



INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS
MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA
REPÚBLICA ARGENTINA



*Comisión Mixta Argentino Paraguaya
del Río Paraná*

ESTUDIO DE APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO ITATÍ-ITACORÁ

Quinto Informe Parcial



Proyecto LHA370
Informe LHA 07-370-19
Ezeiza, Octubre de 2019

Laboratorio de Hidráulica

AUTORIDADES DEL INA

PRESIDENTE

Ing. Pablo SPALLETTI

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

Ing. Julio C. DE LÍO

DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Ing. Julio C. DE LÍO

JEFE DEL PROGRAMA DE HIDRÁULICA COMPUTACIONAL

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

EQUIPO DE TRABAJO (Orden alfabético)

INA

Ing. Nicolás D. BADANO

Ing. Leandro D. KAZIMIERSKI

Ing. Emilio LECERTÚA

Ing. Nicolás TOMAZÍN

Paraguay

Ing. Mag. Cristian ESCOBAR JARITÓN

Ing. Benito PEREIRA

ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO ITATÍ-ITACORÁ

Quinto Informe Parcial

RESUMEN

Se ubican las estaciones meteorológicas existentes en el área en estudio (en Paraguay y en Argentina), indicándose parámetros y períodos de medición. Se utilizan las nuevas secciones transversales relevadas, y el nuevo MDE del terreno generado en base a un relevamiento aerofotogramétrico ad-hoc de la zona de estudio, para actualizar el modelo hidrodinámico 1D, y entonces ajustar su calibración. Se aplica el modelo hidrodinámico 1D actualizado para recalculer las curvas clave y los mapas de inundación.

Descriptores temáticos: Estaciones meteorológicas. Modelación hidrodinámica. Curvas clave. Mapas de inundación.

Descriptores geográficos: Río Paraná, Río Paraguay, Cierre Itatí-Itacorá, Embalse de Yacyretá, Argentina, Paraguay.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	5
3	MODELO ACTUALIZADO	7
3.1	Implementación	7
3.2	Actualización de resultados	11
3.2.1	Áreas inundadas	11
3.2.2	Curva clave de Itatí	19
3.2.3	Otras curvas clave	22
4	CONCLUSIONES	24
5	REFERENCIAS	25

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto Itatí-Itacorá es un aprovechamiento hidroeléctrico de llanura ubicado aguas abajo de la presa de Yacyretá, en el límite entre Argentina y Paraguay, y cercano a las ciudades de Itatí, sobre la margen argentina, e Itacorá, sobre la margen paraguaya. Al ubicarse aguas abajo de la presa de Yacyretá, podrá ser utilizado como embalse compensador de esta.

La COMIP (Comisión Mixta Argentino Paraguaya del Río Paraná) ha encargado al INA, a través del CEED, los estudios hidráulicos para el anteproyecto del emprendimiento. Este estudio cuenta además con la colaboración de profesionales paraguayos contratados por la COMIP, y la discusión permanente con personal técnico de la COMIP y de EBISA.

Los principales objetivos del estudio son los siguientes:

- Determinar las áreas inundadas por el futuro embalse, para ser utilizadas en el estudio de impacto ambiental.
- Determinar las curvas clave altura-caudal en la sección de cierre y en la restitución de la presa de Yacyretá, para ser utilizadas en el análisis energético.
- Determinar la acción del oleaje sobre las márgenes del embalse, de modo de establecer el riesgo de erosión.
- Cuantificar el aporte hidrológico desde la margen derecha (Paraguay) e izquierda (Argentina), de modo de analizar sus efectos y su eventual conducción en caso de ser interceptado.
- Analizar la sedimentación en el futuro embalse.
- Analizar la eventual perturbación de la dinámica hidrosedimentológica aguas abajo del futuro cierre.

En el Primer Informe Parcial se determinaron los efectos de remanso que provocaría el cierre Itatí-Itacorá (cuantificados a través de las áreas de inundación, los perfiles longitudinales del pelo de agua y las curvas altura-caudal en la restitución de Yacyretá), se efectuó un análisis para establecer la curva altura-caudal más confiable para la sección Itatí-Itacorá, se analizó el clima de olas que se generará en el embalse de Itatí-Itacorá, se llevó a cabo una estimación de la consecuente erosión potencial sobre las márgenes, y se determinaron hidrogramas de aporte hidrológico desde la margen argentina hacia el río Paraná.

En el Segundo Informe Parcial se establecieron las curvas clave altura-caudal en las posibles secciones de implantación del cierre Itatí-Itacorá, los tiempos de recurrencia para distintos caudales pico, la permanencia de los caudales diarios, las curvas caudal-nivel con el embalse Itatí-Itacorá para distintas localidades, los perfiles longitudinales del nivel de agua para condiciones naturales y en situación con presa para distintos caudales, el efecto de Itatí-Itacorá sobre la restitución de la Central de Yacyretá para niveles de embalse intermedios entre 59.0 m y 61.0 m, los perfiles longitudinales asociados a la CMP correspondientes a las distintas alternativas de cierres, y la distribución lateral de velocidades y caudales específicos en las secciones transversales de ambas alternativas de cierre. Adicionalmente, se efectuó

una predicción del oleaje para las diferentes alternativas de cierre, se analizó la compatibilidad entre las series de intensidades de viento en las estaciones San Cosme y Posadas, se estimó el oleaje asociado a un temporal como el del 25 de abril de 2017, y se analizó la compatibilidad entre los registros de erosión costera para el embalse de Itaipú y los cálculos efectuados para el embalse de Itatí-Itacorá. Finalmente, se calcularon los hidrogramas de aporte hidrológico desde la margen paraguaya hacia el río Paraná, considerando tormentas de larga duración, e incluyendo el cálculo de hidrogramas a pie de presa para las alternativas de cierre 1A, 1B y 2B.

En el Tercer Informe Parcial se determinó la distribución de tasas de deposición de sedimentos fino en suspensión dentro del embalse de Itatí-Itacorá, se evaluó la erosión de fondo esperable al pie de la presa de Itatí-Itacorá por el corte de transporte de sedimentos, se calcularon hidrogramas de aporte al embalse de Itatí-Itacorá para eventos de larga duración, y se analizó la falla del puente sobre el arroyo Iribú Cuá perteneciente a la Ruta Nacional 12.

En el Cuarto Informe Parcial (setiembre de 2018) se presentaron estadísticas climatológicas (a partir de las cuales se estimó el balance hídrico en el futuro embalse de Itatí-Itacorá), indicadores de navegabilidad, análisis de acarreo de fondo en el futuro embalse de Itatí-Itacorá, indicadores de acción erosiva sobre las márgenes, y ubicación sugerida de una red de hidrómetros para monitoreo.

En este Quinto Informe Parcial se presentan los siguientes resultados:

- La ubicación de las estaciones meteorológicas existentes en el área en estudio (en Paraguay y en Argentina), indicándose parámetros y períodos de medición.
- La utilización de la nueva información topográfica, consistente en relevamientos de secciones transversales y construcción de MDE del terreno en base a un relevamiento aerofotogramétrico ad-hoc de la zona de estudio, para actualizar el modelo hidrodinámico 1D, y entonces ajustar su calibración.
- La aplicación del modelo hidrodinámico 1D actualizado para recalcular las curvas clave y los mapas de inundación.

2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En la **Figura 2.1** se muestran las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en Argentina y la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) en Paraguay. Las variables y periodo de medición se indican en la **Tabla 2.1**.

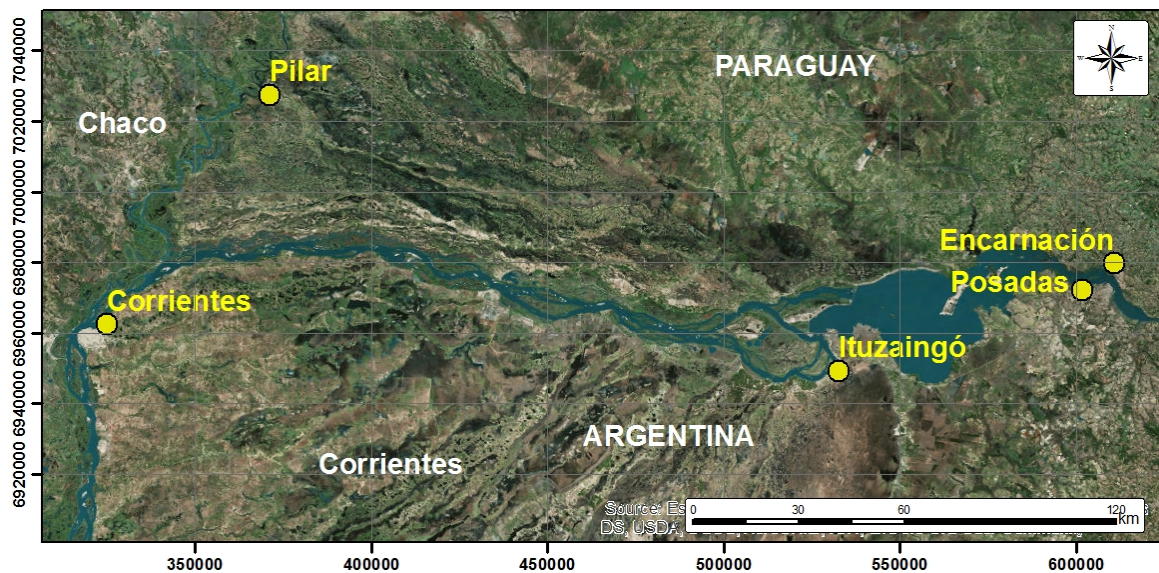


Figura 2.1. Ubicación de estaciones meteorológicas del SMN y el DMH.

Tabla 2.1. Variables meteorológicas para estaciones meteorológicas del SMN y el DMH.

Estación	Inicio del registro	Condición	Variables meteorológicas
Corrientes (Argentina)	01/11/1961	Activa hasta la fecha	Precipitación, Temperatura, Humedad, Heliofanía, Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección de Viento
Posadas (Argentina)	01/01/1961	Activa hasta la fecha	Precipitación, Temperatura, Humedad, Heliofanía, Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección de Viento
Ituzaingó (Argentina)	01/07/1962	Activa hasta la fecha (con muchos vacíos de información)	Precipitación, Temperatura, Humedad, Heliofanía, Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección de Viento
Encarnación (Paraguay)	01/01/1951	Activa hasta la fecha	Precipitación, Temperatura, Humedad, Velocidad y Dirección de Viento
Pilar (Paraguay)	01/01/1958	Activa hasta la fecha	Precipitación, Temperatura, Humedad, Velocidad y Dirección de Viento

Adicionalmente, existen varias estaciones meteorológicas del INTA, Ministerio de Producción de Corrientes (MPC) y de la Entidad Binacional Yacypetá (EBY) cuya información se encuentra en el Portal Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica (SIGA) del INTA¹ (Figura 2.2).

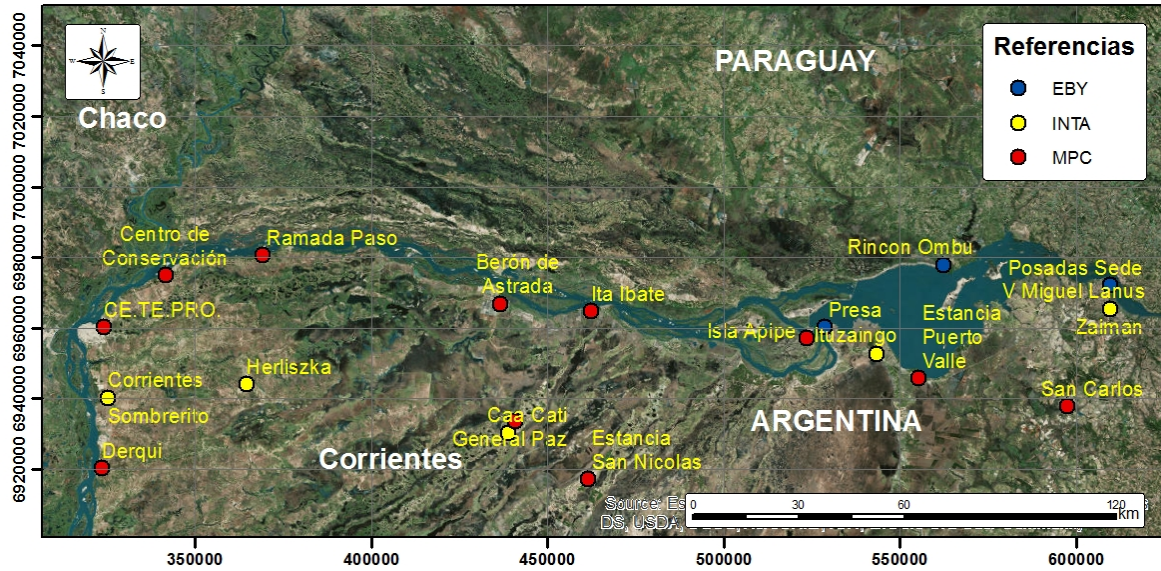


Figura 2.2. Ubicación de estaciones meteorológicas del Portal SIGA.

¹ <http://siga2.inta.gov.ar/#/>

3 MODELO ACTUALIZADO

3.1 Implementación

Se incorporaron al modelo hidrodinámico 1D las secciones transversales relevadas para el proyecto (ITAIPU, 2017). Se trata de un total de 19 secciones, desde la confluencia del río Paraná con el río Paraguay hasta la confluencia del Brazo Principal con el Brazo Aña Cuá (aguas abajo de Yacretá), tal como se muestra en la **Figura 3.1**.

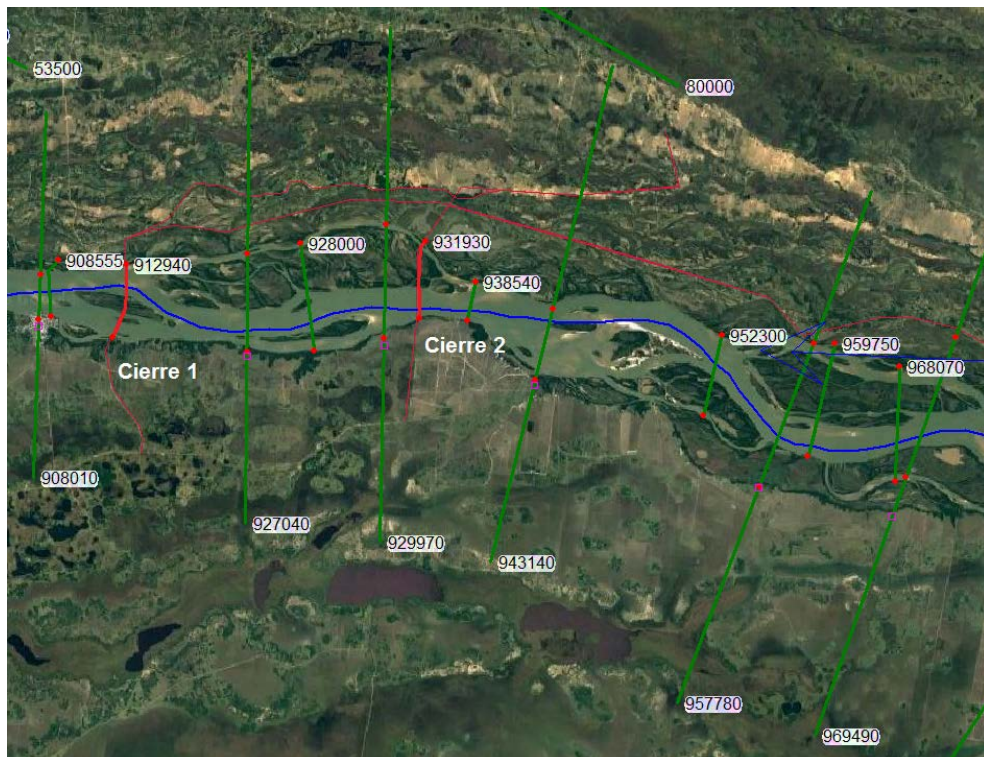


Figura 3.1. Ubicación de las secciones transversales.

Por otro lado, en el marco del presente proyecto el IGN realizó un relevamiento aerofotogramétrico de la zona de estudio, que abarcó desde la presa de Yacyretá hasta la ciudad de Itatí (**Figura 3.2**), en base al cual se generó un MDE del Terreno (IGN, 2018).



Figura 3.2. Sector de trabajo encomendado por la COMIP al IGN para su relevamiento aerofotogramétrico.

Esta información fue incorporada al modelo hidrodinámico MOAGAB, extendiendo las nuevas secciones relevadas con cortes efectuados sobre el MDE para representar a las planicies de inundación. Se trata de un total de 19 secciones, desde la confluencia del río Paraná con el río Paraguay hasta la confluencia del Brazo Principal con el Brazo Aña Cuá (aguas abajo de Yacyretá), tal como se muestra en la **Figura 3.3**. Las secciones utilizadas en el modelo hidrodinámico original fueron descartadas.

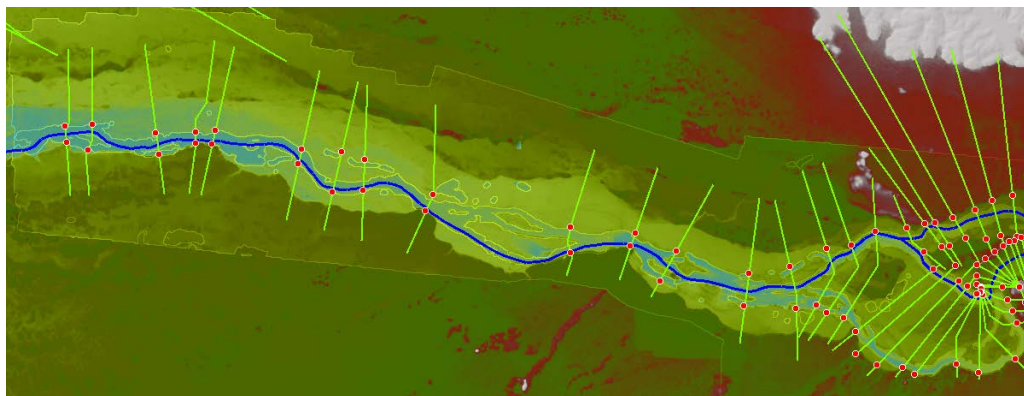
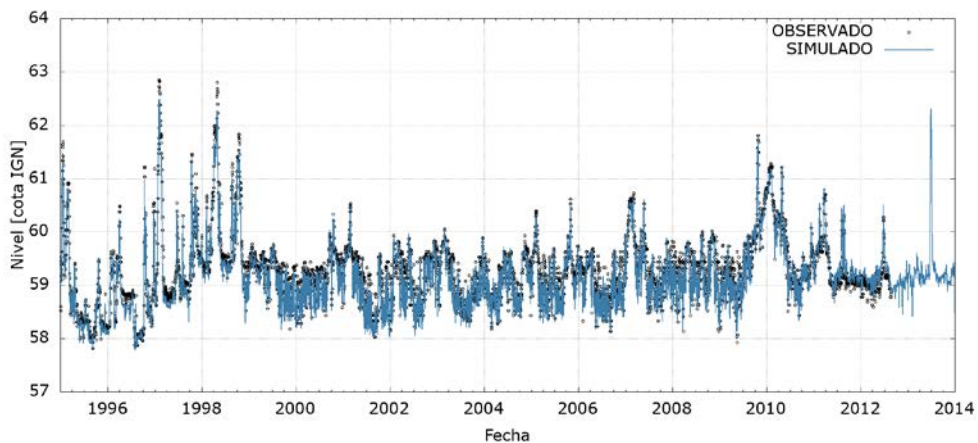
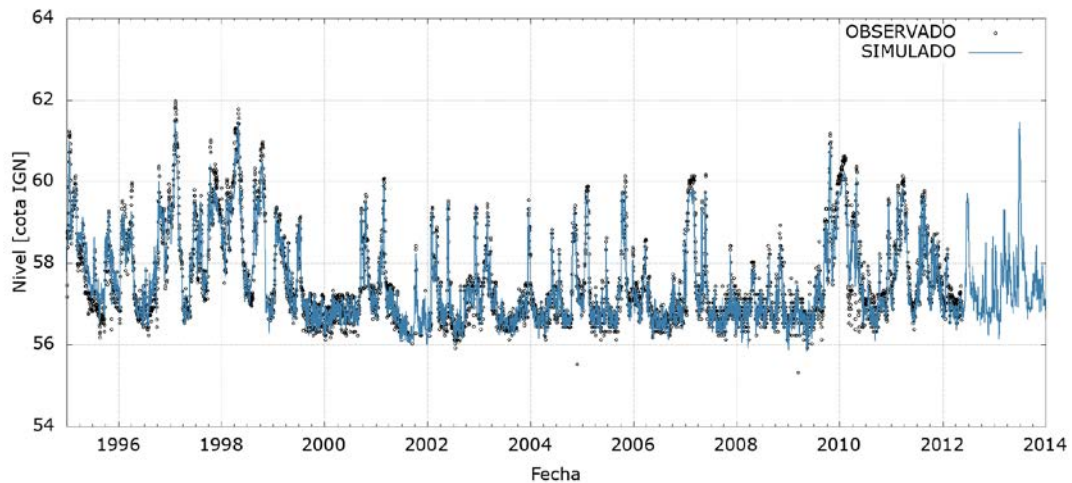


Figura 3.3. Secciones actualizadas con el nuevo MDE.

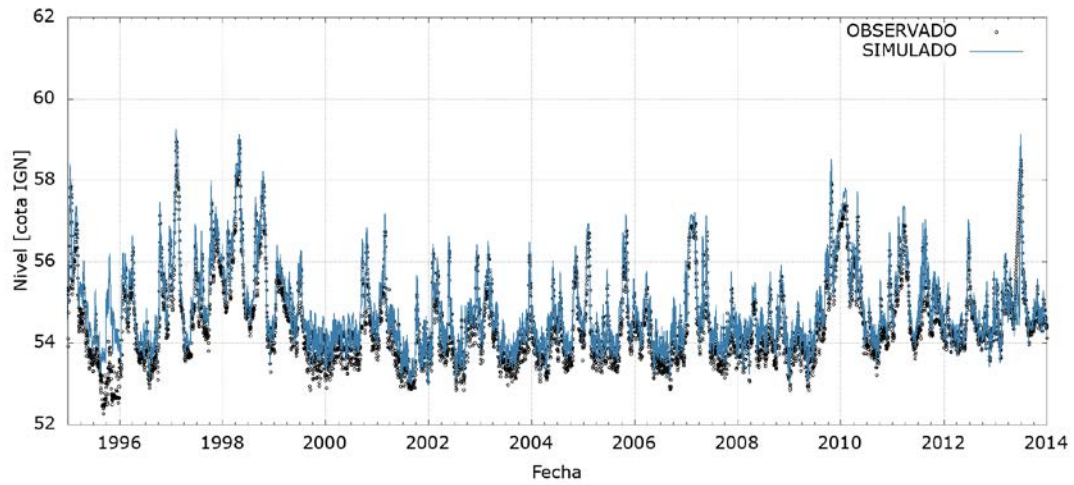
El modelo actualizado fue recalibrado sobre la ventana de tiempo que se extiende entre el 1 de enero de 1995 y el 30 de setiembre de 2014 (algo menos de 20 años). Se utilizó la rugosidad de Manning como variable de ajuste. Se adoptaron valores en el cauce de 0.030 desde la confluencia de los brazos Aña Cuá y San Jose-Mi hasta la confluencia con el Brazo Principal; 0.026 hasta la ciudad de Ita Ibaté; y 0.027 hasta la confluencia con el río Paraguay. Para la planicie de inundación se utilizó un valor de 0.2 constante en todo el dominio. La **Figura 3.4** presenta la comparación entre observaciones y resultados del modelo para ese período, observándose un acuerdo muy satisfactorio.



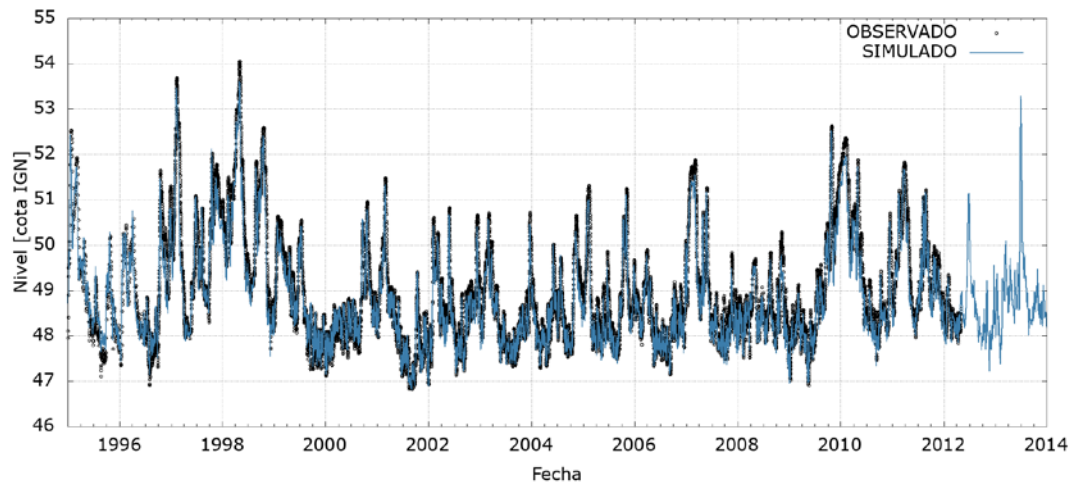
a) Ituzaingó



b) Ayolas



c) Ita Ibaté



d) Itatí

Figura 3.4. Comparación entre niveles simulados y observados con el modelo MOAGAB actualizado para la ventana de tiempo de calibración en diferentes estaciones hidrométricas.

La **Tabla 3.1** muestra los indicadores de bondad de ajuste, a saber, Diferencia de Valores Medios (*MED*), Raíz del Error Cuadrático Medio (*RMSE*), Coeficiente de Determinación (R^2) e Índice de Eficiencia de Nash-Sutcliffe (*NSE*).

Tabla 3.1. Indicadores de bondad de ajuste para la calibración del modelo MOAGAB.

Estación	<i>MED</i> (m)	<i>RMSE</i> (m)	R^2	<i>NSE</i>
Ituzaingó	-0.08	0.18	0.97	0.92
Ayolas	-0.04	0.23	0.98	0.96
Italbaté	0.15	0.22	0.99	0.95
Itatí	-0.13	0.23	0.99	0.96

3.2 Actualización de resultados

La utilización del nuevo modelo hidrodinámico condujo a resultados de perfiles de agua indistinguibles de los obtenidos con el modelo antecedente, lo cual era esperable dado que la recalibración condujo a un grado de acuerdo entre niveles calculados y medidos totalmente similar. Sólo se efectuó la actualización de las áreas inundadas, afectadas directamente por el cambio en la representación topográfica, y las curvas clave, que si bien sólo cambiaron levemente se optó por recalcularlas para disponer de ecuaciones totalmente actualizadas.

3.2.1 Áreas inundadas

Se utilizó el modelo 1D para actualizar los mapas de áreas de inundación a partir de simulaciones realizadas para dos valores de caudal, considerados constantes:

- $14.735 \text{ m}^3/\text{s}$. Este surge de calcular el caudal medio afluente a Yacyretá (escala de Posadas) para la ventana de tiempo que se extiende desde la entrada en funcionamiento de la primera unidad (setiembre de 1994) hasta octubre de 2017². Se lo consideró como representativo de condiciones hidrológicas medias.
- $45.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Este fue el valor estimado asociado al nivel máximo registrado en la historia de la escala hidrométrica de Posadas en el año 1905. Si bien, efectivamente, esa había sido la estimación inicial histórica, al disponerse de más información luego de las crecidas extraordinarias posteriores (especialmente las de 1982 y 1983) se efectuó una corrección, estimándose desde entonces que aquél estuvo por encima de los $50.000 \text{ m}^3/\text{s}$. El valor de $45.000 \text{ m}^3/\text{s}$ se ha considerado entonces, a los fines de este estudio, como representativo del orden del pico de crecidas extraordinarias de modo de ser utilizado para los estudios de impacto ambiental.

En el borde de aguas arriba del modelo estos caudales se erogan parcialmente por el Brazo Principal y por el Brazo Aña Cuá de Yacyretá. La partición entre ambos brazos se estableció de acuerdo con las reglas de operación de esta presa, que resulta en los caudales presentados en la **Tabla 3.2**.

Tabla 3.2. Partición de caudales para los escenarios de áreas inundadas a caudal constante.

Caudal total (m^3/s)	Caudal Yacyretá Brazo Principal (m^3/s)	Caudal Yacyretá Brazo Aña Cuá (m^3/s)
14.735	10.315	4.420
45.000	30.633	14.367

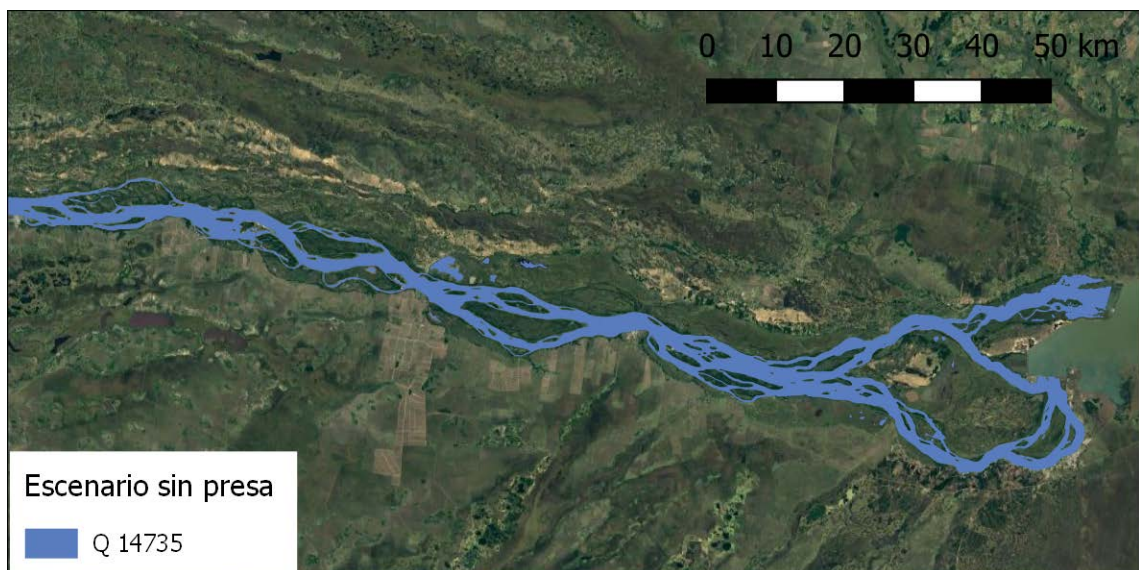
² www.eby.org.ar/images/nm/pdfgeneracion/YacyretaCaudalesDesdelInicioOperacion.pdf

Se realizaron simulaciones para ambos valores de caudal, manteniéndolo constante hasta alcanzar condiciones de equilibrio, tanto para el río en condiciones naturales como para cada uno de las alternativas de cierre de Itatí-Itacorá, suponiendo condiciones de operación para niveles de retenida de 59 m y 61 m.

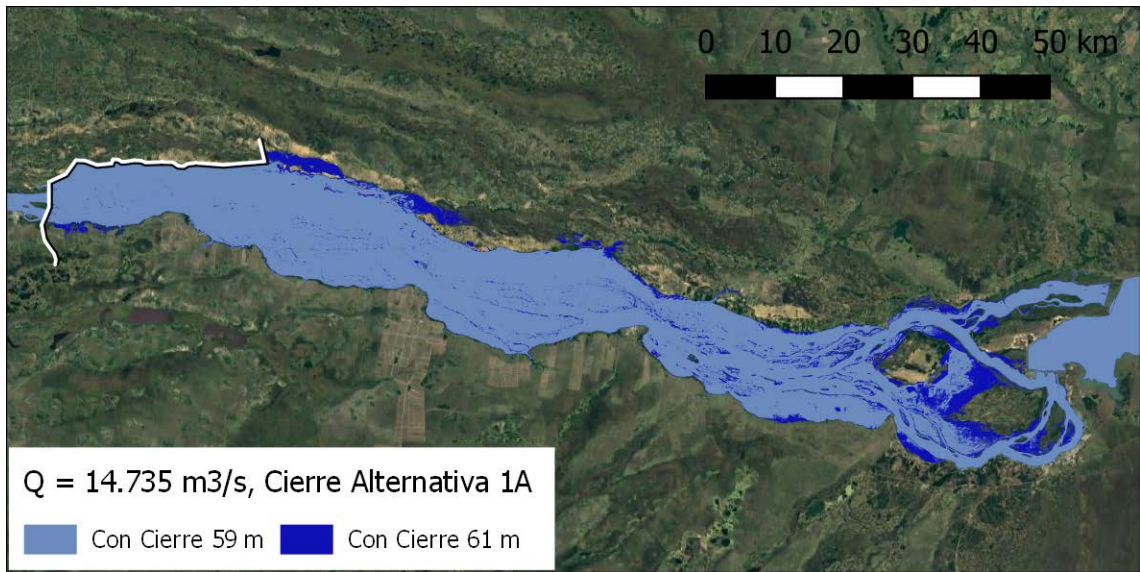
Para la construcción de mapas de inundación se utilizó el algoritmo incorporado en el código HEC-RAS. Dicho algoritmo construye regiones cuadrangulares entre cada par de secciones transversales, dentro de las cuales interpola el nivel de la superficie libre de manera lineal. Luego este campo de niveles interpolados es intersectado con un Modelo Digital de Elevación (MDE) del terreno en forma de grilla regular (*raster*) para determinar qué píxeles resultan inundados.

Para la generación de mapas se utilizó el nuevo MDE del terreno generado en base al relevamiento aerofotogramétrico del IGN.

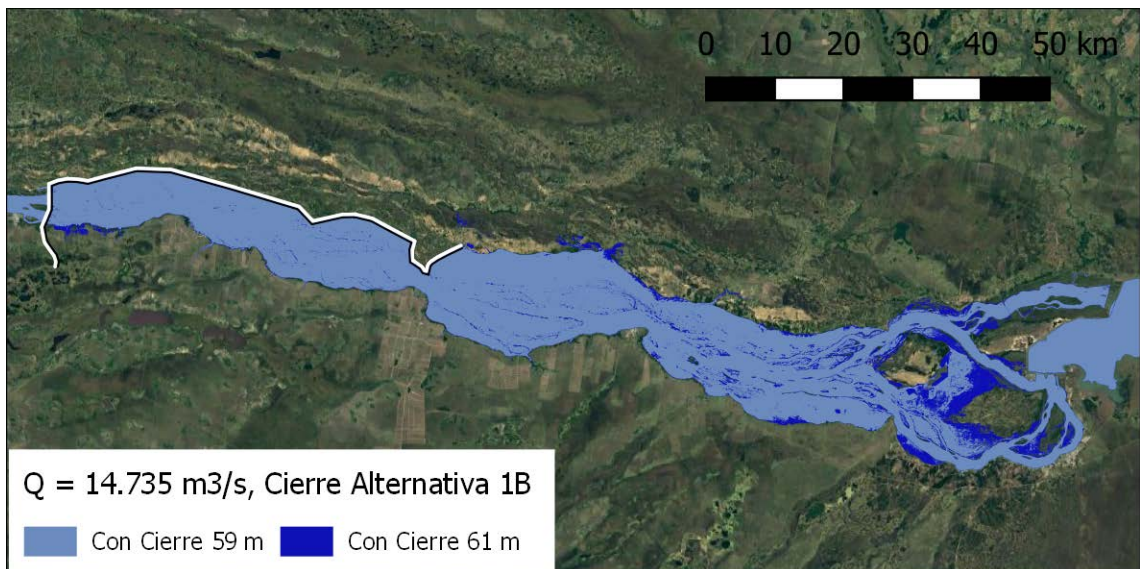
En la **Figura 3.5** se presentan los mapas de inundación para el caudal de 14.735 m³/s, mientras que en la **Figura 3.6** se muestran los correspondientes a 45.000 m³/s. Se observa, como era de esperarse, que el aumento de áreas inundadas por efecto del cierre es sustancial en el caso del caudal medio, pero relativamente pequeño en condiciones de crecida. También se observa que las alternativas con cierres laterales reducen apreciablemente las áreas inundadas en margen derecha, e incluso que en condiciones de crecida evitarían la inundación de algunas zonas respecto de lo que sucede en condiciones naturales.



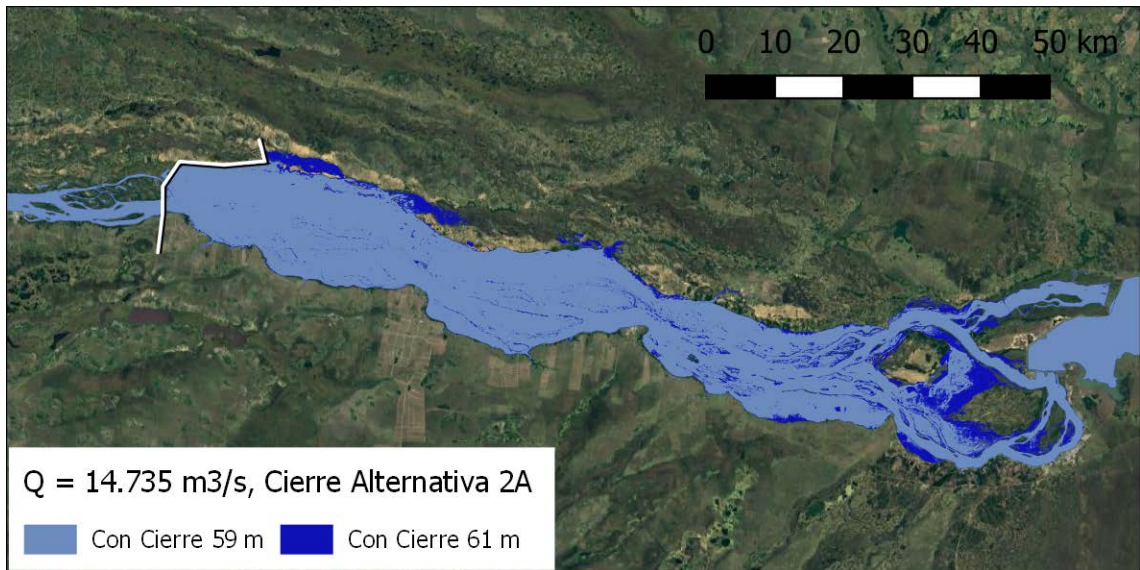
a) Sin obra



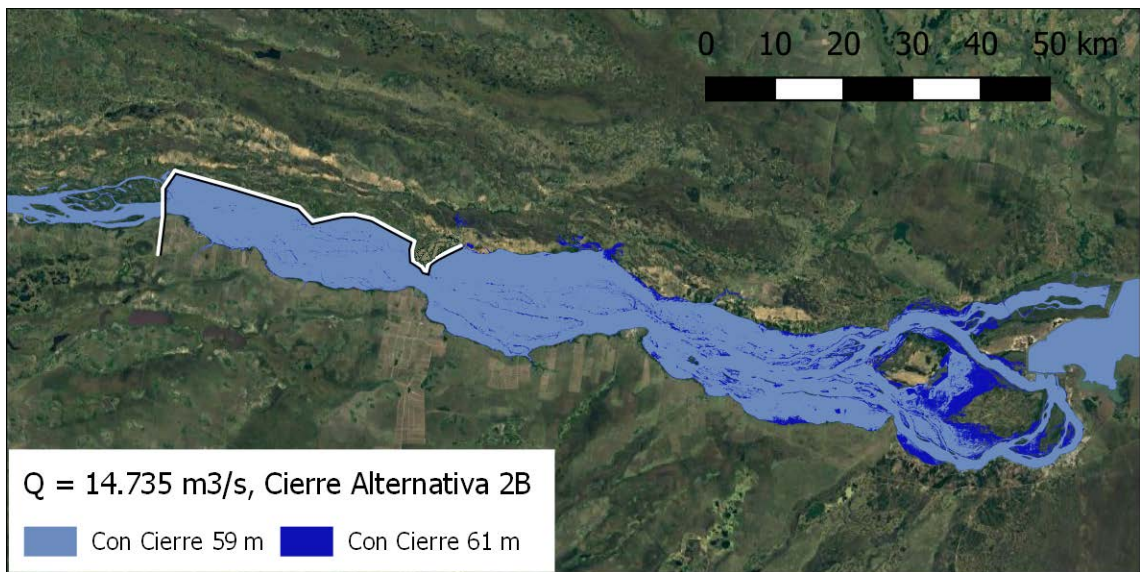
b) Alternativa 1A



c) Alternativa 1B

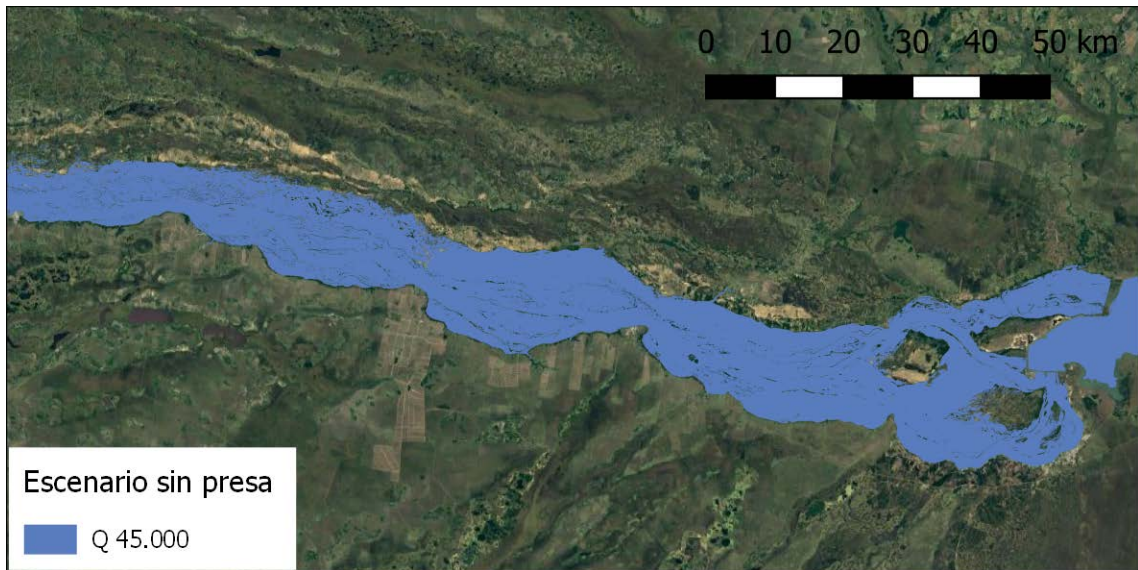


d) Alternativa 2A

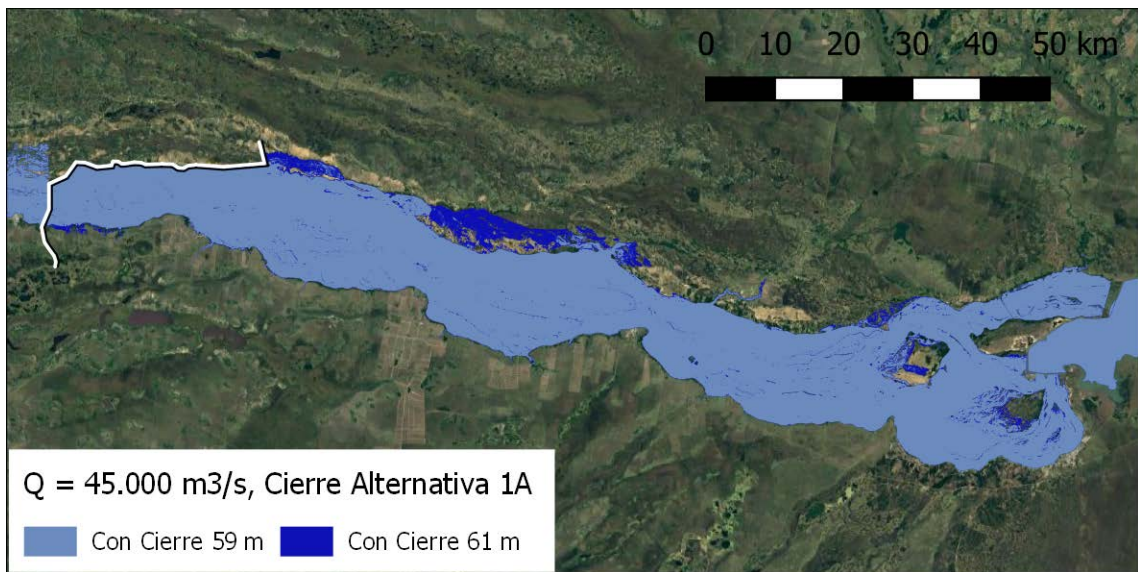


e) Alternativa 2B

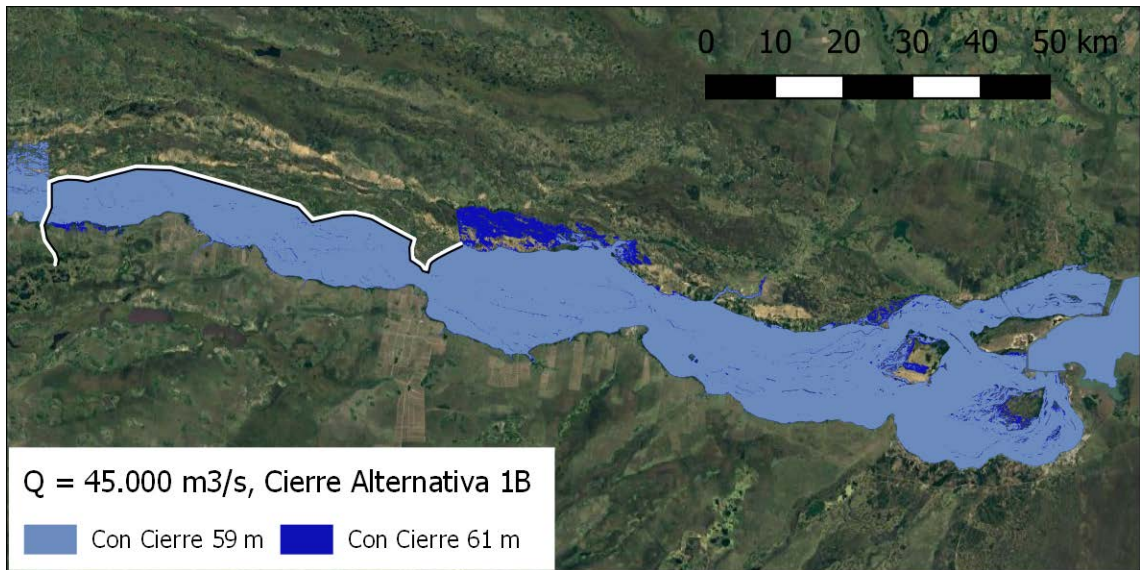
Figura 3.5. Áreas inundadas, caudal constante de 14.735 m³/s



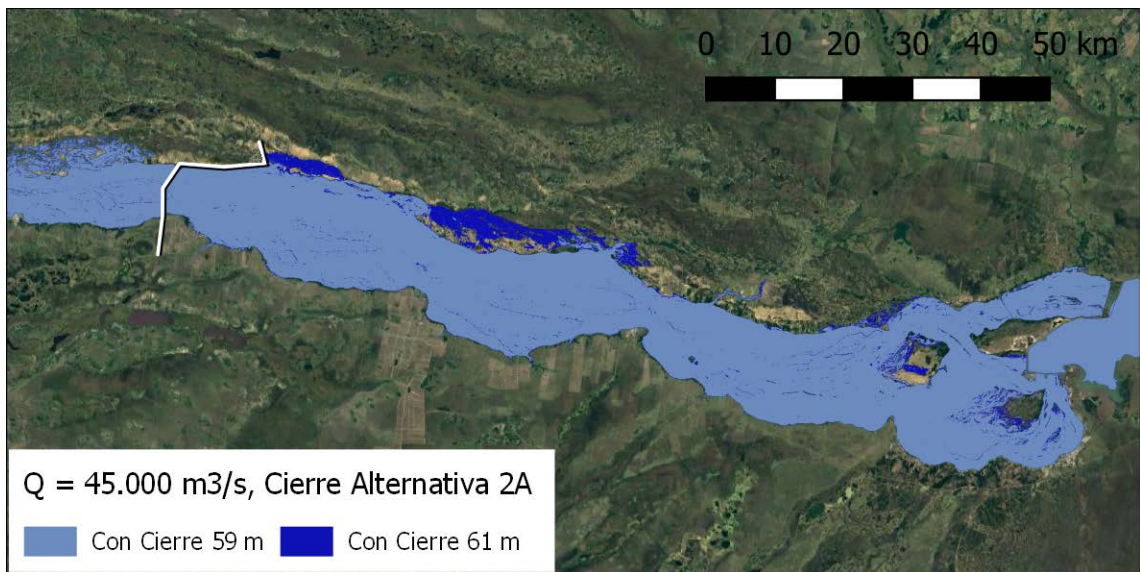
a) Sin obra



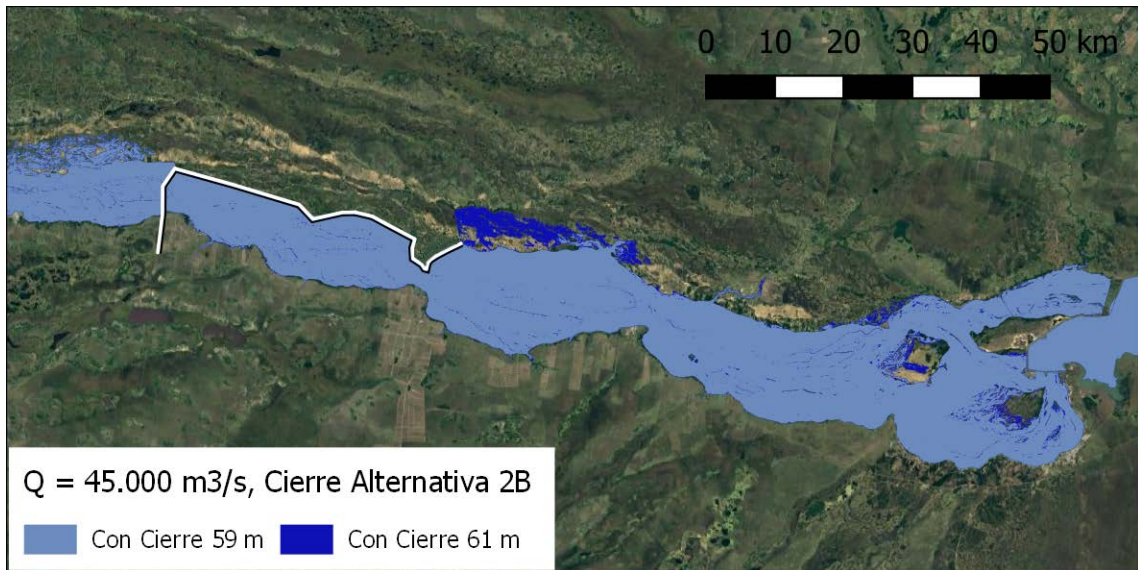
b) Alternativa 1A



c) Alternativa 1B



d) Alternativa 2A



e) Alternativa 2B

Figura 3.6. Áreas inundadas, caudal constante de 45.000 m³/s

Se cuantificaron las áreas inundadas para cada escenario, discriminándolas por zona según la **Figura 3.9**. En la **Tabla 3.4** y la **Tabla 3.5** se presenta el detalle de área inundada para cada zona en el caso de embalse a cota 61 m, mientras que en la **Tabla 3.6** y la **Tabla 3.7** se presentan los resultados para el caso de embalse a cota 59 m. Nótese que la presencia de la obra reduce levemente el área inundada sobre margen derecha para el mayor caudal.

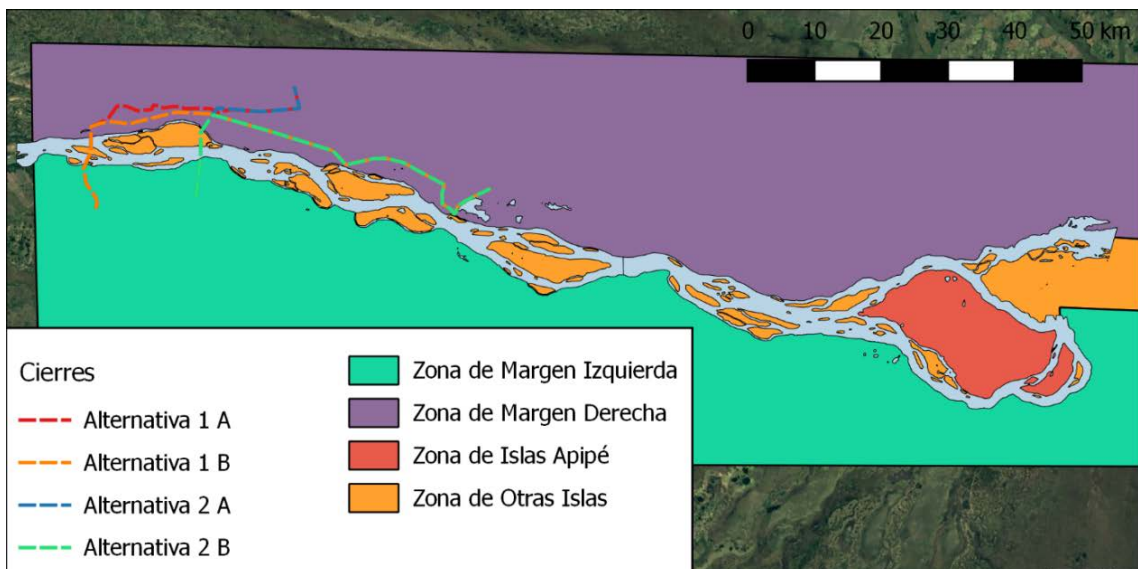


Figura 3.7. Zonas en las cuales se discrimina el área inundada.

Tabla 3.3. Areas inundadas por zona, embalse nivel 61 m, caudal 14.735 m³/s

alternativa	Caudal en Yacyreta = 14.735 m ³ /s						
	Área del embalse	Área inundada en condiciones naturales	Área inundada por el Embalse vs rio natural				
			en MD	en MI	zona de Islas	Isla Apipe	Total
	has	has	has	has	has	has	has
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(A-B)
1a	188,537	63,197	66,420	17,160	27,022	14,739	125,340
1b	166,039	63,197	43,903	17,159	27,029	14,751	102,842
2a	173,403	58,588	61,590	16,397	22,166	14,662	114,815
2b	153,227	58,588	41,396	16,399	22,173	14,672	94,639

Tabla 3.4. Areas inundadas por zona, embalse nivel 61 m, caudal 45.000 m³/s

alternativa	Caudal en Yacyreta = 45.000 m ³ /s							
	Área del embalse	Área inundada en condiciones naturales	Área inundada por el Embalse vs rio natural					Área protegida por la presa lateral*
			en MD	en MI	zona de Islas	Isla Apipe	Total	
	has	has	has	has	has	has	has	has
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(A-B)	
1a	214,416	180,955	22,716	2,217	2,763	5,765	33,461	-
1b	191,685	180,955	-86	2,222	2,776	5,818	10,731	22,731
2a	198,443	167,607	21,436	1,470	2,386	5,543	30,835	-
2b	177,907	167,607	839	1,480	2,393	5,588	10,300	20,535

Tabla 3.5. Areas inundadas por zona, embalse nivel 59 m, caudal 14.735 m³/s

alternativa	Caudal en Yacyreta = 14.735 m ³ /s						
	Área del embalse	Área inundada en condiciones naturales	Área inundada por el Embalse vs rio natural				
			en MD	en MI	zona de Islas	Isla Apipe	Total
has	has	has	has	has	has	has	has
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(A-B)
1a	165,200	63,197	58,357	14,346	23,142	6,157	102,003
1b	147,007	63,197	40,158	14,346	23,143	6,163	83,810
2a	150,445	58,588	53,495	14,141	18,299	5,921	91,857
2b	134,593	58,588	37,634	14,143	18,301	5,927	76,005

Tabla 3.6. Areas inundadas por zona, embalse nivel 59 m, caudal 45.000 m³/s

alternativa	Caudal en Yacyreta = 45.000 m ³ /s							Área protegida por la presa lateral*
	Área del embalse	Área inundada en condiciones naturales	Área inundada por el Embalse vs rio natural					
			en MD	en MI	zona de Islas	Isla Apipe	Total	
has	has	has	has	has	has	has	has	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(A-B)	
1a	199,651	180,955	11,719	1,197	2,195	3,586	18,696	-
1b	179,767	180,955	-8,204	1,200	2,201	3,616	-1,187	19,884
2a	184,156	167,607	10,541	937	1,782	3,289	16,549	-
2b	167,037	167,607	-6,611	941	1,788	3,312	-570	17,119

3.2.2 Curva clave de Itatí

La **Figura 3.8** muestra la ubicación de la escala hidrométrica de Itatí.



Figura 3.8. Ubicación de estación hidrométrica Itatí.

En la **Figura 3.9** se presenta la comparación de los resultados del modelo MOAGAB actualizado con los caudales aforados en Itatí. Se observa un acuerdo satisfactorio, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,956.

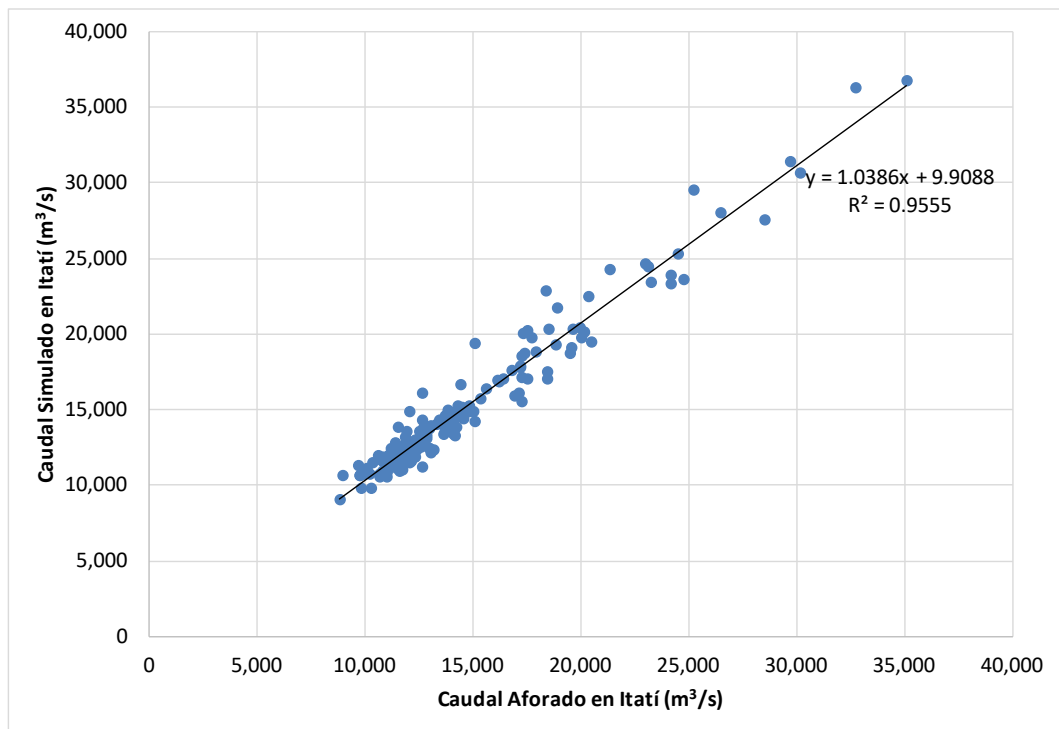


Figura 3.9. Caudales aforados en Itatí vs. caudales simulados con el modelo MOAGAB en Itatí.

Se utilizaron los resultados diarios del modelo MOAGAB sobre la ventana de tiempo 01/Ene/1995 – 31/Dic/2013 para representar los caudales calculados en función de los niveles calculados, tal como se muestra en la **Figura 3.10**. Allí también se incluyen todos los aforos existentes en el período Jul/1982-Jul/2017 junto con la curva clave de la BDHI utilizada desde 2006. Adicionalmente, se presenta la curva de ajuste a los resultados del MOAGAB, cuya ecuación es:

$$Q = 322,596 \cdot H^2 + 797,669 \cdot H + 6.359,258$$

donde H es la altura local en el hidrómetro de Itatí.

Se observa que los resultados del modelo son muy consistentes con los aforos para los caudales más bajos, hasta aproximadamente 15.000 m³/s, salvo por unos pocos aforos por debajo de 8.000 m³/s que parecen adolecer de errores sistemáticos. Para caudales intermedios, hasta alrededor de 30.000 m³/s, la consistencia es razonable, aunque el centro de gravedad de los aforos tiende a desplazarse hacia caudales algo menores, para un dado nivel. Finalmente, para los caudales más altos, por encima de 30.000 m³/s, la tendencia de desplazamiento es bien definida.

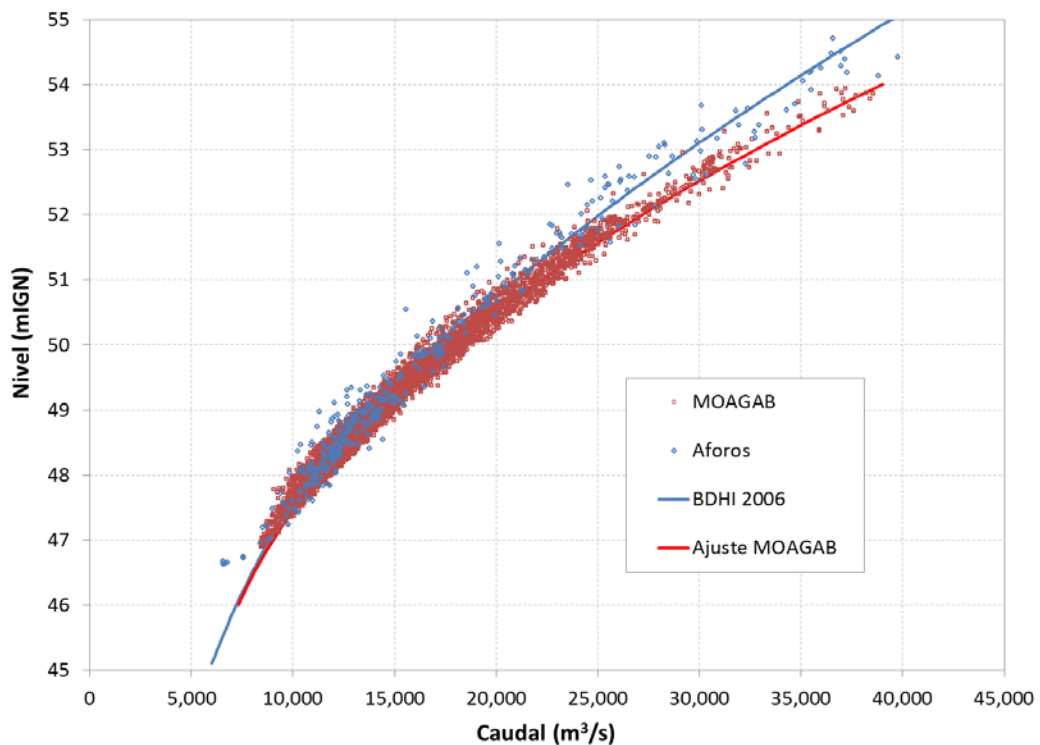


Figura 3.10. Relación altura-caudal de acuerdo al modelo MOAGAB, y aforos en Itatí.

Se construyeron curvas de volumen acumulado para el período 01-Ene-1995 a 31-Dic-2013 con los caudales informados por la EBY, los obtenidos en Itatí con la curva altura-caudal de la BDHI 2006, y los provenientes de la curva altura-caudal generada con el modelo MOAGAB (**Figura 3.11**). Se observa que el asociado a la curva altura-caudal de la BDHI subestima lo

informado por la EBY, lo cual es una anomalía aún más significativa que la apuntada para los caudales más arriba. En cambio, los volúmenes obtenidos con la curva altura-caudal del modelo MOAGAB tienden a coincidir con los erogados por Yacyretá, lo cual de todos modos era esperable por su propia construcción.

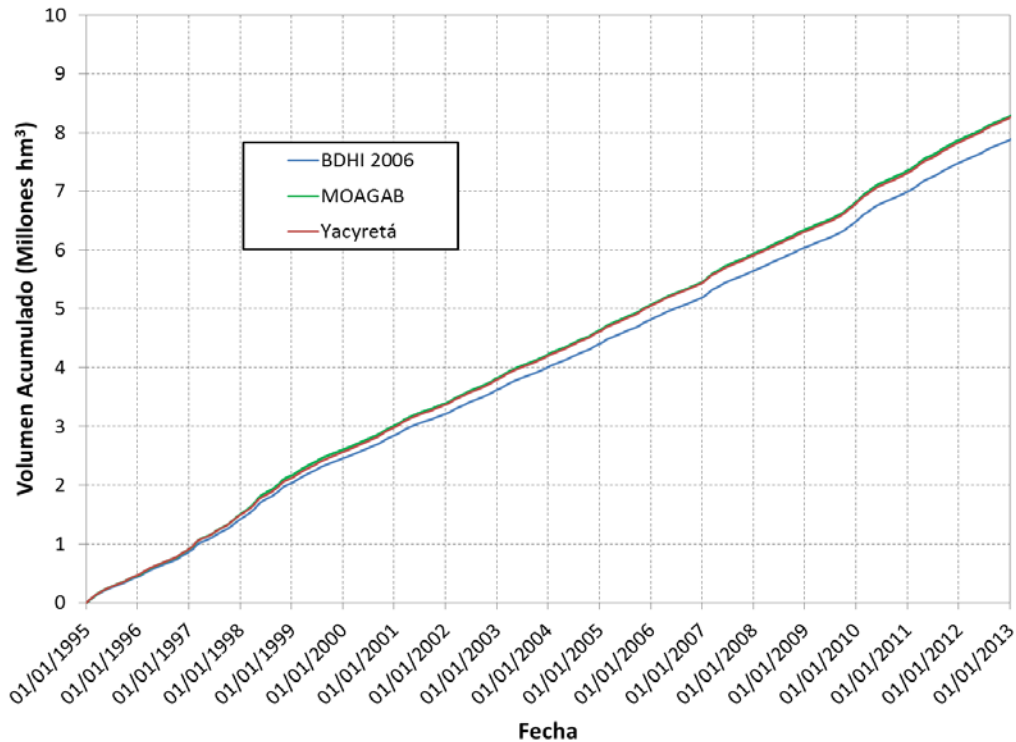


Figura 3.11. Curvas de volúmenes acumulados erogados por Yacyretá y calculados con las curvas altura-caudal de BDHI y de MOAGAB.

Del análisis efectuado se concluye que los aforos de caudal para grandes crecidas en la sección Itatí-Itacorá del río Paraná adolecen de una subestimación sistemática. Esto podría explicarse por la dificultad para aforar sobre la planicie de inundación de la margen paraguaya, donde existen paleocauces capaces de transportar caudales significativos. En consecuencia, al presente se considera que la curva altura-caudal más confiable para la escala de Itatí es la que surge del ajuste a los resultados del modelo MOAGAB. Esta es la que se tomará como curva clave en Itatí-Itacorá para este estudio.

3.2.3 Otras curvas clave

Para el cálculo de las estructuras de las presas del cierre Itatí-Itacorá se requiere conocer las curvas clave altura-caudal en las secciones de implantación. Su ubicación se muestra en la **Figura 3.12**. Para obtener las curvas se utilizó el modelo 1D actualizado con las nuevas secciones en ausencia de las presas.

La **Figura 3.13** presenta las curvas claves determinadas con el modelo hidrodinámico para la sección Itatí y los dos cierres propuestos, para caudales (en régimen permanente) desde 10.000 m³/s hasta 95.000 m³/s, con paso cada 5.000 m³/s.

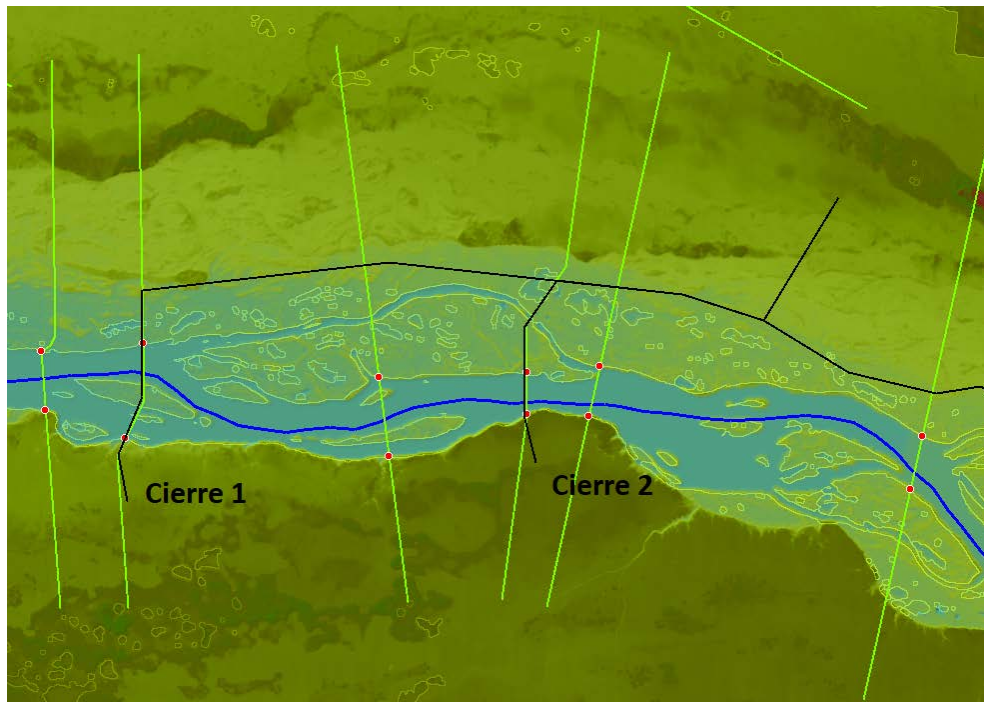


Figura 3.12. Ubicación de las 2 alternativas de cierre.

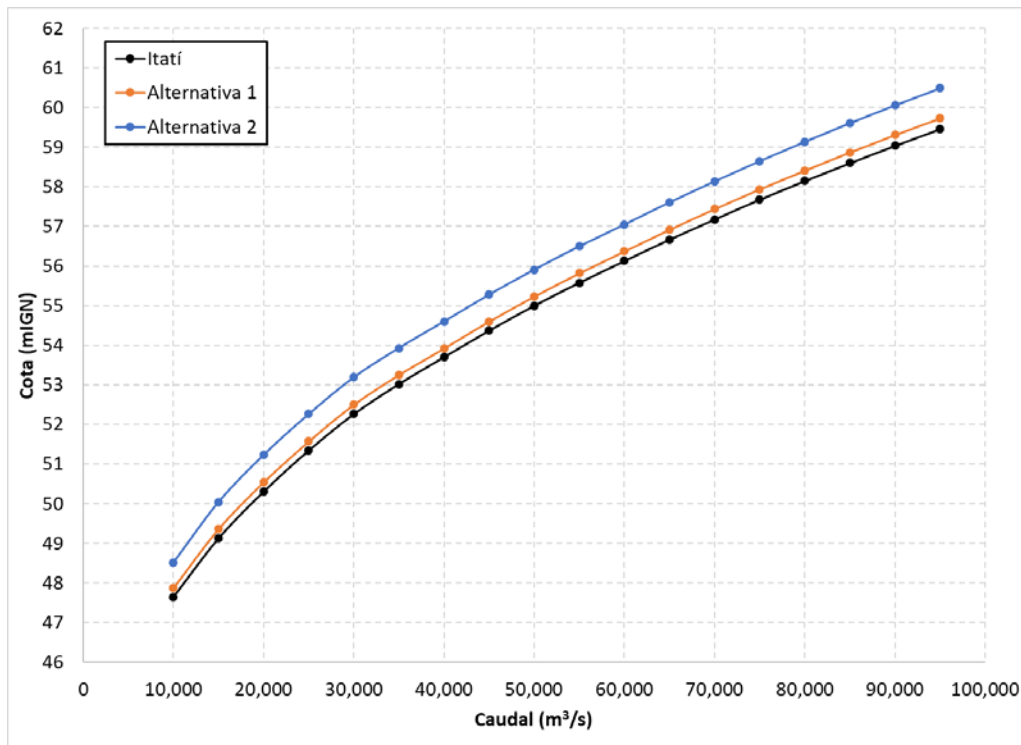


Figura 3.13. Curva clave en Itatí y los dos cierres propuestos.

4 CONCLUSIONES

Las siguientes son las principales conclusiones de esta fase de los estudios:

- Se ha informado sobre las estaciones meteorológicas existentes en el área en estudio, tanto del lado paraguayo como del lado argentino.
- Se actualizado el modelo hidrodinámico 1D utilizando las nuevas secciones transversales relevadas y el nuevo MDE del terreno generado en base a un relevamiento aerofotogramétrico ad-hoc de la zona de estudio.
- Se ha aplicado el modelo hidrodinámico 1D actualizado para recalculer los mapas de inundación y las curvas clave.

5 REFERENCIAS

IGN (2018). Relevamiento Aerofotogramétrico del Río Paraná. Tramo Binacional Itatí – Complejo Hidroeléctrico Yaciretá. Trabajo desarrollado para la Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná (COMIP). Instituto Geográfico Nacional.

ITAIPI (2017). Levantamiento Batimétrico Río Paraná. Tramo Yacyretá – Paso de la Patria. Itaipú.