

Gestión de crecidas y sequía mediante el desarrollo de los recursos hídricos en la India

por S.K.Das¹, Ramesh Kumar Gupta² y Harish Kumar Varma²

Introducción

Sabemos que el agua es necesaria, tanto para el desarrollo humano sostenible como para el funcionamiento saludable del ecosistema planetario. Sin embargo, la disponibilidad del agua dulce está mundialmente limitada. Del 2,7% de una cantidad total de 1 400 millones de km³ de agua dulce, la mayor parte está en cubiertas de nieve permanente o en acuíferos profundos, y solo una pequeña fracción se encuentra disponible para uso.

Aunque la India tiene que mantener un 16% de la población mundial y un 15% del ganado, disponemos únicamente de un 2,4% de la tierra y de un 4% de los recursos hídricos del mundo. De los casi 4 000 km³ de precipitaciones al año, aproximadamente unos 3 000 km³ caen en forma de lluvia en un breve período monzónico de tres a cuatro meses, de junio a septiembre. Así, la distribución del agua disponible no es uniforme, sino que es altamente irregular tanto en el espacio como en el tiempo. El potencial de recursos hídricos anuales medios del país se estima en 1 869 km³. Sin embargo, debido a las limitaciones hidrológicas, topográficas y geológicas, tan solo pueden utilizarse 690 km³ de agua superficial mediante estructuras de almacenamiento y desvío convencionales. La recarga anual de agua subterránea es de 433 km³.

Los dos mayores problemas a los que se enfrenta el país son la sequía y las crecidas, que se discuten en los siguientes apartados:

Crecidas y sequía

Hoy en día, las sequías y las crecidas son un rasgo común, y su coexistencia plantea una fuerte amenaza que no puede ser erradicada, pero debe ser gestionada. La transferencia del agua monzónica en exceso a zonas de déficit de agua es una posibilidad potencial. Esto ayudaría también a aumentar la capacidad de irrigación adicional, la generación de energía hidroeléctrica, así como la superación de desequilibrios regionales.

La recurrencia de la sequía y las hambrunas durante la segunda mitad del siglo XIX necesitó el desarrollo de la irrigación para protegerse contra la pérdida de los cultivos y para reducir los gastos a gran escala de ayuda a la hambruna.

Crecidas en la India

Las crecidas son fenómenos recurrentes en la India. Debido a los distintos patrones climáticos y de precipitación en las diferentes regiones, la experiencia ha puesto de relieve que, mientras algunas zonas están sufriendo inundaciones devastadoras, otras están padeciendo sequía al mismo tiempo. Con el aumento de la población y de las actividades de desarrollo, ha habido una tendencia a ocupar las planicies de inundación, lo que ha dado como resultado un daño de naturaleza más grave a lo largo de los años.

A menudo, debido a la distribución variable de la lluvia, zonas que no son propensas tradicionalmente a las crecidas experimentan también graves inundaciones. Por tanto, las crecidas constituyen el desastre con el que se enfrenta con mayor frecuencia el país.

La inundación está causada por la capacidad inadecuada de la ribera de los ríos de contener los altos flujos que descienden desde las cuencas de captación superiores debido a las fuertes lluvias. La inundación se acentúa por: la erosión y el encenagamiento de los lechos de los ríos, dando como resultado una reducción de la capacidad transportadora de los canales fluviales; los terremotos y deslizamientos de tierras que conducen a cambios en los cursos fluviales y a obstrucciones del flujo; la sincronización de las crecidas en los ríos principal y tributarios; el retardo debido a los efectos de marea; el rebosamiento de las planicies de inundación; y el crecimiento incontrolado y no planificado de las zonas urbanas. Algunas zonas del país, principalmente las áreas costeras de Andhra Pradesh, Orissa, Tamil Nadu y Bengala Occidental, se ven asoladas por ciclones que a menudo vienen acompañados de lluvias fuertes que provocan inundaciones.

Zona propensa a inundarse

En 1980, Rashtriya Barh Ayog (Comisión Nacional de Crecidas) estimó el área total susceptible de inundación en el país en 40 millones de hectáreas (ha), lo que constituye la octava parte del área geográfica nacional. El Gru-

1 Presidente de la Comisión Central del Agua, Gobierno de la India, Nueva Delhi (India)

2 Directores de la Comisión Central del Agua, Gobierno de la India, Nueva Delhi (India)

po de trabajo del Programa de control de crecidas creado por la Comisión de planificación del Décimo Plan Quinquenal situó esta cifra en 45,64 millones de hectáreas. Podría proporcionarse un grado razonable de protección a cerca del 80% de esta área, es decir, a unos 32 millones de ha.

Daños por crecidas

Más significativo que la pérdida de vidas y los daños a la propiedad es la sensación de inseguridad y miedo de quienes viven en las planicies de inundación. Los efectos posteriores a la crecida, tales como el sufrimiento de los supervivientes, la propagación de enfermedades, la no disponibilidad de productos de primera necesidad y medicinas, y la pérdida de hogares, hace de las crecidas el más temido de los desastres naturales a que se enfrenta la humanidad.

El monzón de los años 1955, 1971, 1973, 1977, 1978, 1980, 1984, 1988, 1989, 1998, 2001 y 2004 infligió grandes daños por crecidas. En el cuadro adjunto se destacan los daños más importantes.

En el mapa de la página siguiente se muestran las zonas propensas a ser inundadas.

Sequía

La sequía es un rasgo natural recurrente ocasionado por la falta de precipitaciones durante un período largo de

tiempo (por ejemplo, una estación o varios años). Se trata de una desviación temporal de la media de las condiciones de lluvia y humedad, difiriendo así de la aridez y de la aridez estacional. Es un fenómeno progresivo y, al contrario que otros peligros, puede durar meses y, en algunos casos, años. La sequía afecta virtualmente a todas las regiones climáticas, y más de la mitad de la Tierra es susceptible de tener sequía cada año. Las regiones con mayor variabilidad en la lluvia y la escorrentía resultan más vulnerables. Dependiendo del impacto probable, el fenómeno de la sequía se puede clasificar en varios tipos, tales como meteorológica, hidrológica y agrícola. La extensión espacial de la sequía es mucho mayor que para cualquier otro peligro, y no está limitada por cuencas o fronteras políticas. Las sequías de larga duración conducen a la degradación del suelo y de los hábitats de plantas y animales, y a la ruptura social.

Durante una sequía grave en 1917/1918, el río Jhelum en Cachemira se secó completamente. De los 328 millones de ha de área geográfica de la India, 107 millones de ha (casi un tercio), extendidas por distritos administrativos en varios estados, están afectadas por la sequía. Incluye, aproximadamente, un 39% de la tierra cultivable y un 29% de nuestra población. La India ha experimentado 22 sequías graves durante los últimos 131 años. La sequía de 2002, una de las más severas en la India, afectó al 56% de su área geográfica, a la subsistencia de 300 millones de

personas y a 150 millones de cabezas de ganado en 18 estados. El Gobierno de la India tuvo que proporcionar ayudas por un total de aproximadamente 4 500 millones de \$ EEUU.

Desarrollo de recursos hídricos en la India

Se espera que la población de la India, de aproximadamente 1 000 millones de personas (según el censo de 2001), se estabilice en unos 1 600 millones de personas para 2050, para lo que se requieren anualmente unos 450 millones de toneladas de grano comestible. También es preciso atender las necesidades básicas de agua de las poblaciones rural y urbana y del ganado, así como de la industria y el medio ambiente y la gestión ecológica, teniendo en cuenta las políticas de uso del suelo, la degradación de los recursos hídricos, el agotamiento de acuíferos, etc. Con este fin, es necesario que la planificación a largo plazo de la utilización de los recursos hídricos del país satisfaga, de forma sostenible, las diversas demandas competitivas. La estrategia para atenuar los efectos de la sequía y de las crecidas se basa en el desarrollo óptimo de los escasos recursos hídricos.

Después de la independencia, el desarrollo previsto de los recursos hídricos se inició principalmente mediante la creación de proyectos de almacenamiento, así como con la extensión, renovación y modernización de los ya existentes. Hasta ahora, se ha creado una capacidad de almacenamiento de unos 213 000 millones de m³ en el país y los proyectos en construcción la aumentarán hasta los 289 000 millones de m³. Se espera que se creen 108 000 millones de m³ adicionales mediante proyectos que se están considerando.

Disposiciones institucionales

A nivel central, el Ministerio de Recursos Hídricos de la Unión es responsable del desarrollo, conservación y gestión del agua como recurso nacional, concretamente, para la política general de desarrollo de los recursos hídricos y para la asistencia técnica a los estados sobre irrigación, proyectos multiusos, exploración y explotación

Daños por crecidas

	Máximo	Media
Área afectada	17,5 millones de ha (1978)	7,63 millones de ha
Área de cultivo afectada	10,15 millones de ha (1988)	3,56 millones de ha
Población afectada	70,45 millones (1978)	32,92 millones
Viviendas dañadas	3 507 542 (1978)	1 234 616
Cabezas de ganado perdidas	618 248 (1979)	91 242
Vidas humanas perdidas	11 316 (1977)	1 560
Daños a servicios públicos	705 millones de \$ EEUU (1998)	126 millones de \$ EEUU
Daños totales	1 255 millones de \$ EEUU (1998)	307 millones de \$ EEUU



Zonas propensas a ser inundadas

de aguas subterráneas, desarrollo de zonas de control, saneamiento, control de crecidas, acumulación de agua, problemas de erosión marina, seguridad de diques y estructuras hidráulicas para navegación y energía hidroeléctrica. Supervisa también la regulación y el desarrollo de los ríos interestatales. Estas funciones se llevan a cabo mediante diversas organizaciones nacionales. Del suministro de agua urbana y la eliminación de aguas residuales se encarga el Ministerio de Desarrollo Urbano, mientras que el suministro de agua rural entra dentro del ámbito del Departamento de Agua Potable del Ministerio de Desarrollo Rural. El tema de la energía hidroeléctrica y térmica es responsabilidad del Ministerio de Energía. La contaminación y el control del medio ambiente entran dentro del ámbito del Ministerio de Medio Ambiente y Bosques.

Al ser el agua un tema de estado, el gobierno estatal tiene la responsabilidad principal del uso y control de este recurso. El control administrativo y la responsabilidad del desarrollo del agua

permanecen en los diversos departamentos y corporaciones estatales.

Política nacional del agua

La Política Nacional del Agua, adoptada en abril de 2002 por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, establece las disposiciones para la planificación de proyectos, el desarrollo de las aguas superficiales y subterráneas, la irrigación y el control de crecidas.

La irrigación desempeña un papel considerable en el aumento de la producción de grano comestible. La política proporciona las siguientes directivas para la gestión de la irrigación:

- La planificación de la irrigación en un proyecto individual o en el conjunto de una cuenca debería tener en cuenta la capacidad de irrigación de la tierra, las opciones de irrigación rentables a partir de todas las fuentes de agua disponibles y las

técnicas de irrigación apropiadas para optimizar la eficacia del uso del agua. La intensidad de irrigación debería ser tal que se extendieran sus beneficios al mayor número posible de familias granjeras, sin perder de vista la necesidad de maximizar la producción.

- Debería existir una estrecha integración de las políticas de uso del agua y del suelo.
- La asignación del agua en un sistema de irrigación debería llevarse a cabo considerando debidamente la igualdad y justicia sociales. Las disparidades en la disponibilidad del agua entre las granjas de la cabecera y del extremo final y entre granjas grandes y pequeñas debería obviarse mediante la adopción de un sistema de distribución rotativo del agua y de suministro de agua volumétrico sujeto a ciertos toques y tarifación racional.
- Deberían acometerse esfuerzos coordinados para asegurar que el potencial de irrigación creado se utilice completamente. Con este fin, habría que adoptar propuestas para fomentar zonas de control en todos los proyectos de irrigación.

Con respecto al control y moderación de crecidas, en la Política Nacional del Agua de 2002 existen las siguientes disposiciones:

- Debería disponerse de un plan maestro de control y gestión de crecidas para cada cuenca propensa a las mismas.
- Habría que proporcionar un amortiguador de crecidas adecuado en los proyectos de almacenamiento de agua, siempre que sea factible, para mejorar la gestión de crecidas. En zonas muy propensas a tener crecidas, se debería considerar prioritario el control de crecidas en la política de regulación de embalses, incluso a costa de sacrificar algo de irrigación o los beneficios energéticos.
- Aunque las obras públicas de protección física contra las crecidas, como por ejemplo los terraplenes y diques, seguirán siendo necesarias,

deberían acentuarse más las medidas no estructurales tales como la predicción y alerta de crecidas, la división en zonas de la planicie de inundación, y la adecuación de la edificación para minimizar las pérdidas y reducir el gasto recurrente en ayudas por inundaciones.

Desarrollos de irrigación y protección contra sequías

Los proyectos de valles fluviales sirven a una necesidad básica de un país cuya economía se fundamenta, en gran medida, en la agricultura. La irrigación y la energía suponen contribuciones cruciales para aumentar la productividad. Por lo tanto, desde que la India obtuvo la independencia, se ha dado una prioridad alta a la creación de proyectos de valles fluviales en el proceso de planificación nacional. La prominencia dada a los proyectos de valles fluviales en los sucesivos planes quinquenales de la India es consiguiente a la contribución de los proyectos de recursos hídricos para la prosperidad del país.

Como se afirmó anteriormente, de todos los desastres naturales, la sequía es el que afecta a un mayor número de personas en el mundo, especialmente en la India. La aparición de la sequía no puede prevenirse, pero se pueden reducir sus efectos si se está bien preparado ante su probable irrupción. Las sequías tienen dos componentes básicos: climático (reducción de la precipitación) y de demanda (uso del agua). En respuesta a las sequías, los gobiernos tienden a concentrar la mayor parte de sus esfuerzos en reducir la demanda de agua, aunque hay opciones limitadas para controlar el componente climático. Por tanto, las estrategias de planificación de sequía deberían tener un objetivo y una finalidad claros: implicar la participación de los interesados; disponer de un buen inventario de recursos; identificar los grupos de riesgo; ser capaces de integrar la ciencia y la tecnología con la política; publicitar el plan propuesto e invitar a respuestas públicas; y contar con un adecuado programa educativo. Las medidas a largo plazo para la atenuación de la sequía incluirían, normalmente, la creación de almacenamientos de agua subterránea y superficial, la integración de los pequeños embalses con los gran-



Foto: IFAD/Anwar Hossain

Agua utilizada para irrigar campos cerca de Maniyampadi. El agua proviene de una bomba accionada por un motor diésel y se emplea también para beber y cocinar.

des embalses, la planificación integrada de las cuencas, la transferencia de agua entre cuencas, etc. La adaptación a largo plazo implica el desarrollo de planes de gestión de recursos naturales basados en la comunidad, desarrollados y ejecutados con un enfoque participativo, y haciendo un uso completo del conocimiento tradicional.

Por tanto, la mayor parte de las medidas se enfocan a la gestión, reasignación y distribución de los recursos hídricos disponibles y al establecimiento de prioridades según los diferentes usos. Los medios conocidos habituales que se adoptan para combatir la sequía y promover el desarrollo son:

- Mejorar las capacidades nacionales, incluyendo la formación y el desarrollo de recursos humanos, para evaluar los recursos hídricos y determinar el uso del agua, de forma continua, y para la planificación y la gestión de estos recursos.
- Conservar los recursos hídricos y optimizar su uso.
- Aumentar el suministro de agua localmente explotando las aguas superficiales y subterráneas, teniendo en cuenta las tendencias a largo plazo, las demandas futuras de las comunidades locales y otras necesidades.

- Aumentar el suministro de agua mediante transferencias de fuentes de agua superficial más permanentes (lagos y ríos) y de recursos de agua subterránea en zonas áridas y semiáridas y/o transferencias a larga distancia desde zonas húmedas si es práctica y económicamente posible, y medioambientalmente aceptable.

Durante las últimas seis décadas se han elaborado muchos proyectos de recursos hídricos grandes, medianos y pequeños. Como resultado de este desarrollo, el potencial de irrigación de la India aumentó desde, aproximadamente, 23 millones de ha en 1951 a unos 102 millones de ha en 2006, dando lugar a un incremento de la producción de grano comestible desde los 51 millones de toneladas hasta los 212 millones de toneladas aproximadamente, haciendo que el país sea autosuficiente.

Se estima que el área cultivable del país es de unos 186 millones de ha, de las cuales aproximadamente 142 millones de ha se cultivan. Con la población creciendo y la industrialización presionando la tierra, se espera que el área cultivada se estabilice en unos 140-145 millones de ha. Como la agricultura de regadío es más productiva que la agricultura de secano, es imprescindible irrigar más tierra para satisfacer las futuras

necesidades nacionales de alimento y de fibra.

Los esfuerzos que se han llevado a cabo hasta ahora han asegurado un considerable progreso, pero queda aún un largo camino por recorrer para garantizar el agua para todos en una cantidad y calidad apropiadas. Los problemas se combinan, de forma adicional, con cuestiones recientes que han emergido en estos últimos años.

Enfoque de la gestión de sequías

El comportamiento del monzón suele ser errático e incierto en la India. La producción de kharif (cultivo de verano) depende de la cantidad y de la distribución de la lluvia. En general, el comportamiento del monzón se clasifica en:

- Estación normal con inicio, terminación y distribución normales del monzón
- Comienzo retardado del monzón
- Comienzo normal pero retirada temprana del monzón
- Comienzo y terminación normales, pero con un período de sequía prolongado en medio (período seco dentro de la estación)
- Crecidas y lluvias excesivas
- Distribución irregular de la lluvia

Los preparativos para hacer frente a dicha situación y que hay que mantener con carácter anual, son:

- Alerta temprana
- Respuesta temprana
- Un sistema de información eficaz
- Mantenimiento oportuno del sistema de irrigación y adopción de una estrategia de estabilización de cultivos
- Un programa eficaz de tareas de ayuda por adelantado a cuenta de proyectos de los trabajos realizados en diferentes departamentos
- Aprovisionar los alimentos adecuados, previendo su modo de suministro
- Organizar alternativas para el suministro de agua potable
- Construcción de pozos profundos y pozos de barrena y recuperación de los que estén cerrados, así como reparación continua de bombas de mano

Iniciativa adoptada para gestionar las situaciones de sequía

Desde 1900 a 2002, las sequías en la India han ocasionado 2 750 430 muertos, 900 millones de personas afectadas, además de enormes pérdidas financieras. El efecto progresivo de la sequía durante largos períodos y su severidad sensibilizó al Gobierno de la India para abordar el problema desde varias perspectivas: científica, tecnológica, económica, social y medioambiental. Algunas de las iniciativas adoptadas por el Gobierno para la gestión de sequías son:

- Aumentar las capacidades de las predicciones a largo plazo para la modelización climática y para la predicción meteorológica.
- En 1989, el Centro Nacional de Predicción Meteorológica a Medio Plazo empezó a predecir el tiempo a medio plazo (con un adelanto de 3 a 10 días).
- Seguimiento del estado de almacenamiento de los embalses: se están controlando 76 grandes embalses del país que tienen una capacidad total de almacenamiento activo de 131 220 millones de m³. Se han identificado también 49 más para incluirlos en el sistema de seguimiento, lo que aumentará la capacidad de almacenamiento de los embalses controlados a 156 690 millones de m³, concretamente, aproximadamente un 74% de la capacidad total de 213 000 millones de m³ creada hasta ahora.
- Se están llevando a cabo esfuerzos para mejorar la eficacia del sistema de irrigación.
- El Sistema Nacional de Evaluación y Control de la Sequía Agrícola empezó a funcionar en 1989.
- En 1995 se creó el Centro Nacional de Gestión de Desastres para llevar a cabo tareas de desarrollo de los recursos humanos, investigación, construcción de una base de datos y provisión de servicios

de información y documentación sobre la gestión de desastres.

- Numerosos programas para prevenir y atenuar la sequía a largo plazo.
- Apoyar la investigación a fin de ofrecer soluciones a los problemas relacionados con la sequía.
- Crear un Banco Nacional de Datos dentro del Proyecto coordinado sobre agrometeorología para toda la India del Instituto de investigaciones de cultivos para la agricultura de tierras secas (Hyderabad).
- Establecimiento de una Autoridad Nacional de Gestión de Desastres.

El nuevo Programa de Gestión de Riesgos de Sequía que se está preparando va dirigido a avanzar a partir de la experiencia del Programa anterior en aras de reducir las vulnerabilidades de las comunidades a la sequía por medio de enfoques basados en la comunidad, y a gestionar de forma adecuada los riesgos y lograr unos mejores sistemas de apoyo a la toma de decisiones tanto a nivel de estado como de distrito.

Enfoque de la gestión de crecidas

Los enfoques para abordar las crecidas pueden consistir en una, o en una combinación de varias, de las siguientes opciones disponibles:

- Intentos de modificar las crecidas
- Intentos de modificar la susceptibilidad a los daños por crecidas
- Intentos de modificar la carga de las pérdidas
- Hacer frente a las pérdidas

El punto principal del programa de protección de crecidas emprendido en la India ha sido, hasta ahora, intentar modificar la crecida mediante medidas físicas (estructurales) para impedir que las riadas alcancen centros que pueden ser dañados y modificar la susceptibilidad a los daños por crecidas mediante sistemas de alerta temprana.

Medidas estructurales

Se adoptan, generalmente, las siguientes medidas estructurales para la protección frente a las crecidas:

- Diques, muros de crecida, muros marinos
- Presas y embalses
- Cuencas de detención naturales
- Mejora de canales
- Mejoras de drenaje
- Desviación de las riadas

De estas medidas, los diques son las que se asumen de forma habitual para proporcionar una rápida protección con el material y mano de obra disponibles a nivel local. Los grandes proyectos de diques que se han llevado a cabo después de la independencia se encuentran en los ríos Kosi y Gandak (Bihar), Brahmaputra (Assam), Godavari y Krishna (Andhra Pradesh), Mahanadi Brahmani, Baitarni y Subarnarekha (Orissa) y Tapi (Gujarat). Estos diques desempeñan un importante papel a la hora de ofrecer una protección razonable a las zonas vulnerables. Teniendo en cuenta el gran potencial de los embalses para represar las inundaciones y regular los flujos río abajo a fin de moderar las crecidas, se ha intentado conseguir que el control de crecidas sea uno de los objetivos de las presas multiusos. Se han construido embalses con un amortiguador de crecida asignado específicamente en el sistema de Damodar en Jharkhand y las presas de Hirakud y Rengali en Orissa. Sin embargo, muchas otras grandes presas de almacenamiento, por ejemplo, la presa de Bhakra, sin capacidad de almacenamiento para crecidas, han ayudado también a la moderación de las mismas.

Durante los años posteriores a la independencia, se han construido proyectos multiusos tales como los embalses de la Corporación del Valle de Damodar (DVC), el proyecto de Bhakra-Nangal, la presa de Hirakud, el proyecto de Nagarjuna Sagar, etc. a fin de aumentar la producción de alimentos, la generación de energía, el suministro de agua potable, el desarrollo de piscifactorías, la generación de empleo, la regulación de crecidas, etc. Estas grandes presas han desempeñado un papel significativo en la reducción del daño al moderar la intensidad de las crecidas. Uno de

los ejemplos más importantes de moderación de crecidas conseguida por las presas es el del valle de Damodar, donde se construyeron cuatro embalses con la gestión de crecidas como uno de sus objetivos. Durante el monzón de 2000, los embalses del DVC salvaron vidas y propiedades de la población ante un posible desastre al moderar la intensidad de las crecidas.

Hasta 2005, se han construido 34 398 km de nuevos diques y 51 318 km de canales de drenaje. Además, se completaron 2 400 obras públicas de protección de ciudades y se elevaron 4 721 pueblos por encima de los niveles de inundación. Una vez que se taparon las brechas ocasionales de los diques, estas obras públicas ofrecieron una protección razonable a una zona de unos 16,5 millones de ha.

Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales incluyen:

- La predicción y alerta de crecidas
- La división en zonas de las planicies de inundación
- La lucha contra las crecidas
- La adecuación de la edificación para afrontar las crecidas
- El seguro contra las crecidas

A continuación se ofrece una breve descripción de la medida más importante, concretamente la predicción de crecidas, y los progresos alcanzados hasta ahora.

Predicción de crecidas y red de alerta en la India

De todas las medidas no estructurales para la gestión de crecidas que se basan en la modificación de la susceptibilidad a los daños que provocan, la que está consiguiendo una atención cada vez mayor de forma continuada por parte de los planificadores y la aceptación del público es la predicción y alerta de crecidas, que permite anticipar cuándo el río va a usar su planicie de inundación, en qué medida y durante cuánto tiempo. Por lo que respecta a la estrategia de acentuar más las medidas no estructurales, la Comisión Central del Agua ha establecido un sistema de predicción y alerta de crecidas a nivel nacional.

La predicción y la alerta de crecidas en la India comenzaron, a pequeña escala, en 1958 con la creación de una unidad de predicción de crecidas para el río Yamuna, en Delhi, en la Comisión Central del Agua (Nueva Delhi), que se ha ampliado hoy en día hasta abarcar la mayoría de las cuencas fluviales interestatales propensas a sufrir crecidas. La Comisión Central del Agua es, actualmente, responsable de emitir predicciones de crecida en 173 estaciones, de las cuales 145 son para predecir el nivel del río y 28 para predecir el caudal de entrada. Por término medio, se emiten unas 6 000 predicciones de crecida cada año, con un máximo de 7 943 predicciones en 1998. Las predicciones emitidas por la Comisión Central del Agua han sido coherentes, registrando cerca de un 96% de aciertos con respecto a las normas actuales de la Comisión Central del Agua. Se considera que una predicción es razonablemente acertada si la diferencia entre la predicción y el correspondiente nivel observado del río se encuentra en un margen de ± 15 cm. En el caso de las predicciones de caudal, las variaciones hasta del $\pm 20\%$ son consideradas aceptables; como resultado de ello, los servicios de predicción y alerta de crecidas han rendido un inmenso beneficio a las gentes de las regiones propensas a ser inundadas.

Modernización de los servicios de predicción de crecidas

La Comisión Central del Agua está llevando a cabo un esfuerzo constante para actualizar y modernizar continuamente los servicios de predicción con objeto de que las predicciones de crecidas sean más exactas, eficaces y oportunas. Las iniciativas que se están adoptando para modernizar los servicios de predicción de crecidas son:

- el establecimiento y modernización de la red de predicción de crecidas, incluida la predicción de caudales, mediante la recogida y transmisión automatizadas de datos; el uso de sistemas de comunicaciones por satélite por medio de terminales de muy baja apertura; y la mejora de las técnicas de formulación de predicciones utilizando modelos informáticos de captación;
- el desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la

predicción de crecidas y de un modelo de predicción de inundaciones para la cuenca del Mahanadi y para la predicción de crecidas repentinas en la cuenca del Sutlej;

- el desarrollo de un sistema de predicción de crecidas en tiempo real para la cuenca del Brahmaputra y el Barak, previendo la recogida de datos mediante sensores automáticos, la transmisión por satélite y la formulación de predicciones usando un modelo matemático por ordenador.

Gestión de desastres en la India

Tradicionalmente, la India ha sido vulnerable a los desastres naturales debido a sus exclusivas condiciones geoclimáticas. Crecidas, sequías, ciclones, terremotos y deslizamientos de tierra han sido fenómenos recurrentes. Aproximadamente un 60% de la zona continental es propensa a sufrir terremotos de diversas intensidades; más de 45 millones de ha son susceptibles a las crecidas; cerca de un 8% del área total es propensa a ser azotada por los ciclones; y un 68% del área es susceptible a la sequía. En la década de 1990-2000, unas 4 344 personas, por término medio, perdieron sus vidas y 30 millones se vieron afectadas por desastres cada año. La pérdida en términos de activos privados, comunitarios y públicos fue astronómica.

Durante el último par de años, el Gobierno de la India ha efectuado un cambio de paradigma en su visión de la gestión de desastres. El nuevo enfoque proviene de la convicción de que el desarrollo no puede ser sostenible a menos que la atenuación de los desastres se integre en el proceso de desarrollo. Otra piedra angular del enfoque es que la atenuación ha de ser multidisciplinar, abarcando todos los sectores del desarrollo. La nueva política emana también de la creencia de que las inversiones en atenuación son mucho más rentables que los gastos en ayuda y rehabilitación.

La gestión de desastres ocupa un lugar importante en el marco de la po-

lítica nacional, ya que son los pobres y desprotegidos los más afectados por las calamidades y desastres.

Los pasos que se están dando por parte del Gobierno emanan del enfoque descrito anteriormente. Este se ha traducido en un Marco Nacional de Desastres, que consiste en un mapa de ruta que contempla los mecanismos institucionales, una estrategia de prevención de desastres, los sistemas de alerta temprana, la atenuación de desastres, la preparación y respuesta, y el desarrollo de recursos humanos. Se han identificado y enumerado las aportaciones esperadas, las áreas de intervención y los organismos que están implicados a niveles nacional, estatal y de distrito. Por lo tanto, ahora existe una estrategia común que sostiene la acción que se está tomando por parte de todas las organizaciones e interesados participantes.

Marco institucional y político

Desde la independencia se han establecido bien los mecanismos institucionales y políticos para llevar a cabo la respuesta, la ayuda y la rehabilitación. Estos mecanismos se han mostrado robustos y eficaces.

A nivel nacional, el Ministerio del Interior es el ministerio nodal para todos los temas referentes a la gestión de desastres. El Comisionado Central de Ayuda del Ministerio del Interior es el funcionario nodal para coordinar las operaciones de ayuda en caso de desastres naturales. El Comisionado Central de Ayuda recibe, de forma continua, información relativa a la predicción y alerta de un desastre natural desde el Departamento Meteorológico Indio o desde la Comisión Central del Agua del Ministerio de Recursos Hídricos.

Comité Nacional de Gestión de Crisis (NCCM)

El Secretario del Gabinete, que es el más alto funcionario ejecutivo, encabeza el NCCM. Los secretarios de todos los ministerios y departamentos implicados, así como las organizaciones, son miembros del Comité. El NCCM da las instrucciones que consi-

dere necesarias al Grupo de Gestión de Crisis. El Secretario, del Ministerio del Interior, es responsable de asegurar que todos los desarrollos se comunican rápidamente al NCCM. Este puede dar instrucciones a cualquier ministerio, departamento u organización para llevar a cabo una acción específica necesaria que haga frente a la situación de crisis.

Grupo de Gestión de Crisis (CMG)

El Comisionado Central de Ayuda del Ministerio del Interior es el Director del CMG, que comprende altos funcionarios (llamados funcionarios nodales) de diversos Ministerios afectados. Las funciones del CMG son revisar, cada año, los planes de contingencia formulados por diversos ministerios, departamentos u organizaciones en sus respectivos sectores y las medidas necesarias para tratar un desastre natural, coordinar las actividades de los ministerios centrales y los gobiernos estatales con respecto a la preparación para desastres y ayudas, y obtener la información de los funcionarios nodales sobre las medidas referentes a lo anterior. En el caso de



un desastre natural, el CMG se reúne frecuentemente para revisar las operaciones de ayuda y extender toda la asistencia posible requerida por los estados afectados para superar efectivamente la situación. El Comisionado Residente del estado afectado asiste a dichas reuniones.

Sala de Control (Centro de Operaciones de Emergencia)

Existe un Centro de Operaciones de Emergencia (Sala de Control) en el Ministerio del Interior nodal, que funciona permanentemente, para colaborar con el Comisionado Nacional de Ayuda en el desempeño de sus obligaciones. Las actividades de la Sala de Control incluyen la recogida y transmisión de información acerca de la catástrofe natural y la ayuda; el mantenimiento de un estrecho contacto con los gobiernos de los estados afectados; la interacción con otros ministerios, departamentos y organizaciones centrales con respecto a la ayuda; la conservación de los registros que contengan toda la información relevante relacionada con los puntos de acción y con los puntos de contacto en los ministerios centrales, etc.; y el mantenimiento actualizado de la información de todos los funcionarios afectados a niveles nacional y estatal.

Plan de Acción de Contingencias

El Gobierno de la India ha formulado un Plan de Acción de Contingencias (CAP) para abordar las contingencias que surgen a la estela de los desastres naturales, y que se actualiza periódicamente. Facilita el lanzamiento de las operaciones de socorro sin retraso. El CAP identifica las iniciativas necesarias a adoptar por parte de diversos ministerios y departamentos tras las catástrofes naturales, impone el procedimiento y determina los puntos focales en la maquinaria administrativa.

Manuales estatales de socorro

Cada gobierno estatal tiene manuales y códigos de socorro que identifican el papel de cada funcionario en el estado para gestionar los desastres naturales. Estos se revisan y actualizan periódicamente basándose en la experiencia

de gestión de los desastres y en las necesidades del estado.

Mecanismos de financiación

La política y mecanismos de financiación para ofrecer ayuda a los afectados por catástrofes naturales están claramente establecidos. Se revisan por parte de la Comisión Financiera, designada por el Gobierno de la India, cada cinco años. La Comisión Financiera hace recomendaciones respecto a la división de los ingresos fiscales y no fiscales entre los gobiernos central y estatales y, también, respecto a la política de provisión de auxilio y la forma de compartir los gastos. En cada estado se ha establecido un Fondo de Socorro para Catástrofes, siguiendo las recomendaciones de la XI Comisión Financiera. La cuantía del Fondo de Socorro por Catástrofes la fijó la Comisión Financiera después de tener en cuenta los gastos en ayuda y rehabilitación a lo largo de los últimos 10 años.

Predicción de ciclones

Los ciclones tropicales son sistemas de muy bajas presiones que se desarrollan sobre un mar caliente. Pueden causar inmensos daños debido a los fuertes vientos, a las lluvias intensas y a las mareas de tempestad que conllevan. La frecuencia de un ciclón tropical en el Golfo de Bengala es de cuatro a cinco veces mayor que en el Mar Árabe. Cerca de un 35% de las perturbaciones iniciales en el norte del Océano Índico alcanzan el estado de ciclón tropical, de los cuales un 45% llegan a ser severos.

El Departamento Meteorológico de la India se encarga de vigilar y emitir alertas tempranas de ciclones tropicales. El proceso de seguimiento se ha revolucionado con la aparición de las técnicas de teledetección. Se ha elaborado un esquema de predicción y análisis de la intensidad de los ciclones tropicales utilizando técnicas de interpretación de imágenes de satélite que facilitan la predicción de las mareas de tempestad. El satélite meteorológico ha supuesto un tremendo impacto en el análisis de los ciclones.

Estudios de caso: impacto del desarrollo hídrico en la gestión de las crecidas y de la sequía

Las presas y embalses han desempeñado un gran papel en la moderación de los máximos de crecida y han proporcionado salvaguardas para la atenuación de la sequía. A continuación se presentan estudios casuísticos de dos de estos proyectos:

Embalse de Hirakud

El Proyecto de la presa de Hirakud está construido a través del río Mahanadi, unos 15 km río arriba de la ciudad de Sambalpur, en el estado de Orisa. Se trata del primer gran proyecto de valle fluvial multiusos tras la independencia en la India.

El proyecto proporciona irrigación para 155 635 ha de kharif (cultivo de verano) y 108 385 ha de rabi (cultivo de invierno). El agua liberada por la estación hidroeléctrica riega 436 000 ha adicionales de Zona de Control Cultivable en el delta del Mahanadi. La capacidad instalada para generación de energía es de 307,5 MW. Además, el proyecto ofrece la protección de crecidas a 9 500 km² de área del delta. La capacidad bruta de la presa de Hirakud es de unos 8 105 millones de km³ y la capacidad de aliviadero es de 4 595 m³/s.

El embalse de Hirakud no tiene almacenamiento destinado a las crecidas. El almacenamiento disponible completo durante el monzón se utiliza para la moderación de crecidas y, posteriormente, para fines de irrigación y producción de energía hidroeléctrica. La presa de Hirakud iba a ofrecer una protección frente a las crecidas adecuada al delta para todas las crecidas menos para las extraordinarias. El delta del Mahanadi ha sido testigo de numerosas grandes crecidas que causaron amplios daños, como en 1834, 1855, 1866, 1872, 1933 y 1937. Con la construcción de la presa de Hirakud, las aguas crecidas del Mahanadi en el período de monzón han podido controlarse en buena medida. Durante los 90 años anteriores al período de construcción (1868-1957),

27 de ellos fueron testigos de grandes crecidas en el delta, mientras que en el período posterior a la construcción, en los últimos 41 años (1959-1998), se reseñaron crecidas en el delta tan solo en 7 de ellos.

De 24 episodios, en ausencia de la presa de Hirakud, una crecida máxima en la cabecera del delta habría superado el valor catastrófico de 33 980 m³/s en 19 ocasiones, frente a las cinco veces que lo superó realmente debido a la moderación de crecidas proporcionada por la presa de Hirakud.

De lo anterior se desprende que se ha conseguido, aproximadamente, entre un 10 y un 30% de moderación de crecidas por la presa de Hirakud.

Presa de Bhakra

El proyecto de Bhakra consiste en una presa de 225,55 m de alto en el río Sutlej con un área de embalse de 168,35 km² en el nivel de almacenamiento completo, así como miles de kilómetros de canales y varias desviaciones entre cuencas. La capacidad bruta de Bhakra es de 9 621 millones de m³ y la capacidad de aliviadero es de 8 512 m³/s. La capacidad de generación instalada es de 1 354 MW. La presa, construida entre 1947 y 1963, llevó irrigación a unos 2,8 millones de hectáreas de los estados de Punjab, Haryana y Rajastán. La presa prevé también abastecer las necesidades de irrigación y energía hidroeléctrica, y ha mejorado drásticamente la economía de la zona. Los desiertos de Rajastán se han convertido en un cuenco de comida con la disponibilidad del agua del Canal de Rajastán, cuya fuente es la presa de Bhakra.

El crecimiento explosivo de la producción agrícola a finales de los años 60 y 70 en Punjab y Haryana es atribuido al proyecto de Bhakra. Antes de su construcción, el área de irrigación era inferior a 0,8 millones de hectáreas que, después del proyecto, aumentó a aproximadamente 5,5 millones de hectáreas. El proyecto se acreditó por liberar en solitario a la India de la dependencia de la ayuda alimenticia extranjera y crear la autosuficiencia alimentaria. En el proceso, el proyecto se ha convertido en algo casi legendario en la India y se cita regularmente para justificar grandes proyectos de irriga-



Presa de Hirakud

ción basados en presas. Genera 7 000 millones de unidades de electricidad al día y ha abaratado notablemente la disponibilidad eléctrica.

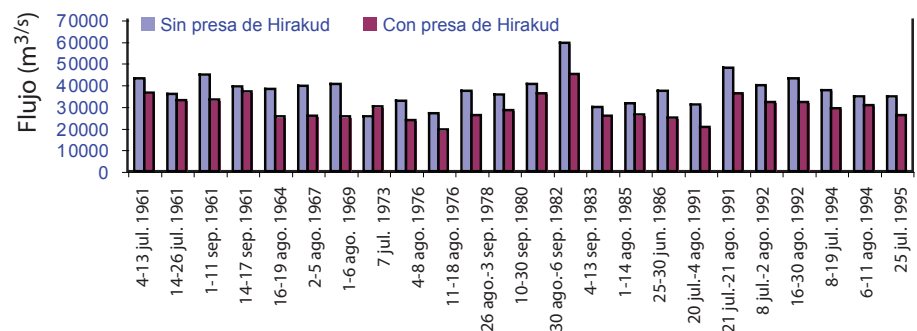
Las presas de Bhakra y Beas, aunque no fueron proyectadas específicamente para la moderación de las crecidas, absorben los máximos de las mismas y ayudan a moderarlas de forma considerable. Los valores de flujo de entrada y flujo de salida que se muestran en el gráfico adjunto ponen de manifiesto que se ha conseguido atenuar considerablemente las crecidas.

Las dos últimas figuras de este artículo muestran que las presas de Bhakra y Pong han desempeñado un papel sustancial en la moderación de las crecidas,

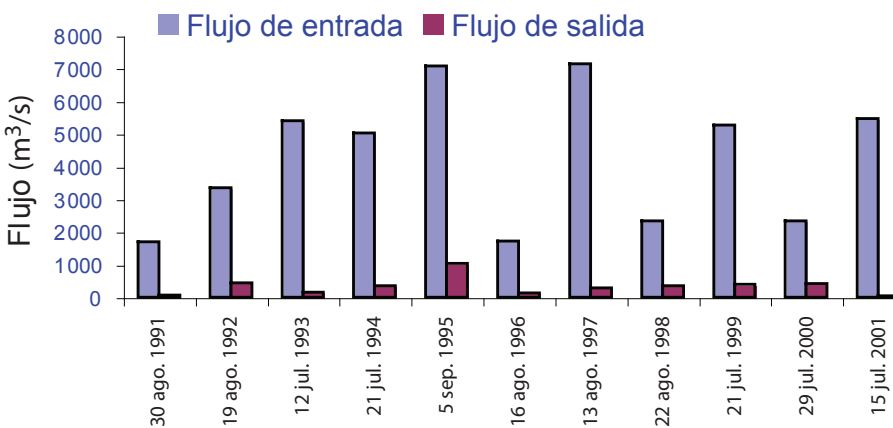
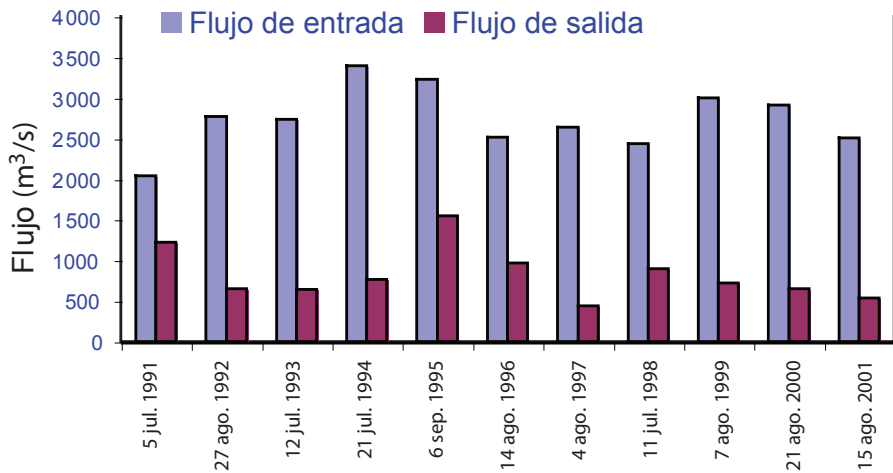
aunque la presa de Bhakra no fuera específicamente proyectada para ello.

Conclusiones

La India es un país en vías de desarrollo que necesita tener una visión equilibrada del desarrollo. La India posee una larga historia de desarrollo de la irrigación. Continuó a paso lento hasta la partición. Desde la independencia, el Gobierno ha dado la mayor prioridad a la irrigación para compensar el grave déficit de alimentos y la consiguiente importación de grano comestible. Por todo el país se han iniciado programas para desarrollar los recursos de aguas superficiales y subterráneas mediante proyectos de valles fluviales grandes y medianos. La política cen-



Moderación del máximo de crecida en el delta del Mahanadi (Fuente: Registros históricos de la presa de Hirakud)



Moderación histórica de crecidas por el embalse de Bhakra (arriba) y el embalse de Pong (abajo)
Fuente: Registros históricos de las presas de Bhakra y Pong

tral del agua ha supuesto una buena etapa en la evolución del consenso nacional sobre la planificación, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos de un modo completo.

Existe una necesidad imperativa de aprovechar y utilizar sostenidamente el agua fluvial para el riego, la generación de energía y el control de alimentos mediante estos proyectos de desarrollo.

Se ha proporcionado una protección razonable a aproximadamente un tercio de las zonas del país con tendencia a sufrir crecidas. A pesar del significativo desembolso para el control de crecidas y la protección contra las mismas, y en las obras públicas de protección de cuencas, se ha constatado que no existe una solución completa que ofrezca una protección total. Los amortiguadores de crecida de los embalses y los diques de crecida han proporcionado buenas soluciones para las crecidas recurrentes y han provisto de ayuda para

daños ocasionados por las mismas a gran escala. La predicción de crecidas facilitada por la Comisión Central del Agua ha desempeñado un papel importante a la hora de minimizar los daños por crecidas y en la salvaguardia de vidas humanas.

Para ocuparse de catástrofes naturales tales como inundaciones y sequías, es necesario utilizar al completo los planes existentes y priorizar las necesidades para ejecutar proyectos que ayuden a superar las condiciones creadas por la catástrofe. El Gobierno de la India ha realizado un gran proyecto, denominado Bharat Nirman, para llevar a 10 millones de hectáreas irrigación asegurada durante un período de cuatro años (2005-2009) mediante la terminación de proyectos de renovación y modernización, grandes, medios y de extensión en curso, y con la reparación, renovación y restauración de la parte principal de los sistemas hídricos y el desarrollo de las aguas subterráneas para la irrigación.

Nota: Las opiniones expresadas en el artículo son las de los autores y no coinciden necesariamente con las de la Comisión Central del Agua.

Referencias

- AGGARWAL, R.N.: Environmental concerns and role of dams in development with special reference to Bhakra and Beas Project. Indian Water Resources Society.
- Central Water Commission, Ministry of Water Resources, Government of India, 2001: Report of the Working Group on Flood Control Programme for the Tenth Five Year Plan, New Delhi, India.
- Central Water Commission, 2006: Water and Related Statistics, New Delhi, India.
- Central Water Commission, 2006: Annual Report, New Delhi, India.
- CHASKAR, D.S. & H.K. VARMA, 2007: Risk management of water related disaster, Disaster Management Congress, November 2006, New Delhi, India.
- Document of High Powered Committee on Disaster Management.
- Ministry of Irrigation, Government of India, 1980: Report of the National Commission on Floods.
- Ministry of Water Resources, Government of India, 2002: National Water Policy.
- National Commission for Integrated Water Resources Development Report (1997).
- National Disaster Management Division, Ministry of Home Affairs: Disaster management—The Development Perspective, Tenth Five Year Plan Document (2002-07).
- National Disaster Division, Ministry of Home Affairs, Government of India 2004—Disaster Management in India—A Status Report, 2004.
- Project Reports of Hirakud Project.
- Project Report of Bhakra dam project.
- RANGACHARI, R., 2007: Rising to the challenges posed by floods and droughts in India. Dr. Kanwar Sain Memorial lecture on World Water Day, 2007.
- SINHA, S.K. & R. SHRIVASTAVA, 2006: Role of large dams in flood moderation—case studies, Disaster Management Congress, November 2006, New Delhi, India.