

hídricos, y la cooperación con los programas relacionados con el agua de otras organizaciones internacionales. Las actividades tienen como objetivos principales: (a) el desarrollo sistemático de componentes en hidrología operativa; (b) la colaboración con los patrocinadores, diseñadores y operadores de los proyectos relativos al agua; (c) la estimación de los impactos antropogénicos sobre la hidrosfera; y (d) la prevención o mitigación de desastres naturales o inducidos por el hombre.

Conclusión

La hidrología operativa se ha convertido en una disciplina y continúa desarrollándose en el sentido de que los recursos hídricos disponibles pueden satisfacer mejor las necesidades socioeconómicas de la población en expansión del planeta. Sin embargo, la tasa de progreso varía tanto en la cronología como en el espacio. Aunque el precepto en hidrología es la evolución mejor que la revolución, el advenimiento de muchos países a la tecnología moderna mediante la forma de microordenadores y ordenadores ha ocasionado cambios rápidos en las prácticas de hidrología operativa y en los métodos para la administración de los recursos hídricos. En este aspecto algunos países se hallan aún en una etapa inicial y allí la introducción de los métodos modernos no tendrá nada de revolucionario. Es responsabilidad de la CHI el que sus programas estén confeccionados adecuadamente para las necesidades de cada Miembro y al actuar así se espera con honradez que la eficacia de la Comisión se mantenga e incluso sobrepase su nivel actual.

REFERENCIAS

- ¹ CHOW, Ven Te: *Handbook of Applied Hydrology*; McGraw-Hill (1964), pp. 1-2.
- ² SHIKLOMANOV, I.A.: "Large-scale water transfers". En: *Facets of Hidrology II* (Ed. J.C Rodda); John Wiley & Sons (1985).
- ³ STAROSOLSZKY, Ö.: In-depth report on the HWRP presented to the thirty-ninth session of the WMO Executive Council; OMM (1987).

LA PRESA DE SALTO GRANDE

Por Charles E. LUCHESSA*

Dos naciones de América del Sur han empleado años de planificación y de negociación para conjuntar esfuerzos en construir la extraordinaria presa de Salto Grande, en el río Uruguay, que forma su frontera. Durante los últimos nueve años, el proyecto hidroeléctrico para fines múltiples de 2,2 billones de \$ EE.UU., ha logrado éxito al reducir drásticamente el consumo local de petróleo y se ha convertido en modelo para proyectos similares en los países vecinos.

Aunque los estudios para la presa se remontan realmente a los primeros años de este siglo, fue en 1946 cuando Argentina (uno de los mayores Estados de Sudamérica) y Uruguay (uno de los más pequeños) decidieron construirla conjuntamente. Se creó un organismo gubernamental binacional, la *Comisión Técnica Mixta de Salto Grande*, para supervisar la construcción y la posterior gestión operativa de la presa. Fue la crisis mundial del petróleo, de principios de los años 70, la que dio el impulso final y comenzaron los trabajos de construcción en 1974.

* Presidente, Sierra-Misco Inc., Berkely, California, EE.UU.

El río Uruguay tiene 1600 km de longitud y nace en las cordilleras costeras del sur del Brasil. Se forma a partir del Río das Pelotas y de numerosos ríos menores que descienden de las laderas occidentales de la Serra do Mar; las aguas fluyen hacia el oeste y después se curvan hacia el suroeste formando la frontera entre Argentina y Brasil. Por debajo de Monte Caseros, el gran río tuerce hacia el sur formando ahora la frontera entre Argentina, al oeste, y Uruguay, al este. Continúa corriendo hacia el sur a través de vastas y fértiles llanuras hasta unirse con el río Paraná en su estuario común, el Río de la Plata. En conjunto, estos sistemas fluviales forman la mayor cuenca de la Argentina, abarcando casi 5,2 millones de km², e incluyendo asimismo a todo el Paraguay, el este de Bolivia, parte de Brasil y la mayor parte de Uruguay.

El lugar elegido para la presa está aguas arriba de dos ciudades de proporciones comparables que se hallan casi una frente a la otra: Concordia, en Argentina, y Salto, en Uruguay. Aunque quedan unos 350 km para la desembocadura, el terreno se halla a menos de 40 m sobre el nivel del mar. Estos dos pueblos son el hogar de los 500 hombres y mujeres empleados por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande para gestionar las operaciones de la presa y la producción de energía hidroeléctrica y su transmisión. Los empleados están también comprometidos en numerosos proyectos encaminados a mejorar la calidad de vida de la región.



La presa de Salto Grande abarcando de lado a lado al río Uruguay.
Foto: CTM Salto Grande/J.E. Gherbesi.

En julio de 1979 –tres años antes de completarse el proyecto– se puso en marcha el primero de los ruidosos generadores de 135 MW. En total hay 14 de estos generadores, ofreciendo una posibilidad de potencia máxima de 1,89 GW. Al principio, el 84 por ciento de la energía producida es para la Argentina y el 16 por ciento para Uruguay, ajustándose a la proporción de las contribuciones de cada país a la financiación del proyecto. Hoy, Uruguay recibe el 25 por ciento de la energía hidroeléctrica y, de acuerdo con D. Eduardo M. Alvarez, administrador de los sistemas de comunicación y telemetría de la presa, se han

anunciado planes de las dos naciones para compartir por igual la producción total en 1995.

De hecho, en 1983 la presa estaba suministrando el 50 por ciento de la electricidad utilizada anualmente en Uruguay y el 20 por ciento de la que se consume en Argentina. Aunque Argentina, a diferencia de Uruguay, tiene grandes reservas petrolíferas, ha recurrido a la hidroelectricidad para reducir así su dependencia de los combustibles fósiles.

Como consecuencia de la capacidad para controlar las aguas del río Uruguay, se han reducido mucho los daños por inundaciones en Concordia, Salto y otras cinco ciudades situadas aguas abajo. La presa se usa también para mantener la navegabilidad aguas abajo haciendo posible que los buques que van al mar naveguen regularmente 280 km desde la desembocadura y que los barcos más pequeños puedan llegar hasta Salto.

Pero la influencia del proyecto Salto Grande va más allá de la producción de energía, el control de inundaciones y la navegabilidad. Dado que fue la primera presa que se ha construido en Sudamérica enlazando dos naciones, Salto Grande ha sido un caso de ensayo vigilado estrechamente por los Estados vecinos. Recientemente, se han construido dos presas más interconectoras: la presa de Itaipu sobre el río Paraná, entre Brasil y Paraguay (que ahora tiene la central hidroeléctrica más grande del mundo, seis veces la de Salto Grande) y la presa de Yaciretá, también sobre el Paraná, entre Argentina y Paraguay.

El esfuerzo cooperativo que originó la presa de Salto Grande va más allá de compartir el coste de la construcción, mantenimiento y operación. Los ciudadanos de Argentina y Uruguay trabajan juntos y, aunque las leyes laborales nacionales difieren, se ha acordado un compromiso por el que todos los empleados de la Comisión Técnica Mixta, sin tener en cuenta su nacionalidad, tienen el mismo salario, beneficios, oportunidades para los puestos y tiempo de vacaciones. En otros proyectos bilaterales cada país emplea normalmente a sus propios gestores, creando una duplicación de autoridades que no se encuentra en el proyecto Salto Grande.

Además de ayudar a contrarrestar las diferencias económicas y sociológicas entre los pueblos de Argentina y Uruguay, los tres kilómetros de presa de Salto Grande sirven como carretera y puente para el ferrocarril que une a las dos naciones. El lago que forma es un medio recreativo, ofreciendo entre sus atracciones pesca, paseos en bote, natación, "wind surfing" y rastrillado de playas. A ambos lados del embalse, se han construido grandes hoteles.

La Comisión Técnica Mixta ha recurrido a la tecnología avanzada con el fin de mejorar la administración de las aguas del río Uruguay e impulsar la producción de energía hidroeléctrica, una acción con la que se espera reducir la dependencia de los combustibles fósiles en ambos países. La Comisión adjudicó recientemente un contrato por valor de 550 000 \$ EE.UU. a una empresa de los EE.UU. para instalar una red de comunicación telemétrica, consistente en 51 estaciones de campo con información automática a distancia a un ordenador central instalado para controlar las condiciones ambientales.

De acuerdo con D. Manuel Irigoyen, gerente del departamento de hidrología de la Comisión, un factor crucial para lograr simultáneamente producir la máxima hidroelectricidad y proteger a las personas de las inundaciones aguas abajo es que los técnicos de la presa sepan cuándo contener y cuándo soltar agua. Los 5,5 billones de m³ de agua del embalse de Salto Grande proceden de una cuenca de 250 000 km² que penetra en Brasil y que incluye los aportes de cuatro afluentes próximos a la ubicación de la presa; por ejemplo el 20 por ciento de los aportes procede de una superficie de 50 000 km² que circunda la presa. Estas cantidades, por la alta velocidad de la corriente, plantean problemas a los ingenieros de Salto Grande. Por esto, van a instalarse 38 pluviómetros transmisores, 11 sensores de

nivel del agua y estaciones meteorológicas automáticas; 19 en Argentina y 32 en Uruguay. Los países compartirán siete estaciones de enlace.

Las precipitaciones y los niveles del agua en la cuenca se recopilarán en los sensores y se transmitirán automáticamente a dos ordenadores situados en la presa. Los ordenadores tienen *software* que les permite registrar, analizar e incluso predecir una información tan crucial como es cuándo y dónde fluirá el agua en el embalse. La información es vital en una situación en que el caudal puede variar desde 36 000 hasta 90 m² s⁻¹.

Actualmente la telemetría está reemplazando a los métodos manuales de medida de los niveles del agua. Se espera que la tecnología evitará el aliviado innecesario de agua, aumentando la producción de energía y previniendo a los operadores de la presa de inundaciones inminentes, de modo que dé tiempo para evacuar a las personas, si es necesario, de los centros de población situados aguas abajo.

Salto Grande puede que ya no sea la mayor presa de América del Sur pero continúa dando ejemplo de progreso tecnológico y socioeconómico.

COMISION DE METEOROLOGIA MARINA

DECIMA REUNION, PARIS, FEBRERO DE 1989

La Comisión de Meteorología Marina celebró su décima reunión en el Centro de Conferencias de la Unesco en París, del 6 al 17 de febrero de 1989. El Gobierno francés fue el anfitrión de la reunión; el Director general de la Unesco proporcionó amablemente las instalaciones. En la ceremonia de apertura dieron la bienvenida a los participantes el director del Servicio Meteorológico francés Sr. A. Lebeau y los jefes ejecutivos de la OMM y de la Unesco, Profesor G.O.P. Obasi y Profesor F. Mayor, respectivamente.

La Comisión tiene ahora un total de 166 miembros de 94 países y a las sesiones asistieron 91 delegados de 44 países, más 15 observadores de otras diez organizaciones internacionales. Los debates fueron sustantivos, directos y bien informados. En gran parte esto refleja dos hechos: primero, que la Comisión ha completado eficazmente el programa de trabajos propuestos en la novena reunión (Ginebra, octubre de 1984), a pesar de las dificultades financieras y de otro orden experimentadas por los Miembros y la Secretaría, y segundo, que hay un consenso de opinión sobre la necesidad de una futura flexibilidad y adaptabilidad dentro de la Comisión y sobre la prioridad de áreas de trabajo para un inmediato futuro.

Hubo también un claro consenso sobre el importante papel que la CMM debe desempeñar dentro de la OMM. Es una misión doble: como un foro interactivo tratando con un campo muy especializado de interés para el usuario y como su principal suministrador de apoyo a otros programas de la OMM (notablemente en forma de observaciones meteorológicas marinas y oceanográficas y de medios para la recopilación de los datos).

El primer papel (aplicaciones) ha sido tradicionalmente de importancia primaria. La comunidad marítima es la única con requisitos particulares de los Servicios Meteorológicos marinos (SMM). Esto incluye dos tipos distintos de servicios: (a) servicios básicos que son obligación de los Miembros, de acuerdo con el Convenio para la seguridad de la vida en el mar (SOLAS), para los cuales el material reglamentario depende de otras organiza-