibrio justo entre los diversos actores (los que pueden tener diferentes niveles de percepción del problema, objetivos e intereses) y en particular entre los aspectos económicos, sociales y ambientales. Esta complejidad ha llevado a establecer metodologías de evaluación basadas en análisis de riesgo, de manera tal de poder tomar decisiones en base a evaluaciones “imparciales” a partir de la identificación de posibles impactos y la probabilidad de ocurrencia asociada a los mismos, esta es la esencia misma de la definición de riesgo. Se define el riesgo de inundación como la frecuencia con que se presentan los eventos multiplicada por sus consecuencias; estas últimas dependen de los tipos de peligros que se generen y de los grados de exposición y de vulnerabilidad a los mismos de: las personas, las obras, las actividades, los servicios y el medio ambiente.

Mitigar el efecto de las inundaciones, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y generar condiciones propicias para una efectiva redistribución de la población, implica la gestión del riesgo de inundación y la reducción del mismo a niveles socialmente aceptables; ya sea reduciendo la frecuencia con que pueden presentarse eventos de inundación, mediante la realización de obras (medidas estructurales), y/o reduciendo las consecuencias por medio de la disminución del grado de exposición de bienes y personas, y/o reduciendo el grado de vulnerabilidad (principalmente mediante la aplicación de medidas no estructurales). Por lo expuesto, sería necesario actualizar y completar el Plan Hidráulico Provincial efectuando las siguientes tareas:

- Acordar y definir niveles de aceptación y tolerabilidad de riesgos en las distintas cuencas.
- Establecer prioridades de intervención en cada cuenca.
- Analizar la eficiencia de las medidas estructurales y no estructurales, en cada caso.
- Cuantificar el nivel de riesgo residual y verificar su tolerabilidad.

Medidas Estructurales

Bajo esta denominación se engloban las obras destinadas a mitigar el efecto de las inundaciones tanto rurales como urbanas. En relación a estas últimas es posible señalar que el enfoque recomendado es el que considera a la red de desagües pluviales como un

sistema dual, compuesto por la red de conductos (sistema primario) y la red de calles (sistema secundario). Ambas vinculadas por medio de los sumideros (“bocas de tormenta”) y las cámaras de inspección. El criterio de diseño es aceptar una afectación en calle “tolerable” o “admisible”, es decir que no genere riesgos inaceptables para peatones y vehículos. Este tipo de diseño, que requiere el empleo de modelos matemáticos hidrológicos e hidrodinámicos, permite conducir, con afectaciones aceptables, los excesos superficiales producidos por lluvias intensas de corta duración (que son las que solicitan en forma más exigente a los sistemas de desagües pluviales urbanos) de mayor período de retorno (menos frecuentes) que las habitualmente empleadas en el diseño de sistemas de conductos funcionando como canales (a superficie libre). Por ejemplo, un sistema de desagües pluviales proyectado en forma tradicional (como canal) para lluvias de 2 años de recurrencia, tal vez comience a funcionar a presión ante la ocurrencia de un evento mayor (por ejemplo 5 años de recurrencia) generando afectaciones serias en superficie; o que ni siquiera entre en carga debido a que la capacidad de ingreso al sistema menor (conductos), por medio de los sumideros, sea la limitante; en este último caso se estará desaprovechando capacidad de conducción disponible. Es posible que con el diseño de un sistema dual se logre reducir dichas afectaciones aumentando mínimamente (sin grandes costos de inversión adicional) las dimensiones de los conductos pluviales o la capacidad de captación del sistema o ambos, dependiendo de lo que la modelación matemática revele.

Otro aspecto que debe ser tenido en cuenta es que las cuencas evolucionan en el tiempo, como consecuencia de cambios en el uso del suelo. En el caso de cuencas urbanas es normal que se registren, con el paso del tiempo, incrementos de las superficies impermeables. En el caso de las cuencas rurales pueden generarse, por acción antrópica, drenados de bajos y zonas que colaboraban a atenuar y regular las crecidas, con el objetivo de transformarlas en zonas productivas. En fin, existen muchas posibilidades en este sentido y cada cuenca tiene sus singularidades, por lo que resulta necesario evaluar estas situaciones en cada caso particular, pero lo que resulta claro es que en la planificación de las medidas estructurales y no estructurales es necesario estimar las eventuales variaciones que puede sufrir la cuenca a lo largo de un cierto período (vida útil del sistema o medida proyectados). En general este horizonte se estima entre los 25 y 50 años.

Medidas no Estructurales

La experiencia internacional en planes de manejo y control de inundaciones, tanto en áreas urbanas como rurales, ha demostrado que la sola concreción de un sistema de obras de protección no es suficiente, en sí misma, para lograr los objetivos deseados. En efecto, la mitigación de los daños y perjuicios producidos por crecidas extraordinarias, se ha basado, tradicionalmente, en el proyecto y ejecución de obras hidráulicas, las que por sí solas, en muchos casos, no han logrado alcanzar la efectividad deseada. Es por ello que en los últimos años se ha reconocido la necesidad de acompañar el proyecto y ejecución de obras hidráulicas (medidas estructurales), con otro tipo de acciones (medidas no estructurales), que complementan a las anteriores.

Estas acciones comprenden un variado espectro de posibilidades, las que, en la mayoría de los casos, dependen de las condiciones particulares locales de cada sistema físico (cuenca) en estudio. Por lo que no resulta posible generalizar sobre las mismas, ya que deben ser identificadas y estudiadas en cada caso particular a fin de evaluar la conveniencia de aplicación de cada una de ellas. Sin embargo, existen ciertos tipos de medidas que deben ser desarrolladas en la mayoría de los casos. Medidas de este tipo son los planes de manejo, los de contingencia y los de comunicación social.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el marco del Plan de Regionalización propiciado por la provincia de Buenos Aires, se considera conveniente revisar, actualizar, mejorar y completar el Plan Hidráulico Provincial (DiPSOH) y sus antecedentes, adecuándolo, en los casos en que sea necesario. Tal adecuación se refiere no sólo a los criterios de diseño de las medidas estructurales (orientándolo de manera tal de lograr mayores grados de mitigación del impacto producido por los procesos de inundación), sino, además, teniendo en cuenta la necesidad de combinar los sistemas físicos naturales (cuencas) con las divisiones que surjan desde el punto de vista administrativo. En este aspecto debe tenerse en cuenta que será necesario el proyecto de medidas de carácter no estructural que permitan complementar y potenciar el efecto de las obras proyectadas o ya realizadas. Al respecto, surge como un tema de importancia la definición de los roles y responsabilidades de todos los actores intervinientes, los que deberán estar al tanto de los mismos y ser organizados en la forma más conveniente y eficaz posible. En este sentido se considera apropiada la revalorización de los “Comité de Cuenca”, ya que aparecen como una organización potencialmente efectiva para asegurar la transversalidad de medidas y acciones a través de las regiones que interesen el sistema físico cuenca. Es decir, que actuarían como integrantes de los Sistemas de Gestión (organizaciones destinadas a articular a los diferentes actores de forma tal de asegurar la planificación, implementación y mantenimiento de medidas estructurales y no estructurales).

Para actualizar y completar el Plan Hidráulico Provincial será necesario recurrir al empleo de modelos matemáticos hidrológicos e hidrodinámicos. En este sentido se recomienda propiciar, siempre que sea posible, el uso de software de distribución gratuita, ya que esto permitiría descentralizar la operación del mismo sin mayores costos para la provincia. Modelos tales como HEC-RAS y HEC-HMS (ambos desarrollados por el Cuerpo de Ingenieros de los EEUU) o el SWMM (US Environmental Protection Agency) han sido utilizados con éxito en nuestro país (Plan Director de los Desagües Pluviales de Caleta Olivia, Proyecto de Obras de Defensa y Desagües Pluviales de la Ciudad de Pergamino, entre otros) y han permitido generar Mapas de Riesgo Hídrico de aplicación en la gestión del sistema de protección contra inundaciones. La ventaja que presenta el empleo de estos modelos es que han sido ampliamente probados en nuestro medio y en el exterior y que además, al ser de distribución gratuita no requieren del pago de licencias y podrían ser instalados y operados (por ejemplo, simulaciones de situaciones posibles ante una eventual alerta) en los distintos Comité de Cuencas o en otras organizaciones que eventualmente compongan los Sistemas de Gestión. De acuerdo con lo señalado anteriormente, en términos generales se recomienda:

- Actualizar y sistematizar en bases de datos los registros de información hidrometeorológica disponible (precipitaciones, caudales, niveles, información correspondiente a situaciones críticas con inundaciones).
- Procesar la información hidrometeorológica en forma estadística, de manera tal de generar valores estándar a nivel regional para ser aplicados en los proyectos de medidas estructurales (por ejemplo isohietas para distintas duraciones y períodos de retorno, curvas Intensidad – duración – Recurrencia, curvas altura – caudal, etc.).
- Acordar y definir niveles de aceptación y tolerabilidad de riesgos de inundación.
- Desarrollar Sistemas de Información Geográfica (SIG) que contengan todos los activos (información básica tal como redes de pluviales existentes, características de los cursos de agua, etc.) de las diferentes cuencas y subcuencas.

- Efectuar modelaciones hidrológicas e hidrodinámicas de las cuencas en estado actual y futuro (por ejemplo en un horizonte de desarrollo de 25 ó 50 años), para identificar, proyectar y realizar medidas estructurales para mitigar el riesgo de inundación hasta alcanzar niveles tolerables.
- Diseñar y desarrollar sistemas de alerta temprana, que permitan reducir el grado de exposición y vulnerabilidad de la población y sus bienes ante la ocurrencia de un evento extremo.
- Diseñar e implementar medidas no estructurales que colaboren a mitigar los efectos residuales de las inundaciones (planes de contingencia, planes de capacitación, planes de difusión, que aseguren que cada actor en el proceso de inundación conozca qué hacer y cómo hacerlo).
- Establecer prioridades de intervención en las distintas cuencas y subcuencas, de acuerdo con la disponibilidad de recursos y los riesgos identificados.
- Diseñar e implementar Sistemas de Gestión, es decir un conjunto de normas y procedimientos que aseguren el desarrollo, implementación y sustentabilidad de lo oportunamente planificado.
- Mantener en forma “actualizada” las modelaciones de las cuencas, introduciendo todas las modificaciones que vayan sufriendo las cuencas a lo largo del tiempo y evaluar el impacto de las mismas.
- En caso de ser necesario, reformular los Códigos de Planeamiento Urbano teniendo en cuenta los Planes de Ordenamiento Hídrico que se desarrollen.
- Mejorar y complementar las redes de medición de parámetros hidrometeorológicos en todo el ámbito de la provincia, de forma tal de mejorar a futuro el conocimiento de estas variables.

BIBLIOGRAFÍA

“*Plan Hidráulico Provincial*” – Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DiPSOH) – Subsecretaría de Obras Públicas – Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires, 2009.

“*Proyecto de Obras de Defensa y Desagües Pluviales de la Ciudad de Pergamino*”. Provincia de Buenos Aires – Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas – IATASA – ABS, 2008.

“*Plan Director de Ordenamiento Hidráulico y Control de la Inundaciones de la Ciudad de Buenos Aires y Proyecto Ejecutivo para la Cuenca del Arroyo Maldonado*” – Consorcio Halcrow – Harza – IATASA – Latinoconsult, 2006.

“*Urban Drainage: System Modelling for Integrated Catchment Management*”. Aradas R.D., Ivanissevich Machado L., Mauriño M.F. and Norton M.R. Waste Water Planning Users Group (WaPUG), International Conference – London, U.K., September 2004.

“Sustainable Urban Drainage Systems – Best Practice Manual” – CIRIA, London 2001.