

MONITOREO AUTOMÁTICO DE CRECIDAS EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

Juan Manuel Bazán – Roberto Carlos Bignone

Comisión Regional del Río Bermejo - COREBE

Comandante Fernández 755 – Presidencia Roque Sáenz Peña – Provincia de Chaco – República Argentina

TEL/FAX: +54 3732 432012.

E-mail: juan_manuel_bazan@hotmail.com – rbignone@hotmail.com Web: <http://www.corebe.org.ar>

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es plasmar la experiencia adquirida en la instalación de una red básica de estaciones automáticas en la cuenca del Río Bermejo cuyo objetivo es la adquisición y transmisión automáticas de datos para monitorear los procesos hidrológicos que se desarrollan en la alta cuenca del río y su posterior traslado hacia la desembocadura.

Con el equipamiento instalado se obtiene horariamente información en tiempo útil que permite evaluar el estado hídrico de la cuenca, efectuar el seguimiento de los picos de crecida durante la temporada de lluvias y generar avisos e informes a las oficinas técnicas de la región con el fin de organizar acciones.

Finalmente se refleja la importancia de elaborar convenios y/o acuerdos entre diferentes organismos a fin de asegurar la sustentabilidad de la red.

ABSTRACT

The aim of this paper is to translate the experience in setting up a basic network of automatic weather stations in the Bermejo River basin whose objective is the acquisition and automatic transmission of data to monitor hydrologic processes that develop in the upper basin of the river and a further movement towards the mouth.

With the equipment installed will get information in time slots that allow an assessment of water in the basin, following up on the flood peaks during the rainy season and generate alerts and reports to the regional technical offices in order to organize actions.

Finally, it reflects the importance of drawing conventions and / or agreements between different agencies to ensure the sustainability of the network.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Bermejo ha carecido históricamente de una red hidrometeorológica diseñada y organizada específicamente para la cobertura de su territorio y que, a su vez, respondiera a diversas necesidades, particularmente en lo que hace al monitoreo de las crecidas estacionales que suelen generar diversos problemas en las poblaciones ribereñas a lo largo de su cauce. Si bien distintos organismos provinciales y nacionales fueron instrumentando la cuenca y sistematizando la toma de datos en el tiempo, la tarea fue siempre fragmentaria y realizada en forma manual efectuando el envío de los datos obtenidos en lugares remotos mediante el empleo de transmisiones radiales, generalmente con horario de uso restringido, lo que dificultaba obtener más de un dato de cada estación por día. Entre 1992 y 2003 la COREBE implementa un Sistema de Información Hidrológica, para el sector argentino de la cuenca, en el que converge la información generada por los distintos organismos nacionales y provinciales, mediante métodos convencionales, con el fin de almacenar, analizar y distribuir los datos hidrológicos producidos.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

La cuenca del río Bermejo posee una superficie de 123.162 Km² (Tabla 1) y su curso principal alcanza una longitud de más de 1.300 km. Se divide por sus características, en alta cuenca, o superior, y en cuenca baja o inferior.

Tabla N° 1 Distribución Territorial de la Cuenca

JURISDICCION		DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA CUENCA	
		Superficie (Km ²)	Proporción (%)
País	BOLIVIA	11.896	10
Departamento	Tarija	11.896	10
País	ARGENTINA	111.266	90
Provincias	Chaco	19.274	16
	Formosa	26.445	21
	Jujuy	21.521	17
	Salta	44.521	36
TOTAL		123.162	100

En el sector boliviano la alta cuenca del río Bermejo se localiza en el extremo sur del país, específicamente dentro del Departamento Tarija, abarcando un área de 11.896 km². El resto de la alta cuenca y la totalidad del tramo inferior se localizan en territorio argentino, ocupando parte de las provincias de Salta, Jujuy, Chaco y Formosa con una superficie de 111.266 km².

Desde el punto de vista hidrográfico el río Bermejo se desplaza de NNO a SSE con un recorrido de 1.188 km medidos por el cauce. En línea recta la distancia entre los extremos es de 750km, lo que da un valor medio de sinuosidad de 1.6. La pendiente media del río es de 0.2%. Desde la Junta de San Francisco y hasta su desembocadura en el río Paraguay, el río Bermejo no recibe aportes laterales significativos.

Durante su recorrido se producen pérdidas por infiltración y desbordes en épocas de crecida. Por otra parte, durante el estiaje recibe aportes de aguas subterráneas. A lo largo de un tramo de aproximadamente 150 km, aguas abajo de la Junta de San Francisco, el río Bermejo no presenta un cauce definido, se divide en numerosos brazos y divaga en una playa muy amplia, cuya configuración cambia constantemente.

Unos 90 km aguas abajo de la Junta de San Francisco, en el paraje conocido como Desemboque, se encuentra el sitio por el cual el río se desviaba antiguamente continuando su recorrido por el río actualmente denominado Bermejito o Teuquito, que también se lo conoce como Antiguo cauce del río Bermejo.

En el sector del chaco salteño el ancho del río es de unos 2.000 m o más (Figura 1), encauzándose gradualmente aguas abajo hasta convertirse prácticamente en un canal de 200 a 300 m de ancho donde comienza a desarrollar grandes meandros y se torna cada vez más sinuoso.

En las proximidades de Presidencia Roca (Chaco), a 254 km de la desembocadura, vuelve el cauce a tener una sección bien definida, su ancho es menor y las barrancas son cada vez más consistentes.



Figura 1.- Río Bermejo en el chaco salteño

En el tramo final el río vuelve a presentar barrancas bajas, desembocando en el Paraguay con un ancho de unos 170 m. En la Figura 2 puede apreciarse el perfil longitudinal del río Bermejo.

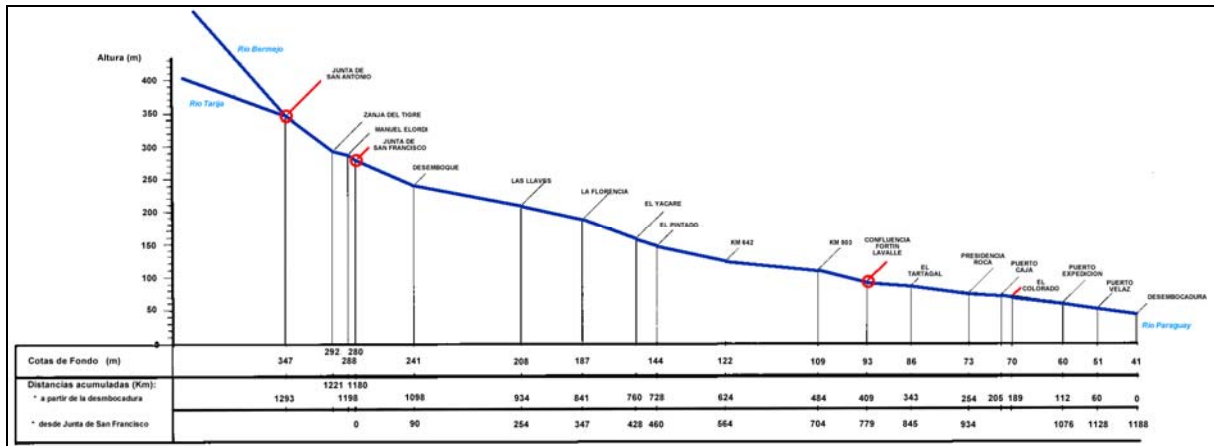


Figura 2.- Perfil Longitudinal del río Bermejo

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

En el año 1995, en virtud del Acuerdo de Orán suscripto entre los gobiernos de Argentina y Bolivia, se crea la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Cuenca Binacional del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija (COBINABE) que implementa el Programa Estratégico de Acción para la Cuenca Binacional del Río Bermejo (PEA), con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), mediante el cual, entre los años 2002 y 2004, se diseñó y pone en marcha una red hidrometeorológica con adquisición y transmisión automática de datos.

MONITOREO AUTOMÁTICO

La red cuenta actualmente con catorce estaciones, cinco en territorio boliviano y nueve en territorio argentino, distribuidas en el sector nacional de la cuenca con el objetivo de monitorear los procesos hidrológicos que se desarrollan en la alta cuenca del río Bermejo y su posterior traslado hacia la desembocadura. Con este equipamiento se obtiene horariamente información en tiempo útil que permite evaluar el estado hídrico de la cuenca, efectuar el seguimiento de los picos de crecida durante la temporada de lluvias y generar avisos e informes a las oficinas técnicas de la región con el fin de organizar acciones. (Ver Figura 3.)

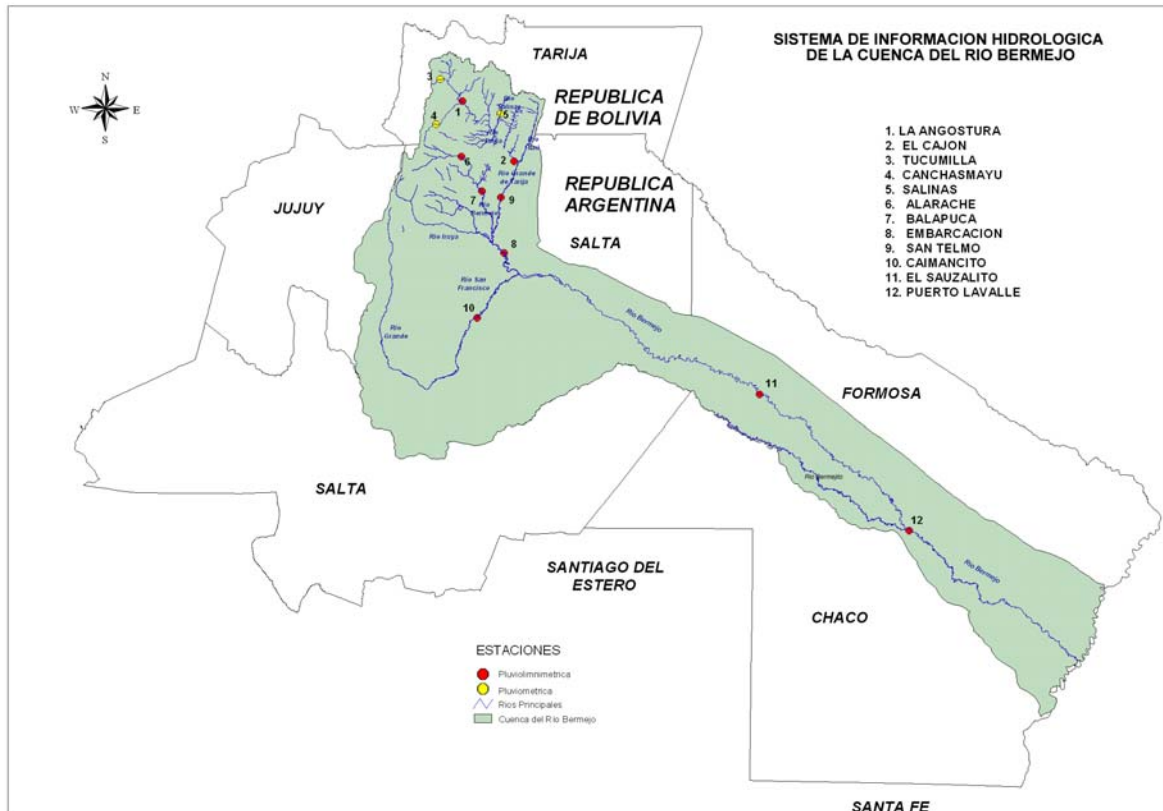


Figura 3.- Ubicación de las estaciones automáticas en la cuenca.

Una situación en la que resulta de alto valor la captura automática de información en tiempo útil en la alta cuenca del río Bermejo puede observarse en la Figura 4, donde se presenta el desarrollo de un pico de crecida producido el 20 de diciembre de 2005 en la estación Balapuca, el cual alcanza su altura máxima a las 5:00 horas. Simultáneamente, se presenta el desarrollo del pico de crecida en Embarcación, distante 148km, donde el río Bermejo alcanza su altura máxima a las 20:00 horas es decir, 15 horas después. En la Tabla 2 pueden observarse las alturas máximas alcanzadas por distintas crecidas registradas en el mismo tramo y los tiempos de traslado de los picos; con esos datos y la disponibilidad de información en tiempo útil ha sido posible dar aviso a las autoridades del municipio de Embarcación ante la ocurrencia de crecidas que, por su magnitud, suelen afectar algunas zonas bajas de la ciudad sobre las que se producen desbordes laterales del río. El aviso a los responsables de implementar medidas preventivas respecto de la hora aproximada en que se

produciría el pico permite disponer de instalaciones y recursos adecuados para la evacuación de los afectados minimizando el efecto que estos eventos generan en la población.

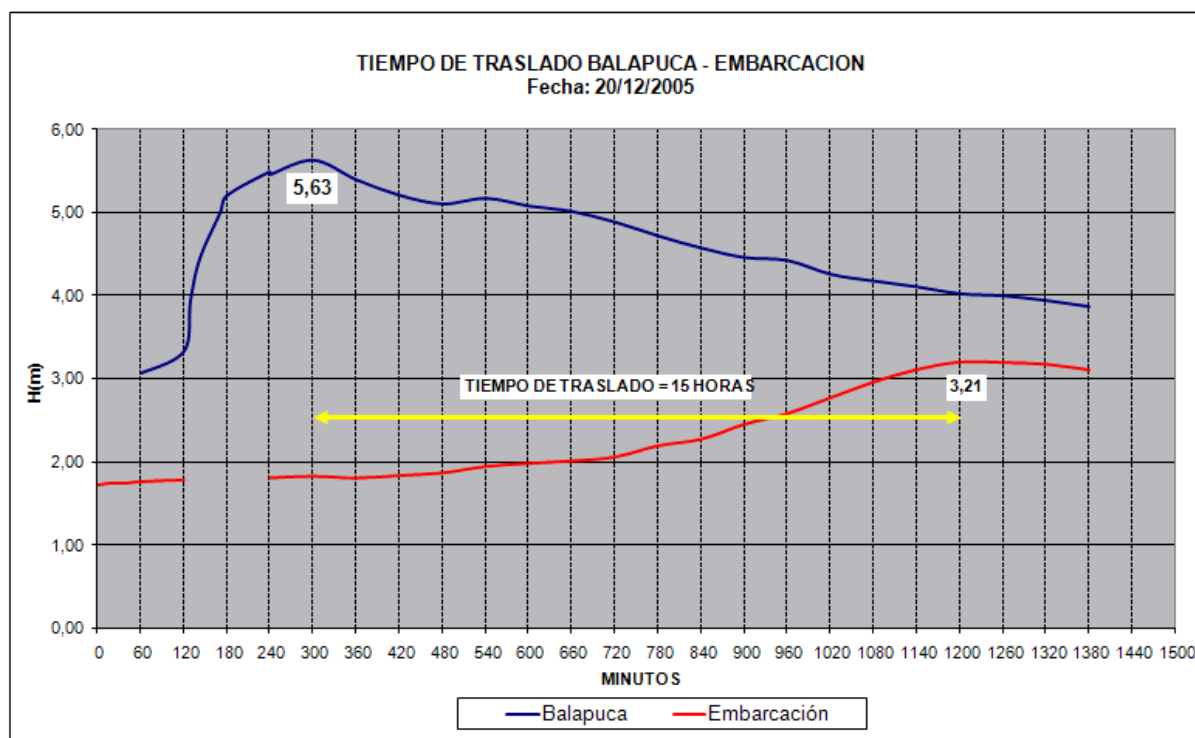


Figura 4.- Traslado de ondas de crecida – Cuenca Alta

Tabla 2.- Tiempos de traslado Cuenca Alta

Estaciones				Tiempo de traslado (Hs)	Velocidad media (m/s)
Balapuca		Embarcación			
Fecha	Altura Pico (m)	Fecha	Altura Pico (m)		
10/12/2005 08:00	4.91	11/12/2005 02:00	2.82	18	2.28
20/12/2005 05:00	5.63	20/12/2005 20:00	3.21	15	2.74
25/12/2005 01:24	7.01	25/12/2005 17:00	3.63	15	2.74
03/04/2006 08:00	6.50	03/04/2006 20:00	4.06	11	3.74
16/01/2007 10:41	9.10	17/01/2007 09:00	4.89	22	1.86
Distancia (Balapuca – Embarcación) = 148 Km					

De igual modo se procede con el tramo medio e inferior de la cuenca monitoreando el nivel del río en sitios donde las crecidas anuales generan desbordes laterales que afectan amplios sectores ribereños. Cabe destacar que hasta 2004 esta zona crítica de la cuenca presentaba un tramo de aproximadamente 800km (Embarcación – Puerto Lavalle) sin información sistemática y confiable sobre el estado del río Bermejo. La Figura 5 muestra un pico de crecida registrado en Embarcación y la evolución del nivel del río en Sauzalito, 450 Km aguas abajo, en oportunidad de producirse desbordes laterales en el chaco salteño.

En la Tabla 3 se muestran distintas situaciones pudiéndose observar la variación en el tiempo de traslado de los picos debida al estado inicial del río y a la magnitud de la crecida.

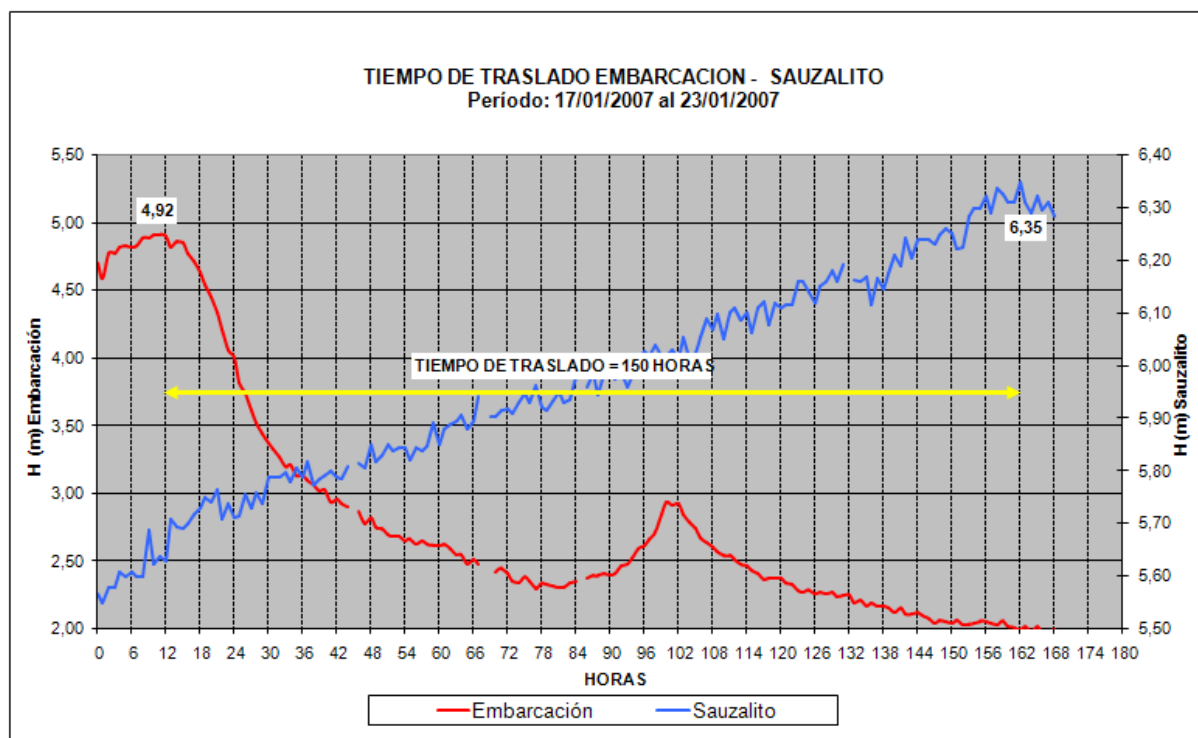


Figura 5. - Traslado de ondas de crecida – Cuenca Media

Tabla 3.- Tiempos de traslado Cuenca Media

Estaciones				Tiempo de traslado (Hs)	Velocidad media (m/s)
Embarcación		Sauzalito			
Fecha	Altura Pico (m)	Fecha	Altura Pico (m)		
20/12/2005 20:00	3.21	23/12/2005 22:00	5.00	74	1.67
25/12/2005 17:00	3.63	29/12/2005 06:00	5.33	85	1.46
17/01/2007 11:00	4.92 (*)	23/01/2007 17:00	6.35	150	0.83
20/03/2009 20:00	3.05	23/03/2009 01:00	4.67	53	2.34
09/04/2009 11:00	2.56	12/04/2009 09:00	3.82	70	1.77
(*) Desborde en Rivadavia Banda Norte el día 19/01/2007					
Distancia (Embarcación - Sauzalito) = 446 Km					

El análisis de los resultados presentados en las Tablas 2 y 3 permite destacar que el tiempo de traslado de los picos de crecida se encuentra sensiblemente determinado por las condiciones hídricas previas en cada uno de los tramos considerados. Los mayores tiempos de traslado observados en la Tabla 2 (alta cuenca) corresponden a picos producidos con un estado previo del río de aguas medias o medias-bajas, como se observa para los días 10/12/2005 y 16/1/2007, en tanto que el menor tiempo de traslado se obtiene cuando el pico se produce estando el río en aguas altas o medias-altas, tal el caso del día 3/4/2006.

Este mismo comportamiento se observa en el tramo Embarcación – Sauzalito, tal como se aprecia en la Tabla 3.

Resulta necesario señalar que la dimensión actual de la red de monitoreo es de nivel básico y no permite discriminar los aportes que efectúan los distintos tributarios en las nacientes de los ríos Bermejo y Grande de Tarija como tampoco obtener información pluviométrica de los mismos; por estas razones se están efectuando gestiones para la cooperación entre organismos argentinos y bolivianos con el fin de densificar la red e introducir mejoras en los pronósticos meteorológicos para la región.

SUSTENTABILIDAD DE LA RED DE MONITOREO

El mantenimiento de una red como la que nos ocupa constituye una tarea de particular importancia a fin de asegurar continuidad en la captura de información necesaria para evaluar el origen y comportamiento de crecidas en ríos de montaña. Durante el período 1997-2004, debido a la salida de servicio de la estación San Telmo ubicada en el río Grande de Tarija, los análisis fueron realizados únicamente con datos provenientes del río Bermejo y no permitieron evaluar correctamente el aporte de cada subcuenca debido a la falta de información hidrológica del principal tributario (el río Grande de Tarija aporta el 56% del caudal total en la Junta de San Antonio).

Es por ello que para el diseño e implementación de la red de monitoreo automático en la cuenca del río Bermejo se tuvo en consideración ese factor crítico como uno de los objetivos claros a alcanzar: asegurar la continuidad en la captura y transmisión de la información. En este sentido el objetivo se ha logrado, la sustentabilidad de la red en el sector argentino de la cuenca se encuentra garantizada por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) quien ha tomado a cargo la tarea de su operación y mantenimiento, superando de este modo una de las mayores dificultades que se presentan al implementar redes de monitoreo de parámetros ambientales.