

# APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

MARIANO DE DIOS<sup>(1)</sup> Y SERGIO O. LISCIA<sup>(1) Y (2)</sup>

<sup>(1)</sup> DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA, FACULTAD  
DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE LA PLATA  
<sup>(2)</sup> ACADEMICO TITULAR ACAINGPBA



## Introducción

Los Aprovechamientos Hidroeléctricos del río Santa Cruz (AHRSC), ubicados en la provincia homónima, son un viejo anhelo del interés energético argentino, postergados por diferentes motivos a lo largo de los años.

El complejo hidroeléctrico, actualmente en construcción, está conformado por dos presas, denominadas Presidente Dr. Néstor Carlos Kirchner (NK, ex Cónдор Cliff) y Gobernador Jorge Cepernic (JC, ex La Barrancosa). Estas represas constituyen la Obra Pública más importante en ejecución por parte del Estado Nacional, y se trata del proyecto más grande en el extranjero financiado por la República Popular China.

El inicio de las obras en el año 2015 marcó el cierre de un ciclo que implicó varios intentos y adaptaciones del proyecto a lo largo de la historia. Las obras han enfrentado desafíos técnicos y ambientales a lo largo de su desarrollo y representan un paso significativo en la diversificación de la matriz energética del país. Las represas Néstor Kirchner y Jorge Cepernic permitirán un desarrollo sostenible de la región y aportarán un poco más de 5.000 GWh/año, equivalentes al 5 % por ciento de la energía que consume el país. Contar con un gran complejo hidroeléctrico en el extremo sur, conformado por dos centrales hidroeléctricas en Santa Cruz, permite que en el Sistema Argentino de Interco-

nexión (SADI), desde el sur hacia el norte, puedan conectarse otros parques energéticos como los eólicos y solares. Esto va a permitir un gran desarrollo de la Patagonia a mediano plazo.

El proyecto concebido para la licitación, como es dable esperar, se ha ido modificando conforme a la profundización del conocimiento geológico, geotécnico, ambiental, hidráulico e hidrológico, llevando cada modificación a soluciones técnicas/científicas que permitan superar los inconvenientes suscitados.

En este artículo se realiza una descripción general de cada uno de los proyectos que conforman los AHRSC, así como también, las principales modificaciones efectuadas durante la construcción de los mismos para atender a los requerimientos ambientales. Finalmente, se presenta el estado actual de la construcción de las obras.

## Descripción general de los Aprovechamientos Hidroeléctricos del río Santa Cruz

Las presas NK y JC se encuentran ubicadas en la Patagonia Argentina, en la provincia de Santa Cruz. Ambas obras, emplazadas sobre el curso del río Santa Cruz, constituyen los Aprovechamientos Hidroeléctricos del río Santa Cruz, cuya finalidad es la generación de energía. En la Figura 1 se observa la ubicación de las presas, la hidrografía de la zona y

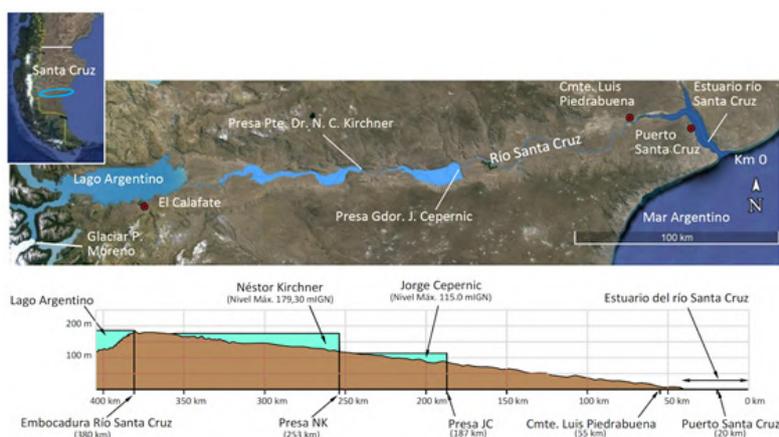


Figura 1.- Ubicación de los Aprovechamientos Hidroeléctricos del río Santa Cruz, presa Pte. Dr. Néstor C. Kirchner (NK) y presa Gdor. Jorge Cepernic (JC): vista en planta (superior); perfil longitudinal (inferior)

las localidades más cercanas.

La presa NK está situada a una distancia de 127 km de la salida del lago Argentino, en coordenadas 50° 12' 45" Sur y 70° 47' 1" Oeste. La población más cercana es la ciudad de Calafate. La obra está conformada por una presa de escollera con pantalla de hormigón en el talud de aguas arriba (CFRD), una central hidroeléctrica equipada con 5 turbinas Francis, descargadores de fondo y medio fondo, y un aliviadero de superficie regulado por compuertas. En la Figura 2 se presenta un esquema general del aprovechamiento, mientras que en la Tabla 1 se resumen las características principales del aprovechamiento NK.

El aprovechamiento JC se encuentra localizado aguas abajo del cierre NK a una distancia de 70 km, en coordenadas 50° 11' 9" Sur y 70° 7' 29" Oeste. La población más cercana es la ciudad de Comandante Luis Piedrabuena. Al igual que la presa NK, este aprovechamiento está conformado por una presa de escollera con pantalla de hormigón en el talud de aguas arriba (CFRD), una central hidroeléctrica equipada con 3 turbinas Kaplan, descargadores de fondo y un aliviadero de superficie regulado por compuertas. En Figura 3 se presenta un esquema general del aprovechamiento y la Tabla 2 resume las características de la presa JC.

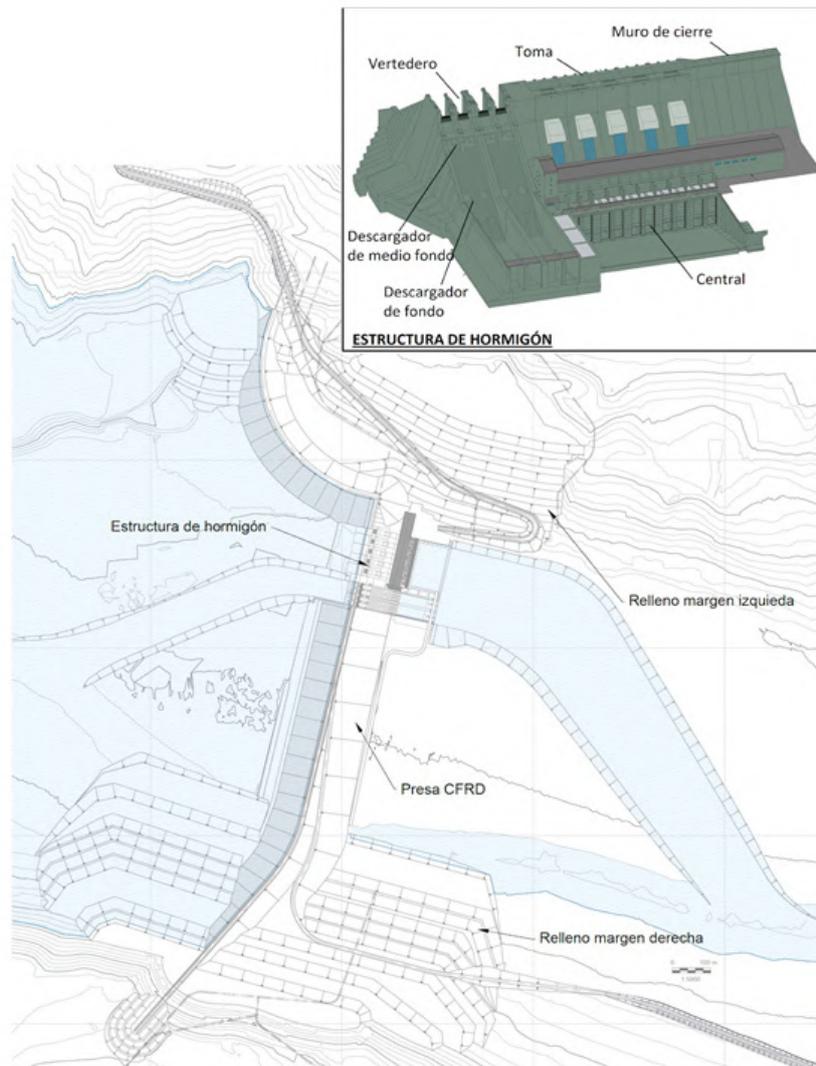


Figura 2. - Esquema general - Aprovechamiento hidroeléctrico Pte. Dr. Néstor Carlos Kirchner.

<b>Embalse</b>	Caudal medio anual (módulo del río)	720 m <sup>3</sup> /s	
	Caudal crecida decamilenario	4.160 m <sup>3</sup> /s	
	Caudal máximo de crecida registrado	2.520 m <sup>3</sup> /s	
	Volumen del embalse a nivel máximo normal	5.800 Hm <sup>3</sup>	
<b>Presa</b>	Tipo	CFRD	
	Altura máxima	71,6 m	
	Longitud /ancho	1.850 m /10,95 m	
	Cota de coronamiento	180,6 mIGN	
	Cota de parapeto rompeolas	181,8 mIGN	
	Cota máxima extraordinaria	179,3 mIGN	
<b>Vertedero</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)	Margen izquierda	
	Tipo	Recto	
	Caudal máximo de diseño	4.160 m <sup>3</sup> /s	
	Ancho total	60 m	
	Compuertas	Cantidad	4
		Tipo	Radial
		Dimensiones (alto x ancho)	9,5 m x 12 m
	Órgano de disipación	Cuenco disipador	
Cota de cresta	167,5 mIGN		
<b>Descargador de medio fondo</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)	Margen izquierda	
	Número de conductos	4	
	Órgano de cierre	Cantidad	4
		Tipo	Compuerta plana
		Dimensiones (alto x ancho)	5 m x 4 m
	Caudal máximo unitario	350 m <sup>3</sup> /s	
Cota de umbral del conducto	150 mIGN		
<b>Descargador de fondo</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)	Margen izquierda	
	Número de conductos	4	
	Órgano de cierre principal	Cantidad	4
		Tipo	Compuerta radial
		Dimensiones (alto x ancho)	4 m x 3 m
	Órgano de cierre de emergencia	Cantidad	4
		Tipo	Compuerta plana
		Dimensiones (alto x ancho)	4 m x 3 m
Caudal máximo unitario	350 m <sup>3</sup> /s		
Cota de umbral del conducto	122 mIGN		
<b>Central</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)	Margen izquierda	
	Caracterización de la central	Punta	
	Cantidad de turbinas	5	
	Tipo de turbinas	Francis	
	Caudal nominal turbinado	365 m <sup>3</sup> /s	
	Caudal máximo de operación	365 m <sup>3</sup> /s	
	Caudal mínimo de operación	242 m <sup>3</sup> /s	
	Salto de diseño	57,9 m	
	Salto máximo de operación	61,4 m	
	Salto mínimo de operación	49,6 m	
	Potencia instalada	950 MW	
	Energía media anual mínima (central empuntada)	3.286 GWh/año	
	Energía media anual máxima (central base)	3.350 GWh/año	
	Velocidad de rotación de turbina	100 rpm	
	Número de álabes del rotor de turbina	13	
	Número de álabes del distribuidor	24	
	Center line del rotor de turbina	109 m	
	Altura del álabe del distribuidor	2.068 mm	
	Diámetro superior D1	6.300 mm	
	Diámetro inferior D2	6.682 mm	
Órgano de cierre	Compuerta plana		
Potencia nominal de generadores	190 MW		

Tabla 1.- Características principales del aprovechamiento hidroeléctrico Pte. Dr. Néstor Carlos Kirchner.

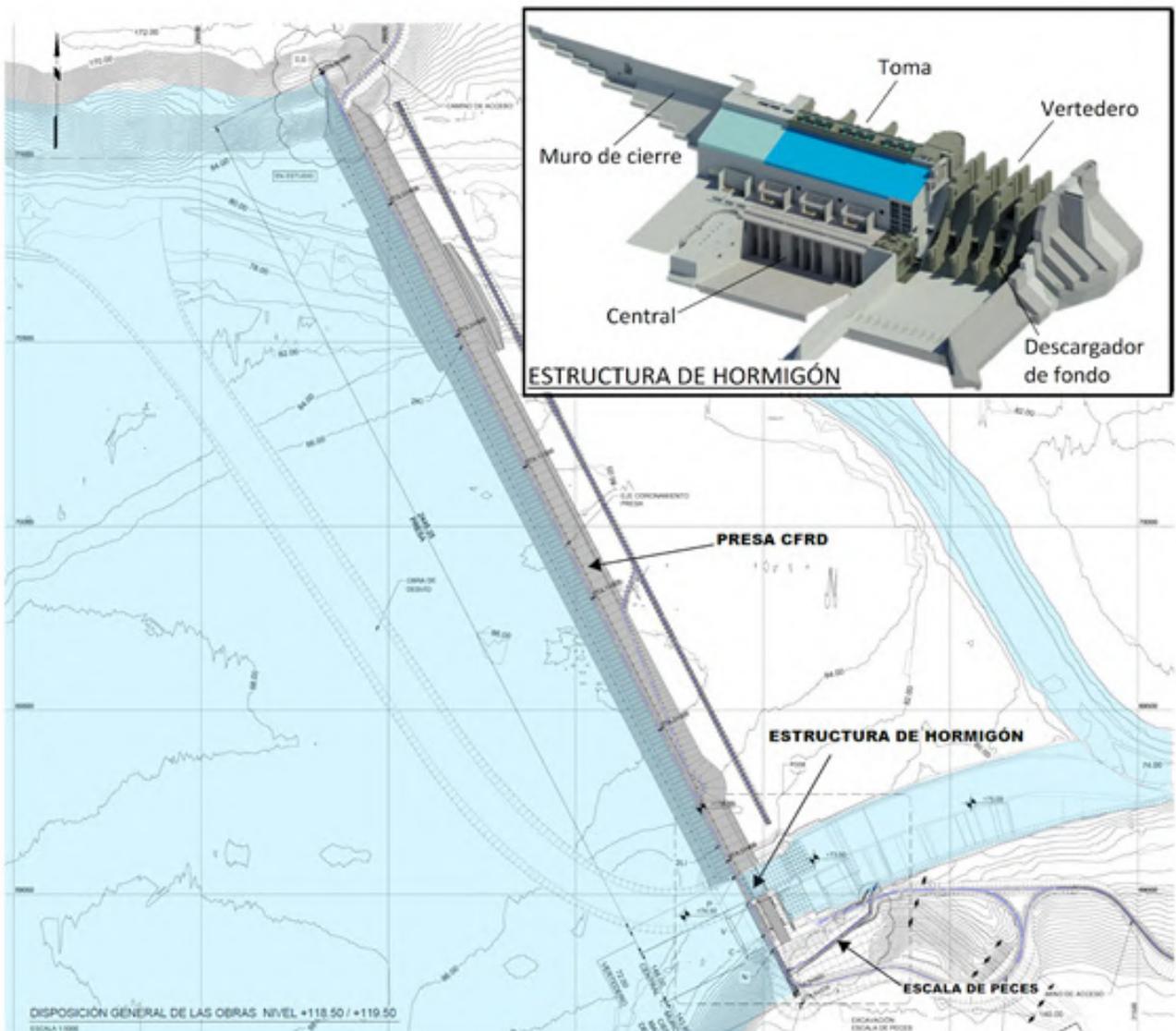


Figura 3.- Esquema general – Aprovechamiento hidroeléctrico Gdor. Jorge Cepernic

<b>Embalse</b>	Caudal medio anual (módulo del río)		720 m <sup>3</sup> /s
	Caudal crecida decamilenario		4.160 m <sup>3</sup> /s
	Caudal máximo de crecida registrado		2.520 m <sup>3</sup> /s
	Volumen del embalse a nivel máximo normal		3.000 Hm <sup>3</sup>
<b>Presa</b>	Tipo		CFRD
	Altura máxima		45,5 m
	Longitud / ancho		2.440 m / 9,20 m
	Cota de coronamiento		118,5 mIGN
	Cota de parapeto rompeolas		119,7 mIGN
	Cota máxima extraordinaria		115,0 mIGN
	Cota máxima normal		114,0 mIGN
<b>Vertedero</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)		Margen derecha
	Tipo		Recto
	Caudal máximo de diseño		4.160 m <sup>3</sup> /s
	Ancho total		72 m
	Compuertas	Cantidad	6
		Tipo	Radial
		Dimensiones (alto x ancho)	10,62 m x 12 m
	Órgano de disipación		Cuenco disipador
Cota de cresta		105,0 mIGN	
<b>Descargador de fondo</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)		Margen derecha
	Número de conductos		4
	Órgano de cierre principal	Cantidad	4
		Tipo	Compuerta radial
		Dimensiones (alto x ancho)	4 m x 3 m
	Órgano de cierre de emergencia	Cantidad	4
		Tipo	Compuerta plana
		Dimensiones (alto x ancho)	4 m x 3 m
	Caudal máximo unitario		296 m <sup>3</sup> /s
	Cota de umbral del conducto		76,2 mIGN
<b>Central</b>	Ubicación respecto de presa (hacia aguas abajo)		Margen derecha
	Caracterización de la central		Base
	Cantidad de turbinas		3
	Tipo de turbinas		Kaplan
	Caudal nominal turbinado		382 m <sup>3</sup> /s
	Caudal máximo de operación		394 m <sup>3</sup> /s
	Caudal mínimo de operación		133 m <sup>3</sup> /s
	Salto nominal		34,4 m
	Salto máximo de operación normal		36 m
	Salto mínimo de operación		33,3 m
	Salto mínimo extraordinario / Caudal mínimo extraordinario		26,5 m / 126 m <sup>3</sup> /s
	Potencia instalada		360 MW
	Energía media anual		1.942 GWh/año
	Velocidad de rotación de turbina		107,1 rpm
	Número de álabes del rotor de turbina		6
	Número de álabes del distribuidor		24
	Center line del rotor de turbina		69,3 m
	Altura del álabe del distribuidor		2.625 mm
	Diámetro rodete		7.000 mm
	Órgano de cierre		Compuerta plana
Potencia nominal de generadores		120 MW	

Tabla 2.- Características principales del aprovechamiento hidroeléctrico Gdor. Jorge Cepernic

## Adecuación de los proyectos a los nuevos desafíos ambientales

El proyecto básico de licitación pública tuvo que experimentar una serie de ajustes significativos con el propósito de abordar de manera efectiva los desafíos ambientales que emergieron a lo largo del tiempo. Básicamente, se buscó proteger los sectores no inundados por los embalses, tanto aguas arriba de NK (Lago Argentino) como aguas abajo de JC (tramo inferior del río y estuario). En la Figura 4 se muestran los sectores protegidos a partir de las adecuaciones del proyecto licitatorio.

Sin lugar a dudas, entre las modificaciones más destacadas de los campos ambientales, hidráulicos e hidrológicos, se puede citar el cambio de los niveles de los embalses que componen las obras, a fin de garantizar que se mantengan intactas las oscilaciones naturales del lago Argentino, estudio que se conoce como “desacople de las obras hacia el lago Argentino”.

La no afectación del lago Argentino por parte de la presa NK garantiza también que los glaciares que descargan sobre este cuerpo de agua no se vean afectados, en particular, el glaciar Perito Moreno.

El nivel máximo normal de operación (NMN)

estipulado en el pliego de licitación para la presa NK estaba fijado en la cota 178,90 m. Sin embargo, a través de análisis hidráulicos fundamentales, se identificó que este nivel tenía un impacto adverso en la descarga natural de caudales del Lago Argentino. En otras palabras, el nivel resultante del lago para la mencionada cota de embalse se situaría por encima del rango natural de fluctuación del nivel del mismo. Como ejemplo, para caudales bajos en el río Santa Cruz, el nivel natural del lago se sitúa en cotas cercanas al valor de 177 m. Por lo tanto, al definir el nivel máximo normal de operación en la cota de 178,90 m, el Lago Argentino se vería obligado a aumentar su nivel para mantener la misma descarga de caudal.

El análisis descripto condujo a la necesidad de estudiar un nuevo nivel máximo para el embalse NK. Para la definición del nuevo NMN se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

- Preservar las fluctuaciones naturales del lago Argentino.
- No interferir en el rango de niveles históricos del lago Argentino para cada caudal descargado por el mismo.
- Maximizar la generación de energía, teniendo en cuenta el objetivo principal de cumplir con los requisitos ambientales.

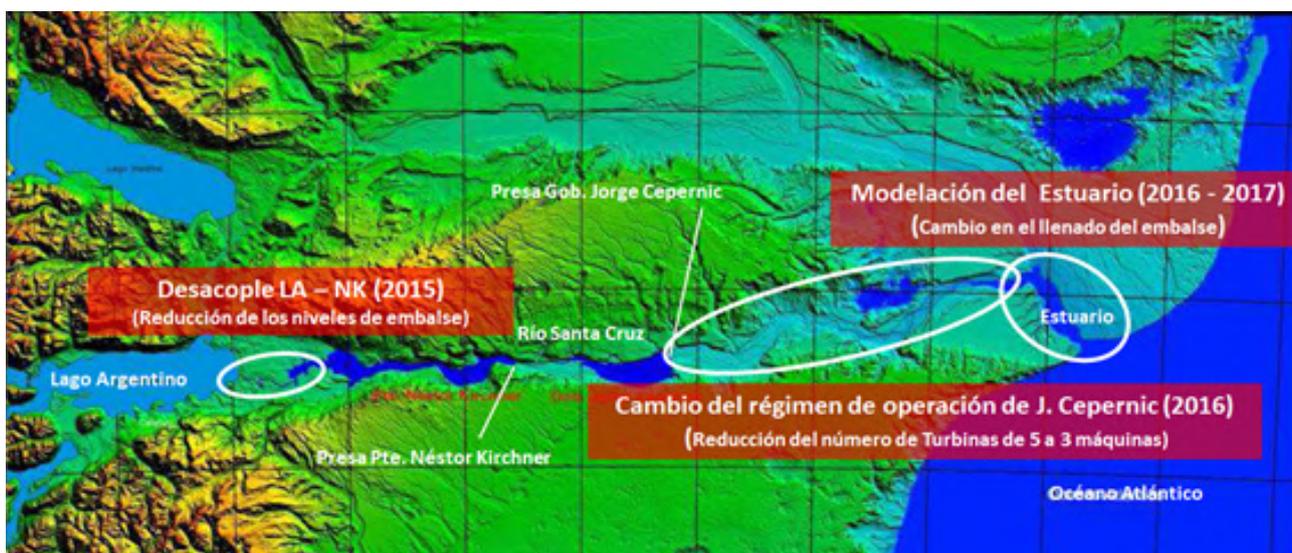


Figura 4.- Adecuación de los proyectos a los nuevos desafíos ambientales

El proceso de estudio llevado a cabo para establecer un nuevo nivel de operación involucró, dada la importancia de este cambio, la ejecución de tres informes independientes (UNLP, 2015; UTE, 2015; Lara, 2016) que confirmaron que el NMN que satisface estas premisas es de 176,50 m.

De este modo, puede decirse que operando a la cota 176,5 el proyecto hidroeléctrico Néstor Kirchner no afecta los niveles naturales del lago Argentino. En términos prácticos, el Lago Argentino y el embalse NK están desacoplados (Lara, 2016).

En la Figura 5 se muestra un esquema del desacople entre el lago Argentino y NK. En la Figura 6 y Figura 7 se presentan parte de los resultados de los informes técnicos que respaldan la adopción del nivel 176.50 mIGN.

En forma complementaria, se incrementó el NMN del embalse JC de 112.2 mIGN hasta 114.0 mIGN. De esta manera la cola del embalse de JC llega al pie de la presa NK, garantizando la continuidad del sistema hídrico. Además, este incremento en los niveles de embalse de presa Jorge Cepernic permite compensar la energía que es resignada al asegurar el desacople entre el lago Argentino y el embalse NK.

Un aspecto que fue atendido en el proceso de optimización llevado a cabo en el año 2016, tuvo que ver con la modificación del régimen de operación de la central JC, la cual pasó de un funcionamiento empuntado (o semi-empuntado) a uno de base. Esta situación implica que aguas abajo de la presa, el río mantiene su régimen hidrológico

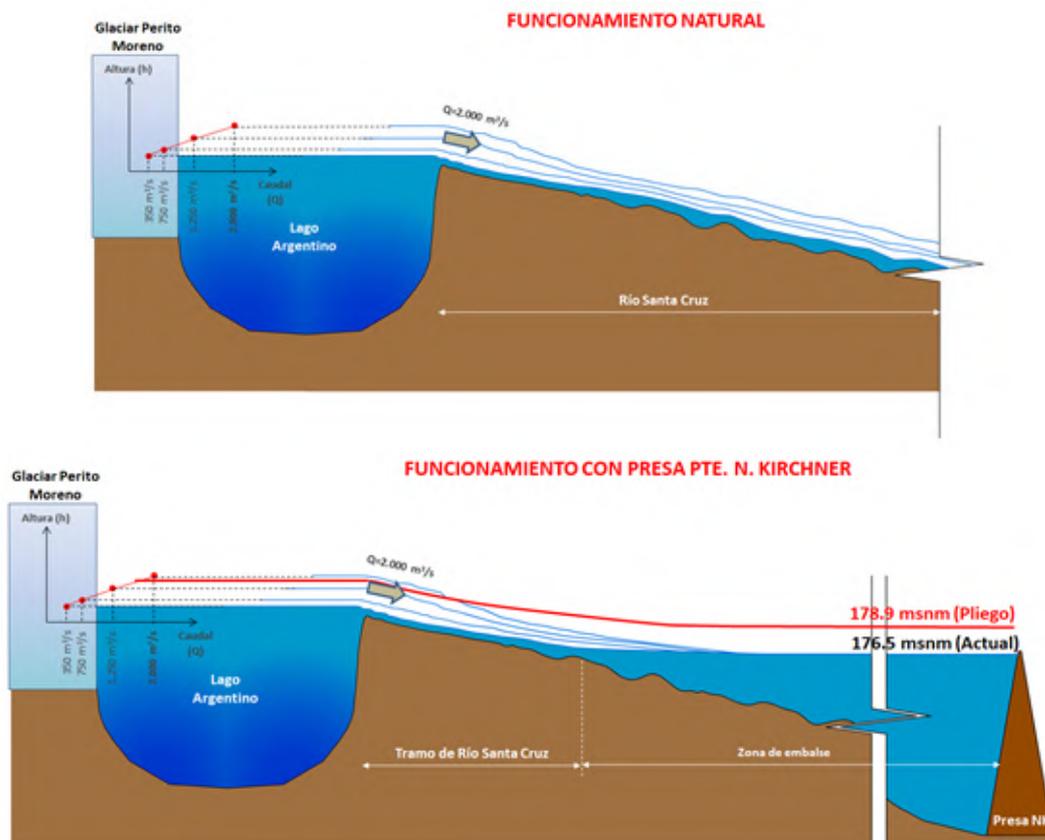


Figura 5.- Representación esquemática del funcionamiento del sistema lago Argentino – río Santa Cruz.

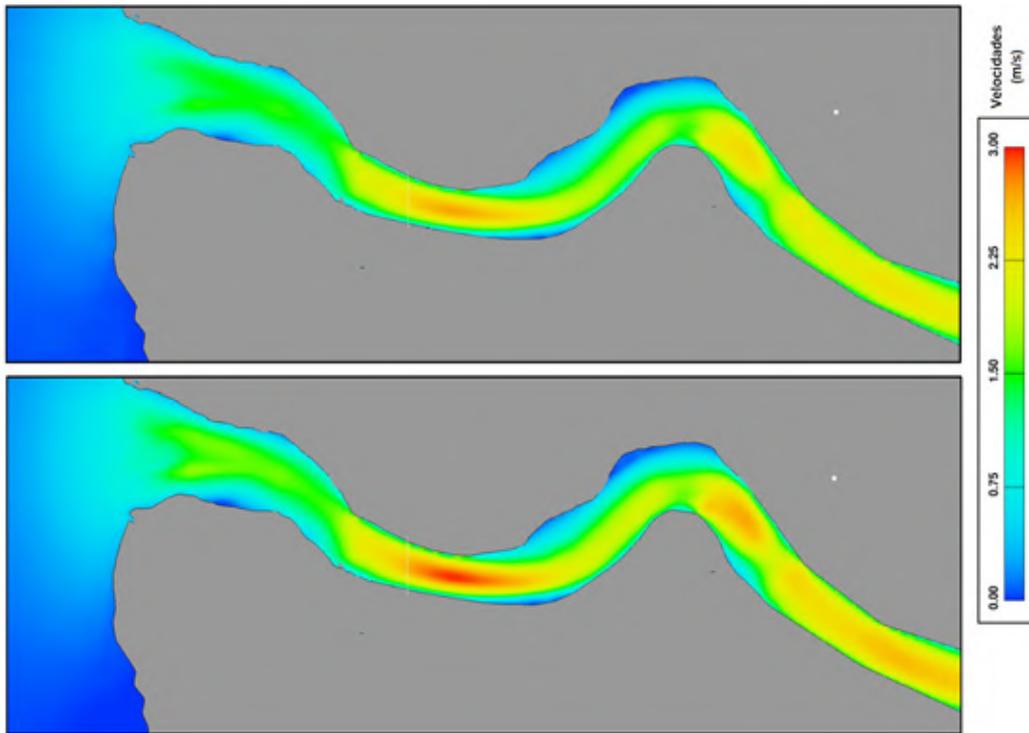


Figura 6.- Simulación numérica CFD. Velocidades en la desembocadura del lago Argentino ( $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ): condición natural (superior); escenario con presa NK (inferior) (Fuente: UNLP, 2015)

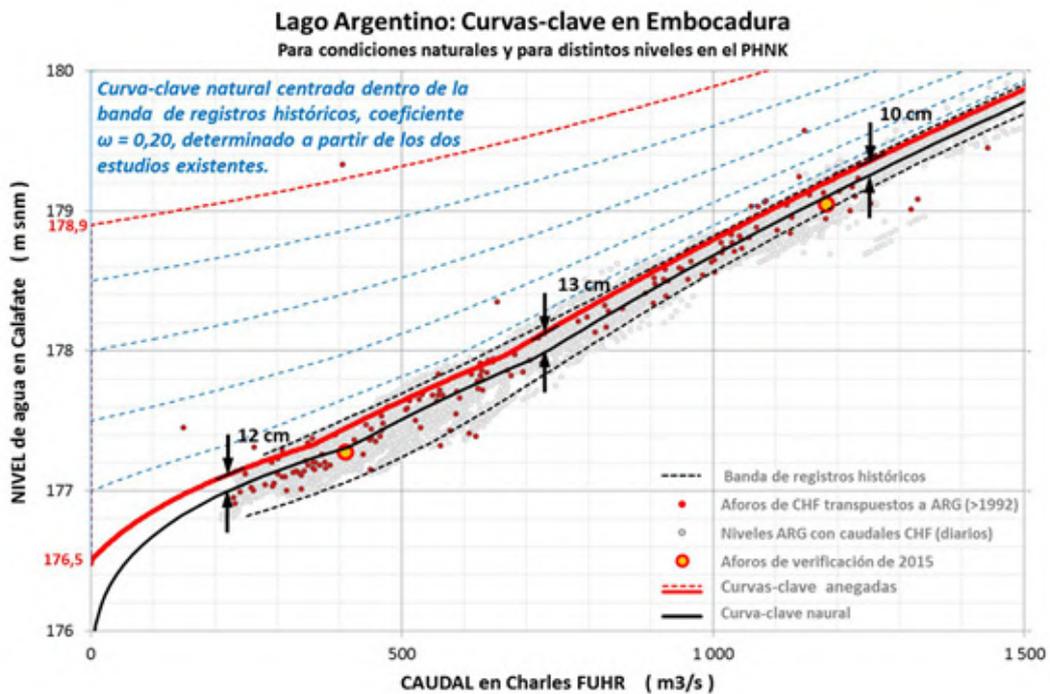


Figura 7A.- Curva de clave desembocadura del lago Argentino. Los niveles de agua provocados por el embalse NK a la cota 176,5 msnm se inscriben dentro de la banda de incertidumbre de los niveles naturales históricos (Fuente: Lara, 2016)

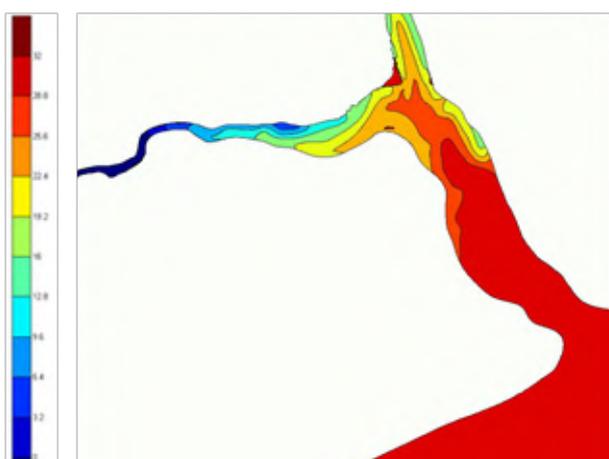
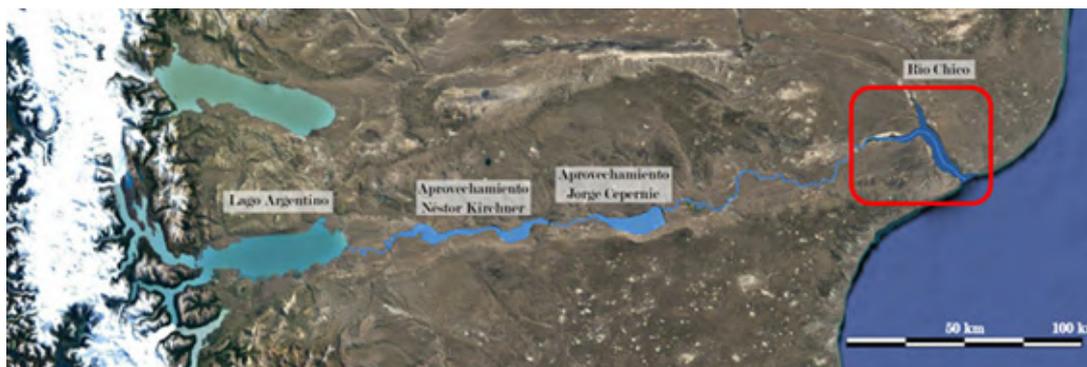


Figura 7B.- Modelación del estuario del río Santa Cruz. Salinidad

natural. No se producirán a lo largo del día pulsos de caudales, sino que se mantendrán los caudales equivalentes a los que entran al sistema (aguas arriba del embalse NK), manteniendo aguas abajo de JC los caudales horarios naturales del río Santa Cruz.

Esta modificación implicó la reducción del número de turbinas de la central JC de 5 a 3 máquinas. La nueva cantidad de turbinas surgió a partir de un análisis técnico-económico de la solución, teniendo en cuenta además aspectos contractuales complejos derivados de una obra que se encontraba en ejecución. Se demostró que, si bien existe una reducción en la potencia instalada del 40 %, la energía anual generada por el aprovechamiento JC tiene una merma inferior al 4 % (UNLP, 2016)

Finalmente, el otro cambio de magnitud relacionado con aspectos ambientales es el aumento del caudal de diseño de los descar-

gadores de fondo. Se dispuso un incremento en la capacidad de los descargadores de fondo de las dos presas a fin de atender cuestiones de seguridad de obra (vaciado de emergencia y llenado controlado del embalse) y dar cumplimiento al régimen de caudales ambientales durante el llenado del embalse. En particular, el caudal de diseño de los descargadores de fondo del proyecto licitatorio de la presa JC, que era de 200 m<sup>3</sup>/s, fue incrementado 6 veces (1200 m<sup>3</sup>/s).

La Universidad de Valladolid, contratada por la UTE responsable del proyecto, llevó adelante el estudio para definir el régimen de caudales ambientales aplicables durante la etapa de llenado de las obras (UTE, 2018). Mediante la metodología IFIM ("Instream Flow Incremental Methodology", Bovee y Milhous, 1978) se definió un rango de caudales ambientales, variables a lo largo del

año, que deben ser erogados por el aprovechamiento JC durante el llenado para garantizar buenas condiciones de habitabilidad en el tramo aguas abajo. Por otro lado, el estuario del río Santa Cruz mereció un estudio particular con el objeto de conocer las condiciones hidrodinámicas y físicas (salinidad, temperatura, sedimentos, etc.) de este sector de la cuenca (Figura 7). La importancia del estuario del río Santa Cruz radica, entre otras cosas, en que es el sitio de invernada del macá tobiano, una especie en peligro crítico de extinción de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las modelaciones permitieron establecer los límites de tiempo en el que es posible hacer el llenado del embalse y la puesta en marcha de la obra, garantizando la no afectación del macá tobiano durante su época de invernada en el estuario del río Santa Cruz (Figura 8)

### Estado actual de la construcción de las obras

La obra, actualmente en ejecución, pertenece al Estado Nacional, siendo el Comitente o dueño de la misma la empresa estatal Energía Argentina S.A. Fue adjudicada en el año 2013 a la UTE Contratista conformada

por China Gezhouba Group Company Limited, Electroingeniería S.A e Hidrocuyo S.A. La Inspección de obra es realizada, desde el inicio de la misma, por la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

La puesta en marcha de la construcción de las represas sobre el río Santa Cruz tuvo lugar en el año 2015. El ritmo de avance del proyecto no resultó el esperado, sufriendo demoras en los planes de trabajo previstos originalmente. Además de las cuestiones técnicas que deben sortear en general este tipo de grandes obras, hay que sumarle aspectos particulares que se suscitaron en estos años. Durante casi todo el año 2016 se llevó adelante una revisión integral y optimización de los proyectos que derivó en la reducción de las turbinas del complejo (se pasó de 11 a 8 turbinas) y la incorporación en el contrato de una línea de extra alta tensión de 500 KV, no contemplada hasta ese momento. Este tendido eléctrico permitirá la vinculación de las nuevas centrales hidroeléctricas con el SADI. Asimismo, a finales del año 2016 la Corte Suprema de Justicia de la Nación ordenó suspender provisoriamente la construcción de las obras permanentes hasta tanto no se implemente el proceso de evaluación de impacto ambiental y audiencia pública previstos en la ley de

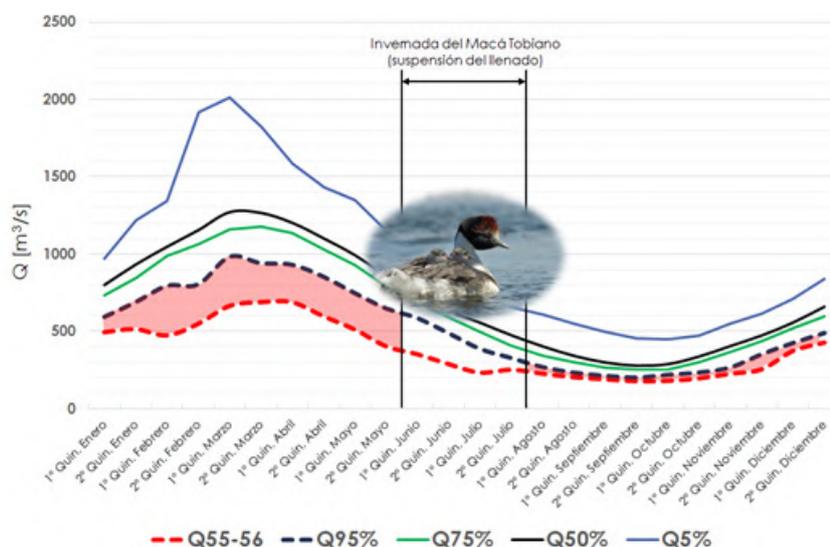


Figura 8.- Caudales en el río Santa Cruz a lo largo del año. Diferentes percentiles. El sombreado rosa indica el rango de caudales ambientales que debe erogarse aguas debajo de JC para garantizar buenas condiciones de habitabilidad en el tramo aguas abajo.

obras hidráulicas N° 23.879 (las obras contaban hasta ese entonces con un estudio de impacto ambiental aprobado por la provincia de Santa Cruz). Este proceso, que duró varios meses, finalmente permitió retomar la construcción de las obras principales en octubre de 2017. Por otro lado, la pandemia por covid 19 acaecida en marzo 2020, cuyos efectos se extendieron por años, tuvieron un marcado impacto en el ritmo de construcción de las represas.

Sumado a los hechos relatados anteriormente, no debe perderse de vista las condiciones climáticas propias del lugar donde estas obras están siendo ejecutadas. Si bien otras presas en nuestro país se han construido en climas con inviernos fríos, estas son las primeras con grandes volúmenes de hormigón masivo que se construyen en estas latitudes (Figura 9). Esta situación obliga a adaptar los sistemas de colocación y protección de hormigones, abandonando muchas de las técnicas empleadas en otras obras en nues-

tro país. A esto deben sumarse los vientos intensos y persistentes característicos de la estepa Patagónica que dificultan, y en algunos casos impiden, la ejecución de tareas durante varios días al año.

En la actualidad, con más de 2600 trabajadores en ambos emplazamientos, el porcentaje de avance de la presa JC es de 42,12 % (Figura 10) y de 18 % en NK (Figura 11).

El avance en los trabajos de la presa JC muestra que se lleva ejecutado un gran porcentaje de los terraplenes que conforman la presa CFRD, iniciándose a la brevedad la ejecución de la pantalla de hormigón. Respecto a la central, vertedero y demás obras complementarias, se han colocado un total de 280.000 m<sup>3</sup> de hormigón (total 735.000 m<sup>3</sup>). Asimismo, los trabajos de los componentes hidroelectromecánicos de JC, provenientes de la República Popular China, tienen un importante grado de avance en su fabricación y montaje. Se encuentran instalados las narices de pilas, los codos y tubos



*Figura 9.- Vista general de las obras de hormigón de la presa JC. Julio de 2023*



*Figura 10.- Estado de avance de la obra JC. Mayo 2023*



*Figura 11.- Estado de avance de la obra NK. Noviembre 2022*



*Figura 12.- Vista de los tubos de aspiración de las tres turbinas del aprovechamiento JC*

de aspiración de las 3 turbinas (Figura 12), tuberías de drenaje y empotrados, varios de los componentes más importantes ya se encuentran en obra (predistribuidores, anillos de descarga, blindajes). En el próximo mes de octubre se espera el arribo a puerto argentino de la segunda turbina Kaplan y los componentes principales de los descargadores de fondo, que partieron desde Shanghái el pasado mes de agosto (Figura 13) Asimismo, se está trabajando tanto en la colocación de los hormigones de la estructura de desvío/vertedero, como en los trabajos adicionales necesarios para lograr desviar el río a mediados del 2024, el primer hito clave de la obra (Figura 14). En cuanto a la generación de energía, se espera poder contar con la primera turbina generando para el año 2025.

En el caso de la presa Néstor Kirchner, la ejecución de la obra se encuentra algo más retrasada producto, fundamentalmente, de las condiciones geológicas/geotécnicas adversas del sitio de emplazamiento. Con el

avance de las excavaciones se produjeron una serie de deslizamientos en los estribos de la presa los cuales fueron atendidos en el PEO, Proyecto Ejecutivo Optimizado vigente. En efecto, en el año 2019, producto de la identificación de condiciones geológicas más desfavorables de las que se habían definido en el proyecto, se inició un proceso de optimización general del layout de la obra de licitación. Como principal modificación, se decidió cambiar la localización de las obras principales de hormigón (central y vertedero). En el proyecto licitatorio, estas obras estaban dispuestas sobre las laderas, dando como resultado estructuras de relativa baja altura, pasando ahora a estar localizadas en el valle de inundación.

Con el objetivo de atender a las condiciones geológicas señaladas y alcanzar un proyecto con los mayores estándares internacionales de seguridad, se implementaron una serie de acciones estructurales concretas. En este sentido, se destacan las siguientes medidas incorporadas en el PEO de la pre-



*Figura 13.- Traslado de componentes hidroelectromecánicos de los AHRSC al puerto de Shanghái.  
Agosto 2023*



*Figura 14.- Trabajos de preparación del cauce para asegurar el desvío del río. Presa JC. Noviembre  
2022 (izquierda); Septiembre 2023 (derecha)*

sa NK: rellenos de estabilización en los dos estribos, orientación en curva de la presa a modo de evitar zonas deslizadas, kilómetros de galerías de drenaje en los estribos, incremento de la capacidad de los descargadores de fondo y medio fondo (la capacidad total de estos órganos pasó de 180 m<sup>3</sup>/s, en el pliego, a 2800 m<sup>3</sup>/s), entre otras.

Resulta importante destacar las investigaciones geotécnicas no convencionales que debieron realizarse para confirmar las condiciones de fundación de las nuevas obras de hormigón en el valle del río. A principios del año 2023 se finalizó la construcción de un pozo exploratorio de 10 m de diámetro y 40 m de profundidad que reafirmó los parámetros geotécnicos de la roca de fundación. Actualmente, se encuentran ejecutándose las excavaciones necesarias para poder fundar las obras de hormigón, y se espera comenzar con los trabajos de hormigonado de estas obras en el año 2024. Se estima que la puesta en marcha de la primera turbina de la central NK tenga lugar en el año 2028.

## Referencias

- Lara, A. (2016). Evaluación de la influencia del Proyecto Hidroeléctrico Néstor Kirchner sobre los niveles de agua del Lago Argentino. Subsecretaría de Energía Hidroeléctrica de la Nación.
- UNLP. (2015). Estudio del Funcionamiento del sistema Lago Argentino – Río Santa Cruz – Embalse Néstor Kirchner. Universidad Nacional de La Plata.
- UNLP. (2016). Aprovechamientos Hidroeléctricos del río Santa Cruz. Análisis del Número de Turbinas. Universidad Nacional de La Plata.
- UTE (2015). Determinación de la función 'Altura-Caudal' para el Río Santa Cruz a la salida del Lago Argentino". Héctor Daniel Farias. UTE CHINA GEZHOUBA GROUP COMPANY LIMITED–ELECTROINGENERÍA S.A–HIDROCUYO S.A
- UTE (2018). Estudio del caudal ecológico - Aprovechamiento Hidroeléctrico del río Santa Cruz - Argentina. Informe Final. Universidad de Valladolid, España. UTE CHINA GEZHOUBA GROUP COMPANY LIMITED–ELECTROINGENERÍA S.A–HIDROCUYO S.A