

LAS INUNDACIONES EN SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA

Por SEARPI *

ANTECEDENTES

La cuenca superior del río Pirai se encuentra en la faja subandina, en la Provincia de Florida, Departamento de Santa Cruz. En el sitio de la Angostura (cuenca superior) el área es de 1.401 km², y las elevaciones varían entre 615 y más de 1.800 m. Incluyendo la cuenca inferior, el área total es de 4.173 km² y en ella se encuentran la ciudad de Santa Cruz y otras poblaciones que concentran el 80 % de la población del departamento. Toda la cuenca genera el 90 % del valor agregado departamental y el 14 % del valor agregado nacional.

La cuenca superior del río Pirai ha sufrido durante los últimos 30 años, y especialmente a partir de la construcción de la carretera Santa Cruz - Cochabamba, un serio proceso de deterioro. La deforestación, el inadecuado uso de la tierra y el desencadenamiento de fenómenos torrenciales han constituido a la cuenca superior del Pirai en una seria amenaza para los asentamientos humanos, la infraestructura y las valiosas tierras agrícolas situadas en la parte media e inferior de la cuenca. El puente Eisenhower, construido en los años 1954-1955, tenía en ese tiempo una altura de 6-7 metros sobre el nivel del lecho del río y en la actualidad su altura no supera los 2 ó 3 metros. En varios tramos el cauce se encuentra por encima del nivel de las tierras adyacentes debido a la elevada sedimentación, lo cual origina desbordes en tiempo de crecida. En Juan Latino, el lecho del río se encuentra a 2 ó 3 metros respecto a las áreas adyacentes.

EL RÍO PIRAI Y SU CUENCA

El río Pirai es tributario del río Grande o Guapay, que desemboca en el Amazonas a través del río Mamoré. Tiene una longitud de 350 km y un área aproximada de 9.000 km². Nace en las estribaciones subandinas (orientales) de la Cordillera de los Andes, en la confluencia de dos ríos andinos: Bermejo y Píojeas. Desde los 1.800 m de altura el río baja paulatinamente hasta la cota de 350 metros en su desembocadura con el río Grande y a lo largo de ese recorrido va depositando material que ha "extraído" de esa zona montañosa, hasta perderse en depósitos arenosos denominados "bañados".

En la Angostura (cuenca alta) el río deja la montaña; tomando generalmente la dirección Norte se desplaza sobre un terreno suavemente ondulado y en parte cubierto de bosques, para después entrar en un valle extenso, con divisorias de aguas apenas perceptibles.

En casi todo su curso el río Pirai tiende a formar meandros y

* Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regularización del río Pirai.

ramificaciones y a producir erosiones en las orillas, que aguas abajo del kilómetro 235, durante las crecidas, han provocado desbordes a cuencas vecinas.

Estos desbordes causaron destrozos en la línea férrea del Beni y carretera asfaltada que vincula Montero con Yapacaní, y también han afectado a ciudades como Santa Cruz, Montero y otras poblaciones menores.

En el año 1977 el río Pirá abandonó en el kilómetro 230 su lecho conduciendo sus aguas a la cuenca del río La Madre, situación que se mantiene sin modificaciones hasta la fecha.

La cuenca tiene una forma alargada. En la parte montañosa predominan campos de pastoreo, agricultura y bosques; en la parte inferior dominan la agricultura extensiva, ciudades, poblaciones menores y zonas industriales presentando una densidad de población relativamente alta y un creciente desarrollo agrícola e industrial.

CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

Las nacientes del río Pirá circulan por lo general a través de profundas gargantas y cañadas, formando un relieve de varias formas en la cordillera. Primero atraviesa una zona de lomas, en parte cubierta de bosques, e ingresa luego, aguas arriba de Santa Cruz, en el llano. El río tiene un cauce ancho, plano y arenoso con islas, bancos de arena y orillas deleznable. A la altura de Santa Cruz el río comienza a depositar su material de arrastre. Por debajo de Juan Latino, en la época de crecidas, sale en varios lugares de su cauce. Finalmente, más allá del puente ferrocarril (km 200), los brazos del río Pirá forman una especie de delta y se pierden en una zona pantanosa.

Son características del río Pirá el elevado porcentaje de sólidos en suspensión y de arena fina, así como su caudal sujeto a grandes oscilaciones. Largos períodos de sequías, que se registran entre los meses de mayo a octubre y durante los cuales el río queda casi totalmente seco, se suceden con épocas de agua abundante y frecuentes anegamientos de corta duración. Estas inundaciones producen depósitos de arena en los campos provocando un gradual deterioro de ellos.

Así, el río se presenta en unas épocas como un riachuelo inofensivo que fluye en un amplio cauce entre bancos de arena o islas formando meandros, para convertirse luego, temporalmente, en un ancho y turbulento torrente que horada las orillas y desborda sobre carreteras inundando zonas de cultivo y poblaciones.

Las distintas formas en que se presenta el río Pirá son expresión de su capacidad natural de transformación. Como todo río, constituye una unidad ecológica determinada por el clima, la vegetación, el suelo y las condiciones geológicas, morfológicas, siendo muy sensible a las perturbaciones y que con frecuencia puede reaccionar de forma irreversible.

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Las lluvias acaecidas en la cuenca son del tipo subtropical: la época húmeda corresponde a los meses de octubre a marzo y la seca de

abril a septiembre. Los datos de precipitación-caudal para el año hidrológico octubre 1979-septiembre 1980, medidos en la zona montañosa (1.400 m²) son los siguientes:

<i>Época húmeda</i>	
Promedio caudal	= 305,22 m ³ /seg.
Promedio precipitación	= 103,6 mm
<i>Época seca</i>	
Promedio caudal	= 142,5 m ³ /seg.
Promedio precipitación	= 46,7 mm

El 18 de marzo de 1983 se produjo la crecida más grande del río Pirai causando una pérdida de aproximadamente 35.000.000 de dólares. La precipitación y caudal que se registraron en esa fecha en la Estación de La Angostura fueron los siguientes: 80 mm y 2.650 m³/seg., respectivamente. La precipitación máxima se registró en la Estación La Elvira con 223,4 mm (H. B. Kleeberg 1983).

De acuerdo con los registros existentes de varios años es innegable la recurrencia de este fenómeno, pero cabe preguntarse si esta inundación debe considerarse dentro de este ciclo o si es un acontecimiento fuera de lo común. Transcribiendo a Kleeberg: "De todos modos, es necesario decidir si se ha de incluir en los cálculos de caudales de crecidas el del 18 de marzo de 1983, extremadamente alto en relación con los demás caudales de crecidas observados, o si se lo ha de considerar como un acontecimiento fuera de lo común que no puede ser incluido para representar una escala de mediciones que abarca más de 30 años." En otro párrafo dice: "Mientras que la secuencia de los caudales de crecida conocidos y calculados por relación regresiva en 1979 no presentan discrepancia, la prolongación de la secuencia hasta el año 1983 es definitivamente irregular. Esto se debe, sobre todo, a los caudales relativamente altos en los últimos años y que no se habían observado con anterioridad. Por este motivo, no es factible la extrapolación estadística realizada de las crecidas poco comunes con probabilidad de retorno de 100 años y más."

En base a informaciones recabadas de los habitantes de las diferentes zonas de la cuenca, el río Pirai empezó a elevar su lecho en el curso superior hace unos 30 años. Así, documentos aerofotográficos corroboran también esta afirmación, mostrando migraciones importantes del curso de agua en la zona del Torno y Curichí Grande (km. 190).

Las causas de este fenómeno son: en primer lugar, la propia actividad del río, que transportando los detritos de la cuenca alta los va depositando a medida que pierde velocidad en la llanura, carga de material sólido que ha ido aumentando en los cultivos de 30 años por la apertura de carreteras (ejemplo: Santa Cruz-Cochabamba y otros de menor importancia y caminos y brechas de exploración petrolera y maderera), que posibilitaron el asentamiento de colonos agrícolas a todo lo largo y ancho de la cuenca hidrográfica. Esta actividad agrícola sin la correspondiente orientación llevó a una agricultura migratoria (dentro de su propia parcela) que ha talado masas importantes de la exuberante cobertura vegetal, provocando una mayor escorrentía dado que se disminuye la intercepción e infiltración del

agua de lluvia. Esta se encuentra agravada por los desmontes en áreas con fuertes pendientes que son convertidas en zonas de erosión, provocando una mayor carga de sedimentos que son luego transportados por el río hacia zonas aguas abajo. En las zonas de la cuenca inferior los desbosques hasta la orilla misma del río y caminos que cortan las defensas naturales han provocado desbordes catastróficos, pues generalmente los ríos de llanuras tienen el lecho con pendientes transversales y están confinados por una débil defensa natural, constituida por pequeñas elevaciones en ambos márgenes, ganada con la sedimentación de los rebalses que son frenados gracias a la exuberante y tupida vegetación natural que existe en las orillas.

La evaluación de acarreos realizada por el Proyecto Pirai en la estación Angostura son:

Oct/76	Mar/77	306.000 t
Oct/77	Mar/78	660.000 t
Oct/78	Mar/78	1.550.000 t
Oct/80	Mar/81	850.000 t

En segundo lugar, la constante y acelerada extracción de los rodados del lecho del río ha eliminado la protección natural de fondo del río. Con el uso de maquinaria de alta productividad para la obtención de agregados (utilizados en la construcción), se destruye la "coraza de rocas" que por un lado protegía el fondo del río en crecidas, evitando mayores socavaciones, y por el otro hacía el papel de disipador de energía dada la gran rugosidad que presentaba.

Al tener actualmente en la zona media un lecho constituido por material fino es fácilmente erosionado, transportando el material a la zona inferior. Observaciones de cinco años nos dan una profundización del lecho en la zona de Tarumá de 1,5 a 2 m.

Resumiendo, los factores causantes de las crecientes inundaciones se podrán sintetizar de la siguiente forma:

En primer lugar, la humedad ha ido aumentando en los últimos diez años (Kleeberg). A esto se suma la calidad de las rocas que componen el terreno montañoso, que son muy susceptibles a la erosión y a los procesos de meteorización que, en consecuencia, producen grandes cantidades de sedimentos que son aportados al río. Asimismo, el mal uso de la tierra debido a la falta de conocimiento por parte del campesino acerca de las prácticas de conservación de suelos, origina la producción de materiales sueltos. Por último, la construcción de la carretera Santa Cruz-Cochabamba, red troncal en el comercio interregional y el oleoducto de la empresa estatal del Petróleo, destruyen los taludes naturales dejándolos en franco desequilibrio y haciéndolos objeto de destrucción casi inmediata.

En la crecida del 18 de marzo de 1983 se notó la gran cantidad de sedimentos transportados por el río, cuyas aguas aumentaron su densidad transportando cuanto hallaban a su paso. Los palos, árboles y piedras provocaron endicamientos naturales y peligrosos embalses que, una vez destruidos, lanzaban toda su carga aguas abajo con olas gigantes.

POLO DE DESARROLLO EN LA CUENCA DEL RÍO PIRAI

En el valle del río Pirai está ubicado un importante polo de desarrollo con el centro en la ciudad de Santa Cruz. Esta zona denominada "Subregión integrada" abarca aproximadamente 31.000 km² (partes de las provincias de Ichilo, Santistevan, Nuflo de Chávez, Warnes, Andrés Ibañez, Vallegrande, Florida y Caballero). En términos relativos esto significa que esta subregión comprende en 8,3 % de la superficie y el 80 % de la población departamental.

La masiva y casi total concentración geográfica del desarrollo regional en la subregión integrada es causa de un acelerado crecimiento demográfico. Es la única que cuenta con un espacio económico bien integrado y con un sistema de poblaciones relativamente bien estructurado, más o menos jerárquico e interdependiente.

Resalta como centro dominante la ciudad de Santa Cruz, que constituye el nervio motor del sistema. Su carácter primordial se destaca por el hecho de abarcar el 41 % de la población subregional y ser 8 veces más grande que la segunda ciudad subregional (Montero) y 30 veces más grande que la tercera (Portachuelo).

El proceso de desarrollo económico del Departamento se ha concentrado en la subregión integrada, la cual genera el 90 % del valor agregado regional y el 14 % del valor agregado nacional.

Dicha subregión abarca el 100 % de la agricultura comercial, casi 100 % de la producción industrial y casi la totalidad del comercio de importación y exportación especializado, del comercio mayorista, del sistema bancario y de los servicios técnicos profesionales.

Por lo expresado es evidente la necesidad primordial de proteger la zona Santa Cruz-Montero de los daños que provocan las inundaciones.

IMPACTO DE LAS INUNDACIONES, EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS Y ACCIONES

Aunque los trabajos de cuantificación económica que se han realizado sobre los daños ocasionados por las crecidas del río Pirai son pocos, resultan bastante representativos.

Una cuantificación económica fue realizada por técnicos de la Misión Alemana y del Ministerio de Agricultura, para la gran crecida del río Pirai el 4 de enero de 1977, provocada por lluvias torrenciales en el curso medio con epicentro en Santa Cruz de la Sierra. Según estas investigaciones, los daños causados aguas abajo del km 245 suman aproximadamente 4.000.000 de dólares e incluyen pérdidas de cultivos, ganadería y daños de construcciones, terraplenes, puentes y rutas.

Un evento similar, aunque de menor magnitud, ocurrió durante la época húmeda del año 1981.

A raíz de las grandes inundaciones de 1974 y 1977 se estableció el Proyecto Pirai en 1978, creándose el Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regulación del Río Pirai (SEARPI), como parte de la Corpo-

ración Regional de Desarrollo (CORDECRUZ). Esta corporación existía desde 1975 como parte del Comité de Obras Públicas de Santa Cruz.

Desde 1980 este servicio ha contado con la asistencia de una misión de la República Federal de Alemania para la construcción de obras de defensa y encauzamiento.

Se programaron obras de defensa para el periodo 1980-1986 por un monto de 3.345.000 dólares. Sin embargo, en 1982 el progreso de los trabajos era muy lento y la misión alemana estimaba que se requerían a ese ritmo 20 años para asegurar la protección contra las inundaciones.

El 17 y 18 de marzo de 1983 ocurrió en la zona un aguacero de doce horas que alcanzó 70 mm y originó la más catastrófica inundación registrada en la región. El aluvión provocó la muerte de cerca de 100 personas y 30 más se daban por desaparecidas. Las pérdidas ocurridas en la crecida del 18 de marzo de 1983, tanto en vidas humanas como en el ganado, tierras agrícolas, infraestructura urbana e infraestructura industrial en la rica región conocida como subregión integrada (31.000 km²), suman 37.374.037 dólares (véase Anexo).

Todo esto ha llamado la atención de las autoridades nacionales y regionales que han creado un organismo para la elaboración de un "Plan Maestro", que contemple la ejecución de obras y acciones sociales tendientes a controlar y manejar la cuenca del río Pirai. Incluso ya se piensa en extender la labor del SEARPI hacia otras cuencas de la región y del país. Tal la importancia de este tipo de acción.

Por Decreto Supremo 19477 del 21 de mayo de 1983 se declaró el estado de desastre en 8 departamentos y se ordenó la elaboración del Plan Nacional de Emergencia conformado por 6 programas; uno de ellos, denominado *Programa de Cuencas Hidrográficas*, se encuentra en la cuenca del río Pirai. En efecto, las autoridades y los técnicos bolivianos se han percatado de que las obras de encauzamiento y defensa de riberas sin un tratamiento sistemático para rehabilitar la cuenca receptora degradada del Pirai, no permiten controlar el fenómeno torrencial ni evitar los desbordamientos.

PROPUESTA PARA EL SANEAMIENTO DE LA CUENCA DEL RÍO PIRAI

Con el objeto de asegurar una perspectiva de vida y desarrollo sostenido en la cuenca del río Pirai, se recomiendan las siguientes propuestas:

Acciones a corto plazo

Desarrollar tanto para la zona montañosa como en la llanura, técnicas agrícolas que permitan el uso del suelo con fines agropecuarios sin llegar a convertirlos en focos de erosión, cambiando la costumbre de chaqueo migratorio que destruye la masa forestal y altera en forma importante la relación escorrentía - precipitación.

Evitar la construcción de caminos, brechas o cualquier intervención que atraviese la defensa natural del río con la cuenca media

las implicaciones sociales de las obras que está realizando, y realizará, el SEARPI.

Las obras de ingeniería ejecutadas para resguardar a los centros poblados, surgieron de un "Plan de emergencia" después de la crecida del río el 18 de marzo de 1983.

Pasada la emergencia, el SEARPI se ha dado a conocer mediante la creación de los "Consejos de Participación Social" de las distintas localidades de la cuenca, nucleados en una "Junta de Consejos" que trabaja en las oficinas de SEARPI y tiene representantes de casi todos los núcleos poblados. Además, los cursillos de concientización social están creando entre los pobladores un sentimiento de compañía, de no aislamiento y un llamado a su participación activa en las acciones del SEARPI.

La puesta en marcha de un vivero, y la pronta implementación de otro, posibilita el uso de mano de obra que se incrementará con los programas de reforestación ya previstos. Incluso la explotación racional, en el futuro de los recursos forestales, contempla la participación económica del campesino.

REFERENCIAS

- Kleeberg, H. B., nov. 1983, Informe sobre Estadística Hidrológica y Análisis de la crecida del 18/3/83. *Instituto Economía Aplicada*. Munich, R. F. Alemana.
- Roca, N., octubre 1984, Recopilación de datos hidrológicos para el período 1979-1980. Informe Interno. *SEARPI*. Santa Cruz, Bolivia.

A N E X O

PÉRDIDAS

Daños en agricultura:

Superficie afectada	53.950 ha	
Superficie en cultivos	14.126 ha	\$b. 1.074.807.400
Superficie con pastos cultivados y/ matorrales	10.917 ha	\$b. 100.000.000
Superficie boscosa	28.907 ha	
Costo total daños a la agricultura		<u>\$b. 1.174.807.400</u>

Desglosando la superficie cultivada con los cultivos más importantes, se tiene:

— Caña	4.078 ha a 74.000 \$b/ha	\$b. 291.772.000
— Arroz	4.756 ha a 96.000 \$b/ha	\$b. 456.576.000
— Maíz	1.038 ha a 66.300 \$b/ha	\$b. 68.819.400
— Otros cultivos	4.294 ha a 60.000 \$b/ha	\$b. 257.640.000

El río deberá cumplir estas funciones sin causar ningún tipo de trastornos a la población asentada en la cuenca.

Creación de zonas de recreo y descanso

El río Pirai cumple también una función turística y recreativa dentro del ámbito regional. Sus riberas son centros de recreación y esparcimiento para los habitantes de la región.

Este flujo turístico se puede incentivar mediante la creación de zonas de recreo y descanso que contengan una adecuada infraestructura. Además, para garantizar el normal desarrollo de las actividades recreativas que son parte de la costumbre de la región, es necesario desarrollar medidas de regularización en el río Pirai.

Suministro de arena y ripio como materiales de construcción

La construcción civil en la cuenca del Pirai ha sido alimentada por los rodados y arena como agregados del hormigón provenientes del lecho del río, observándose una desestabilización del mismo hasta la zona de la Angostura que, desde la iniciación del estudio hidrológico año 1976 a la fecha, evidencia una profundización del lecho de 1,5 m en las estaciones hidrométricas de Tarumá y Angostura.

Consideramos negativa la influencia del retiro de los rodados grandes y del ripio del lecho y la capa aluvial de algunos afluentes con el aumento considerable de los acarreos finos que son luego depositados en la cuenca inferior.

Las obras de regularización evitarían:

- a) Que los tres puentes que atraviesan el valle (puente La Bélgica, puente Eisenhower y puente Ferrocarril) queden interrumpidos durante las crecidas del río.
- b) Que el río Pirai cambie continuamente su cauce durante las crecidas, como está ocasionando ahora entre el puente La Bélgica y el puente Eisenhower.
- c) Que el río ponga en peligro las instalaciones en las orillas y zonas adyacentes.
- d) Finalmente, que las zonas pobladas y de cultivo se vean frecuentemente inundadas.

Para ejecutar la propuesta de Saneamiento de la cuenca del río Pirai, el SEARPI desarrollará un Plan Maestro, ya elaborado, con el apoyo de la ayuda extranjera.

IMPLICACIONES SOCIALES DE LAS OBRAS PROPUESTAS

Dada la reciente creación del SEARPI y puesto que todos los planes de índole social son a largo plazo, sólo podemos dar un bosquejo de

o inferior. Si el camino fuera indispensable realizarlo con las obras complementarias que aseguren el lugar contra los desbordes. Así también, evitar el chaqueo en terrenos con pendientes mayores al 25 %.

Exigir que las áreas urbanas acaten las recomendaciones sobre asentamientos en las orillas de los cursos de agua.

Evitar nuevos asentamientos en la zona montañosa y áreas de peligro potencial de desbordes en la zona llana.

Buscar fuentes alternativas para la provisión, agregados inertes a la industria de la construcción.

Acciones a mediano y largo plazo

Solución para el "agricultor gitano", declarar "zona de protección" la cuenca del Pirai para proceder a la reforestación en las áreas críticas.

Desarrollar labor de extensión y concientización: el objetivo es que el habitante de la cuenca sea a su vez un defensor para evitar los enormes gastos que implica la recomposición del equilibrio natural que en algunos aspectos fuera destruido en la cuenca hidrográfica.

Toda acción en la cuenca deberá ser analizada en forma multidisciplinaria para no volver a caer nuevamente en la situación actual.

Desarrollar las medidas de ingeniería que coadyuvaron al saneamiento de la cuenca, es decir, el río principal y sus afluentes.

OBJETIVOS DEL SANEAMIENTO DE LA CUENCA DEL RÍO PIRAI

Los programas de regularización del río Pirai tienden a evitar las inundaciones y garantizan el desempeño de importantes tareas hidro-económicas que el río Pirai debería cumplir como consecuencia de estar ubicado en una zona sujeta a un rápido desarrollo.

Control de inundaciones y recuperación de tierras

El control de inundaciones y la recuperación de tierras que circundan el río Pirai son los objetivos básicos de la regularización.

Recuperar las tierras circundantes al río Pirai mediante las obras de regularización repercutiría favorablemente en la economía regional y nacional, por tener estas tierras, para la agricultura y ganadería, un elevado índice de productividad y una infraestructura básica ya implementada (energética, comunicaciones, salud, educación, etc.).

Evacuación de aguas residuales y domiciliarias

Dentro de estas actividades el río Pirai cumple las siguientes funciones:

- a) Evacuar el efluente de las lagunas que tratan el agua servida.
- b) Evacuar las aguas pluviales en la parte de la ciudad de Santa Cruz y la cuenca hidrográfica del río Pirai.

Daños en las vías de comunicación:

— Costo total reparación puentes y caminos ¹	U\$S 6.950.000
— Costo total reparación vías férreas ²	U\$S 800.000

Daños en la ganadería: ³

— Ganado mayor 500 cabezas	\$b. 20.000.000	
— Ganado menor gallinas, cerdos, etc.)	\$b. 35.000.000	
TOTAL DE PÉRDIDAS:	\$b. 55.000.000	U\$S 2.750

¹ Fuente de información: Servicio Nacional de Caminos.

² Empresa Nacional de Ferrocarriles.

³ Fuente de información: Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO).

Daños a las viviendas y servicios

Estos aspectos han sido evaluados tomando como base que en el área rural, alrededor de 4.000 familias han quedado sin viviendas, cuyo costo estimado es de 800.000 \$b/vivienda y en el área suburbana la pérdida de viviendas se estima en 1.000 familias, con un costo estimado en 1.000.000 \$b., lo que se resume de la siguiente forma:

— Área rural	\$b. 3.200.000	=	U\$S 16.000.000
— Área suburbana	\$b. 1.000.000	=	U\$S 5.000.000
COSTO TOTAL:	\$b. 4.200.000	=	U\$S 21.000.000

RESUMEN TOTAL DE PÉRDIDAS

— Agricultura	\$b. 1.174.807.400	=	U\$S 5.874.037
— Ganadería	\$b. 55.000.000	=	U\$S 2.750.000
— Vías camineras			U\$S 6.950.000
— Vías férreas			U\$S 800.000
— Viviendas y servicios	\$b. 4.200.000	=	U\$S 21.000.000
			U\$S 37.374.037

Nota: Para la conversión a dólares se tomó el precio oficial (200 \$b/dólar).

A pesar de todo lo que se ha hecho hasta acá aún falta por estimar las pérdidas en pertenencias de las familias afectadas, vehículos, daños a las estructuras de Y.P.F.B., etc.