



Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático
Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima



Hidroelectricidad y navegación en la Cuenca del Plata



CIC
Cuenca del Plata



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Para el bien común de la América Latina

Hidroelectricidad y navegación en la Cuenca del Plata

Diciembre de 2016



Hidroelectricidad y navegación en la Cuenca del Plata

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

Hidroelectricidad y navegación en la Cuenca del Plata. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata - CIC ; Estados Unidos : Organización de los Estados Americanos - OEA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4187-15-4

1. Energía Hidroeléctrica.

CDD 333.914

Índice

11	Prefacio
15	Resumen ejecutivo
25	<i>Resumo executivo</i>
35	<i>Executive summary</i>
45	Sección 1: Hidroelectricidad
47	1 Introducción general: la generación de energía hidroeléctrica en la Cuenca del Plata
55	2 Principales aspectos transfronterizos en la Cuenca del Plata
58	3 El sector hidroeléctrico en un escenario de cambio climático
60	4 Potencial energético en Argentina
60	4.1 Introducción
60	4.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico
64	4.3 Marco institucional y legal
66	4.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas
67	4.5 Principales aspectos transfronterizos
70	5 Potencial energético en Bolivia
70	5.1 Introducción
71	5.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico
72	5.3 Marco institucional y legal
74	5.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas
75	5.5 Principales aspectos transfronterizos
77	6 Potencial energético en Brasil
77	6.1 Introducción
78	6.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico
82	6.3 Marco institucional y legal
83	6.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas
84	6.5 Principales aspectos transfronterizos
87	7 Potencial energético en Paraguay
87	7.1 Introducción
87	7.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico
89	7.3 Marco institucional y legal
90	7.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas
95	7.5 Principales aspectos transfronterizos

98	8 Potencial energético en Uruguay
98	8.1 Introducción
98	8.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico
103	8.3 Marco institucional y legal
105	8.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas
106	8.5 Principales aspectos transfronterizos
108	9 Conclusiones y recomendaciones
111	Referencias
117	Anexo
123	Sección 2: Navegación en la Cuenca del Plata como alternativa de transporte sustentable
125	1 Introducción
130	2 La navegacion en la cuenca y el cambio climatico
131	3 Beneficios del trasporte fluvial – maritimo y sus impactos en la variabilidad y cambio climático
135	4 Tramos navegables en la Cuenca del Plata
135	4.1 Parana inferior y rio de la Plata
135	4.1.1 Introducción
135	4.1.2 Descripción geográfica y navegabilidad
141	4.1.3 Flujo de cargas
143	4.1.4 Marco legal institucional
147	4.1.5 Consideraciones y conclusiones
149	4.2 Paraná superior y Thiete
149	4.2.1 Introducción
149	4.2.2 Descripción geográfica y navegabilidad
158	4.2.3 Flujo de cargas
162	4.2.4 Consideraciones y conclusiones
164	4.3 Rio Paraguay
164	4.3.1 Introducción
164	4.3.2 Descripción geográfica y navegabilidad
173	4.3.3 Flujo de cargas
176	4.3.4 Marco legal institucional
177	4.3.5 Consideraciones y conclusiones
181	4.4 Rio Uruguay
181	4.4.1 Introducción
181	4.4.2 Descripción geográfica y navegabilidad
183	4.4.3 Flujo de cargas
188	4.4.4 Marco legal institucional
189	4.4.5 Consideraciones y conclusiones
190	5 Consideraciones finales

195	Referencias
199	Anexo
213	Listado de figuras
215	Listado de tablas
217	Listado de siglas y acrónimos
219	Crédito de fotografías
221	Referencias institucionales

Prefacio

La Cuenca del Plata es una de las más importantes del mundo, tanto por su extensión como por sus características socioeconómicas. Es un área de más de tres millones de kilómetros cuadrados, habitada actualmente por más de 110 millones de personas y produce más del 70% del PBI de los cinco países que la integran.

La Cuenca constituye un sistema hídrico con una notable diversidad y productividad en materia biológica, alberga el mayor corredor de humedales de América del Sur y es reconocida como una de las más importantes cuencas del mundo por la cantidad, variedad y endemismo de su ictiofauna. No obstante su riqueza, es una de las cuencas más afectadas en lo social y económico por las cíclicas inundaciones y los persistentes periodos de sequías. La relación entre la hidrología, las modificaciones en el uso del suelo y las incertidumbres respecto del clima futuro plantea una serie de desafíos para disminuir la vulnerabilidad a los desastres naturales y atender la gestión ambiental y las necesidades de la población en condiciones de pobreza y marginalidad. En este escenario, el desarrollo económico y social requerido, dentro del marco de integración regional que lo contiene, plantea la

necesidad de un gran esfuerzo en la valoración, conciencia y educación respecto de la naturaleza.

En 2001, los gobiernos de los cinco países que integran el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) decidieron incorporar al organismo capacidades técnicas para atender estos desafíos y concertar un Programa de Acción como guía para la gestión, donde los recursos hídricos juegan un papel clave, incluyendo las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas y sus vínculos con el uso del suelo y el clima. En este esfuerzo, que desarrolló por primera vez un enfoque integrado, las instituciones partícipes coincidieron en la necesidad de fortalecer una visión común de la Cuenca, buscando identificar y priorizar problemas comunes y sus principales causas, de manera de enfrentarlos en forma conjunta y coordinada.

En base a estos antecedentes, y con el apoyo de la SG/OEA y del PNUMA, se gestionó y obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para llevar a cabo el *Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuen-*

ca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático (Programa Marco). El Programa fue concebido como un proceso de gestión de largo plazo, a ser ejecutado en forma coordinada por los cinco países, en el marco del CIC. Durante la etapa inicial de formulación del proyecto (2003-2005), y sobre la base de un proceso participativo, se identificaron los principales desafíos a nivel de cuenca y se delinearon las propuestas preliminares para la gestión, orientadas a resolver o mitigar los problemas identificados.

La Etapa 1 del Programa Marco –ejecutada entre 2010 y 2016– permitió profundizar el diagnóstico realizado, logrando caracterizar de forma más precisa y detallada los problemas de la Cuenca, obteniendo una visión integral del estado de los sistemas hídricos. A partir de este mejor conocimiento, se consolidó el Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y se formuló el Programa de Acciones Estratégicas (PAE), como documento de políticas y acciones prioritarias consensuadas por los cinco países para resolver los principales problemas identificados, particularmente aquellos de carácter transfronterizo.

Los trabajos fueron desarrollados con la activa participación de instituciones nacionales de cada país, a través de especialistas designados para conformar Grupos Temáticos, que actuaron como instancia de planificación y consenso técnico en la implementación de los distintos subcomponentes en que se estructuró la ejecución

del Programa Marco. Los productos de este esfuerzo se sintetizan en una serie de publicaciones –de la cual el presente documento forma parte– que dan muestra de los resultados obtenidos.

El Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata, agradece el compromiso y esfuerzo de cada una de las personas e instituciones que apoyaron y participaron de la ejecución del Programa Marco. Asimismo, reconoce la valiosa cooperación y aporte de la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de su Departamento de Desarrollo Sostenible, quien colaboró y apoyó al CIC en la ejecución del Programa, y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien actuó como agencia de implementación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

El trabajo desarrollado durante esta primera etapa del Programa Marco representó una experiencia pionera, donde más de 150 instituciones y 1500 especialistas de la región lograron articular los intereses y voluntades de cada país en la búsqueda de un objetivo común, orientado a la gestión integrada de los recursos hídricos en el marco de la variabilidad y el cambio climático. Se espera que la experiencia de gestión y las herramientas técnicas desarrolladas cimenten y fortalezcan la voluntad de cooperación e integración regional, buscando avanzar hacia el objetivo de lograr el desarrollo sostenible y el bienestar de los habitantes de los países de la Cuenca del Plata.

Resumen ejecutivo

Hidroelectricidad

Los países de la Cuenca del Plata tienen un gran potencial de fuentes de energía renovables, en particular hidroeléctrica, la que se estima en cerca de 93.000 MW, de los cuales ya se explota un 66%, con la instalación de más de 150 plantas, de las cuales 72 tienen una potencia superior a los 10 MW.

De los cinco países que conforman la Cuenca, Argentina es el que cuenta con el mayor potencial aún sin explotar, equivalente a un 66% del total (2.650 MW). Bolivia tiene centrales hidroeléctricas construidas y en construcción, pero ubicadas en otras cuencas. Brasil es el que posee mayor potencial hidroeléctrico en la Cuenca del Plata, con cerca de 74.000 MW (corresponde al 80% del potencial total de la Cuenca), de los cuales se encuentra en operación alrededor del 67% (aproximadamente 50.000 MW). Por su parte, Paraguay cuenta con aproximadamente el 14% del potencial hidroeléctrico de la Cuenca, de los que un 67% (alrededor de 9.000 MW) se encuentran ya bajo explotación, energía que exporta en su mayor parte a Argentina y Brasil. Uruguay tiene en operación casi todo su potencial hidroeléctrico, que constitu-

ye aproximadamente el 1,5% del total de la Cuenca (1.515 MW).

La integración de sector hidroeléctrico entre los países que componen la Cuenca del Plata, actualmente se concreta por la existencia de tres centrales hidroeléctricas binacionales y las interconexiones ya establecidas, pudiendo aprovecharse la experiencia adquirida en el pasado.

La gran ventaja de la interconexión eléctrica es la posibilidad de transmitir energía eléctrica de un país a otro, aprovechando las diferencias y complementariedades de los sistemas eléctricos, los hábitos de consumo, la estacionalidad y la variación de las temperaturas. Además, existe la posibilidad de compensar problemas de tipo más estructural de un país en particular. En este sentido, la integración eléctrica entre los países permite alcanzar una mayor confiabilidad de los sistemas energéticos para hacer frente a condiciones meteorológicas adversas, problemas técnicos y picos de consumo.

La generación de energía hidroeléctrica se adapta a las características económicas de la Cuenca del Plata, ya que habilita la crea-

ción de nuevos puestos de trabajo y constituye una tecnología madura y conocida, así como más económica que otras fuentes energéticas. Además, existe en la actualidad una estructura institucional (constituida por el Mercosur, la Unasur, el CIER, el OLADE, etc.) que puede ayudar a reforzar las acciones de integración regional.

Existen oportunidades para fortalecer la integración en la región. Una estrategia de búsqueda de bilateralismo puede ser la clave para una mayor integración energética en la Cuenca, pero depende del desarrollo de una mirada geopolítica por parte de los líderes de estos estados, que apueste al consenso y al desarrollo de los pueblos de la región.

América del Sur tiene una posición privilegiada en el mundo respecto a su disponibilidad de recursos hídricos. Sin embargo, el cambio climático puede dar lugar a alteraciones en la economía y en la gestión de los recursos hídricos, con consecuencias directas en las centrales hidroeléctricas que pueden poner en riesgo la generación de energía.

En la Cuenca del Plata, en las últimas décadas se ha producido un aumento sistemático de las precipitaciones, que presentan tendencias de aumento de hasta un 30%. Los cambios en el uso del suelo pueden haber contribuido a un aumento en el caudal medio del río Paraná desde 1970. Sin embargo, todavía no se cuenta con una visión clara de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos de la Cuenca. Esta incertidumbre constituye un obstáculo para la planificación operacional y la gestión de las plantas hidroeléctricas.

Se sabe que la posibilidad de generar presas con volúmenes de embalse muy significativos es una herramienta de atempera-

ción de los riesgos que involucra el cambio climático. Para los planificadores y proyectistas, resulta necesario evaluar los requerimientos climáticos y, a la vez, hacer frente a la disyuntiva de lograr el mayor volumen posible de embalse en zonas con escaso impacto sobre poblaciones existentes, o bien reducir ese volumen en aras de reducir la superficie inundada y, así, el impacto ambiental. A partir de esos grandes reservorios, y de su implementación como emprendimientos multipropósito, se estará en mejores condiciones de administrar el riesgo de desabastecimiento de agua potable y energía eléctrica.

Por los motivos enumerados, se hace indispensable una reingeniería de los futuros aprovechamientos hidroeléctricos en vista de las necesidades crecientes de energía eléctrica, de mayores reservas de agua dulce y de atemperación de la variabilidad climática. También, se requiere una revisión de las obras existentes, a fin de lograr mejores y mayores aportes a la satisfacción de las demandas mencionadas.

En Argentina, la volatilidad económica sumada a la variabilidad climática ha introducido requerimientos muy severos al sector eléctrico, porque se traducen en variaciones de la demanda en el corto y mediano plazo. Se ha observado una notoria sensibilidad de la demanda respecto de la temperatura ambiente, lo cual está fuertemente asociado a la difusión de equipamiento de aire acondicionado en grandes franjas de la población. Esto ha traído como consecuencia una volatilidad de la demanda máxima de potencia en función de la temperatura.

Durante esta última década, se ha producido un cambio muy significativo en la matriz energética de Argentina. El fuerte crecimiento del PBI y la demanda de energía a partir del 2003 pusieron de manifies-

to la insuficiencia de oferta de hidrocarburos nacionales, especialmente de gas natural, que llevó a un desequilibrio de la matriz hacia los recursos no renovables. La participación de la generación hidroeléctrica llegó hasta valores próximos al 30%.

El país cuenta con un elevado potencial de desarrollo hidroeléctrico. La necesidad de retomar un programa de obras llevó a las autoridades a desarrollar dos acciones concurrentes: a) se gestionó y obtuvo un crédito de la Corporación Andina de Fomento (CAF) para la revisión y actualización de los estudios ya existentes que se encontraban totalmente desactualizados en aspectos tecnológicos y sobre todo ambientales, b) se sancionó una norma para retomar la licitación de las obras que se encontraban a nivel de proyecto de referencia. Algunas obras se han iniciado y otras están en proceso de licitación.

Existe una complementariedad natural de los recursos hidroeléctricos de la Cuenca del Plata en comparación con los ubicados en Cuyo, Comahue y Patagonia, que resulta válida más allá de la ocurrencia de anomalías hidrológicas causadas por el fenómeno ENSO o por alguna otra alteración climática. Por otro lado, Argentina tiene un elevado potencial para el desarrollo de obras hidroeléctricas en la zona andina y andino-patagónica, lo que posibilita la implementación de proyectos con importantes capacidades de embalse y, por lo tanto, fuertemente empuntables.

Bolivia tiene una estructura energética basada en la producción de hidrocarburos y exportación de gas natural a sus países vecinos, siendo el principal exportador de este recurso natural en América del Sur.

La matriz energética de Bolivia tiene diversas fuentes y su estructura actual contem-

pla alrededor de un 70% de energía primaria basada en termoelectricidad. En consecuencia, alrededor del 30% está compuesto principalmente por fuentes hidroeléctricas y otras alternativas no convencionales, como la energía solar, la eólica y la biomasa.

Tomando en cuenta la estructura actual de la matriz energética, el gobierno nacional se ha propuesto transformarla hacia el 2025, fecha para la cual se proyecta que un 70% de la misma pase a ser de origen hidroeléctrico; el 26% termoeléctrico; y el 4% restante de energías alternativas.

Asimismo, cabe mencionar que el potencial hidroeléctrico del país se acerca a los 40,000 MW, de los cuales actualmente se utiliza aproximadamente el 1,19%. En este contexto, el cambio de la matriz energética tendrá como eje principal la hidroelectricidad. La Cuenca del Plata tiene un potencial energético relevante en territorio boliviano, siendo los cursos principales los ríos Pilcomayo y Bermejo.

Para el planteamiento de embalses hidroeléctricos, a nivel general, se cuenta con una metodología específica para la caracterización y el diagnóstico de los proyectos hidroeléctricos a nivel nacional. Cabe destacar la existencia de proyectos tendientes a su aprovechamiento para la exportación de energía eléctrica.

En Brasil, el modelo de generación de energía se basa principalmente en la hidroelectricidad. El potencial técnico de aprovechamiento de la energía hidráulica en Brasil está entre los cinco más grandes del mundo, en un país que cuenta con el 13% del agua dulce superficial del planeta. En efecto, cerca de 65,2% de la capacidad nacional de generación de energía está compuesta por centrales hidroeléctricas de gran y mediano porte.

Su potencial hidroenergético es de cerca de 74.000 MW, de los cuales hoy se encuentran en operación aproximadamente 50.000 MW. La subcuenca del Paraná es la región con la mayor capacidad energética instalada, con 62.705 MW (25.36% del total nacional). Existen más de 180 usinas hidroeléctricas instaladas en la región, de grande, mediana y pequeña escala, entre las que se destaca la binacional brasileño-paraguaya Itaipú.

La subcuenca del Paraguay, por su parte, no presenta demasiado potencial para la instalación de grandes centrales hidroeléctricas debido a su topografía más plana. Actualmente, existen en ella 12 en funcionamiento, que generan menos del 1% del país. La subcuenca del Uruguay presenta un buen potencial hidroeléctrico, con una capacidad total de producción de 40,5 KW/km² si se considera a las zonas brasileña y argentina en conjunto, constituye una de las mayores proporciones de energía por km² del mundo.

Vale destacar que en Brasil, además de constituir un factor histórico del desarrollo económico, la energía hidráulica juega un papel importante en la integración y desarrollo de las regiones alejadas de los grandes centros urbanos e industriales.

En Paraguay, si bien las fuentes difieren en los datos, coinciden en señalar la composición contradictoria de la matriz energética, que debería ser una de las más competitivas del mundo debido a la gran disponibilidad de energía hidroeléctrica en su territorio y, sin embargo, al no promocionarse ni facilitarse el acceso a la misma, su disponibilidad ha terminado siendo limitada. Por este motivo, se identifica la necesidad de realizar mejoras que contribuyan a desplazar el fuerte lugar de la biomasa, que va en detrimento de aspectos ambientales, para fortalecer el rol de la energía hidroeléctrica, especialmente considerando que el país es

uno de los cinco principales productores de energía hidroeléctrica del mundo.

En la actualidad, el total de producción de energía del país, sin incluir las pequeñas usinas térmicas, puede estimarse en 7.840 MW, incluyendo el 50% que corresponde a Paraguay de las represas binacionales de Itaipú (con Brasil) y Yacyretá (con Argentina), además del emprendimiento nacional de Acaray.

Respecto de la exportación de energía, los tratados de Itaipú y Yacyretá no permiten la venta de energía eléctrica a terceros países. En lugar de ello, se ha establecido la figura de la cesión de energía no utilizada por el país socio del emprendimiento (Paraguay en ambos casos), a favor de la otra nación socia, acordándose en compensación por esta cesión un ínfimo costo.

En Uruguay, los grandes aprovechamientos hidroeléctricos ya han sido construidos, incluido el emprendimiento binacional de Salto Grande, compartido con Argentina. Históricamente, esta obra junto con el aprovechamiento integral del río Negro, mediante tres embalses en serie destinados a la generación hidroeléctrica, conformaron la estrategia básica del país en materia de aprovechamiento de las energías renovables. Actualmente, sin embargo, el potencial hidroeléctrico nacional remanente es escaso y está vinculado con centrales de generación de porte mediano y a la mini hidráulica.

Por ese motivo, la gran apuesta del país, en vistas del crecimiento sostenido de la demanda, se vincula con la incorporación de energía de origen eólico, fuente con gran potencial en Uruguay, que recién comienza a explotarse.

Uruguay, como ocurre en general con la zona sudeste de Sudamérica y, en particular con

la Cuenca del Plata, se caracteriza por alternancias de ciclos lluviosos y ciclos secos, en muchos casos en clara asociación con fenómenos climáticos de escala planetaria (como el de El Niño y La Niña). Además, el país pertenece a una misma región pluviométrica, dado que normalmente tanto inundaciones como sequías abarcan todo su territorio, siendo imposible concebir una complementariedad hidrológica a nivel nacional.

De esta manera, se verifica que, en años de buena hidraulicidad, la producción hidroeléctrica tiene una participación importante en la producción energética, mientras que cuando la hidraulicidad baja, predomina la generación a partir de derivados de petróleo que deben importarse.

Navegación

La toma de conciencia acerca de la importancia de la navegación fluvial para el desarrollo sostenible es un concepto muy reciente, lo que ha llevado al surgimiento de polémicas de tipo ambiental acerca de la necesidad de instalar o readecuar infraestructuras hídricas que en realidad apuntan a volver la navegación fluvial moderna más segura y eficiente.

En el caso de esta Cuenca, la información estadística disponible y las proyecciones realizadas en diversos estudios sobre navegación en la región muestran una tendencia de crecimiento sostenido en la utilización del modo de transporte fluvial.

La Cuenca presenta dos rutas trasfronterizas principales: a) río Paraguay-Paraná, la ruta más importante que conecta a los países de la Cuenca por su capacidad de transporte de grandes cargas; b) río Uruguay, navegable comercialmente sólo en un tramo de aproximadamente 200 km. En el río Tietê, la navegación se desarrolla en un tra-

mo dentro de Brasil y tiene importancia en el transporte interior de esta nación.

Según los escenarios climáticos, se espera un aumento de las temperaturas medias así como de las precipitaciones (aunque no uniformemente distribuido) y un incremento de los caudales fluviales, probablemente en mayor proporción que el de las precipitaciones teniendo en cuenta cambios de usos del suelo que pueden aumentar la escorrentía; y una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos. En lo que respecta al desarrollo de la navegación, es posible identificar dos consecuencias relevantes de las hipótesis mencionadas. Por un lado, el probable incremento de caudales permite asumir un correlativo incremento de los tirantes de agua medios a lo largo de las rutas navegables y, por otra parte, también aparece como probable un incremento en el transporte de sólidos en suspensión, con el consecuente aumento del riesgo de sedimentación y reducción de las profundidades disponibles.

Entre los múltiples beneficios del uso del transporte fluvial, se encuentran los siguientes: a) reducción de costos de transporte de cargas, derivado de la incorporación e integración del modo fluvial con otros modos de transporte; b) disminución de la saturación del sistema de transporte carretero; c) eficiencia logística de las cadenas productivas y distributivas; d) efectos de oportunidad sobre el medio ambiente; e) efectos de oportunidad sobre el desarrollo local; f) efectos de oportunidad sobre la salud humana.

En efecto, la navegación fluvial es mundialmente reconocida como la modalidad de transporte con mejores indicadores de eficiencia energética, menores tasas de polución atmosférica, más barata y de mayor seguridad operacional. Su apropiación del suelo es acotada y se restringe sólo a

las áreas portuarias, generalmente en regiones planas que demandan una eliminación de la vegetación reducida, y bajos cambios topográficos o del paisaje. Asimismo, genera una contaminación sonora muy reducida, debido a que los motores de las embarcaciones y remolcadores operan en espacios cerrados y bajo la línea de flotación y, además, porque los márgenes de los ríos actúan como barreras contra el ruido. La navegación fluvial tiene indicadores sociales y medioambientales indudablemente superiores que otras modalidades de transporte.

La navegación en el Paraná Inferior y en el Río de la Plata presenta marcadas diferencias en cuanto a sus características naturales. Las limitaciones existentes en cuanto a profundidades naturales comportan dos consecuencias: en los sectores menos profundos, la utilización de embarcaciones (trenes de barcas) con dimensiones compatibles con las restricciones prevaletientes mientras que en los sectores más profundos, la necesidad de significativos esfuerzos económicos para la obtención y conservación de condiciones de navegación.

Asimismo, cabe señalar que el Paraná Inferior y el Río de la Plata son asiento de numerosas instalaciones portuarias, a través de las cuales se canaliza una proporción ampliamente mayoritaria (70%) de la actividad global del sistema portuario de la región.

Las condiciones naturales del río Paraná al norte de la ciudad de Santa Fe, en Argentina (km. 584), limitan claramente las posibilidades de desarrollo de la navegación en función de la existencia de profundidades considerablemente menores que las disponibles al sur de la mencionada ciudad.

Cabe señalar que, aguas arriba de Confluencia (km. 1238), la navegación se desa-

rolla con condiciones similares en cuanto al aprovechamiento de calados. Este último tramo, de jurisdicción compartida entre Argentina y Paraguay, en cuyo recorrido las embarcaciones deben atravesar la esclusa del embalse de Yacyretá, el río es navegable solo hasta la represa de Itaipú, dado que ésta no cuenta con una esclusa.

Si bien el tráfico de graneles sólidos es claramente mayoritario en términos de los volúmenes de carga transportados, también se desarrollan en este tramo tráficos de graneles líquidos (mayoritariamente, importaciones paraguayas de combustibles) y de carga general. El tráfico fluvial en el tramo Santa Fe-Confluencia del río Paraná es en su gran mayoría un tráfico de tipo “pasante” formado por cargas con orígenes o destinos ubicados fuera del tramo en cuestión.

En el tramo del Paraná entre Santa Fe y Puerto San Martín, de poco más de 120 km de extensión, las condiciones de la ruta navegable mantenidas en la actualidad permiten la navegación con calados de hasta 25 pies, encontrándose en proceso de análisis la posibilidad de llevar dicho límite a 28 pies en el corto plazo.

Por su parte, el tramo del Paraná al sur de San Martín, y hasta el Río de la Plata, denominado habitualmente como “vía navegable troncal”, constituye el sector con mayor actividad de navegación de la Cuenca del Plata, y es el sistema portuario y de vías navegables de la Argentina. En la actualidad, este sector de más de 600 km de extensión, ofrece la posibilidad de desarrollar la navegación con calados de hasta 34 pies, encontrándose en proceso de análisis la posibilidad de aumentar dicho límite hasta 36. Desde un punto de vista físico pueden distinguirse a lo largo de esta ruta tres condiciones bien diferenciadas en

lo que hace a las restricciones a la navegación. Hasta aguas abajo de la localidad de San Pedro, la ruta presenta zonas de escasa profundidad alternadas con sectores naturalmente profundos, que resultan mayoritarios en términos de las longitudes acumuladas. Aguas abajo, la ruta se desarrolla en el sector del delta del Paraná (brazo Paraná de las Palmas), donde las profundidades son en general mayores que en los otros sectores y no presenta mayores restricciones para la navegación con los calados, aunque existen muchas curvas, algunas de ellas de radios reducidos que impone restricciones a la eslora de los barcos (máximo de 230 metros).

Por último, la “vía navegable troncal” se desarrolla en el Río de la Plata sobre una extensión de aproximadamente 250 km hasta la salida al océano Atlántico frente a la ciudad de Montevideo. Teniendo en cuenta las escasas profundidades naturales del Río de la Plata, la ruta consiste en un canal artificial prácticamente en toda la extensión.

La actividad de transporte en el Paraná Inferior y el Río de la Plata es significativa, especialmente en la vía troncal, aunque no existen fuentes de información que centralicen los datos correspondientes desde el enfoque de una “vía navegable”.

En el tramo de la hidrovía Paraguay-Paraná, al norte de Santa Fe prevalecen claramente los tráficos en sentido descendente y, en particular, los de graneles sólidos. Se considera que, en la actualidad, el flujo de cargas en dicho tramo se sitúa en el entorno de 20 millones de tn/año.

Los tráficos de origen agrícola estarían abarcando aproximadamente 10 millones de toneladas/año y los tráficos de minerales (casi exclusivamente mineral de hierro)

estarían cerca de los 7 millones de t/año. Se trata de cargas de origen predominantemente paraguayo (en el caso de los productos agrícolas) y brasileño (en el caso de los minerales), con participación hasta ahora minoritaria de la carga de origen boliviano en ambos casos.

Los restantes tipos de carga son los combustibles (importaciones paraguayas, de entre 2 y 3 millones de t/año) y la carga contenerizada (exportaciones e importaciones paraguayas, del orden de 1 millón de t/año). Estas cargas, en su gran mayoría, tienen orígenes o destinos fuera de la Cuenca y generan operaciones de transbordo en puertos. Globalmente, se estima que los tráficos de bajada superan a los de subida aproximadamente en proporción de 4 a 1.

Los movimientos de carga en contenedores, asociados al comercio exterior de productos con un mayor valor unitario y repartido en forma relativamente equilibrada entre exportaciones e importaciones, se desarrollan a través de terminales especializadas localizadas en el área metropolitana de Buenos Aires.

La conservación de las condiciones de navegación y la eventual ejecución de mejoras en las mismas a lo largo de los tramos fluviales hasta aquí presentados se encuentran bajo la responsabilidad de diferentes jurisdicciones y organizaciones. El marco jurídico de la Hidrovía Paraguay –Paraná está compuesto por el Tratado de la Cuenca del Plata, el Acuerdo de Santa Cruz de la Sierra de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná (Puerto de Cáceres-Puerto de Nueva Palmira), de 1992, y sus Protocolos Adicionales y Reglamentos. Este Acuerdo consagra los principios de libre tránsito, la libertad de navegación, la libre participación de banderas en el tráfico entre los países firmantes, la igualdad y la reciprocidad

de trato, la seguridad de la navegación y la protección del medio ambiente.

Desde la segunda mitad del siglo XX, la cuenca del Alto Paraná fue escenario de la instalación de un conjunto de represas hidroeléctricas que limitaron el flujo de los ríos, formando grandes reservorios de agua. Al reequilibrarse la superficie dinámica de los sistemas afectados, se intensificó la erosión en la zona, provocando el repliegue de las vertientes marginales hasta el punto de equilibrio actual. En su totalidad, el tramo Tieté-Paraná cuenta con más de 2,400 kilómetros de vías navegables, 10 represas hidroeléctricas equipadas con esclusas, 19 astilleros y 30 terminales intermodales de carga.

Esta ruta incluye 800 kilómetros de vías fluviales, que transportaron en 2013 alrededor de 4,5 millones de toneladas de carga a granel de largo recorrido. Conformada principalmente por salvado y soja, la mayor parte de esta carga se transporta hasta el estado de San Pablo, donde se hace la transferencia por vía ferroviaria y a través de camiones hasta el puerto de Santos y, desde allí, a los mercados mundiales.

Aguas abajo de la central hidroeléctrica de Itaipú, se encuentra el tramo paraguayo de la hidro vía, cuya integración transfronteriza está actualmente comprometida debido a la inexistencia de un sistema de esclusas en la represa. La construcción de estas esclusas tendría efectos positivos en la integración fronteriza de Brasil, Paraguay y Argentina, y favorecería el comercio internacional y el fortalecimiento del desarrollo en varias regiones de la Cuenca. Vale destacar, sin embargo, que un preocupante contrapunto es el cambio climático, que ha causado graves problemas para la navegación fluvial en la principal ruta comercial, llevando incluso al sistema de generación de energía hi-

droeléctrica de las regiones sur y sudeste de Brasil al estado de alerta.

Se estima que el sistema dispone de una capacidad instalada para movilizar por año aproximadamente 20 millones de toneladas de carga. Esta capacidad contempla flotas de barcasas y remolcadores distribuidos por las terminales y los astilleros de la hidro vía, encargados de transporte de corta, media y larga distancia de aceite, combustible, productos minerales, productos agrícolas y de otras cargas de menor incidencia. Los flujos comerciales son multidireccionales, y tienen como principales vectores a la Región Metropolitana de San Pablo y a los puertos de Santos (San Pablo), San Sebastián (San Pablo) y Paranaguá (Paraná).

La navegabilidad del río Paraguay, junto con la del Paraná, constituye un pilar fundamental de integración de las regiones de la Cuenca del Plata, por lo que se ha constituido en un medio importante para el transporte de las cargas, debido a las ventajas que presenta el transporte fluvial. Específicamente en los casos de Paraguay y de Bolivia, esta vía tiene una trascendencia fundamental en su comercio exterior, en función a su condición de países mediterráneos.

El río Paraguay presenta características de un río de llanura, sujeto a la erosión, el transporte de sedimentos y la sedimentación, por lo que se producen cambios morfológicos en el lecho que en el transcurso del tiempo modifican el canal de navegación. Los niveles variables del río, sujetos al régimen de precipitación, determinan un ciclo hidrológico de aguas bajas (de noviembre a febrero), aguas altas (de mayo a agosto), y aguas medias (durante marzo-abril, y septiembre-octubre). En los periodos de aguas bajas se presentan dificultades generalizadas en la navegación, y más específicamente, la aparición de los pasos críticos.

Dado que el río Paraguay no posee regulación artificial de su caudal, su proceso dinámico conduce a la necesidad de un permanente monitoreo de las profundidades efectivas del canal de navegación a fin de determinar los pasos críticos y mediante trabajos de dragados, facilitar la navegación de las embarcaciones de hasta 10 pies durante todo el año.

El río Paraguay en territorio de costa paraguaya puede ser dividido en tres subtramos: a) Confluencia (km 0)–río Pilcomayo (km 378), compartido con Argentina, permite en los niveles mínimos del río la navegación con calados máximos de 10 pies; b) hasta el río Apa (Km 931), de soberanía paraguaya, es el tramo donde se presentan las mayores dificultades para la navegación por la existencia de pasos rocosos que determinan un calado máximo de 7 pies en épocas de bajantes acentuadas. El proyecto de la Hidrovía Paraguay–Paraná propone garantizar en toda época una profundidad de 10 pies con una revancha de 2 pies, mediante el derrocamiento de 7 pasos rocosos y el dragado de los pasos críticos arenosos; c) hasta Bahía Negra (Km 1250), tramo compartido entre Paraguay y Brasil, presenta condiciones similares al anterior, con la salvedad de que los pasos críticos tienen lechos arenosos, y también cuenta con una propuesta de la Hidrovía para garantizar una profundidad de 10 pies con una revancha de 2.

En las últimas décadas, se ha experimentado un incremento del tráfico fluvial y la carga transportada tanto en el río Paraná como en el Paraguay, debido fundamentalmente al crecimiento de la producción regional, pero también a los niveles elevados de ambos ríos, registrados en el periodo comprendido entre los años 1980-1999, con lo cual desaparecieron temporalmente las

dificultades de profundidad en los llamados pasos críticos. Este último factor propició un clima optimista respecto de las condiciones de navegabilidad del Paraguay y del Paraná, que impactó en el incremento del número de embarcaciones y en la cantidad de carga transportada.

Sin embargo, a partir del año 1999 y hasta el presente, con la llegada de ciclos de aguas bajas, se presentaron serias dificultades para mantener las buenas condiciones de navegación, especialmente en el río Paraguay.

Por su parte, el río Uruguay es navegable sólo en su trecho inferior, desde la ciudad uruguaya de Salto hasta Nueva Palmira, en el estuario del Río de la Plata. Su tramo medio integra a Brasil, Uruguay y Argentina, pero se caracteriza por ser un río de flujo libre que permite sólo la navegación de pequeñas embarcaciones en los períodos de crecida. Aguas arriba de Salto Grande, su lecho de rocas basálticas aflora, dando lugar a rápidos en algunas secciones.

En este río se viene gestando un proceso institucional de creación de lo que se ha dado en llamar Hidrovía del Río Uruguay, asociado a una mejora en las infraestructuras de transporte mediante la inversión de capitales privados y de ambos gobiernos ribereños (Uruguay y Argentina) y a un importante plan de dragado que ha comenzado en octubre de 2014.

La actividad de transporte a lo largo del río Uruguay es considerablemente más reducida que en otros tramos de la red fluvial de la Cuenca del Plata. La administración del río Uruguay está a cargo de la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), integrada por ambos países ribereños.

Resumo executivo

Hidroelectricidade

Os países da Bacia do Prata têm um grande potencial de fontes de energia renováveis, em especial energia hidrelétrica, estimado em cerca de 93.000 MW, dos quais já operam 66%, com a instalação de mais de 150 plantas, 72 delas com potência superior a 10 MW.

Dos cinco países que compõem a Bacia, a Argentina é o que conta com o maior potencial inexplorado, o equivalente a 66% do total (2.650 MW). A Bolívia tem usinas hidrelétricas construídas e em construção, mas localizadas em outras bacias. O Brasil é o país da Bacia do Prata que possui maior potencial hidrelétrico, com cerca de 74.000 MW (corresponde a 80% do potencial total da Bacia), dos quais 67% se encontram em operação (aproximadamente 50.000 MW). Enquanto isso, o Paraguai tem cerca de 14% do potencial hidrelétrico da Bacia, dos quais 67% (cerca de 9.000 MW) já estão sendo explorados. A maior parte da energia desse país é exportada principalmente para Argentina e Brasil. O Uruguai tem em operação quase todo seu potencial hidrelétrico, que constitui aproximadamente 1,5% do total da Bacia (1.515 MW).

A integração do setor hidrelétrico entre os países que compõem a Bacia do Prata, atualmente se concretiza pela existência de três usinas hidrelétricas binacionais e as interligações estabelecidas, podendo tirar proveito da experiência adquirida no passado.

A grande vantagem da interligação elétrica é a possibilidade de transmissão de eletricidade de um país a outro, aproveitando as diferenças e complementaridades dos sistemas elétricos, hábitos de consumo, sazonalidade e variações de temperatura. Além disso, é possível compensar problemas estruturais de um país específico. Neste contexto, a integração elétrica entre os países permite alcançar uma maior confiabilidade dos sistemas de energia para lidar com condições climáticas adversas, problemas técnicos e picos de consumo.

A geração de energia hidrelétrica se adapta às características econômicas da Bacia do Prata, uma vez que permite a criação de novos postos de trabalho e é uma tecnologia madura e conhecida, como também mais econômica que outras fontes de energia. Além disso, atualmente existe uma estrutura institucional (que consiste do Mercosur, Unasur, CIER, OLADE,

etc.) que pode ajudar a fortalecer as ações de integração regional.

Existem oportunidades para fortalecer a integração na região. Uma estratégia de busca do bilateralismo pode ser a chave para uma maior integração energética na Bacia, mas depende do desenvolvimento de um olhar geopolítico dos líderes desses estados, que aposte no consenso e no desenvolvimento dos povos da região.

A América do Sul tem uma posição privilegiada no mundo em relação à disponibilidade de recursos hídricos. No entanto, as mudanças climáticas podem levar a alterações na economia e na gestão dos recursos hídricos, provocando um impacto direto nas usinas hidrelétricas que podem ameaçar a geração de energia.

Na Bacia do Prata, nas últimas décadas, tem havido um aumento sistemático das precipitações, apresentando tendências de aumento de até 30%. Mudanças no uso do solo podem ter contribuído para o aumento da vazão média do rio Paraná desde 1970. No entanto, nós ainda não temos uma visão clara dos impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos da Bacia. Esta incerteza é um obstáculo para o planejamento operacional e a gestão de usinas hidrelétricas.

A geração de barragens com volumes significativos de reservatórios, atenua a possibilidade de riscos relacionados com as mudanças climáticas. Para os planejadores e projetistas, é necessário avaliar as exigências climáticas e, por outro lado, enfrentar o dilema de atingir o maior volume possível de reservatórios em áreas com pouco impacto sobre as populações existentes, ou ainda reduzir esse volume a fim de reduzir a superfície inundada e, assim, minimizar o impacto ambiental. A partir

destes grandes reservatórios e de sua implementação como projetos multiuso, as condições para administrar o risco de desabastecimento de água potável e energia elétrica serão mais viáveis.

Pelas razões mencionadas, faz-se indispensável uma reformulação dos aproveitamentos hidrelétricos futuros, levando em conta a crescente necessidade de energia elétrica, de maiores reservas de água doce e de atenuação da variabilidade climática. Também é necessária uma revisão das obras existentes, com o objetivo de alcançar melhores e maiores contribuições para a satisfação das demandas mencionadas.

Na Argentina, a volatilidade econômica juntamente com a variabilidade climática introduziram requisitos severos para o setor elétrico, traduzidos em variações de demanda a curto e médio prazo. Observou-se uma sensibilidade notável da demanda relacionada à temperatura ambiente, que está fortemente associada com a disseminação de equipamentos de ar condicionado em grandes faixas da população. Isso resultou em uma volatilidade da demanda máxima de potência em função da temperatura.

Durante a última década, uma mudança significativa vem sendo produzida na matriz energética da Argentina. O forte crescimento do PIB e a demanda de energia a partir de 2003 mostraram a insuficiência de oferta de hidrocarbonetos nacionais, especialmente o gás natural, o que levou a um desequilíbrio da matriz de recursos não renováveis. A participação da geração hidrelétrica atingiu valores próximos a 30%.

O país conta com um elevado potencial de desenvolvimento de energia hidrelétrica. A necessidade de retomar um programa de obras levou as autoridades a desenvolver duas ações simultâneas: a) obtenção de um

empréstimo da Corporação Andina de Fomento (CAF) para a revisão e atualização dos estudos existentes que se encontravam ultrapassados, especialmente nos aspectos tecnológicos e ambientais; b) foi sancionada uma norma para retomar a licitação das obras que se encontravam no âmbito de projeto de referência. Algumas obras já foram iniciadas e outras estão em processo de licitação.

Existe uma complementariedade natural dos recursos hidrelétricos da Bacia do Prata em comparação com aqueles localizados em Cuyo, Comahue e Patagônia, que resulta válida para além da ocorrência de anomalias hidrológicas causadas pelo fenômeno ENSO ou por alguma outra alteração climática. Por outro lado, a Argentina possui um potencial elevado para o desenvolvimento de projetos hidrelétricos na área andina e andino-patagônica, permitindo a implementação de projetos com reservatórios de grandes capacidades e, portanto, fortemente viáveis.

A Bolívia conta com uma estrutura energética baseada na produção de hidrocarbonetos e exportação de gás natural para os países vizinhos, sendo o principal exportador deste recurso natural na América do Sul.

A matriz energética da Bolívia possui diferentes fontes e sua estrutura atual inclui cerca de 70% da energia primária com base na termoeletricidade. Consequentemente, cerca de 30% é composto principalmente por fontes hidrelétricas e outras alternativas não convencionais, como a energia solar, a eólica e a biomassa.

Dada a atual estrutura da matriz energética, o governo nacional propôs transformá-la em 2025, data para qual se prevê que 70% da mesma passe a ser de origem hidrelétrica; 26% termoeleétrica; e os restantes 4% de energias alternativas.

Também vale mencionar que o potencial hidrelétrico do país está se aproximando aos 40.000 MW, dos quais atualmente cerca de 1,19% é utilizado. Neste contexto, a mudança da matriz energética terá como eixo principal a hidroeletricidade. A Bacia do Prata tem um potencial energético relevante em território boliviano, sendo os cursos principais os rios Pilcomayo e Bermejo.

Para a abordagem de centrais hidrelétricas, no âmbito geral, existe uma metodologia específica para a caracterização e diagnóstico de projetos hidrelétricos em todo o país. Vale destacar a existência de projetos que tendem a utilizar seu aproveitamento para a exportação de energia elétrica.

No Brasil, o modelo de geração de energia é baseado, principalmente, na energia hidrelétrica. O potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica no Brasil está entre os cinco maiores do mundo, num país que conta com 13% da água doce superficial do planeta. De fato, cerca de 65,2% da capacidade nacional de geração de energia é composta por usinas hidrelétricas de grande e médio porte.

Seu potencial hidroenergético é de cerca de 74.000 MW, dos quais estão em operação hoje cerca de 50.000 MW. A sub-bacia do Paraná é a região com a maior capacidade energética instalada, com 62.705 MW (25,36% do total nacional). Existem mais de 180 usinas hidrelétricas instaladas na região, de grande, média e pequena escala, entre as quais se destaca Itaipu, a binacional brasileiro-paraguaia.

A sub-bacia do Paraguai, por sua vez, não tem muito potencial para a instalação de grandes usinas hidrelétricas devido a sua topografia mais plana. Atualmente, existem nela 12 em funcionamento, que geram menos 1% da energia do país. A sub-bacia

do Uruguai apresenta um bom potencial hidrelétrico, com uma capacidade total de produção de 40,5 KW/km² considerando as zonas do Brasil e Argentina em conjunto, e é uma das maiores proporções de energia por km² do mundo.

Vale destacar que no Brasil, além de ser um fator histórico de desenvolvimento econômico, a energia hidráulica desempenha um papel importante na integração e no desenvolvimento de regiões remotas dos grandes centros urbanos e industriais.

No Paraguai, apesar das fontes diferirem nos dados, coincidem em sinalizar a composição contraditória da matriz energética, que deveria ser uma das mais competitivas do mundo devido à alta disponibilidade de energia hidrelétrica no seu território. No entanto, ao não promover ou facilitar o acesso à mesma, a sua disponibilidade termina sendo limitada. Por esta razão, há a necessidade de melhorias que contribuam para deslocar a fortaleza de biomassa, que é prejudicial para as questões ambientais, para fortalecer o papel da energia hidrelétrica, especialmente considerando que o país é um dos cinco principais produtores de energia hidrelétrica do mundo.

Atualmente o total da produção de energia do país, não incluindo as pequenas usinas térmicas, é estimada em 7.840 MW, incluindo os 50% que correspondem ao Paraguai das binacionais de Itaipu (com o Brasil) e Yacyretá (com a Argentina), além do empreendimento nacional de Acaray.

Quanto a exportação de energia, os tratados de Itaipu e Yacyretá não permitem a venda de energia elétrica a países terceiros. Em vez disso, foi estabelecida a figura da concessão de energia não utilizada pelo país sócio do empreendimento (Paraguai em

ambos os casos), a favor da outra nação sócia cobrando, em comum acordo, um custo quase insignificante.

No Uruguai, as grandes usinas hidrelétricas já foram construídas, incluindo o empreendimento binacional de Salto Grande, compartilhado com a Argentina. Historicamente, com a plena utilização do Rio Negro, mediante três reservatórios em série para geração hidrelétrica, formaram a estratégia básica do país em matéria de aproveitamento das energias renováveis. Atualmente, no entanto, o potencial hidrelétrico nacional remanescente é escasso e está ligado às centrais de geração de energia de médio porte e à mini hidráulica.

Por esta razão, a grande aposta do país, tendo em vista o crescimento sustentado da demanda, está relacionada com a incorporação de energia de origem eólica, fonte com grande potencial no Uruguai, que está apenas começando a ser explorada.

O Uruguai, como geralmente ocorre com a parte sudeste da América do Sul e, em particular, com a Bacia do Prata, é caracterizada alternância de ciclos de chuva e de seca, em muitos casos em associação clara com fenômenos meteorológicos de escala planetária (como o El Niño e La Niña). Além disso, o país pertence a uma mesma região pluviométrica, uma vez que tanto as inundações como as secas costumam cobrir todo o seu território, sendo impossível conceber uma complementariedade hidrológica a nível nacional.

Sendo assim, verifica-se que em anos de boa capacidade hidráulica, a produção de energia hidrelétrica desempenha um papel importante na produção energética, ao passo que quando a capacidade hidráulica é baixa, predomina a geração a partir de produtos importados derivados do petróleo.

Navegação

A conscientização sobre a importância da navegação fluvial para o desenvolvimento sustentável é um conceito muito recente, que levou ao surgimento de polêmicas ambientais sobre a necessidade de instalar ou readaptar infraestruturas hídricas que realmente apontam para fazer com que a navegação fluvial se torne moderna, mais segura e eficiente.

No caso desta Bacia, a informação estatística disponível e as projeções feitas em vários estudos sobre a navegação na região mostram uma tendência de crescimento sustentado na utilização do modo de transporte fluvial.

A Bacia tem duas rotas principais transfronteiriças: a) a hidrovía Paraguai-Paraná é a mais importante, que liga os países da Bacia pela sua capacidade de transportar grandes cargas; b) o Rio Uruguai, que é comercialmente navegável apenas em um trecho de aproximadamente 200 km. No rio Tietê, a navegação ocorre em um trecho do Brasil e é importante no transporte no interior do país.

De acordo com as previsões climáticas, espera-se um aumento das temperaturas médias e das precipitações (embora não seja distribuído de forma uniforme) e um aumento das vazões dos rios, provavelmente em maior proporção do que as precipitações, considerando as mudanças de usos do solo que podem aumentar o escoamento; e um aumento da frequência de eventos climáticos extremos. No que diz respeito ao desenvolvimento de navegação, é possível identificar duas consequências importantes das hipóteses mencionadas acima. Por um lado, o provável aumento das vazões dos rios permite supor um aumento da profundidade média da água ao longo das

hidrovias e, por outro lado, também é provável que ocorra um aumento no transporte de sólidos em suspensão, com o consequente aumento do risco de sedimentação e de redução profundidades disponíveis.

Entre os vários benefícios do uso de hidrovias, destacam-se os seguintes: a) redução dos custos de transporte de cargas, decorrente da inclusão e integração da hidrovía com outros meios de transporte; b) diminuição da saturação do sistema de transporte rodoviário; c) eficiência da logística das cadeias de produção e distribuição; d) efeitos de oportunidade sobre o meio ambiente; e) efeitos de oportunidade sobre o desenvolvimento local; f) efeitos de oportunidade sobre a saúde humana.

Na verdade, a navegação fluvial é reconhecida internacionalmente como o meio de transporte com melhores indicadores de eficiência energética, com menores taxas de poluição atmosférica, o meio mais barato e com maior segurança operacional. Sua apropriação do solo é limitada e está restrita às áreas portuárias, geralmente em regiões planas que demandam uma eliminação reduzida da vegetação e baixas mudanças topográficas ou da paisagem. Além disso, gera uma poluição sonora muito reduzida porque os motores das embarcações e dos rebocadores operam em espaços confinados e abaixo da linha de flutuação e, também, por causa das margens dos rios que atuam como barreiras acústicas. A navegação fluvial tem indicadores sociais e ambientais, sem sombra de dúvida, superiores a outros meios de transporte.

A navegação no baixo Paraná e no Rio da Prata apresenta diferenças marcantes em suas características naturais. As limitações existentes nas profundidades naturais têm duas consequências: nas áreas rasas, a utilização de embarcações (comboios de bar-

caças) com dimensões compatíveis com as restrições predominantes, enquanto que nas áreas mais profundas, a necessidade de significativos esforços econômicos para obter e manter as condições de navegação.

Também deve-se destacar que o baixo Paraná e o Rio da Prata são sede de várias instalações portuárias, através das quais se canaliza a grande maioria (70%) da atividade global do sistema portuário da região.

As condições naturais do rio Paraná ao norte da cidade de Santa Fé, na Argentina (km 584) limitam claramente as possibilidades de desenvolvimento da navegação porque a profundidade aí é consideravelmente inferior às disponíveis no sul desta cidade.

Deve-se destacar que, à montante de Confluencia (Km 1238), a navegação se desenvolve em condições semelhantes às relacionadas com o aproveitamento das profundidades. Este último trecho, de jurisdição compartilhada entre a Argentina e o Paraguai, onde as embarcações devem atravessar o sistema de transposição da barragem de Yacyretá, o rio é navegável apenas até a barragem de Itaipu, porque esta não tem sistema de transposição.

Apesar do tráfego de granéis sólidos ser claramente maior em termos dos volumes transportados de carga, também se desenvolve neste trecho o tráfego de granéis líquidos (principalmente, as importações paraguaias de combustíveis) e de carga em geral. O Tráfego fluvial no trecho de Santa Fe-Confluencia do rio Paraná é, na sua grande maioria, um tráfego do tipo "esporádico" composto por cargas com origens ou destinos localizados fora do trecho em questão.

No trecho do Paraná entre Santa Fe e Puerto San Martín, com pouco mais de 120 km

de extensão, as condições da rota navegável mantidas atualmente permitem a navegação com profundidades de até 25 pés, e encontra-se em processo de análise a possibilidade de aumentar este limite para 28 pés, num curto prazo.

Por outro lado, o trecho do Paraná ao sul de San Martín, até o do Rio da Prata, comumente chamado como "a espinha dorsal da hidrovia" é o trecho mais movimentado de navegação da Bacia do Prata, e é o sistema portuário e de hidrovias da Argentina. Atualmente, este trecho com mais de 600 km de extensão oferece a possibilidade de desenvolver a navegação com profundidades de até 34 pés, e está em análise a possibilidade de aumentar esse limite para até 36. Desde o ponto de vista físico, pode-se distinguir ao longo deste percurso três condições bem distintas, no que se refere às restrições à navegação. À jusante da cidade de San Pedro, a rota tem áreas rasas alternadas com trechos naturalmente profundos, que são a maioria em termos de comprimento acumulado. À jusante, a rota se desenvolve no delta do Paraná (braço Paraná das Palmas), onde as profundidades são geralmente maiores do que em outros trechos e não tem grandes restrições para navegação com as profundidades, embora haja muitas curvas, algumas delas de raios reduzidos que impõem restrições ao comprimento das embarcações (até 230 metros).

Finalmente, a "espinha dorsal da hidrovia" se desenvolve no Rio da Prata numa área de aproximadamente 250 km até a saída para o Oceano Atlântico em frente à cidade de Montevideo. Considerando as escassas profundidades naturais do Rio da Prata, a rota é um canal artificial praticamente em toda sua extensão.

A atividade de transporte no Baixo Paraná e no Rio da Prata é significativa, espe-

cialmente na espinha dorsal, embora não existam fontes de informação que centralizem os dados a partir da perspectiva de uma "hidrovia".

No trecho da hidrovia Paraguai-Paraná, ao norte de Santa Fe prevalece claramente o tráfego no sentido descendente, principalmente o de grãos sólidos. Considera-se que atualmente o fluxo de cargas nesse trecho está em torno de 20 milhões t/ano. O tráfego de origem agrícola estaria abrangendo aproximadamente 10 milhões de t/ano, e o tráfego de minérios (minério de ferro quase exclusivamente) estaria perto de 7 milhões de t/ano. Predominam as cargas paraguaias (no caso dos produtos agrícolas) e brasileiras (no caso dos minerais), com a participação, até agora, minoritária de carga boliviana nos dois casos.

Os outros tipos de carga são combustíveis (importações paraguaias, entre 2 e 3 milhões de t/ano) e carga em contêiner (exportações e importações paraguaias, na ordem de 1 milhão de t/ano). Estas cargas, na maioria das vezes, têm origem ou destino fora da Bacia e geram operações de transbordo em portos. No total, estima-se que o tráfego de baixada superou o de subida em uma proporção aproximada de 4 a 1.

Os movimentos de carga em contêiner, associados ao comércio exterior de produtos com um valor unitário superior e distribuído de modo relativamente equilibrado entre as exportações e importações, se desenvolvem através de terminais especializados localizados na área metropolitana de Buenos Aires.

A conservação das condições de navegação e a eventual execução de melhorias nas mesmas ao longo dos trechos fluviais apresentados até aqui, estão sob a responsabilidade de diferentes jurisdições e organizações. O

marco jurídico da Hidrovia Paraguai-Paraná é composto pelo Tratado da Bacia do Prata, pelo Acordo de Santa Cruz de la Sierra de Transporte Fluvial pela Hidrovia do Paraguai-Paraná (Puerto de Cáceres – Puerto de Nueva Palmira), de 1992, e pelos Protocolos Adicionais e Regulamentos. Este Acordo estabelece os princípios de livre circulação, a liberdade de navegação, a livre participação de bandeiras no tráfego entre os países signatários, a igualdade e a reciprocidade de tratamento, a segurança da navegação e a proteção do meio ambiente.

Desde a segunda metade do século XX, a bacia do Alto Paraná sediou a instalação de uma série de hidrelétricas que limitaram o fluxo dos rios, formando grandes reservatórios de água. Ao reequilibrar a superfície dinâmica dos sistemas afetados, intensificou-se a erosão na área, provocando um recuo nas margens até o ponto de equilíbrio atual. Na sua totalidade o trecho Tietê-Paraná tem mais de 2.400 quilômetros de hidrovias, 10 hidrelétricas equipadas com sistemas de transposição, 19 estaleiros e 30 terminais intermodais de carga.

Esta rota inclui 800 quilômetros de hidrovias, que transportaram em 2013 aproximadamente de 4,5 milhões de toneladas de carga a granel em um longo percurso. Composta principalmente de farelo e soja, a maior parte desta carga é transportada até o estado de São Paulo, onde é transferida por via férrea e por caminhões até o porto de Santos e de lá para os mercados internacionais.

À jusante da Usina Hidrelétrica de Itaipu está o trecho paraguaio da hidrovia, cuja integração transfronteiriça está atualmente comprometida devido à falta de um sistema de transposição na represa. A construção desse sistema de transposição teria efeitos positivos na integração

limítrofe do Brasil, Paraguai e Argentina, e favoreceria o comércio internacional e o fortalecimento do desenvolvimento em várias regiões da Bacia. Destaca-se, no entanto, que um contraponto preocupante é a mudança climática que tem causado sérios problemas para a navegação fluvial na rota principal de comércio, deixando em estado de alerta até mesmo o sistema de geração de energia hidrelétrica das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Estima-se que o sistema tenha uma capacidade instalada para mobilizar anualmente aproximadamente 20 milhões de toneladas de carga. Esta capacidade considera frotas de barcaças e rebocadores distribuídos nos terminais e estaleiros da hidrovia, responsáveis pelo transporte de óleo, combustível, produtos minerais, produtos agrícolas e outras cargas de menor incidência, para curta, média e longa distância. Os fluxos comerciais são multidirecionais, e têm seus principais vetores na Região Metropolitana de São Paulo e nos portos de Santos (São Paulo), São Sebastião (São Paulo) e Paranaguá (Paraná).

A navegabilidade do rio Paraguai, junto com a do Paraná, constitui um alicerce importante para a integração das regiões da Bacia do Prata, pelo que se tornou um importante meio para o transporte de cargas, devido às vantagens do transporte fluvial. Especificamente nos casos do Paraguai e da Bolívia, esta rota é de fundamental importância para o comércio exterior, em função da sua condição de países mediterrâneos.

O rio Paraguai tem características de um rio de planície, sujeito à erosão, transporte de sedimentos e à sedimentação, pelo que se produzem alterações morfológicas no leito do rio e ao longo do tempo modificam o canal de navegação. Os níveis variáveis do rio, sujeitos ao regime de precipitação, de-

terminam um ciclo hidrológico de vazante (de Novembro a Fevereiro), de cheia (de maio a agosto), e de águas médias (durante março-abril e setembro-outubro). Em períodos de vazante surgem dificuldades generalizadas na navegação, e mais especificamente, o aparecimento das etapas críticas.

Uma vez que o rio Paraguai não tem regulação artificial de sua vazão, seu processo dinâmico leva à necessidade de monitoração contínua das profundidades efetivas do canal de navegação para determinar as etapas críticas e através de obras de dragagem, facilitar a navegação das embarcações de até 10 pés durante o ano todo.

O rio Paraguai no território da costa paraguaia pode ser dividido em três subtrechos: a) Confluencia (km 0) – rio Pilcomayo (km 378), compartilhado com a Argentina, permite nos níveis mínimos do rio a navegação com profundidades máximas de 10 pés; b) até o rio Apa (km 931), de soberania paraguaia, é o trecho onde aparecem as maiores dificuldades para a navegação devido à existência de passagens rochosas que determinam uma profundidade máxima de 7 pés na época de vazantes acentuadas. O projeto da Hidrovia Paraguai-Paraná visa garantir o tempo todo uma profundidade de 10 pés, com uma revanche de 2 pés, com o derrocamento de 7 passagens rochosas e a dragagem das etapas críticas de areia; c) até Bahia Negra (Km 1250), trecho compartilhado entre o Paraguai e o Brasil, apresenta condições semelhantes ao anterior, exceto que as etapas críticas têm leitos de areia, e também contam com uma proposta da Hidrovia para garantir uma profundidade de 10 pés com uma revanche de 2.

Nas últimas décadas, houve um aumento no tráfego fluvial e no transporte de carga tanto no rio Paraná como no rio Paraguai, devido principalmente ao crescimento da

produção regional, mas também devido aos níveis elevados de ambos os rios, registrado no período entre os anos de 1980-1999, com o qual desapareceram temporariamente as dificuldades de profundidade nas chamadas passagens críticas. Este último fator levou a um clima otimista em relação às condições de navegação dos rios Paraguai e Paraná, que causou impacto no aumento do número de embarcações e na quantidade de carga transportada.

No entanto, a partir do ano de 1999 até o presente, com a chegada dos ciclos de vazante, sérias dificuldades foram apresentadas para manter as boas condições de navegação, principalmente no Rio Paraguai.

Por um lado, o rio Uruguai é navegável apenas em seu trecho mais baixo, a partir da cidade uruguaia de Salto até Nueva Palmira, no estuário do Rio da Prata. Seu trecho médio integra o Brasil, o Uruguai e a Argenti-

na, mas é caracterizado como ser um rio de fluxo livre e só permite a navegação de pequenas embarcações em períodos de cheia. À montante de Salto Grande seu leito de rochas basálticas aflora, e é mais rápido em alguns trechos.

Neste rio tem sido desenvolvido um processo institucional de criação do que se chamou a Hidrovia do Rio Uruguai, associado a uma melhoria na infraestrutura de transporte através do investimento de capital privado de ambos os governos ribeirinhos (Uruguai e Argentina) e um grande plano de dragagem, que começou em outubro 2014.

A atividade de transporte ao longo do rio Uruguai é consideravelmente menor do que em outras partes da rede fluvial da Bacia do Prata. A administração do Rio Uruguai está sob a responsabilidade da Comissão Administrativa do Rio Uruguai (CARU), composta por ambos os países ribeirinhos.

Executive summary

Hidroelectricity

The La Plata Basin countries have a great potential of renewable energy sources, particularly hydroelectric power, which is estimated to be in the region of 93,000 MW, of which 66% is being exploited with the installation of more than 150 plants, 72 of which have a power level greater than 10 MW.

Of the five countries that make up the Basin, Argentina has the greatest undeveloped potential, equal to 66% of the total (2,650 MW). Bolivia has hydroelectric power plants that are either built or under-construction, but they are located in other basins. Brazil has the greatest hydroelectric potential in the La Plata Basin with about 74,000 MW (80% of the Basin's total potential), of which 67% is in operation (approximately 50,000 MW). Paraguay, on the other hand, possesses 14% of the hydroelectric potential of the Basin, 67% of which (about 9,000 MW) is being developed and mostly exported to Argentina and Brazil. Almost all of Uruguay's hydroelectric potential is in operation, which represents about 1.5% of the Basin's total (1,515 MW).

The integration of the hydroelectric sector among the La Plata Basin countries has been achieved by means of three binational hydroelectric power plants and the interconnections already established, making use of the experience acquired in the past.

The great advantage of electrical interconnection is the possibility to send electric power from one country to another, benefiting from the differences and complementarities of electrical systems, consumption habits and temperature seasonality and variability. There is also the possibility to compensate for the structural problems of a given country. In this sense, the electrical integration among the countries brings about a greater reliability of the energy systems to face adverse meteorological conditions, technical problems and peak consumption.

Hydroelectric power generation adapts to the economic features of the La Plata Basin since it allows new jobs to be created and constitutes a mature and well-known technology which is also cheaper than other energy sources. Besides, there is, at present, an institutional structure (comprised of Mercosur, Unasur, CIER, OLADE, etc)

which can help to reinforce regional integration actions.

There are opportunities to strengthen integration in the region. A strategy aimed at bilateralism might be the key to a greater energy integration in the Basin, but it depends on the promotion of a geopolitical vision by the leaders of these states that supports consensus and the development of the peoples of the region.

South America has a privileged position in the world as regards its availability of water resources. However, climate change might lead to alterations in the economy and the management of water resources, with direct consequences on hydroelectric power plants that might jeopardise energy generation.

There has been a systematic rainfall increase in the La Plata Basin over the last decades, with increasing trends of up to 30%. Land use changes might have contributed to the increase in the mean flow of the Paraná river since 1970. However, a clear vision of the impacts of climate change on the water resources of the Basin is still missing. This uncertainty hinders the operational planning and management of hydroelectric power plants.

The possibility to build dams with very large reservoir storage capacity is known to be a tool that reduces the risks posed by climate change. For planners and schemers, it is necessary to assess the climate requirements and, at the same time, face the dilemma of achieving the largest possible reservoir storage capacity in areas with little impact on existing settlements, or else, reducing that storage capacity in order to reduce the flooded surface and, thus, the environmental impact. With the implementation of these large multipurpose res-

ervoirs, it will be possible to better manage the risk of shortage in the supply of drinking water and electricity.

For the mentioned reasons, a reengineering of future hydroelectric developments is essential in view of the growing need for electric power, greater freshwater reserves and mitigation of climate variability. Additionally, existing works need to be reviewed in order to make better and greater contributions to meeting the mentioned demands.

In Argentina, economic volatility together with climate variability have introduced very severe requirements into the electricity sector since they translate into demand variations in the short and medium term. A noticeable demand sensitivity with respect to air temperature has been observed, which is strongly associated with the spread of air conditioning equipment in large sectors of the population. This has brought about a volatility of peak electricity demand based on temperature.

Over the last decade, there has been a very significant change in the energy matrix of Argentina. The strong GDP and energy demand growth that started in 2003 clearly showed an insufficiency in the supply of national hydrocarbons, mainly natural gas, which led to a matrix imbalance towards non-renewable resources. The share of hydroelectric power generation reached values near 30%.

The country has a high potential for hydroelectric development. The need to resume a works scheme led the authorities to develop two concurrent actions: a) a loan was requested and obtained from the Andean Development Corporation (CAF, for its acronym in Spanish) to review and update the existing studies whose technological and environmental aspects were

completely out of date; b) a regulation was passed to resume bidding for works that were at reference project level. Some works have been initiated and other are in bidding process.

There is a natural complementarity of the hydroelectric resources of the La Plata Basin in comparison with those located in Cuyo, Comahue and Patagonia, which is valid regardless of the occurrence of hydrological anomalies caused by the ENSO phenomenon or other climate alterations. On the other hand, Argentina has a high potential for the development of hydroelectric works in the Andean and Andean-Patagonian region that would enable the implementation of large reservoir projects with peaking generation capacity.

Bolivia, whose energy structure is based on hydrocarbon production and natural gas exports to neighbouring countries, is the main exporter of this natural resource in South America.

The energy matrix of Bolivia has different sources and its present structure comprises about 70% of primary energy based on thermoelectricity. Therefore, about 30% mainly consists of hydroelectric sources and other non-conventional alternatives, such as solar and wind energy and biomass.

Considering the present structure of its energy matrix, the national government has decided to change it by 2025, the year in which it is projected that 70% of it will come from hydroelectricity; 26% from thermoelectricity; and the remaining 4% from alternative energies.

In addition, it is worth mentioning that the country's hydroelectric potential is about 40,000 MW, of which approximately 1.19%

is currently being used. In this context, hydroelectricity will be the main axis of the energy matrix change. The La Plata Basin has an important energy potential in Bolivian territory, with the Pilcomayo and Bermejo being the main river courses.

As regards the approach to hydroelectric reservoir planning, there is, in general, a specific methodology for the characterisation and diagnosis of hydroelectric projects at the national level. It is worth highlighting the existence of hydroelectric development projects for exporting electric power.

In Brazil, the energy generation model is mainly based on hydroelectricity. The technical potential for the development of hydraulic energy in Brazil, a country with 13% of the planet's surface fresh water, ranks among the top five in the world. In fact, about 65.2% of the national energy generation capacity consists of large and medium-sized hydroelectric power plants.

Their hydroenergy potential is about 74,000 MW, of which approximately 50,000 MW are currently in operation. The sub-basin of the Paraná river is the region with the largest installed energy capacity, with 62,705 MW (25.36% of the national total). There are over 180 large, medium and small-sized hydroelectric power plants installed in the region, among which the binational Brazilian-Paraguayan Itaipú dam stands out.

The sub-basin of the Paraguay river, on the other hand, does not have enough potential for the installation of large hydroelectric power plants as a result of its flatter topography. At present, there are 12 plants in operation, which generate less than 1% of the national total. The Uruguay river sub-basin has a good hydroelectric potential, with a total production capacity of 40.5 KW which,

if the Argentine and Brazilian areas are considered as a whole, represents one of the largest amounts of energy per square kilometre in the world.

It is worth pointing out that hydropower in Brazil, besides being a historical factor of economic development, plays a key role in the integration and development of areas far away from the major urban and industrial centres.

In Paraguay, although the sources differ from the data, they both point out the contradictory composition of the energy matrix, which should be one of the most competitive ones in the world due to the abundance of hydroelectric power in the territory and yet, since access to it is not either promoted or facilitated, its availability has ended up being limited. For this reason, there is a need to make improvements that will contribute to shifting the biomass dominance, which is in detriment to environmental aspects, in order to strengthen the role of hydroelectric power, especially taking into account that the country is one of the world's main hydroelectricity producers.

At present, the total energy production of the country, without including the small thermal power plants, is estimated at 7,840 MW, including the 50% that belongs to Paraguay from the binational dams of Itaipú (with Brazil) and Yacyretá (with Argentina), besides the national undertaking of Acaray.

As regards energy exports, the Itaipú and Yacyretá treaties do not allow electric power to be sold to third countries. Instead of this, it has been established that the energy that is not used by the partner country (Paraguay in both cases) is transferred to the other partner nation, and in

compensation for this cession, a minimum price is agreed upon.

In Uruguay, large hydroelectric developments have been built, including the binational undertaking of Salto Grande, shared with Argentina. Historically, this work together with the integrated development of the Negro river by means of three reservoirs in series for hydroelectricity generation have been the basic strategy of the country concerning the development of renewable energies. At present, however, the remaining national hydroelectric potential is scarce and is associated with medium-sized plants and mini hydro.

For this reason, and in view of the steady growth in demand, the country's big challenge has to do with the incorporation of wind energy, a source with great potential in Uruguay which has just started being exploited.

Uruguay, as it generally occurs in the southeast region of South America and particularly in the La Plata Basin, is characterised by alternating rainy and dry cycles, which, in many cases, are clearly associated with planetary-scale climate phenomena (such as El Niño and La Niña). In addition, the country is within the same rainfall region, since both floods and droughts normally encompass all the territory, as a result of which it is impossible to think of a hydrological complementarity at the national level.

Consequently, there is evidence that in years of good water availability, hydroelectricity production has a significant share in energy production whereas when water availability is low, generation from petroleum products that must be imported predominates.

Navegation

Raising awareness of the importance that river navigation has for sustainable development is a very recent concept, which has brought about environmental controversies regarding the need to install or readjust water facilities which are, in fact, aimed at making modern river navigation safer and more efficient.

In the case of this Basin, the available statistical information and the projections carried out in different studies on navigation in the region show a trend of sustained growth in the use of river transport.

The Basin presents two main transboundary routes: a) the Paraguay-Paraná river system, the most important waterway connecting the Basin countries since large cargo amounts can be transported on it; b) the Uruguay river, which is commercially navigable only over a 200 km stretch. Navigation on the Tietê river takes place along a segment within Brazil and it is important for the country's inland transportation.

Climate scenarios predict an increase (although not evenly distributed) in mean temperatures and rainfall, as well as an increase in river flows, probably at a higher rate than rainfall taking into account land use changes which might increase runoff; and a higher frequency of extreme climate events. As regards the development of navigation, two significant consequences of the mentioned hypotheses can be identified. On the one hand, the predicted increase in streamflow will be accompanied by an increase in mean water depths along navigable routes and, on the other hand, an increase in the transport of suspended solids is expected to occur with the consequent increase in the risk of sedimentation and a decrease in available depths.

Among the multiple benefits of using river transport, the following can be mentioned: a) reduced cargo transport costs as a result of incorporating and integrating the river as another mode of transport; b) a reduced saturation of the road transport system; c) logistically-efficient production and distribution chains; d) the effects of opportunity on the environment; e) the effects of opportunity on local development; f) the effects of opportunity on human health.

In fact, river navigation is globally recognised as the cheapest and operationally safest mode of transport with the best energy efficiency indicators and the lowest air pollution indices. Land appropriation is reduced and only restricted to port areas, generally in plain regions that require little vegetation removal and very few topographic or landscape changes. In addition, it generates a very reduced noise pollution due to the fact that vessel and towboat engines operate in closed spaces and below the waterline, and also because river banks act as noise barriers. River navigation has social and environmental indicators that are undoubtedly superior to other modes of transport.

Navigation on the Lower Paraná and the La Plata River presents marked differences in terms of their natural characteristics. The existing limitations as regards natural depths have two consequences: in shallower sectors, the use of vessels (barges) with dimensions compatible with the prevailing restrictions whereas in deeper sectors, the need for significant economic efforts to obtain and maintain navigation conditions.

Additionally, the Lower Paraná and the La Plata River contain numerous port facilities through which most (70%) of the global activity of the region's port system takes place.

The natural conditions of the Paraná river north of the city of Santa Fe, in Argentina (584 km), clearly restrict the possibilities to develop navigation due to the existence of considerably shallower depths than those available south of the mentioned city.

Upstream of Confluencia (1238 km), navigation is conducted under similar conditions as regards the utilisation of water depths. In this last section, whose jurisdiction is shared between Argentina and Paraguay and along which vessels must pass through the Yacyretá dam ship lock, the river is only navigable up to the Itaipú dam since it does not have a ship lock.

Although solid bulk traffic clearly predominates in terms of the amounts of cargo conveyed, traffic of liquid bulk (mainly fuel imports from Paraguay) and general cargo also take place in this section. River traffic in the Santa Fe-Confluencia section of the Paraná river is mostly a "pass-through" type of traffic comprised of cargo with origins and destinations located outside this section.

In the section of the Paraná river between Santa Fe and the Port of San Martín, which is about 120 km long, the current navigation conditions allow vessels of up to 25 feet in draft and the possibility to extend this limit to 28 feet in the short term is being analysed.

On the other hand, the section of the Paraná river south of San Martín and up to the La Plata River, usually referred to as the "main navigable waterway", constitutes the busiest navigation sector in the La Plata Basin, and it is Argentina's port and navigable waterway system. At present, this sector, which is more than 600 km long, offers the possibility to develop navigation with depths of up to 34 feet, and the possibility

to extend this limit to 36 feet is being analysed. From the physical viewpoint, three well differentiated conditions concerning restrictions to navigation can be identified along this route. Downstream of the city of San Pedro, the route presents shallow zones alternating with naturally deep sectors, which predominate in terms of the accumulated lengths. Downstream, the route unfolds in the sector of the Paraná river delta (Paraná de las Palmas branch) where depths are generally greater than in other sectors and do not present greater restrictions to navigation, although there are many curves, some of them with reduced radii that impose vessel length restrictions (maximum of 230 metres).

Finally, the "main navigable waterway" extends along the La Plata River for approximately 250 km until it empties into the Atlantic ocean in front of the city of Montevideo. Taking into account the scarce natural depths of the La Plata River, the route is almost entirely an artificial channel.

There is a significant transport activity on the Lower Paraná and the La Plata River, especially on the main waterway, although there are no information sources containing the pertinent data from the perspective of a "navigable waterway".

In the section of the Paraguay-Paraná waterway north of Santa Fe, downbound traffic clearly predominates, particularly, solid bulk traffic. At present, the cargo flow in this section amounts to approximately 20 million tons/year.

Transportation of farm products totals approximately 10 million tons/year whereas transportation of minerals (iron, almost exclusively) amounts to about 7 million tons/year. Most of this cargo comes from Paraguay (in the case of farm products) and

Brazil (in the case of minerals), with a small participation of Bolivia in both cases.

The remaining types of cargo comprise fuels (Paraguayan imports ranging between 2 and 3 million tons/year) and containerised cargo (Paraguayan exports and imports that amount to 1 million tons/year). Most of this cargo has origins or destinations located outside the Basin and generates transfer operations at ports. Globally, it is estimated that downbound traffic exceeds upbound traffic by a ratio of approximately 4 to 1.

The movement of containerised cargo, associated with the international trade of goods with a higher unit value and distributed in a relatively balanced way between exports and imports, is carried out through specialised terminals located in the metropolitan area of Buenos Aires.

Maintenance of good navigation conditions and the eventual execution of improvement work along the previously described river sections are under the responsibility of different jurisdictions and organisations. The legal framework of the Paraguay-Paraná waterway consists of the La Plata Basin Treaty, the 1992 Agreement of Santa Cruz de la Sierra on River Transport through the Paraguay-Paraná Waterway (Ports of Cáceres and Nueva Palmira) and their Additional Protocols and Regulations. This agreement adopts the principles of freedom of transit, freedom of navigation, free participation of flags in the trade among the signatory countries, equal and reciprocal treatment, navigation safety and environmental protection.

Since the second half of the twentieth century, several hydroelectric dams have been built within the Upper Paraná river basin which restricted the natural river flow

with the creation of large water reservoirs. As a result, the affected systems needed to restore their original dynamic equilibrium, which intensified erosion in the area and brought about a recession of the bank drainage areas. The Tietê-Paraná section has over 2,400 kilometres of navigable waterways, 10 hydroelectric dams equipped with locks, 19 shipyards and 30 intermodal freight terminals.

This route includes 800 kilometres of waterways which in 2013 transported approximately 4.5 million tons of long-distance bulk cargo. Most of this cargo, consisting mainly of soy and bran, is transported up to the state of São Paulo, where it is transferred by trains and trucks to the port of Santos, and from there to the international markets.

The Paraguayan section of the waterway is located downstream of the Itaipú hydroelectric dam but its transboundary integration is being jeopardised by the lack of a lock system at the dam. The construction of these locks would have a positive effect on the cross-border integration of Brazil, Paraguay and Argentina and would favour international trade and strengthen development in various regions of the Basin. However, a disturbing counterpoint is climate change, which has seriously affected river navigation along the main commercial route and even brought the hydroelectric power generation system in the southern and southeastern regions of Brazil to a state of alert.

The system is estimated to have an installed capacity to convey about 20 million tons of cargo annually. This capacity includes barge and towboat fleets distributed around the waterway's terminals and shipyards for short, medium and long-distance transportation of oil, fuel, mineral and agri-

cultural products, and other less important cargo commodities. Commercial flows are multi-directional and their main vectors are the Metropolitan Region of São Paulo and the ports of Santos (São Paulo), San Sebastian (São Paulo) and Paranaguá (Paraná).

Navigability on the Paraguay river, together with the Paraná river, is a key pillar of integration of the La Plata Basin regions and, as a result, it has become an important means of cargo transportation. Specifically in the cases of Paraguay and Bolivia, this waterway is essential to their international trade, since they are both landlocked nations.

The Paraguay river has the characteristics of a plain river, subject to erosion, sediment transport and sedimentation, as a result of which its riverbed undergoes morphological changes which, over time, modify the navigation channel. The river's changeable levels, subject to the rainfall regime, establish a hydrological cycle of low waters (from November to February), high waters (from May to August) and medium waters (during March-April and September-October). During the low-water period, there are generalised navigation difficulties and, more specifically, critical fairway sections appear.

Since the Paraguay river is not artificially regulated, its dynamic process makes it necessary to permanently monitor the effective depths of the navigation channel in order to identify the critical sections and, by means of dredging work, facilitate navigation of vessels of up to 10 feet in draft all year round.

When the Paraguay river flows through Paraguayan territory, it can be divided into three sub-sections: a) the one stretching from Confluencia (km 0) to the Pilcomayo river (km 378), which is shared with Argentina, and where vessels of up to 10

feet in draft can navigate at minimum water levels; b) the one stretching up to the Apa river (km 931), which belongs to Paraguay and presents the greatest difficulties for navigation due to the existence of rocky sections which determine a maximum 7-foot draft during periods of marked low water. The Paraguay-Paraná Waterway project proposes to ensure a 10-foot depth with a 2-foot clearance at all times through the demolition of 7 rocky sections and the dredging of critical sandy sections; c) the one stretching up to Bahía Negra (km 1,250), which is shared between Paraguay and Brazil and presents similar conditions to the previous one, except for the fact that the critical fairway sections have sandy bottoms; there is also a proposal by the Waterway to ensure a 10-foot depth with a 2-foot clearance.

Over the last decades, there has been an increase in river transport and in the goods conveyed both on the Paraná and the Paraguay rivers, mainly as a result of the regional production growth as well as the high water levels in both rivers observed over the 1980-1999 period, which temporarily removed the depth obstacles in the critical sections. This last factor brought about favourable navigation conditions on the Paraguay and Paraná rivers, which was reflected in the increase in the number of vessels and in the amount of transported cargo.

However, since 1999 and up to the present, with the onset of low-water cycles, it has been seriously difficult to keep good navigation conditions, especially along the Paraguay river.

On the other hand, the Uruguay river is only navigable on its lower stretch, from the Uruguayan city of Salto to Nueva Palmira, in the La Plata River estuary. Its medium stretch comprises Brazil, Uruguay

and Argentina, but it is a free-flowing river along which only small vessels can navigate during high-water periods. Upstream of Salto Grande, its basalt riverbed emerges, producing rapids in some sections.

There has been an institutional process taking place for the creation of the "Uruguay River Waterway" in order to improve the transport infrastructure through the investment of private capital and of both riparian governments (Uruguay and Ar-

gentina) and the implementation of an important dredging plan which started in October 2014.

The transport activity along the Uruguay river is considerably more reduced than on other sections of the river network within the La Plata Basin. The administration of the Uruguay river is under the responsibility of the Administrative Commission of the Uruguay River (CARU, for its acronym in Spanish), integrated by both riparians.

Sección 1:

Hidroelectricidad

1 Introducción general: la generación de energía hidroeléctrica en la Cuenca del Plata

La Cuenca del Plata es la segunda más grande de América del Sur y la quinta mayor en el mundo, con una superficie aproximada de 3,1 millones de kilómetros cuadrados. Ocupa aproximadamente el 17% de la superficie de Sudamérica y abarca territorios de cinco países: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay (Figura 1.1).

Se estima que alrededor del 50% de los habitantes de estas naciones se concentra en la zona de la Cuenca y, para 2025, se proyecta que la población establecida en el área será de aproximadamente 149 millones. Además, se calcula que alrededor del 70% del PBI de los cinco países mencionados se genera dentro de la Cuenca (en la Tabla 1.1 pueden observarse las cifras de

PBI de cada uno de ellos). En efecto, en el área de la Cuenca del Plata se produce el 90% de los granos y oleaginosas y el 70% del ganado bovino de Argentina, así como el 80% del ganado bovino de Bolivia, del 10 al 30% de la producción de granos de Brasil, el 100% de la producción de granos de Paraguay y el 100% de los cereales y aceite vegetal de Uruguay.

Los países de la Cuenca tienen un gran potencial de fuentes de energía renovables, en particular en lo que respecta a la energía hidroeléctrica, que se estima en cerca de 93.000 MW, de los cuales ya se explota un 66%. Como puede verse en la Tabla 1.2 y 1.3, este potencial se encuentra desigualmente distribuido entre ellos, lo que ha permitido la instalación de más de 150 plantas de energía hidroeléctrica, de las cuales 72 manejan niveles superiores a los 10 MW. Las principales usinas se encuentran listadas en la Tabla 1.4.

Tabla 1.1

Población y población urbana por país. Producto Bruto Interno por país

País (*)	Población (en millones de habitantes)	% Población urbana	PBI (en millones de dólares)	PBI <i>per cápita</i> (**) (en dólares)
Argentina	41,775	94,0	477.028,3	11.614,4
Bolivia	10,598	68,3	27.035,1	2.625,1
Brasil	201,497	86,3	2.249.090,9	11.334,8
Paraguay	6,888	64,1	24.595,3	3.684,7
Uruguay	3,418	92,8	49.918,7	14.703,3
Total	264,176	86,3	2.827.668,3	86,3

(*) Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

(**) Según precios de mercado en 2012.

Fuente: Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. CEPAL, 2014.

Figura 1.1

Mapa general de la Cuenca del Plata



Tabla 1.2

Evolución de la potencia instalada y de la energía generada en los países de la Cuenca del Plata

	1990	1995	2000	2005	2010
Argentina					
Potencia (MW)	14.966	18.551	26.357	28.292	32.847
Generación (GWh)	47.074	62.809	81.601	97.473	127.263
Generación per capita (kWh/hab)	1.459	1.882	2.438	2.871	3.367
Bolivia					
Potencia (MW)	525	709	1.268	1.379	1.645
Generación (GWh)	1.901	2.792	3.879	4.896	6.970
Generación per capita (kWh/hab)	284	378	468	521	697
Brasil					
Potencia (MW)	49.603	55.497	67.713	92.865	112.399
Generación (GWh)	211.328	261.060	324.936	405.100	515.799
Generación per capita (kWh/hab)	1.564	1.886	2.142	2.402	2.871
Paraguay					
Potencia (MW)	6.178	6.933	8.166	8.116	8.818
Generación (GWh)	27.158	41.607	53.210	51.047	53.956
Generación per capita (kWh/hab)	641	890	1044	1.217	1.627
Uruguay					
Potencia (MW)	1.909	2.108	2.115	2.030	2.667
Generación (GWh)	7.244	6.7252	7.365	7.566	9.887
Generación per capita (kWh/hab)	1.521	1.934	2.386	2.208	2.838
América del Sur					
Potencia (MW)	108.492	123.685	159.221	191.713	227.257
Generación (GWh)	419.095	536.923	674.578	818.279	1.004.541
Generación per capita (kWh/hab)	1.422	1.674	1.946	2.208	2.564

Fuente: CIER 2010.

Tabla 1.3

Características del potencial hidroeléctrico en la Cuenca del Plata por país

País	Potencial hidroeléctrico			Potencia instalada		
	País*	Cuenca del Plata		País**	Cuenca del Plata	
	MW	MW	%	MW	MW	%
Argentina	44.500	4.000	9	10.044	1.350	13
Bolivia	1.379	-	-	488	-	-
Brasil	260.000	74.229***	29	91.456	49.636	54
Paraguay	12.516	12.516	100	8.810	8.863	101
Uruguay	1.815	1.515	83	1.538	1.515	99
Total	320.210	92.807	29	112.336	61.364	55

* OLADE 2006 ** CIER 2010 *** Eletrobrás 2014.

Tabla 1.4

Principales represas hidroeléctricas de la Cuenca del Plata

País	Principales represas hidroeléctricas en la Cuenca del Plata	
Argentina	6	Cabra Corral (Río Pasaje) – 102 MW), Yacyretá (Río Paraná) – 3.100 MW (*), Salto Grande (Río Uruguay) 1.890MW
Bolivia	-	-
Brasil	> 84	Itaipú (Río Paraná) – 14.000 MW (*); Ilha Solteira (Río Paraná) 3.444 MW; Fóz do Areia (Río Iguazú) – 1.676 MW; Jupia (Río Paraná) – 1.551 MW; Itá (Río Uruguay) – 1.450 MW; Marimbondo (Río Grande) – 1.440 MW; Puerto Primavera (Río Paraná) – 1.430 MW; Salto Santiago (Río Iguazú) – 1.420 MW; Agua Vermelha (Río Grande) – 1.396 MW; Segredo (Río Iguazú) – 1.260 MW; Salto Caxias (Río Iguazú) – 1.240 MW; Furnas (Río Grande) – 1.216 MW; Emborcação (Río Paranaíba) – 1.192 MW; Salto Osório (Río Iguazú) – 1.078 MW; Estreito (Río Grande) – 1.050 MW; Iguazú (Río Iguazú) – 103 MW
Paraguay	5	Acaray (Río Acaray) – 210 MW; Yacyretá (Río Paraná) 3.100 MW (*), Itaipú (Río Paraná) – 14.000 MW (*)
Uruguay	4	Salto Grande (Río Uruguay) 1.890 MW (*), G.Terra (Río Negro) 140 MW; Palmar (Río Negro) – 330 MW; Baygorria (Río Negro) 100 MW

* En las hidroeléctricas binacionales se ha expresado el total de la potencia instalada, aun cuando la misma es compartida con el otro país.

Fuente: OLADE (2009).

De los cinco países mencionados, Argentina es el que cuenta con el mayor potencial aún sin explotar, equivalente a un 66% del total de la Cuenca (2.650 MW). Bolivia tiene centrales hidroeléctricas construidas y en construcción, pero ubicadas en otras cuencas: con Argentina, ha planificado trabajos en la Cuenca del Bermejo, mientras que en conjunto con Brasil, la planificación y ejecución se desarrollan en la Cuenca del Amazonas.

Brasil, por su parte, es el que posee mayor potencial hidroeléctrico en la Cuenca del Plata con cerca de 74.000 MW (corresponde al 80% del potencial total de la Cuenca), de los cuales se encuentra en operación alrededor del 67% (aproximadamente 50.000 MW). Por su parte, Paraguay cuenta con aproximadamente el 14% del potencial hidroeléctrico de la Cuenca, de los que un 67% (alrededor de 9.000 MW) se encuentran ya bajo explotación. El país exporta la mayor parte de esta energía a Argentina y Brasil.

Por último, Uruguay tiene en operación casi todo su potencial hidroeléctrico, que cons-

tituye aproximadamente el 1,5% del total de la Cuenca (1.515 MW).

La integración de sector hidroeléctrico, actualmente, se concreta a través de centrales hidroeléctricas binacionales, entre las cuales Itaipú es el principal caso de éxito. Las interconexiones eléctricas y centrales compartidas (binacionales) que existen actualmente en la Cuenca del Plata se encuentran plasmadas en la **Tabla 1.5**.

Sin embargo, el proceso de integración del sector hidroeléctrico en la Cuenca del Plata se inserta en un contexto complejo, condicionado por múltiples variables, como la diversidad político-institucional de los distintos países, las diferencias de intereses, la seguridad jurídica, el sistema regulatorio, el sistema de comercialización de energía y la operación integrada de los sistemas eléctricos.

La interacción a través de las interconexiones eléctricas está asociada al uso de líneas de transmisión que conectan los sistemas eléctricos de dos o más naciones. La gran ventaja de la interconexión eléctrica es

Tabla 1.5

Interconexiones existentes y previstas en la Cuenca del Plata (2003)

Países		Central hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)
Argentina	Brasil	Garabí *	Uruguay	1.152
Argentina	Brasil	Panamabí *	Uruguay	1.048
Argentina	Paraguay	Yacyretá	Paraná	3.100
Argentina	Paraguay	Corpus Christi *	Paraná	8.400
Argentina	Paraguay	Itatí – Itá Corá *	Paraná	1.660
Argentina	Uruguay	Salto Grande	Uruguay	1.890
Brasil	Paraguay	Itaipú	Paraná	14.000

* En proyecto.

la posibilidad de transmitir energía eléctrica de un país a otro, aprovechando las diferencias y complementariedades de los sistemas eléctricos, los hábitos de consumo, la estacionalidad y la variación de las temperaturas. Además, existe la posibilidad de compensar problemas de tipo más estructural de un país en particular.

La Cuenca del Plata presenta un gran potencial hidroeléctrico aún inexplorado, de cerca de 30.000 MW (ya representado en la **Tabla 1.3**). En función de la distancia a los centros de carga y del tamaño del potencial inventariado, la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas puede no resultar económicamente viable si el mercado es mucho menor a la potencia de la usina. Sin embargo, la integración eléctrica permite que las empresas de gran escala ubicadas en países con mercados internos más acotados puedan ser económicamente viables, al satisfacer la demanda de energía eléctrica integrada de varios países de manera mucho más fiable, permitiendo compensar eventuales disparidades o insuficiencias eléctricas con la energía excedente de otros países.

En este sentido, la integración eléctrica entre los países permite alcanzar una mayor confiabilidad de los sistemas energéticos para hacer frente a condiciones meteorológicas adversas, problemas técnicos y picos de consumo. Por otra parte, como los sistemas eléctricos deben estar diseñados no sólo para satisfacer la demanda media, sino sobre todo para poder afrontar picos de consumo, la posibilidad de compensar y complementar las instalaciones de varias

regiones permite un mejor aprovechamiento de las inversiones realizadas.

La dinámica de la integración eléctrica entre los países que componen la Cuenca del Plata se ve facilitada por la existencia de tres centrales hidroeléctricas binacionales y las interconexiones ya establecidas (**Figura 1.2** y **Tabla 1.6**), pudiendo aprovecharse la experiencia adquirida en el pasado. Sin embargo, otras posibilidades de integración podrían ser:

- la comercialización de los excedentes energéticos de un país a través de contratos de corta duración, que puedan ser firmados sin necesidad de una armonización regulatoria profunda entre los modelos comerciales de los países involucrados (por ejemplo, Brasil, Argentina y Uruguay). Cada nación buscará garantizar la seguridad del suministro de su propio mercado, pudiendo contar con excedentes de los países vecinos, incluso con costos operacionales más elevados. Y, alternativamente, podrá vender sus propios excedentes energéticos.
- La construcción de centrales hidroeléctricas (y de sus respectivos segmentos de líneas de transmisión) en países vecinos, habilitando la exportación de aquella parte de la producción energética no consumida en su país de origen a otras naciones. En este caso, se requeriría que el estado donde se encontrara instalada la central se sujetará a la normativa de comercio y de despacho de cargas de la nación importadora de energía.

Figura 1.2

Interconexión eléctrica en América del Sur



Centrales eléctricas e interconexiones eléctricas de los sistemas de transmisión existentes entre los países de América Latina: (A) Complejo Hidroeléctrico Itaipú, (B) Complejo Hidroeléctrico Salto Grande, (C) Yacyretá, (D) Garabí, (E) Corpus.

Tabla 1.6

Interconexiones existentes en América del Sur

Ref.	Países	Ubicación	Tensiones	Potencia	Observaciones
1	Co-Ve	Cuestecita (Co) - (Ve)	230 kv	150 MW	Operativa (60 Hz)
2	Co-Ve	Tibú (Co) - La Fría (Ve)	115 kv	36/80 MW	Operativa (60 Hz)
3	Co-Ve	San Mateo (Co) - El Corceo (Ve)	230 kv	150 MW	Operativa (60 Hz)
4	Co-Pa	Cerromatoso (Co) - Panamá (Pa)	-	300 MW	En estudio
5	Co-Ec	Pasto (Co) - Quito (Ec)	230 kv	200/250 MW	Operativa (60 Hz)
6	Co-Ec	Jamondino (Co) - Pomasqui (Ec)	230 kv	250 MW	Operativa (60 Hz)
7	Co-Ec	Ipiales (Co) - Tulcán (Ec)	138 kv	35 MW	Operativa (60 Hz)
8	Ec-Pe	Machala (Ec) - Zorritos (Pe)	230 kv	110 MW	Operativa (60 Hz)
9	Br-Ve	Boa Vista (Br) - El Guri (Ve)	230/400 kv	200 MW	Operativa (60 Hz)
10	Bo-Pe	La Paz (Bo) - Puno (Pe)	230/220 kv	150 MW	En proyecto (50/60 Hz)
11	Br-Py	Salidas de Central Itaipú	500/220 kv	14.000 MW	Operativa (60/50 Hz)
12	Br-Py	Foz de Iguazú (Br) - Acaray (Py)	220/138 kv	50 MW	Operativa (60/50 Hz)
13	Ar-Py	El Dorado (Ar) - Mcal. A. López (Py)	220/132 kv	30 MW	Operativa (50 Hz)
14	Ar-Py	Clorinda (Ar) - Guarambaré (Py)	132/220 kv	150 MW	Operativa (50 Hz)
15	Ar-Py	Salidas de Central Yacyretá	500 kv	3.200 MW	Operativa (50 Hz)
16	Ar-Br	Rincón S.M. (Ar) - Garabí (Br)	500 kv	2.000/2.200 MW	Operativa (50/60 Hz)
17	Ar-Br	P. de los Libres (Ar) - Uruguayana (Br)	132/230 kv	50 MW	Operativa (50/60 Hz)
18	Ar-Uy	Salto Gde. (Ar) - Salto Gde. (Uy)	500 kv	1.890 MW	Operativa (50 Hz)
19	Ar-Uy	Concepción (Ar) - Paysandú (Uy)	132/150 kv	100 MW	Op. en emerg. (50 Hz)
20	Ar-Uy	Colonia Elia (Ar) - San Javier (Uy)	500 kv	1.386 MW	Operativa (50 Hz)
21	Br-Uy	Livramento (Br) - Rivera (Uy)	230/150 kv	70 MW	Operativa (60/50 Hz)
22	Br-Uy	Pte. Médici (Br) - San Carlos (Uy)	500 kv	500 MW	En construc. (60/50 Hz)
23	Ar-Cl	CT Terro Andes (Ar) - Sub Andes (Cl)	345 kv	633 MW	Operativa (50 Hz)

Fuente: CIER (2010)

2 Principales aspectos transfronterizos en la Cuenca del Plata

La Cuenca del Plata es una de las mayores cuencas hidrográficas transfronterizas en el mundo, pero su importancia deriva no sólo de su extensión geográfica, sino sobre todo de su ubicación en el centro político-económico de la región y de la diversidad de los ecosistemas en ella presentes.

Esta Cuenca presenta un gran potencial para la integración energética y ofrece importantes oportunidades de índole económica, en la medida en que la energía hidroeléctrica es más barata, renovable y sustentable, pudiendo ayudar a resolver los problemas de demanda energética de la región a mediano y a largo plazo.

La generación de energía hidroeléctrica se adapta a las características económicas de la Cuenca del Plata, ya que habilita la creación de nuevos puestos de trabajo y constituye una tecnología madura y conocida, así como más económica que otras fuentes energéticas. Además, es posible aprovechar la experiencia acumulada con las centrales hidroeléctricas ya instaladas, y existe en la actualidad una estructura institucional (constituida por el Mercosur, la Unasur, el CIER, el OLADE, etc.) que puede ayudar a reforzar las acciones de integración regional.

Sin embargo, a la hora de evaluar el escenario energético en la Cuenca del Plata, no debe olvidarse al gas natural, que constituye hoy uno de los vectores de expansión de la capacidad de generación de energía eléctrica, y las abundantes reservas de carbón de alta calidad presentes en algunos países de la región. A la vez, en los próximos años, puede esperarse que las fuentes de energía eólica y la biomasa adquieran una im-

portancia creciente, junto con las plantas nucleares, especialmente con la llegada de nuevas generaciones de reactores.

En la medida en que las economías de los países se desarrollan en torno a la Cuenca, la asignación de uso de sus aguas ha generado espacios de cooperación regional, a la vez que algunas tensiones. Las condiciones políticas, legales y económicas son cruciales para el desarrollo y la consolidación de los procesos de integración de la Cuenca. Por lo tanto, la armonización de los marcos regulatorios se vuelve imprescindible para permitir la eficiencia y la eficacia de las inversiones en infraestructura y en la prestación de los servicios públicos.

En el sector energético, existen varias fuentes de energía renovables que pueden ser utilizadas en la expansión de la red eléctrica: la hidroelectricidad, la bioelectricidad, la energía eólica y la solar. El principal obstáculo para la mayoría de ellas sigue siendo su costo, que supera al de las fuentes de energía convencionales. Por lo tanto, se vuelve necesario desarrollar políticas de promoción para estas fuentes de energía alternativas que apunten a reducir sus costos, por ejemplo, mediante economías de escala.

Entre las fuentes renovables de generación de energía eléctrica, la hidroelectricidad es la más madura desde el punto de vista tecnológico y la más competitiva en términos de costos. Además, existe aún un enorme potencial hidroeléctrico pendiente de ser explorado. No obstante, desde el punto de vista sistémico, cualquier cambio de forma o proceso en una cuenca produce una respuesta que alcanza las formas y los procesos dependientes de las variables afectadas, con una intensidad proporcional al cambio. Teniendo esto en cuenta, es evidente que los proyectos hidroeléctricos producen modificaciones en el sistema fluvial y la cons-

trucción de más represas llevará a profundizar aún más estas alteraciones.

Existen oportunidades para fortalecer la integración en la región. Una estrategia de búsqueda de bilateralismo puede ser la clave para una mayor integración energética en la Cuenca, pero depende del desarrollo de una mirada geopolítica por parte de los líderes de estos estados, que apueste al consenso y al desarrollo de los pueblos de la región. Los procesos transfronterizos que se vienen desarrollando en la Cuenca del Plata, en áreas como la triple frontera de Brasil, Argentina y Paraguay, se encuentran insertos en un contexto global de regionalización, en el que grupos de estados vecinos forman bloques comerciales y, así, terminan por modificar la función y dinámica de ciertas regiones, transformando a la vez las zonas fronterizas de los países asociados.

A la vez, los proyectos hidroeléctricos, incluso aquellos que no se encuentran instalados en zonas de fronteras, presentan siempre aspectos transfronterizos. En el caso de central hidroeléctrica binacional de Itaipú (brasileña-paraguaya), por ejemplo, prevé restricciones de variación máxima de nivel, de velocidad y de niveles de aguas abajo en el río Paraná, en función del acuerdo tripartito y de las restricciones de la usina Aca-ray, ubicada en territorio paraguayo, y de Yacyretá, en territorio argentino/paraguayo. Vale también considerar el Salto Caxias, que asegura una restricción de flujo mínimo aguas abajo debido a la existencia de los parques nacionales de Iguazú (En Argentina y en Brasil). Así, los aspectos transfronterizos ligados a la hidroelectricidad deberían considerar los siguientes factores:

- las particularidades institucionales debidas a la regulación y la normalización de la legislación, así como la creación de comités de cuencas hidrográficas;
- el desarrollo de la región debido al aumento de la población, la necesidad de mayores cantidades de recursos naturales y de mejorar la calidad de las aguas de los ríos;
- la disponibilidad de energía asociada a la diversificación de la matriz energética de cada país, previendo planes de emergencia para períodos de reducción del suministro energético;
- la posibilidad de eventos extremos que puedan conducir a pérdidas económicas debido a inundaciones o sequías;
- la integración energética, asegurando la viabilidad de nuevos emprendimientos económicos al satisfacer la demanda de energía eléctrica integrada de más países —compensando eventuales disparidades e insuficiencias hidrológicas con la energía excedente de otras naciones— y garantizando una mayor fiabilidad de los sistemas para hacer frente a variaciones climáticas, problemas técnicos y picos de consumo;
- el acelerado crecimiento de la demanda de energía hidroeléctrica, debido a la determinación de los países de aumentar su PBI y desarrollar políticas sociales más inclusivas e integrales basadas en los objetivos generales de crecimiento económico y de bienestar con distribución del ingreso;
- la existencia de un fuerte potencial de complementariedad entre los países de la región, tanto en la oferta como en la demanda de recursos;
- las características sinérgicas de América del Sur, tales como las cuencas hidrológicas complementarias, que habilitarían intercambios energéticos

estacionales, siempre que se realicen las inversiones adecuadas en los sistemas de transmisión.

Algunos países ya están realizando operaciones de importación y exportación de energía, acumulando experiencias de negociación y de operación conjunta, fundamentales para la futura implementación de un proyecto de integración eléctrica integral —siguiendo el ejemplo del emprendimiento binacional de Itaipú. La integración eléctrica de América del Sur, implementada de manera conveniente, puede orientar a los sistemas energéticos nacionales hacia una trayectoria de costos decrecientes.

Sin embargo, existen algunos desafíos para alcanzar esta meta. Es importante seguir trabajando en la consecución de acuerdos que beneficien equitativamente a todos los países y actores involucrados.

Considerando que la base institucional es una condición necesaria para la gestión de los recursos hídricos, las prioridades en el sector hidroeléctrico deben incluir:

- la protección de las fuentes de agua y el tratamiento de residuos (contaminación del agua);
- los conflictos en torno al uso del agua;

- la conservación del agua y aumento de su disponibilidad en áreas críticas;
- un control adecuado de inundaciones y sequías;
- la erosión, el transporte y sedimentación en los cuerpos de agua, el deterioro de los márgenes y del suelo;
- la conservación del suelo rural;
- los impactos sobre la biodiversidad;
- las modificaciones en los regímenes fluviales y ambientales;
- la seguridad de las represas;
- la navegabilidad;
- los aspectos sociales e institucionales;
- las interconexiones de gas natural y electricidad, basadas en plantas binacionales;
- el desarrollo de políticas ambientales y de regulación del uso de los recursos hídricos que traspasen las fronteras de los países;
- las variaciones en los precios de los recursos energéticos entre países.

3 El sector hidroeléctrico en un escenario de cambio climático

América del Sur tiene una posición privilegiada en el mundo respecto a su disponibilidad de recursos hídricos. Sin embargo, el cambio climático puede dar lugar a alteraciones en la economía y en la gestión de los recursos hídricos, con consecuencias directas sobre las centrales hidroeléctricas, con el consecuente riesgo para la generación de energía.

El funcionamiento de las represas depende del ciclo anual o plurianual de lluvias y, en consecuencia, del caudal de los ríos. Los fenómenos de El Niño y La Niña y las variaciones en la temperatura de la superficie del mar en el Atlántico Tropical y Sur pueden dar lugar a anomalías climáticas.

En la Cuenca del Plata, en las últimas décadas, se ha producido un aumento sistemático de las precipitaciones, tal como se observa en los registros hidrológicos, que

presentan tendencias de aumento del volumen de agua de hasta un 30% (Milly *et al.*, 2005). Los cambios en el uso del suelo en las cuencas del Alto Paraná, Paraguay y Uruguay pueden haber contribuido a un aumento en el caudal medio del río Paraná desde 1970. Este incremento en el flujo de los ríos se produjo después de la deforestación de grandes áreas y de que se realizara una serie de transformaciones en el uso del suelo.

Sin embargo, todavía no se cuenta con una visión clara de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos de la Cuenca del Plata. Esta incertidumbre constituye un obstáculo para la planificación operacional y la gestión de las plantas hidroeléctricas. No obstante, el aumento del volumen de las aguas en la región debería tender a garantizar la generación de energía hidroeléctrica.

A esta creciente variabilidad climática se suman las necesidades de energía eléctrica



El río Paraná, vista aguas abajo desde la hidroeléctrica de Itaipú

ca para el desarrollo y el bienestar de los pueblos, las cuales, junto con la demanda de agua dulce para uso humano, se encuentran también en constante aumento. En efecto, el Comité Internacional de Grandes Presas pronostica para el periodo 1950-2050 una merma sobre la disponibilidad de agua dulce per cápita, ya sea por el aumento de la población del planeta como por variaciones en los sistemas climáticos, que se muestra en la **Figura 3.1**.

Se sabe que la posibilidad de generar presas con volúmenes de embalse muy significativos es una herramienta de atemperación de los riesgos que involucra el cambio climático, tanto para el caso de las sequías como del exceso de aportes. Para los planificadores y proyectistas, resulta necesario evaluar los requerimientos climáticos y, a la vez, hacer frente a la disyuntiva de lograr el mayor volumen posible de embalse en zonas con escaso impacto sobre poblaciones existentes, o bien reducir ese volumen en aras de redu-

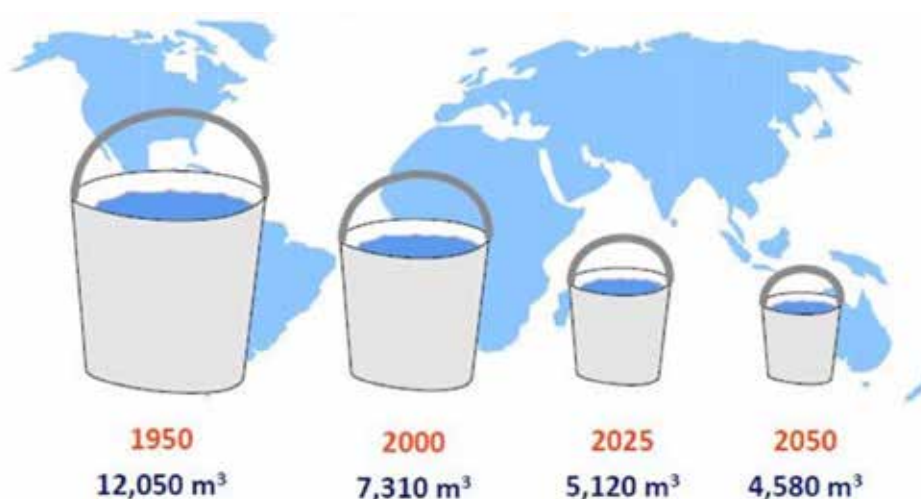
cir la superficie inundada y, así, el impacto ambiental.

Sin embargo, las exigencias naturales de la dinámica de la atmósfera debieran conducir a privilegiar el desarrollo de los mayores reservorios de agua dulce que sea posible lograr. A partir de esos grandes reservorios, y de su implementación como emprendimientos multipropósito (agua potable, contención de crecidas, riego y energía eléctrica) se estará en mejores condiciones de administrar el riesgo de desabastecimiento de agua potable y energía eléctrica.

Por los motivos enumerados, se hace indispensable una reingeniería de los futuros aprovechamientos hidroeléctricos en vista de las necesidades crecientes de energía eléctrica, de mayores reservas de agua dulce y de atemperación de la variabilidad climática. También se requiere una revisión de las obras existentes, a fin de lograr mejores y mayores aportes a la satisfacción de las demandas mencionadas.

Figura 3.1

Proyección de la disponibilidad mundial de agua dulce per cápita para el período 1950-2050



Fuente: Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD).

4 Potencial energético en Argentina

4.1 Introducción

Una de las características predominantes de la Argentina durante las últimas décadas ha sido la volatilidad de su macroeconomía. Ello ha impactado permanentemente sobre el marco legal e institucional en que se ha desenvuelto el sector eléctrico.

Esta volatilidad económica sumada a la variabilidad climática han introducido requerimientos muy severos al sector eléctrico, porque se traducen en variaciones de la demanda en el corto y mediano plazo que sólo pueden ser absorbidas con un fuerte esfuerzo inversor y una adecuada complementación de los sistemas eléctricos regionales, interconectados entre sí.

A su vez, en el largo plazo, el desarrollo de inversiones en energías renovables no convencionales, tales como eólica, fotovoltaica y biomasa, dada su característica de fuentes aleatorias, requerirá disponer de fuentes de potencia y energía firmes y acumulables, de rápida disponibilidad.

En este punto, la integración física natural que brinda el sistema eléctrico en la región, unido a las características hidrográficas de la República Argentina, permiten imaginar un modelo de desarrollo coordinado y eficiente de tales energías renovables entre los países de la Cuenca del Plata.

4.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico

En base a la información suministrada por la Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista S.A. (CAMMESA), la oferta total de energía eléctrica en Argentina ha presentado una tendencia crecien-

te a lo largo de todo el período 2003-2013, permitiendo abastecer una demanda también creciente.

En ese sentido, la potencia bruta máxima generada en 2003 fue de 13.481 MW, mientras que en el año 2013 alcanzó un valor máximo bruto de 22.169 MW, como puede observarse en la **Tabla 4.2.1** y la **Figura 4.2.1**

Un fenómeno a destacar es que, a partir del 2007, con excepción del año 2012, la demanda máxima abastecida en el período invernal siempre ha superado la demanda máxima del período estival precedente. Este comportamiento estaría indicando un notorio incremento del uso de calefacción eléctrica en el perfil de consumo de la demanda residencial, aún en aquellas regiones del país donde la red domiciliaria de gas natural alcanza a casi toda la población urbana.

Durante los últimos años se ha observado también una notoria sensibilidad de la demanda respecto de la temperatura ambiente, lo cual está fuertemente asociado a la difusión de equipamiento de aire acondicionado en grandes franjas de la población urbana.

Esto ha traído como consecuencia una volatilidad de la demanda máxima de potencia en función de la temperatura que llega muchas veces al 20% de la demanda máxima esperada y, por ende, exige una gran flexibilidad del despacho eléctrico y una fuerte sobreinversión en generación y en las redes de transporte y distribución.

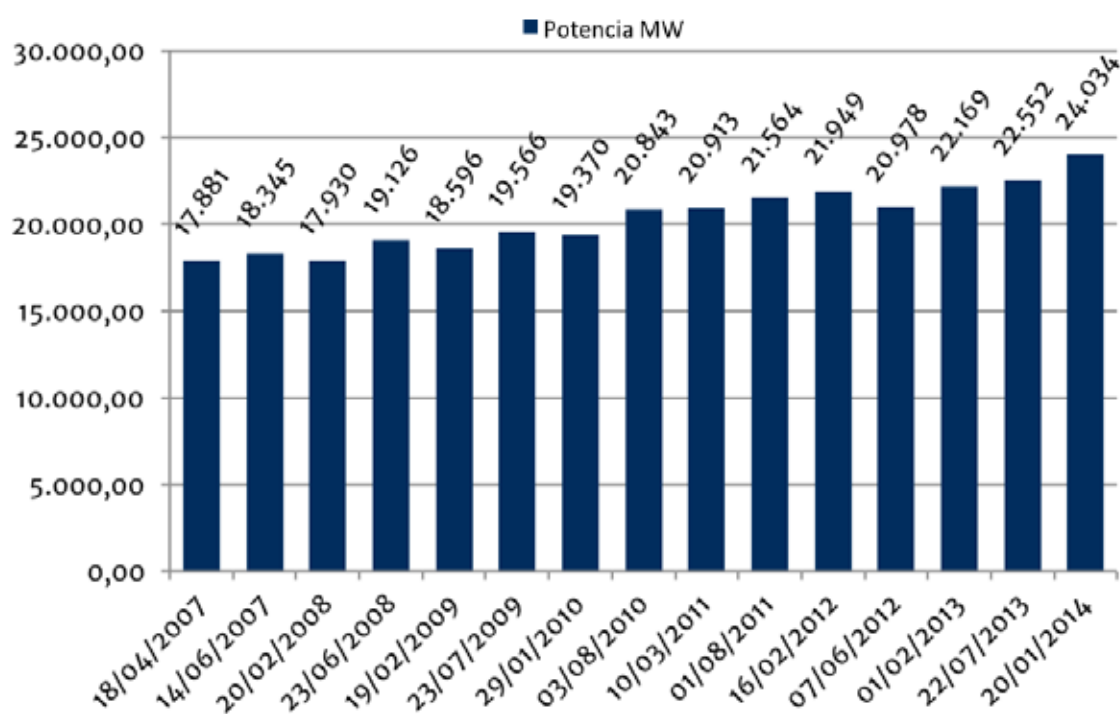
Para satisfacer este significativo y altamente volátil crecimiento de la demanda de energía eléctrica, la República Argentina ha ido optimizando progresivamente sus criterios de despacho, especialmente el uso de sus centrales hidroeléctricas de embalse, ha recurrido al uso intensivo de sus reservas frías y calientes, y ha impulsado

Tabla 4.2.1

Máximos de Potencia Eléctrica en Argentina (2007-2014)

Potencia	Potencia (MW)	Día	Fecha	Temperatura (°C)	Hora
Verano 2007	17.881	Miércoles	18-Abr	24,80	19,47
Invierno 2007	18.345	Jueves	14-Jun	10,00	19,56
Verano 2008	17.930	Miércoles	20-Feb	28,10	22,10
Invierno 2008	19.126	Lunes	23-Jun	8,40	19,37
Verano 2009	18.596	Jueves	19-Feb	29,20	22,00
Invierno 2009	19.566	Jueves	23-Jul	5,10	19,59
Verano 2010	19.370	Viernes	29-Ene	30,10	14,52
Invierno 2010	20.843	Martes	03-Ago	5,95	19,45
Verano 2011	20.913	Jueves	10-Mar	27,70	20,31
Invierno 2011	21.564	Lunes	01-Ago	5,90	20,18
Verano 2012	21.949	Jueves	16-Feb	27,60	15,10
Invierno 2012	20.978	Jueves	07-Jun	5,50	20,35
Verano 2013	22.069	Viernes	01-Feb	30,60	15,35
Invierno 2013	22.552	Lunes	22-Jul	5,20	20,26
Verano 2014	24.034	Lunes	20-Ene	29,60	15,05

Figura 4.2.1

Evolución de la Potencia Eléctrica en Argentina (2007-2014)

fuertemente sus inversiones en generación, transmisión y distribución.

Durante esta última década, se ha producido un cambio muy significativo en la matriz energética de la República Argentina, en lo que se refiere a energía primaria. El fuerte crecimiento del PBI y la demanda de energía que se observó a partir del 2003 pusieron de manifiesto la insuficiencia de oferta de hidrocarburos nacionales, especialmente de gas natural. Esa insuficiencia obligó a reemplazar el gas natural por gasoil, como combustible primario en los ciclos combinados y las turbinas de gas existentes.

El proceso descrito ha llevado a un desequilibrio de la matriz de generación de energía eléctrica hacia los recursos no renovables, tanto de provisión nacional como importada, tales como gasoil (GO), fueloil (FO) y gas natural licuado (LNG). Eso ha reducido la participación de la generación hidroeléctrica hasta valores próximos al 30%, dependiendo de la hidraulicidad del año en cuestión, como se observa en la **Figura 4.2.2**.

Esta situación, sumada al desequilibrio producido en la balanza de pagos por causa de las crecientes importaciones de combustibles fósiles para la generación de energía

eléctrica, ha llevado a las autoridades a retomar un fuerte impulso para el desarrollo de los recursos de generación de energía renovable en el país, tales como la hidroelectricidad, la generación eólica y la generación con biomasa.

Un concepto significativo a tener en cuenta en cualquier análisis de oferta/demanda de energía eléctrica es la no linealidad en la correlación entre la evolución del PBI y la demanda de energía eléctrica. Esta resiliencia de la demanda de energía eléctrica respecto a la variación del PBI, que en definitiva es un indicador global del poder adquisitivo de la población, estaría demostrando la escasa elasticidad de la demanda de este insumo básico respecto a las condiciones macro y microeconómicas del conjunto de la población. En Argentina se ha observado que esta menor elasticidad se cumple más allá de cuál sea el cuadro tarifario de la empresa distribuidora que brinda el servicio al usuario final.

Finalmente, teniendo en cuenta la evolución esperada de la población del país, así como un crecimiento económico moderado, las proyecciones de demanda estudiadas por la Secretaría de Energía se sintetizan en la **Tabla 4.2.2**.

Figura 4.2.2

Estructura de la potencia eléctrica instalada (2013)

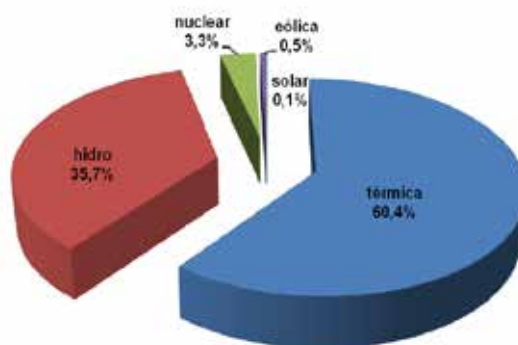


Figura 4.2.3

Correlación del PBI y la demanda de energía eléctrica en Argentina

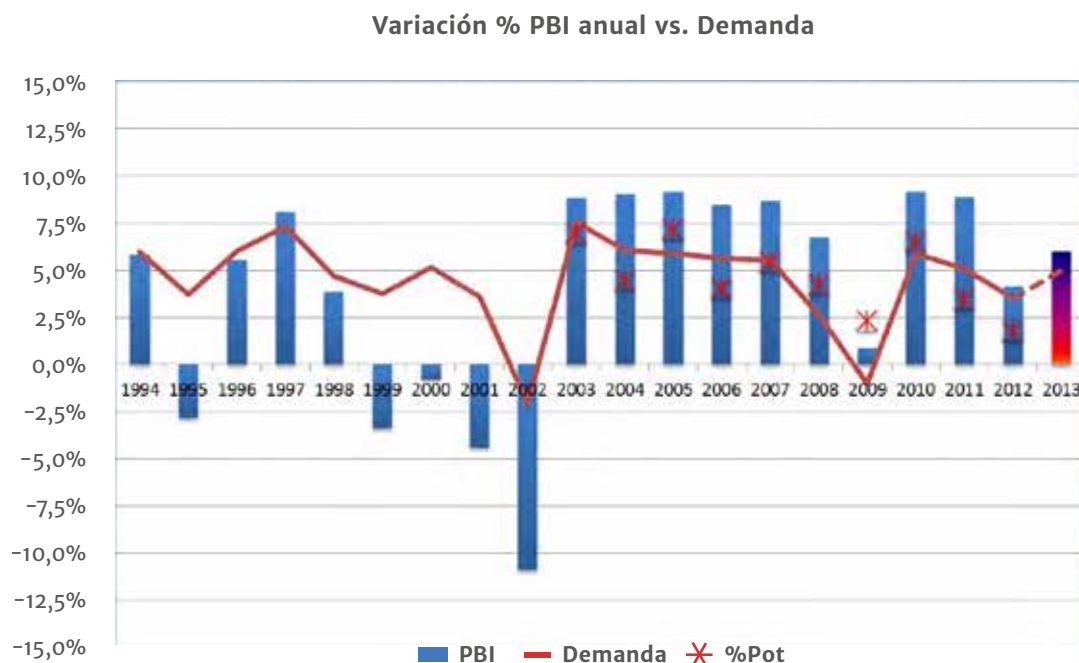


Tabla 4.2.2

Proyección de la demanda de energía eléctrica en Argentina hacia 2030

Sector/ Fuente	2010					2030				
	Año Base		Escenario Tendencial			Escenario Estructural				
	GWh	%	GWh	%	%a.a.	GWh	%	Δ%	%a.a.	
Residencial	34.151	30,90%	62.040	28,90%	3,0%	51.336	27,2%	-1,7%	2,1%	
Comercial y público	26.57	24,10%	50.508	23,50%	3,3%	41.082	21,8%	-1,8%	2,2%	
Agropecuario	871	0,80%	2.003	9,00%	4,3%	2.035	1,1%	0,1%	4,3%	
Industria	45.547	41,30%	91.050	42,40%	3,5%	83.245	44,1%	1,7%	3,1%	
Transporte	431	0,40%	3.872	1,80%	11,6%	6.146	3,3%	1,5%	14,2%	
No Energético	2.817	2,60%	5.283	2,50%	3,2%	5.019	2,7%	0,2%	2,9%	
Total	110.387	100%	214.756	100%	3,4%	188.864	100%		2,7%	

4.3 Marco institucional y legal

El desarrollo institucional del sector eléctrico en la República Argentina se consolidó definitivamente a partir del Decreto 3967 del 19 de mayo de 1947, que creó la empresa Agua y Energía Eléctrica, mediante la fusión de la Dirección General de Centrales Eléctricas del Estado y la Dirección Nacional de Irrigación. En 1949, se creó la figura jurídica de Empresa del Estado, con lo cual pasó a denominarse *Agua y Energía Eléctrica Empresa del Estado*.

Luego, en 1960, mediante la Ley 15336, se reglamentó la actividad del sector eléctrico, definiendo como ámbito propio de Agua y Energía Eléctrica el *Despacho Nacional de Cargas y la Red Nacional de Interconexión*.

Posteriormente, en 1962, se transfirió a la empresa SEGBA (Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires) el servicio eléctrico en los 14 partidos del Gran Buenos Aires.

Luego, en 1967, mediante la Ley N° 17318, se constituyó la empresa HIDRONOR (Hidroeléctrica Nor Patagónica), con el objeto de desarrollar los emprendimientos hidroeléctricos proyectados sobre los ríos Limay, Negro y Neuquén, que constituyen la actualmente denominada Cuenca del Comahue.

A fines de la década de 1970, se definió la transferencia de los servicios de distribución de energía eléctrica y riego, atendidos por Agua y Energía, a muchas de las provincias argentinas.

Posteriormente, durante el proceso de privatización definido en la década de 1990, a partir de la Ley 24065 (Ley de Marco Regulatorio Eléctrico actualmente vigente), la empresa Agua y Energía Eléctrica fue dividida en unidades de negocio de generación,

transporte y distribución, que fueron progresivamente transferidas al sector privado. Lo mismo sucedió con SEGBA y con HIDRONOR. Paralelamente, varias provincias que habían recibido los servicios de distribución en la década de 1970 también procedieron a su transferencia al sector privado. En otros casos, tales como las provincias de Córdoba, Santa Fe, Chaco, Corrientes, Misiones y Santa Cruz, se decidió continuar con la gestión estatal provincial de dichas empresas de distribución eléctrica.

Una de las organizaciones más significativas resultante del proceso de privatización fue la *Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico* (CAMMESA), en cuyo estatuto social inicial se le asignaron las funciones de Despacho de Cargas y Administración del Mercado Mayorista Eléctrico.

En Argentina, a partir de la privatización, el modelo de gestión y desarrollo del sector eléctrico, exclusivamente basado en reglas de mercado, llevó a una ausencia casi absoluta de la planificación y/o de injerencia estatal durante toda la década de 1990. Entre otros conceptos fundamentales, se encontraba el objetivo de contractualizar en lo posible toda la demanda de energía eléctrica, incluida la residencial, mediante contratos libremente pactados entre las partes. Pero, progresivamente, ese objetivo de contractualización fue quedando reducido a la demanda industrial y comercial, identificadas como grandes usuarios, ya que por restricciones tarifarias nunca alcanzó al usuario residencial.

Tras el default del 2002, y a partir del año 2003, se dio lugar a una significativa recuperación de la macro y microeconomía y el Estado Nacional retomó una activa participación en el proceso de ampliación de la oferta de generación y transporte de energía eléctrica.

Sin embargo, el marco regulatorio definido en la Ley 25065 no ha sido modificado, y por lo tanto, todas las decisiones y actuaciones del Estado Nacional en el sector eléctrico han sido implementadas mediante instrumentos jurídicos de menor orden, tales como Decretos y/o Resoluciones de la Secretaría de Energía, bajo la figura de la transitoriedad de la medida.

En ese orden de cosas, la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico ha pasado a asumir un rol de extrema significación en el aseguramiento del suministro. CAMMESA concentra hoy la responsabilidad de suministrar combustible (líquido y gas) a todos los generadores térmicos. También se ha constituido en la contraparte de los generadores privados que han desarrollado procesos de inversión en años recientes, consolidados mediante contratos de venta al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Así, se ha convertido en fiduciante en una serie de fideicomisos de inversión que están permitiendo y han dado lugar al desarrollo de nuevas instalaciones de generación termoeléctrica y de transmisión.

A su vez, toda la expansión del sistema de transporte eléctrico en 500 KV —que, de acuerdo con lo expresado en la Ley 24065, debía ser llevado a cabo por la iniciativa de los propios generadores y/o distribuidores, en respuesta a señales económicas contenidas en la regulación respectiva— ha sido asumido por el Estado Nacional a través de diversos fideicomisos administrados por el Comité de Administración Fiduciaria (CAF), creado en el ámbito del Consejo Federal de Energía Eléctrica (CFEE).

Por otro lado, para subsanar los requerimientos de expansión del sistema de subtransmisión en 132 KV, se creó una Comisión de Obras en el ámbito de la Secretaría de Energía (Comisión Res.01/2003) que lleva a cabo

un intenso programa de ampliación de la capacidad de transformación en 500/132 Kv, de líneas y estaciones transformadoras en los sistemas de subtransmisión, compensación capacitiva y renovación de equipamiento de protecciones y comunicaciones.

También, durante el año 2014, dada la insuficiencia de inversión en los sistemas de distribución de todo el país, se ha implementado el Programa de Convergencia Tarifaria, cuyos objetivos esenciales son el estudio y definición de tarifas en todas las jurisdicciones provinciales, junto con la ejecución de un plan de inversiones que asegure una calidad mínima de referencia en la prestación de dicho servicio.

Tal como se comentó previamente, la ley que establece el marco regulatorio sigue plenamente vigente, por lo tanto se mantiene también la existencia y acción del Ente Nacional Regulador Eléctrico (ENRE) y de los respectivos entes provinciales. La jurisdicción del ENRE se extiende y actúa en todo lo referente al transporte en alta tensión (500 KV), sistemas de subtransmisión, distribuidoras de jurisdicción nacional (EDENOR y EDESUR en el área del Gran Buenos Aires), y también en ciertos aspectos de la gestión de las centrales hidroeléctricas.

En lo que respecta a la seguridad de las presas, es responsabilidad del Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP), creado a partir del proceso de privatización.

A su vez, la Secretaría de Energía, en el marco de lo dispuesto por las leyes 15336 y 24065 aún vigentes, detenta las facultades de autoridad regulatoria del sector eléctrico argentino, siendo la encargada de fijar las normas de detalle que definen la actuación técnica y la retribución económica de la generación, el transporte y la distribución bajo jurisdicción nacional.

Otro aspecto a destacar es que, en base a lo establecido en la última reforma de la Constitución de la Nación Argentina, efectuada en 1994, se establece explícitamente que la jurisdicción original sobre los recursos hídricos es de las provincias. Por ende, en ese marco, son las provincias el poder concedente originario en el caso de nuevos aprovechamientos hidroeléctricos. Esta situación ha llevado a que, en el caso de las obras a desarrollar sobre el río Santa Cruz (Centrales Hidroeléctricas Néstor Kirchner y Jorge Cepernic), así como en el caso del río Neuquén (Central Hidroeléctrica Chihuido), haya sido necesario un acuerdo específico previo entre el Estado Nacional y cada provincia involucrada, para que el Estado Nacional pudiera avanzar en las correspondientes licitaciones.

Respecto a los aprovechamientos binacionales existentes (Yacyretá y Salto Grande), la correspondiente parte argentina se considera un ente descentralizado y depende funcionalmente de la Secretaría de Energía de la Nación.

4.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas

La Argentina cuenta con un elevado potencial de desarrollo hidroeléctrico, tanto en lo que se refiere a ríos de llanura, como en lo que respecta a presas de embalse en zonas de montaña o pedemonte, y también en pequeños y medianos aprovechamientos.

La necesidad de retomar el programa de obras hidroeléctricas llevó a las autoridades a desarrollar dos acciones concurrentes:

- i. Se gestionó y obtuvo un crédito de la Corporación Andina de Fomento (CAF) para financiar la revisión y actualización de los estudios ya existentes en el archivo documental de la Secretaría de Ener-

gía, pero que se encontraban totalmente desactualizados en aspectos tecnológicos y, sobre todo, ambientales.

- ii. Se sancionó una norma (Res. SE 762) para retomar la licitación de las obras que se encontraban a nivel de proyecto de referencia, de modo de que estuviera asegurado el modelo del contrato de abastecimiento con CAMMESA (Power Purchase Agreement - PPA). Con este contrato tipo se iniciaron algunas obras, mientras que otras están en proceso de licitación.

Cabe aclarar que, en forma paralela, el Estado Nacional ha tomado las decisiones necesarias para otorgar una garantía subsidiaria que permita apalancar los flujos de repago de los contratos de las obras en curso de licitación.

En síntesis, el modelo en aplicación es de hecho un esquema en que CAMMESA compra la energía por medio de un contrato de abastecimiento (PPA), y el Estado Nacional actúa como el garante de ese flujo de pagos.

Volviendo al préstamo de la CAF para la revisión y actualización de los estudios existentes, las tareas de consultoría más significativas contratadas fueron las siguientes:

- Estudio de factibilidad y proyecto básico de los aprovechamientos hidroeléctricos del río Uruguay, entre Argentina y Brasil, denominados Garabí-Panambí, con una potencia conjunta estimada en 2200 MW. Las tareas a desarrollar incluían los estudios y proyectos de ingeniería, los estudios ambientales y el plan de Comunicación, a realizarse en forma conjunta con la contraparte designada por Brasil.
- Estudio y prefactibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico del río Paraná, en su curso medio e inferior. El estudio ha

sido especificado con la clara orientación de lograr un aprovechamiento sustentable que pueda superar y reemplazar el proyecto llevado a cabo por Agua y Energía en la década de los 80. Se ha considerado que el proyecto desarrollado por Agua y Energía, denominado Paraná Medio, es ambientalmente inviable y, por eso, se requiere una profunda revisión y actualización a la luz de las nuevas tecnologías desarrolladas a la fecha. Se ha estimado lograr una potencia máxima de hasta 3000 MW.

- Estudio del complejo hidroeléctrico Zanja del Tigre, sobre el curso superior del río Bermejo, en la provincia de Salta. Se espera lograr una potencia máxima de hasta 250 MW. En este caso, la mayor dificultad de diseño se da en lo que respecta a la sedimentación de la presa y su posible manejo tecnológico y operativo.
- Estudio de inventario y factibilidad de Cordón del Plata, sobre el curso superior del río Mendoza, en la provincia homónima. Se espera lograr una potencia máxima de hasta 1300 MW.
- Estudio de inventario y factibilidad de Potrero del Clavillo en las provincias de Catamarca y Tucumán. Se espera lograr una potencia máxima de hasta 140 MW.
- Revisión del marco normativo y propuestas de actualización para reforzar la gestión ambiental del sector energético.
- Estudios de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos y plantas de generación basadas en el consumo de biomasa (residuos forestales, forestoindustriales, agroindustrias, etc.)

Con relación a las obras en ejecución en el marco del Programa de Obras Hidroeléctri-

cas (Resolución SE 762), vale mencionar la ejecución de la Central hidroeléctrica Punta Negra, sobre el río San Juan, en la provincia homónima, cuyo diseño responde a un propósito múltiple, ya que la función de acumulación de agua para riego es fundamental en la geografía de San Juan. Su potencia instalada será de 62 MW. También se destaca la licitación y preadjudicación de las centrales hidroeléctricas Néstor Kirchner y Jorge Cernic, sobre el río Santa Cruz, con potencia establecida en 1740 MW, así como la licitación de la Central hidroeléctrica Chihuido 1, sobre el río Neuquén (con potencia prevista en 640 MW), y las de Los Blancos I (324 MW) y Los Blancos II (162 MW), sobre el río Tunuyán, en la provincia de Mendoza.

Las acciones precedentes han sido acompañadas con el estímulo al desarrollo de parques eólicos y generación eléctrica con biomasa, de modo de complementar la diversificación de la matriz energética. A su vez, se han aprobado algunos desarrollos menores en generación fotovoltaica, con la intención de ir aquilatando experiencia mientras tanto los costos de dicha tecnología se vayan alineando con los costos de generación de las otras tecnologías renovables.

4.5 Principales aspectos transfronterizos

Resulta de interés detenerse en las vinculaciones existentes entre los sistemas eléctricos de Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil. Cabe recordar que, entre los primeros tres países nombrados y Brasil, existe una barrera tecnológica, ya que Argentina, Uruguay y Paraguay operan sus sistemas eléctricos en 50 Hz y Brasil opera en 60 Hz. Esta barrera no constituye ningún obstáculo a la integración eléctrica e, incluso, al establecer una separación galvánica entre los sistemas eléctricos, facilita una administración consensuada de los

flujos de intercambio de energía entre dichos sistemas. Es más, de no existir esta separación galvánica, se requerirían inversiones significativas en recursos estabilizantes, dada la magnitud geográfica que tendría un sistema interconectado de todos los países de la Cuenca del Plata en la misma frecuencia de operación.

Esta vinculación ya existente entre los sistemas eléctricos de los países de la Cuenca del Plata brinda por sí misma una red de soporte para el flujo de información entre cualquiera de sus puntos.

Aquí cabe recordar que los sistemas eléctricos conllevan una red de comunicaciones necesaria para la operación y control de sus variables operativas. Esa red está diseñada para manejar enormes cantidades de datos a través de lo que se denomina su *Sistema de operación en tiempo real* (SOTR). A su vez, todas sus estaciones transformadoras, aún las de distribución, transmiten a los respectivos centros de control, información de las principales variables físicas y operativas en forma permanente.

En síntesis, en caso de planificarse el desarrollo de una red meteorológica, sería conveniente contemplar la instalación de los respectivos sensores primarios (estación meteorológica) dentro de las instalaciones del Sistema Eléctrico Interconectado. En ese caso, la respectiva estación meteorológica tendría asegurada su custodia y mantenimiento por parte del personal asignado a tales funciones en la estación transformadora. También estaría garantizada la alimentación eléctrica, ya que en todas las estaciones transformadoras hay alimentación asegurada. Por último, podría utilizarse la capacidad existente en el sistema de comunicaciones del sistema eléctrico, de modo de modo de conducir la información a un

centro de recolección de datos, que seguramente debería ser instalado en el centro de despacho del respectivo país. Luego, desde ese centro de recolección de datos, sería perfectamente factible direccionar la información al ámbito correspondiente para su monitoreo y procesamiento.

Otro aspecto interesante para profundizar en lo que respecta a las perspectivas de desarrollo energético en Argentina se vincula con la complementariedad entre la Cuenca del Plata y las cuencas andinas. En efecto, la configuración actual de la oferta hidroeléctrica en el Sistema Argentino de Interconexión pone de manifiesto una complementariedad natural entre los aprovechamientos existentes en sus ríos de llanura y aquellos desarrollados en sus zonas de montaña y/o pedemonte.

En primer lugar, la energía media anual de los aprovechamientos existentes sobre los ríos Paraná y Uruguay es de 13.405 GWh, con un volumen de embalse de 13.250 Hm³. Por lo tanto, dichos embalses requieren un despacho en condiciones de pasada. Es decir, poseen una mínima capacidad de regulación en función de los aportes, e incluso requieren grandes volúmenes de vertimiento ante aportes extraordinarios.

Por el contrario, los aprovechamientos existentes sobre las restantes cuencas hídricas (Cuyo, Comahue y Patagonia Sur) poseen una energía media anual de 9.335 GWh en su conjunto, pero su volumen de embalse es de 88.531,40 Hm³. Estos embalses admiten un criterio de despacho estacional e incluso plurianual, tal como hace actualmente CAMMESA.

Es más, de acuerdo con la ya mencionada adecuación de las normas de despacho, CAMMESA ha ajustado los criterios

de aplicación de las Normas de Manejo de Agua de estos embalses, buscando la máxima seguridad en el abastecimiento eléctrico. En ese sentido, durante largos períodos se ha operado con niveles de embalse en sus valores máximos admitidos por dichas normas, sin que por ello se hayan producido situaciones que hayan exigido llegar al vertimiento de los mismos.

Todo esto demuestra la complementariedad natural de los recursos hidroeléctricos de la Cuenca del Plata en comparación con los ubicados en Cuyo, Comahue y Patagonia, que resulta válida más allá de la ocurrencia de anomalías hidrológicas causadas por el fenómeno ENSO o por alguna otra alteración climática.

Por otro lado, tal como se puede observar en la **Tabla A.1** del *Anexo*, la Argentina tiene un elevado potencial para el desarrollo de obras hidroeléctricas en la zona Andina y Andino Patagónica, lo que posibilita la implementación de proyectos con importantes capacidades de embalse y, por lo tanto, fuertemente empuntables.

Paralelamente, tanto la República Argentina como Uruguay y Brasil están buscando desarrollar sus fuentes de energía renovable, principalmente eólica, con la mayor celeridad posible. En el caso de Uruguay, su imposibilidad de lograr un desarrollo significativo en la oferta de generación hidroeléctrica y su escasez de oferta en hidrocarburos está generando complicaciones en sus posibilidades de desarrollo eólico, pese a las importantes e interesantes perspectivas que ofrece el país para los inversores internacionales en tal tecnología. Por lo tanto, si se asume un escenario optimista, es posible pensar que el desarrollo pleno del potencial hidroeléctrico de Argentina podría

apalancarse no sólo en la energía eólica, sino también en la posibilidad de brindar la energía regulante y/o de rápida disponibilidad necesaria para asegurar un despacho óptimo del potencial hidroeólico de la región a través de sus interconexiones eléctricas con los países de la Cuenca del Plata.

Este escenario permite prever dos ventajas nacionales y regionales significativas. Por un lado, disponer de elevados volúmenes de energía y potencia hidroeléctrica de rápida disponibilidad evitará los sobrecostos asociados al desarrollo y sostenimiento de fuentes de generación térmica con combustibles fósiles en calidad de reserva frío y/o rotante, tal como ha sucedido en algunos países de Europa. Por otro, contar con esa capacidad de embalse y acumulación de energía permitirá llevar a cabo un despacho estacional y/o plurianual, asegurando por un lado el abastecimiento eléctrico y, al mismo tiempo, los usos consuntivos del agua embalsada con fines de riego y agua potable.

Las ventajas expuestas precedentemente serán también una herramienta de gestión de riesgo sumamente eficiente para el caso en que el cambio climático se manifieste a través de un régimen de precipitaciones nivales y/o pluviales sumamente errático, con prolongados períodos de sequía seguido de fuertes precipitaciones de corta duración.

Esa variabilidad climática sólo podrá ser compensada en parte, mediante la disponibilidad de los mayores volúmenes posibles de embalse y con un despacho hidroeléctrico sumamente eficaz y eficiente, de modo de optimizar al máximo el uso del recurso hídrico en función del abastecimiento del uso consuntivo del agua y de la demanda de energía eléctrica.

5 Potencial energético en Bolivia

5.1 Introducción

En Bolivia, la Cuenca del Plata se encuentra situada al sureste, ocupa una superficie aproximada de 226.268 km² y cubre el 20,6% de la superficie del territorio nacional, lo que la constituye geográficamente en la segunda en extensión en el país (SNHN, 2007: 206).

El Estado Plurinacional de Bolivia tiene una estructura energética basada en la producción de hidrocarburos y exportación de gas natural a sus países vecinos, siendo el principal exportador de este recurso natural en América del Sur. Asimismo, se encuentran en proceso de incorporación a

la citada estructura otras fuentes de energías alternativas de generación eléctrica —hidroeléctrica, solar, eólica y geotermia—, tomando en cuenta los postulados para este sector formulados en la Agenda Patriótica 2025 (Ministerio de Hidrocarburos y Energía-MHE. Plan de Desarrollo Energético 2008-2027).

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Energético de Bolivia 2008-2027-PDE, la proyección de consumo energético y del Producto Bruto Interno para este período en el territorio nacional muestra que la tasa promedio de crecimiento en consumo energético ascenderá al 4,7% y, asimismo, la tasa del crecimiento del PBI ascenderá al 4,2%. Estas cifras se basan en la proyección de crecimiento de población de Bo-

Tabla 5.1.1

Proyección del consumo energético y del PBI en Bolivia

AÑO	LOG CONS. ENERGÉTICO PERCÁPITA	CONSUMO ENERGÉTICO PERCÁPITA (BEP por persona)	CONSUMO ENERGÉTICO (KBEP)	TASA DE CREC. CONS. ENER. %	LOG PIB PER CÁPITA	PIBER CÁPITA (Bs. de 1990 por persona)	PIB (miles de Bs. de 1990)	TASA DE CREC. PIB %
2008	1.100	3.000	30.158.9	6.1%	8.011	3.010.110	30.285.071.10	6.0%
2009	1.131	3.099	31.895.8	5.2%	8.041	3.105.048	31.762.487.49	5.1%
2010	1.162	3.197	33.333.0	5.2%	8.071	3.200.314	33.300.472.10	5.1%
2011	1.194	3.300	35.054.9	5.2%	8.101	3.299.273	35.051.478.94	5.1%
2012	1.226	3.404	36.844.3	6.1%	8.130	3.378.118	36.872.183.83	4.3%
2013	1.254	3.500	38.031.0	4.0%	8.140	3.454.072	38.072.701.33	4.1%
2014	1.283	3.608	40.467.3	4.8%	8.170	3.631.880	38.613.701.33	4.0%
2015	1.312	3.714	42.376.5	4.7%	8.190	3.811.456	41.210.808.82	4.0%
2016	1.341	3.823	44.352.5	4.7%	8.214	3.993.791	42.893.030.31	4.0%
2017	1.370	3.936	46.414.4	4.6%	8.230	3.778.578	44.895.234.84	4.0%
2018	1.399	4.053	48.664.0	4.6%	8.260	3.860.719	46.319.818.49	4.0%
2019	1.429	4.174	50.803.1	4.6%	8.283	3.985.115	48.144.034.97	3.8%
2020	1.458	4.298	53.134.1	4.6%	8.309	4.048.724	50.029.861.82	3.8%
2021	1.487	4.426	55.452.0	4.4%	8.329	4.140.534	51.914.841.11	3.8%
2022	1.517	4.558	57.945.1	4.4%	8.350	4.236.565	53.861.141.26	3.7%
2023	1.546	4.694	60.484.9	4.4%	8.374	4.334.818	55.870.131.70	3.7%
2024	1.576	4.834	63.145.4	4.4%	8.397	4.435.425	57.943.521.41	3.7%
2025	1.606	4.978	65.800.2	4.1%	8.420	4.538.351	60.083.238.94	3.7%
2026	1.634	5.126	68.463.3	4.3%	8.443	4.643.684	62.291.038.33	3.7%
2027	1.664	5.279	71.730.0	4.3%	8.466	4.751.490	64.563.034.45	3.7%
PROMEDIO 2008-2027				4.7%	PROMEDIO 2008-2027			

Considerando objetivos de política 2008-2027 (PDE-MHE).

livia, de 10.426.155 millones de habitantes (2010) que ascenderá a 14.114.508 millones de habitantes en 2030 que influirán en su desarrollo energético en general y también en el ámbito de la Cuenca del Plata (MHE, 2009; INE, 2010).

La Cuenca del Plata tiene un potencial energético relevante en territorio boliviano. Los cursos principales para el aprovechamiento hidroeléctrico son los ríos Pilcomayo y Bermejo. Sin embargo, sus diferentes afluentes cuentan también con características relevantes para el aprovechamiento de la energía de origen hidráulico, no sólo en proyectos de magnitudes superiores a 50MW, sino además para la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas.

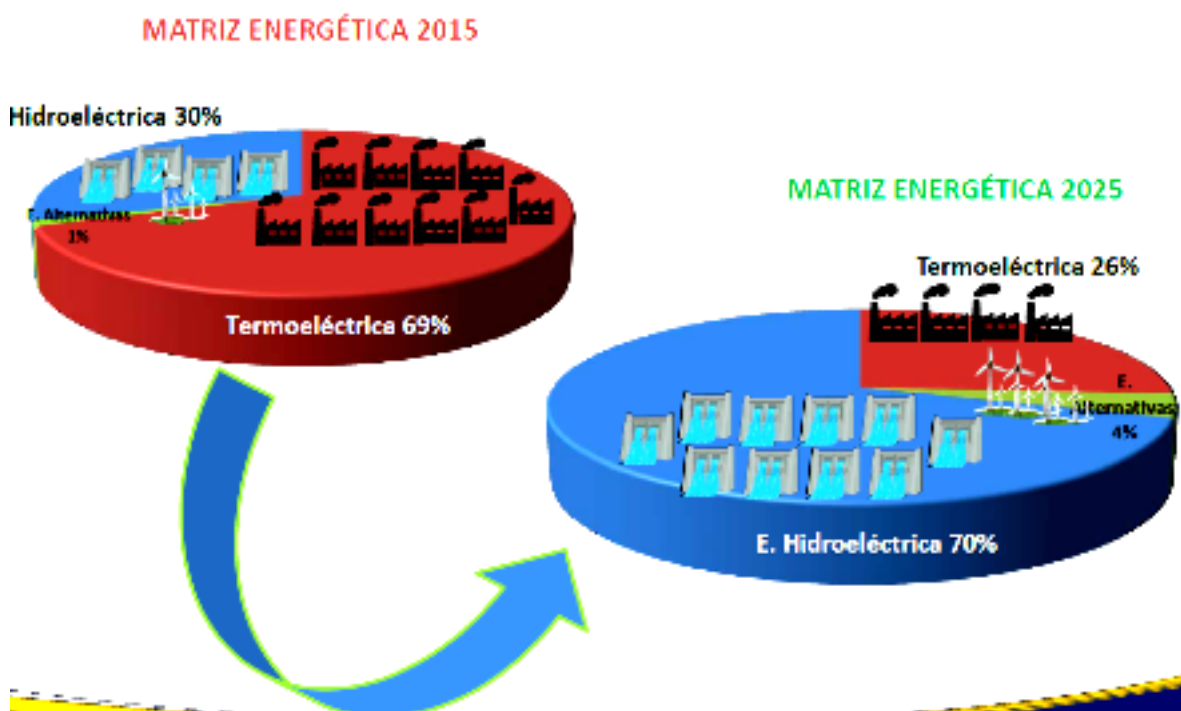
La mayoría de los proyectos a ejecutar en esta cuenca son de carácter multipropósito, con el riego como principal finalidad, a ser explotado en base al potencial agrícola de la región (por ejemplo, en el Chaco boliviano). Por ello, la realización de proyectos hidroeléctricos beneficiaría en gran medida a las regiones que forman parte de la Cuenca del Plata en territorio boliviano.

5.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico

La matriz energética de Bolivia tiene diversas fuentes y su estructura actual contempla alrededor de un 70% de energía primaria basada en termoelectricidad **Figura 5.2.1**. En consecuencia, alrededor del 30% está compuesto principalmente por fuentes

Figura 5.2.1

Proyección de la matriz energética de Bolivia (2015-2025)



Fuente: MHE, 2016.

hidroeléctricas y otras alternativas no convencionales, como la energía solar, la eólica y la biomasa.

Tomando en cuenta la estructura actual de la matriz energética, el gobierno nacional se ha propuesto transformarla hacia el año 2025, fecha para la cual se proyecta que un 70% de la misma pase a ser de origen hidroeléctrico; el 26%, termoeléctrico; y el 4% restante proveniente de energías alternativas, con los propósitos de consolidar la industrialización de los recursos naturales y exportar energía a los países vecinos.

Asimismo, cabe mencionar que el potencial hidroeléctrico del país se acerca a los 40,000 MW, de los cuales actualmente se utiliza aproximadamente el 1,19%. En este contexto, el cambio de la matriz energética tendrá como eje principal la hidroelectricidad.

Por otro lado, el Plan de Universalización Bolivia con Energía 2010-2025, ejecutado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEA), instancia dependiente del Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE), ha determinado que el territorio boliviano cuenta con un importante potencial de fuentes de energías alternativas para la generación eléctrica.

Específicamente, dado que dos terceras partes del país se encuentran en la franja de mayor radiación solar, Bolivia cuenta con uno de los mayores niveles de intensidad solar del continente. La mayor radiación solar anual se presenta en el altiplano, seguido por los valles y, con menor potencial, en el trópico.

A su vez, el Atlas Eólico de Bolivia (2009) establece la existencia de mayor potencial eólico en los Departamentos de Santa Cruz; Potosí (Provincias Nor y Sud Lípez), un sector comprendido entre Cochabamba y La Paz

y otro en las orillas del Lago Titicaca y Oruro.

Por su parte, el potencial geotérmico aprovechable en el país se encuentra principalmente en el Altiplano Sur, como en las estratificaciones de las cordilleras Oriental y Occidental. Las ubicaciones de mayor interés geotérmico se ubican en regiones de Sajama, Valle del río Empexa y Lagunas del Sur.

Finalmente, el potencial aprovechable para la producción de generación de electricidad a partir de la biomasa se halla en el trópico y valles de Bolivia. Por esta razón, gran porcentaje de la población boliviana depende de la biomasa como energía de combustión, para actividades como la cocción de alimentos, la producción de carbón vegetal y la industria manufacturera (ladrillerías, panificadoras, entre otras).

5.3 Marco institucional y legal

En cuanto al marco jurídico que regula la hidroelectricidad en Bolivia, la nueva Constitución Política del Estado (2009) establece que las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico, y es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transmisión y distribución a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas y empresas comunitarias y sociales. La cadena productiva energética no puede estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni puede concesionarse.

Por otro lado, la norma jurídica que rige el sector es Ley de Electricidad (Nº 1604 del 21/12/1994), que establece las actividades de la industria eléctrica y los principios para la fijación de precios y tarifas de electricidad en todo el territorio nacional. Esta ley cuenta con 12 reglamentos, los cuales

complementan la regulación establecida en la misma.

Asimismo, es importante mencionar la Ley de Medio Ambiente (Nº 1330 del 27/3/1992), que tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, como son los recursos hídricos, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población. Así, se trata de una norma jurídica aplicable a la generación de hidroenergía.

En lo que respecta al marco institucional, de acuerdo con el Decreto Supremo Nº 29894 de Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional (07/2/2009), es el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) la institución competente en dirigir y ejecutar la política energética del país, promover su desarrollo integral, sustentable y equitativo y garantizar la soberanía energética, en coordinación con las distintas entidades del sector.

El MHE establece en su estructura organizacional una serie de instituciones dependientes en el sector eléctrico que se encuentran bajo su órbita. Entre las más relevantes, se encuentran el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEA), la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE), el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) y la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE).

El VMEA está encargado de la política eléctrica del país y elabora el Plan Sectorial de Electricidad. La AE es el ente regulador de la industria eléctrica y tiene entre sus funciones la regulación de precios y tarifas, la promoción de la competencia, la supervisión del funcionamiento del CNDC y la protección al consumidor. El CNDC, por su

parte, es el encargado de administrar el mercado mayorista, coordinar la operación integrada y planificar la expansión óptima del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

El Decreto Supremo Nº 071 (9/4/2009) crea la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE), en reemplazo de la Superintendencia de Electricidad, la cual había sido definida en la Ley de Electricidad como el ente regulador, controlador y fiscalizador de la industria eléctrica. El citado Decreto Supremo también establece como atribución del MHE la designación del Presidente del CNDC y la aprobación del reglamento y funciones de dicha institución.

A partir de la promulgación de la nueva Constitución Política del Estado, se ha consolidado la Empresa Nacional de Electricidad como una Empresa Corporativa, denominándose ENDE-Corporación. De acuerdo al Decreto Supremo Nº 29644 (16/7/2008), ENDE ha sido refundada como Empresa Pública Nacional, estratégica y corporativa, con presencia nacional y en todas las actividades de la industria eléctrica (UDAPE, 2015). Este mismo decreto establece la naturaleza jurídica de ENDE como empresa pública nacional estratégica y corporativa. Asimismo, determina que ENDE opera y administra empresas eléctricas de generación, transmisión y/o distribución, en forma directa o asociada con terceros, o mediante su participación accionaria en sociedades anónimas, de economía mixta u otras dispuestas por ley. Además, el Decreto Supremo Nº 0267 (26/8/2009) establece la conformación de su Directorio y aprueba los Estatutos de la Empresa.

Con la nacionalización de las empresas del sector eléctrico, ENDE-Corporación tiene el control sobre la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Está conformada por una matriz, once

empresas filiales y una subsidiaria. Además, tiene representación en directorios de otras dos empresas distribuidoras regionales.

Por otra parte, vale mencionar también como instituciones relevantes para el sector al Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), el Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), que coordinan las políticas del sector, de acuerdo con las competencias asignadas por ley. A la vez, en el marco del régimen de competencias del Estado boliviano, los diferentes órdenes de gobierno (departamental y local) lideran las políticas a ser implementadas en el sector eléctrico, con el gobierno nacional, en cada una de sus jurisdicciones.

5.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas

El Plan Nacional de Desarrollo Económico Social 2016–2020 (PDES) que ejecuta el gobierno nacional apunta en el sector energético a fomentar la construcción de proyectos hidroeléctricos, termoeléctricos, de energías alternativas y la operación de una ciudadela de investigación nuclear con fines pacíficos, con el objetivo de generar una potencia total de 4,878 MW, que contempla un excedente calculado en 2,592 MW para la exportación (MPD, 2015).

En este sentido, en la Cuenca del Plata, la ENDE-Corporación trabaja en el marco del proyecto denominado *Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Hidroenergético en la Cuenca del Plata* con el fin de generar información básica y obtener una base de datos que viabilicen la identificación de nuevos proyectos, en el contexto del aprovechamiento energético de los recursos renovables.

Las principales alternativas de aprovechamiento de estudio en la Cuenca son el Proyecto Hidroeléctrico Carrizal (347 MW), en etapa de Estudio Técnico de Pre inversión; ICLA (120 MW), en etapa de análisis socio-ambiental; Puesto Margarita (150 MW), en etapa de análisis técnico; Proyecto Cambarí (93 MW), en etapa de gestión de financiamiento para llevar adelante el Estudio de Diseño Técnico de Preinversión; Arrazayal (100 MW), en etapa de análisis técnico; y la Pavas (80 MW), en etapa de análisis técnico.

Para el planteamiento de embalses hidroeléctricos, a nivel general, se cuenta con una metodología específica para la caracterización y el diagnóstico de los proyectos hidroeléctricos a nivel nacional.

Cabe destacar, como se ha mencionado, la existencia de proyectos tendientes a su aprovechamiento para la exportación de energía eléctrica. Para este propósito, se trabaja inicialmente en el ámbito de revisión bibliográfica, en la recopilación de información existente a nivel de Cuenca, así como en la identificación de proyectos, que es llevada a cabo, en una primera instancia, con información secundaria. Una vez identificados los potenciales proyectos, se pasa a la etapa de recopilación de información básica específica, que incluye visitas a campo donde recopila información hidrológica o, más propiamente, hidrométrica.

Con la etapa de estudios básicos concluida —que, dependiendo de las características de proyecto, debería como mínimo abarcar un periodo hidrológico completo— se preparan los Términos de Referencia para la contratación de un Estudio de Diseño Técnico de Preinversión, acorde a lo establecido en el Reglamento de Preinversión vigente en Bolivia. Finalmente, concluida esta etapa, el proyecto pasa a la instancia de ejecución.

Figura 5.4.1

Proyectos de generación eléctrica en estudio



Adaptado de ENDE-Rendición Cuentas Públicas, 2015.

Para el caso de la Cuenca del Plata, se cuenta con lineamientos específicos que fueron incorporados, por ejemplo, en el PDES 2016-2020. Este documento establece lineamientos para los proyectos a estudiar e implementar, con foco en las iniciativas Carrizal y Cambarí.

5.5 Principales aspectos transfronterizos

En el ámbito transfronterizo, Bolivia forma parte de dos importantes organismos de gestión de cuencas en la Cuenca del Plata. En primer lugar, la Comisión Trina-

cional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (CTN), conformada por Argentina, Bolivia y Paraguay con el objetivo central de lograr el aprovechamiento múltiple, racional y armónico de los recursos del río Pilcomayo. En segundo lugar, la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del río Bermejo y el río Grande de Tarija (COBINABE), organismo argentino-boliviano que busca impulsar el desarrollo sostenible, optimizar el aprovechamiento de sus recursos naturales y procurar la gestión racional y equitativa de los recursos hídricos en el ámbito de su jurisdicción.

En el ámbito del Acuerdo de Orán (1995) — instrumento internacional constitutivo de la COBINABE—, en 1996 se suscribieron tres protocolos complementarios al Acuerdo Constitutivo, relacionados con la construcción, explotación y administración de tres presas (Las Pavas, Arrazayal y Cambarí), destinadas principalmente a la generación hidroeléctrica y a la regulación del río Bermejo (COBINABE, 2010).

En este sentido, Argentina y Bolivia están retomando las negociaciones para avanzar en estudios complementarios y fuentes de financiamiento. Se está optando por priorizar, en esta etapa, a la Presa Cambarí, dada la importancia de la hidroenergía para ambos países.

Asimismo, en el ámbito bilateral, con el propósito de consolidar la integración

energética regional, Bolivia ha firmado acuerdos e iniciativas con varias naciones vecinas. Con los países de la Cuenca del Plata, de acuerdo con los datos del MHE, ha suscripto compromisos internacionales en el sector electricidad con Argentina, Brasil y Paraguay, que incumben al sector hidroenergético. Con Argentina, se firmó el Acuerdo para la construcción de una línea Yagacua-Tartagal-San Juanito; y el de Modalidades de intercambio de energía, desarrollo de proyectos termoeléctricos y de hidroenergía y asistencia técnica. Por otra parte, con Brasil, se estableció el Memorándum de Entendimiento en diciembre de 2007 y el Acuerdo ENDE-Elerobras. Por último, con Paraguay, se destacan los Estudios de interconexión, los intercambios de energía eléctrica AENDE-ENDE, así como de asistencia técnica (MHE, 2016).

6 Potencial energético en Brasil

6.1 Introducción

El modelo brasileño de generación de energía se basa principalmente en la hidroelectricidad. Brasil cuenta con un sistema hídrico de importancia, con abundantes ríos y cascadas, que dan lugar a un enorme potencial de energía hidroeléctrica. En efecto, cerca de 65,2% de la capacidad nacional de generación de energía está compuesta por centrales hidroeléctricas de gran y mediano porte. El predominio de este modelo se justifica por la existencia de grandes ríos de montaña, alimentados por las lluvias tropicales abundantes que constituyen una de las mayores reservas de agua dulce del mundo.

Por otra parte, existen además varias otras fuentes de energía que podrían ser utiliza-

das para satisfacer la necesidad de expansión de la oferta energética en Brasil, entre ellas, la eólica, la biomasa, el gas natural, el carbón, el fuel oil y la energía nuclear.

La actual tendencia mundial con foco en la sustentabilidad y en las modalidades limpias de generación de energía lleva a creer que la generación de energía a partir de fuentes renovables tenderá a crecer, de modo de reducir gradualmente la participación de las fuentes no renovables en la matriz energética brasileña. También en esta dirección apuntan la reducción en los costos de nuevos proyectos de fuentes renovables y los incentivos especiales a estas actividades, así como el aumento de la inversión requerida y las dificultades ambientales que implica la instalación de grandes centrales hidroeléctricas o de emprendimientos orientados a la generación de energía no renovable.

Figura 6.1.1

División hidrográfica de Brasil



Fuente: CNRH.

La Cuenca del Plata ocupa un área equivalente al 16% del territorio brasileño y está compuesta por las subcuencas de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay. Se estima que el 35% de la población de Brasil se concentra en esta área.

En la Cuenca del Plata se genera aproximadamente el 49% del PBI del país. Su potencial hidroenergético al interior de Brasil y en sus fronteras es de cerca de 74.000 MW (alrededor de 80% del potencial de la Cuenca y casi un 30% del potencial total de Brasil), de los cuales hoy se encuentran en operación aproximadamente 50.000 MW, lo que corresponde a aproximadamente el 53% de la potencia de las centrales hidroeléctricas instaladas en Brasil y el 35% de la capacidad total instalada.

Hacia 2025, se espera que entren en operación sólo en la Cuenca del Plata cerca de 3.600 MW adicionales. Todas estas cifras permiten entender la importancia de la Cuenca del Plata en el escenario energético brasileño.

6.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico

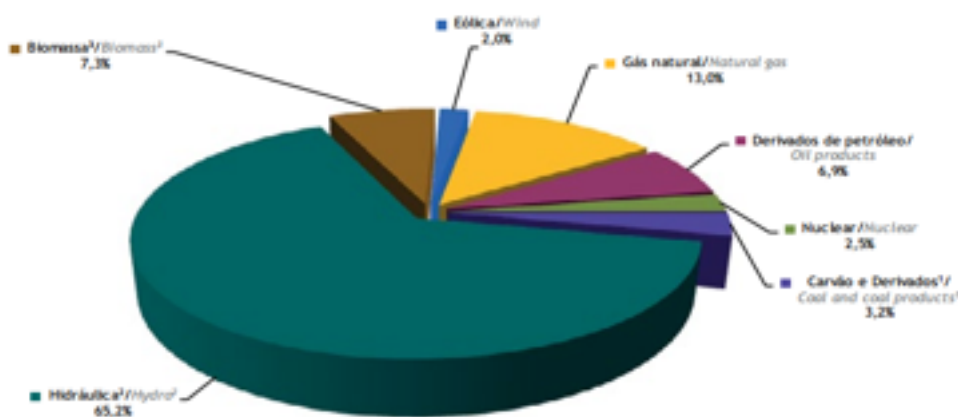
Brasil dispone de una amplia gama de fuentes de energía, entre las que se encuentran el petróleo, el gas natural, la energía eléctrica, el carbón mineral, la energía eólica, el biodiesel y los derivados de la caña de azúcar. La oferta interna de energía ascendió a 305,6 millones de TEP (toneladas equivalentes de petróleo) en 2014, superando en 3,1% al total de 2013 y siendo equivalente al 2,2% de la energía mundial.

De este total, aproximadamente el 39,4% de la matriz energética brasileña proviene de fuentes renovables alternativas a la generación hidroeléctrica (11,5%), como la eólica, la solar y la biomasa.

El consumo eléctrico en 2014 (624,3 TWh) fue equivalente al 17,2% de toda la energía consumida en Brasil, con un 65,2% proveniente de fuentes hidroeléctricas (89.193 MW). La Figura 6.2.1 da cuenta de la estruc-

Figura 6.2.1

Oferta Interna de energía eléctrica por fuente en Brasil



Datos de 2014

tura de la oferta interna de electricidad en Brasil en 2014.

La capacidad instalada de generación eléctrica en Brasil alcanzó los 133,9 GW en 2014, sin contar los 5,9 GW importados desde Argentina, Paraguay y Bolivia. De acuerdo con la Empresa de Investigación Energética (EPE), se espera que el consumo de electricidad casi se triplique hacia 2050, alcanzando un total de alrededor de 1.624 TWh.

La energía generada por las centrales hidroeléctricas y las usinas de biomasa ha demostrado en los últimos años un costo de generación competitivo en comparación con otras fuentes alternativas. Particularmente, la energía eólica tiene un potencial de expansión significativo en relación con otras fuentes debido al elevado potencial eólico del país y, a la vez, dado que los costos del equipamiento de generación de energía eólica se han vuelto más competitivos.

El sector de las pequeñas usinas de generación de energía a partir de fuentes renovables también cuenta con algunas ventajas significativas respecto de otras fuentes o de las usinas de gran porte, entre las que puede destacarse su bajo impacto socio-ambiental o la posibilidad de venta de energía en mercados privados (mercado de contratación regulada, ACR y mercado de contratación libre, ACL) sin imposiciones tarifarias de la ANEEL o sin determinación de su equilibrio económico-financiero; procesos de construcción y operación más simples, más rápidos y de menos costo; los incentivos legales y los descuentos en las tarifas del sector; la financiación a largo plazo con costos atractivos; la generación de créditos de carbono y la posibilidad de tributar impuestos bajo régimen de renta presunta.

En lo que respecta a la hidroelectricidad, al interior del país, la subcuenca del Paraná es

la región con la mayor capacidad energética instalada, con 62.705 MW (25,36% del total nacional), de los que se encuentran en operación 43.335 MW, además de presentar la mayor demanda energética (75% del consumo nacional). Existen más de 180 usinas hidroeléctricas instaladas en la región, de grande, mediana y pequeña escala, entre las que se destacan Itaipú, Furnas, Porto Primavera y Marimbondo. Actualmente, se detecta una tendencia hacia el desarrollo de centrales hidroeléctricas pequeñas, ubicadas en ríos de menor porte.

La subcuenca del Paraguay, por su parte, no presenta demasiado potencial para la instalación de grandes centrales hidroeléctricas debido a su topografía más plana. Actualmente, existen en ella 12 proyectos hidroeléctricos en funcionamiento, que generan un total de alrededor de 340 MW (<1% del país). La construcción de cinco usinas termoeléctricas en los estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, que utilizan gas importado de Bolivia, llevará a un incremento de la capacidad de generación energética en la zona.

Finalmente, la subcuenca del Uruguay presenta un buen potencial hidroeléctrico, con una capacidad total de producción de 40,5 KW/ km² si se considera a las zonas brasileña y argentina en conjunto, lo que constituye una de las mayores proporciones de energía por km² en el mundo.

En la actualidad, existe en esta subcuenca un potencial hidroenergético instalado de aproximadamente 6.333 MW, distribuidos entre cerca de 40 emprendimientos, entre los que se destacan tres centrales hidroeléctricas: las de Passo Fundo, Machadinho e Itá. La región cuenta también con varias pequeñas centrales hidroeléctricas instaladas. Asimismo, se destaca en la zona la presa de San Marcos, en la unidad hidro-

gráfica del río Cuareim, la mayor obra hidráulica existente destinada al riego.

Brasil dispone de una matriz eléctrica de origen predominantemente renovable, en la que se destaca la energía hidroeléctrica, que representa un 65,2% de la oferta interna. En total, las fuentes renovables representan el 74,6% de la oferta interna de electricidad en este país, que resulta de la suma de la producción nacional de energía más las importaciones, las cuales son principalmente de origen renovable.

En cuanto al consumo eléctrico, el sector residencial presentó en 2014 un aumento del 5,7%, mientras que el industrial registró una disminución del 2%. Los otros sectores —públicos, agrícolas, comerciales y de transporte—, al ser analizados en conjunto, dan cuenta de una variación positiva del 7,0% respecto del año anterior. En total, se observa un crecimiento del 4,8% en el sector energético.

En 2014, la capacidad total instalada de generación eléctrica en Brasil llegó a 133.914 MW, con un aumento de 7.171 MW. En esta expansión de la capacidad instalada, las centrales hidroeléctricas contribuyeron con un 44,3%, mientras que las térmicas representaron un 18,1% de la capacidad añadida. Por último, las plantas de energía eólica y solar fueron responsables del 37,6% restante del aumento en la red nacional.

De hecho, el potencial técnico de aprovechamiento de la energía hidráulica en Brasil está entre los cinco más grandes del mundo, en un país que cuenta con el 13% del agua dulce superficial del planeta. La **Tabla 6.2.1** muestra la expansión de la capacidad instalada de generación eléctrica hacia diciembre de 2014 (en MW), de acuerdo al Banco de Datos sobre Generación Energética de la ANEEL.

El potencial hidroeléctrico en operación hacia fines de 2014, incluyendo las plantas en funcionamiento parcial, era de 89,2 GW, lo que representa aproximadamente el 64% del total de energía disponible en ese año, y aproximadamente el 37% del potencial hidroeléctrico de Brasil. La mayor disponibilidad de potencia, de 87 GW (56% de la disponibilidad total), se encuentra en la cuenca del Amazonas, región habitada por menos de un 5% de la población brasileña. Las cuencas del Atlántico oriental, al sudeste, norte y nordeste, y la del río Uruguay, con más del 70% de la población, presentan sólo 23 GW por explorar (15% de la disponibilidad total). En la **Tabla A.2** del *Anexo* se sintetizan las principales centrales hidroeléctricas brasileñas ubicadas en la Cuenca del Plata y sus restricciones de operación al 2014.

En enero de 2016, la capacidad total instalada de generación de energía eléctrica en Brasil alcanzó 141,684 megavatios (MW). En comparación con el mismo período en 2015, se detectó un aumento de 7.676 MW, siendo 2.873 MW de fuente hidroeléctrica, 1.810 MW de origen térmico, 2.987 MW de fuente eólica y 6 M, solar (Boletín Mensual de Monitoreo del Sistema Eléctrico Brasileño).

En enero, la energía eólica alcanzó 7.968 MW de potencia instalada, lo que constituyó un aumento del 60% en comparación con el mismo periodo de 2015, con 4.981 MW. La generación hidráulica representó el 65% de la capacidad instalada en Brasil, alcanzando los 92.100 MW instalados, con un incremento del 3,2% respecto de enero de 2015 (89.227 MW). La energía térmica, por su parte, correspondió a un 29% en la matriz, alcanzando los 41.595 MW instalados y con un crecimiento del 4,5% en relación al mismo período del año anterior.

Con respecto a la entrada en operación comercial de las centrales hidroeléctricas,

durante ese mismo mes se añadieron 979,11 MW de capacidad instalada de generación, 1,1 km. de líneas de transmisión y 490 MVA de transformación en la red básica.

De acuerdo con el Plan Nacional de Energía vigente (PNE 2030), los aprovechamientos considerados de complejidad ambiental y/o de bajo nivel de conocimiento o investigación suman un total de 76 GW de energía y deberán entrar en el programa de estudios desde 2025. En este contexto, aproximada-

mente 170 GW estarían en funcionamiento hacia 2030, siendo 79 GW incrementales y, de éstos, 34 GW tienen su entrada en operaciones prevista para 2023, de acuerdo con la PDE 2023.

Finalmente, vale destacar que en Brasil, además de constituir un factor histórico del desarrollo económico, la energía hidráulica juega un papel importante en la integración y en el desarrollo de las regiones alejadas de los grandes centros urbanos e industriales.

Tabla 6.2.1

Capacidad instalada de generación eléctrica en Brasil

Fonte	Nº Usinas	Capacidade instalada (MW)	Estructura %	Capacidade média por usina (MW)
Hidroeléctrica	1.186	89.193	66,6	75
UHE	202	84.095	62,8	416
PCH	487	4.790	3,6	10
CGH	497	308	0,2	1
Gas Natural	121	12.550	9,4	104
Biomassa	479	12.271	9,2	26
Da cana	387	9.881	7,4	26
Outros	92	2.390	1,8	26
Óleo (fóssil)	1.263	7.888	5,9	6
Carvão Mineral	13	3.389	2,5	261
Nuclear	2	1.990	1,5	995
Gas industrial*	34	1.658	1,2	49
Eólica	228	4.888	3,6	21
Biogás	25	70	0,1	3
Solar	311	15	0,0	0
Total	3.662	133.913	100,0	37
Importação contratada		5.850		
Disponibilidade total		139.763		

Datos de 2014. Fuente: <http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Capacidade+Instalada+de+EE+2014.pdf/cb1d150d-ob52-4f65-a86b-b368ee715463>

6.3 Marco institucional y legal

Actualmente, el modelo regulatorio del sector de energía eléctrica en Brasil se caracteriza por su desverticalización, con separación de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía.

La matriz eléctrica brasileña es predominantemente de fuente hídrica, por lo que el costo marginal de expansión del sistema aumenta progresivamente, lo que debería garantizar la seguridad del suministro eléctrico y promover la modicidad tarifaria y la inclusión social en el sector eléctrico brasileño, en particular a través de los programas de universalización del servicio. Para ello, el sector eléctrico brasileño necesita una planificación a largo plazo y un monitoreo continuo para adoptar medidas preventivas que permitan reducir el riesgo de desabastecimiento. Entre las medidas directas, se destaca la expansión del sistema a través de licitaciones, en las que los ganadores firman contratos bilaterales de largo plazo con los distribuidores, y éstos contratan 100% de su demanda, considerando su capacidad firme generación energética.

El marco regulatorio del sector eléctrico brasileño se compone de los siguientes agentes:

- El Consejo Nacional de Política Energética (CNPE), organismo creado por la Ley 9478 el 6 de agosto de 1997, con el fin de formular las políticas y normativas para el ámbito energético y brindar asesoramiento a la Presidencia de la República;
- El Ministerio de Minas y Energía (MME), encargado de la planificación en este sector;
- La Empresa de Investigación Energética (EPE), un organismo creado por la Ley 10.847 el 15 de marzo de 2004, vinculado

al MME, con la responsabilidad de llevar adelante estudios y encuestas destinados a subvencionar y brindar apoyo técnico a la planificación del sector energético;

- La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), agencia reguladora creada por la Ley 9.427 el 26 de diciembre de 1996, vinculada al MME, con el objetivo de llevar adelante y supervisar las licitaciones vinculadas al sector energético;
- La Cámara de Comercialización de Energía Eléctrica (CCEE), encargada de gestionar los contratos de compra y venta de energía;
- El Comité de Monitoreo del Sector Eléctrico (CMSE), que da seguimiento a la continuidad y calidad del suministro eléctrico; y
- El Operador Nacional del Sistema Eléctrico (ONS), sistema de despacho de cargas centralizado.

Con respecto al marco legal del sector en Brasil, la expansión del parque energético se realiza a través de licitaciones a cargo de la ANEEL, en las que el criterio para determinar a los vencedores está dado por la menor tarifa ofertada. De este modo, para reducir el riesgo de mercado de nuevos proyectos e incentivar la contratación eficiente de los servicios energéticos por parte de los consumidores cautivos, se creó un mercado de contratación regulada (ACR) que brinda servicios a los distribuidores de energía. La ACR coexiste con el mercado de contratación libre (ACL), destinado a los consumidores libres y los autoprodutores.

Dado que uno de los objetivos del marco regulatorio es la modicidad tarifaria, se destaca la búsqueda por desvincular el precio de la electricidad del costo marginal de

su expansión. Para esto, las licitaciones de energía hidroeléctrica han sido divididas entre energía nueva (proyectos a ser ejecutados, que deben cubrir todos los costos de instalación y financiamiento) y energía vieja (proyectos que ya están en funcionamiento y han sido amortizados), evitando la competencia.

También la contratación de energía ha sido dividida en tipos de contratos. Por un lado, el contrato de cantidad, en el cual el riesgo hidrológico de la central hidroeléctrica es asumido por el empresario que la impulsa. Sin embargo, vale destacar que las centrales hidroeléctricas cuentan con modos para mitigar el riesgo hidrológico, entre los que destaca el mecanismo de reasignación de energía generada y suministrada por cada usina adherida al Sistema Interconectado Nacional (SIN), operado por la ONS. A través de este sistema, el exceso de energía se transfiere desde las centrales que han generado un excedente a aquellas que han producido por debajo de su objetivo, de manera que los generadores reciban la cantidad de energía asegurada en lugar de la efectivamente generada. Por otra parte, existe el contrato de disponibilidad, en el cual el riesgo de las centrales térmicas es asumido por los consumidores finales, es decir, se trata de un contrato de arrendamiento de la usina.

Para todos los proyectos presentados a licitación, se exige una licencia ambiental previa, con el objetivo de minimizar los riesgos a la hora de obtener la autorización ambiental, que podría implicar retrasos más tarde, en la implementación del proyecto. Sin embargo, esta precaución no asegura la posterior entrega de la licencia de instalación. En este sentido, el riesgo sigue siendo asumido por los inversores, quienes asumen el compromiso de iniciar la entrega de energía en la fecha pactada.

6.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas

En territorio brasileño de la Cuenca del Plata existen más de 85 instalaciones hidroeléctricas de gran porte; las principales de estas centrales pueden visualizarse en la **Tabla 6.4.1**.

Tabla 6.4.1

Principales instalaciones hidroeléctricas en la Cuenca del Plata, en territorio brasileño o fronterizo

Central	Río	Potencia instalada (MW)
Itaipú	Paraná	14.000
Ilha Solteira	Paraná	3.444
Foz do Areia	Iguazú	1.676
Jupia	Paraná	1.551
Itá	Uruguay	1.450
Marimbondo	Grande	1.440
Porto Primavera	Paraná	1.430
Salto Santiago	Iguazú	1.420
Água Vermelha	Grande	1.396
Segredo	Iguazú	1.260
Salto Caxias	Iguazú	1.240
Furnas	Grande	1.216
Emborcação	Paranaíba	1.192
Salto Osório	Iguazú	1.078
Estreito	Grande	1.050

6.5 Principales aspectos transfronterizos

Gran parte del sistema eléctrico brasileño (98% en términos de generación y carga) se encuentra interconectado, lo que permite un uso optimizado de los recursos energéticos por aprovechamiento de la diversidad hidrológica y del mercado existente entre las cuencas y subcuencas hidrográficas, los sistemas y subsistemas eléctricos y las regiones geográficas.

Este sistema, que se ha convenido en llamar Sistema Interconectado Nacional (SIN), tiene una operación coordinada y centralizada por el Operador Nacional del Sistema Eléctrico (ONS). La carga eléctrica restante está conformada por un gran número de sistemas aislados, en general de pequeño porte, localizados en la región norte. En este contexto, los sistemas aislados más grandes son los de Manaus y de Acre-Rondonia. De acuerdo al PDEE 2006-2015, estos sistemas, además del de Amapá, deberán integrarse al SIN en el horizonte de los próximos diez años (EPE, 2006e).

Tomados en conjunto, estos tres sistemas conforman casi el 90% del consumo de energía de los sistemas aislados del Norte y una proporción casi equivalente de la generación térmica local, principalmente a base de gasoil. Interconectar estos sistemas significa ofrecer a cerca de 5 millones de personas las mismas condiciones de acceso a la energía de las que hoy dispone casi todo el resto del país. Además, esto permitirá aprovechar la diversidad hidrológica entre las subcuencas del Amazonas, especialmente las de la orilla izquierda del río. Tras concretar estas interconexiones, los sistemas aislados pasarán a representar apenas el 0,2% del consumo nacional de energía eléctrica (EPE, 2006).

De acuerdo a la ONS, “el SIN tiene un tamaño y características que permiten considerarlo único en el mundo” (ONS, 2006). En 2014, estaba conformado por aproximadamente 3.662 usinas y subestaciones —siendo 1.186 de tipo hidroeléctrico (33% del total)—, a las que se sumaban de 125.700 kilómetros de líneas de transmisión. A fines de 2014, la capacidad instalada del SIN alcanzó una potencia total de 133.913 MW, de los cuales 89.193 MW eran originados por centrales hidroeléctricas.

La **Figura 6.5.1** muestra la oferta interna de energía eléctrica por fuente en 2014. La extensión y distribución de la red de transmisión de Brasil es tal que, si fuera colocada sobre el mapa de Europa, permitiría la interconexión entre casi todos los países del continente.

La problemática de las interconexiones regionales, es decir, de la transmisión, es de extrema relevancia en el caso del sistema eléctrico brasileño, dado que éste se basa en la hidroelectricidad. Esta característica, reforzada por la continentalidad del país, asigna al sistema de transmisión el papel de un generador virtual, inusual en la mayoría de los sistemas eléctricos existentes en el mundo, puesto que la red de transmisión interconectada aumenta la disponibilidad de las centrales hidroeléctricas.

Para una mejor comprensión, cabe citar la siguiente nota técnica sobre el potencial hidroeléctrico brasileño (EPE, 2006): “Este sistema de transmisión permite aprovechar las diversidades existentes entre los subsistemas: desde las diferencias en términos de carga —definidas no sólo por el perfil de consumo de cada región, sino también por la continentalidad del sistema, que comprende diferentes horarios y hábitos de consumo—, hasta (y especialmente) la diversidad hidrológica, también vinculada a esta continentalidad”.

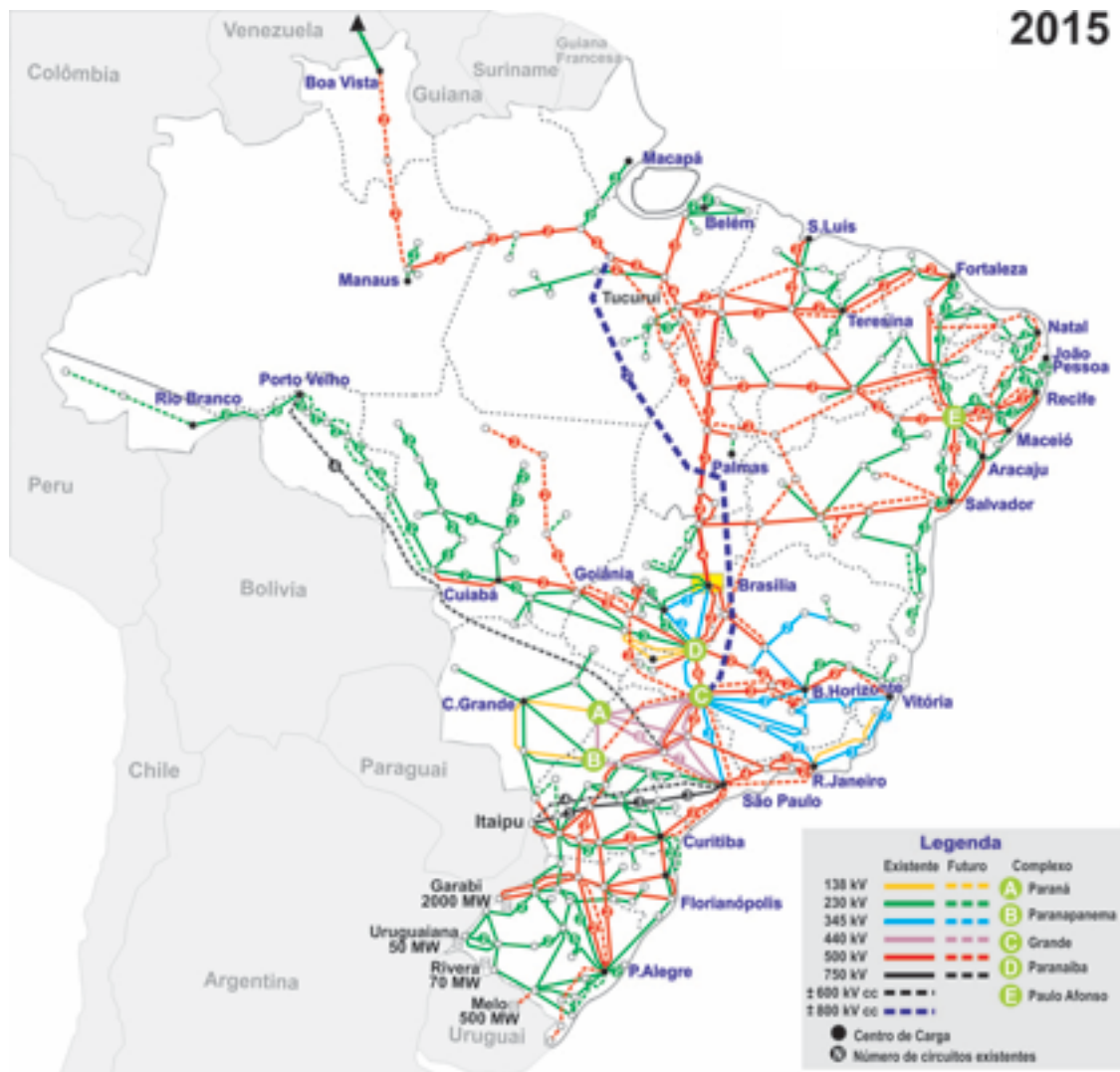
lidad, que se refleja en diferentes regímenes pluviométricos. El sistema de transmisión permite la transferencia de energía entre los subsistemas, proporcionando tal administración de los recursos hidroenergéticos que se convierte en una auténtica planta virtual. (...). Esto significa que, para satisfacer la demanda actual, el país debería disponer de una capacidad de generación adicional de al menos 7500 MW en caso de que los subsiste-

mas no estuviesen interconectados. Este beneficio tenderá a ampliarse en la medida en que se desarrolle el potencial del Amazonas”.

En el estado actual de desarrollo de Brasil, se espera un crecimiento sostenido de la demanda de electricidad a un ritmo de cerca de 3.1% por año. A pesar de que Brasil tiene un gran potencial de energía hidroeléctrica aún no explotado, su matriz

Figura 6.5.1

Red de transmisión de energía eléctrica de Brasil



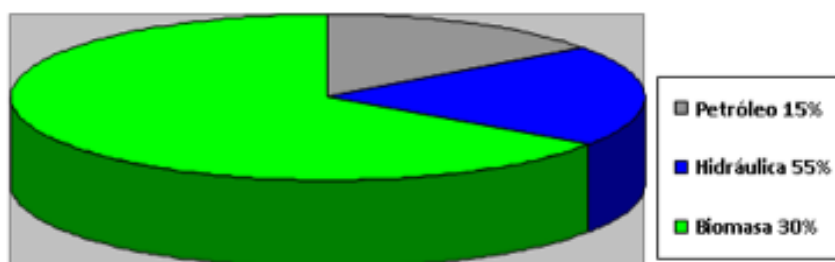
Fuente: ONS, 2015

se ha ido diversificando, especialmente en lo referente a las fuentes renovables no hidroeléctrica que hoy han llegado a representar un 39,4% del suministro interno de energía. La diversificación de la matriz energética, basada en la promoción de las energías renovables no hidroeléctrica, tie-

ne como objetivo aliviar las centrales hidroeléctricas durante la estación seca, pero sin lograr dejar de lado las reservas de termoelectricidad. En este marco, la Cuenca del Plata continúa teniendo un rol estratégico para Brasil en función de su destacado potencial energético.

Figura 7.2.1

Matriz Energética del Paraguay



Fuente: El balance energético del Paraguay – Ande, 2011

7 Potencial energético en Paraguay

7.1 Introducción

Antes de la entrada en operación de las grandes centrales de Itaipú y Yacyretá, Paraguay era deficitario respecto de sus fuentes energéticas: se estimaba el potencial del país en sólo 50.000 Kw, y las necesidades adicionales debían ser cubiertas con pequeñas centrales térmicas a gasoil o biomasa.

Sin embargo, ya con la puesta en funcionamiento de la Central Hidroeléctrica de Itaipú, el país pasó en los años 90 a ser un gran exportador de energía hidroeléctrica.

7.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico

Las fuentes consultadas presentan serias incongruencias respecto de la composición de la matriz energética del Paraguay y la

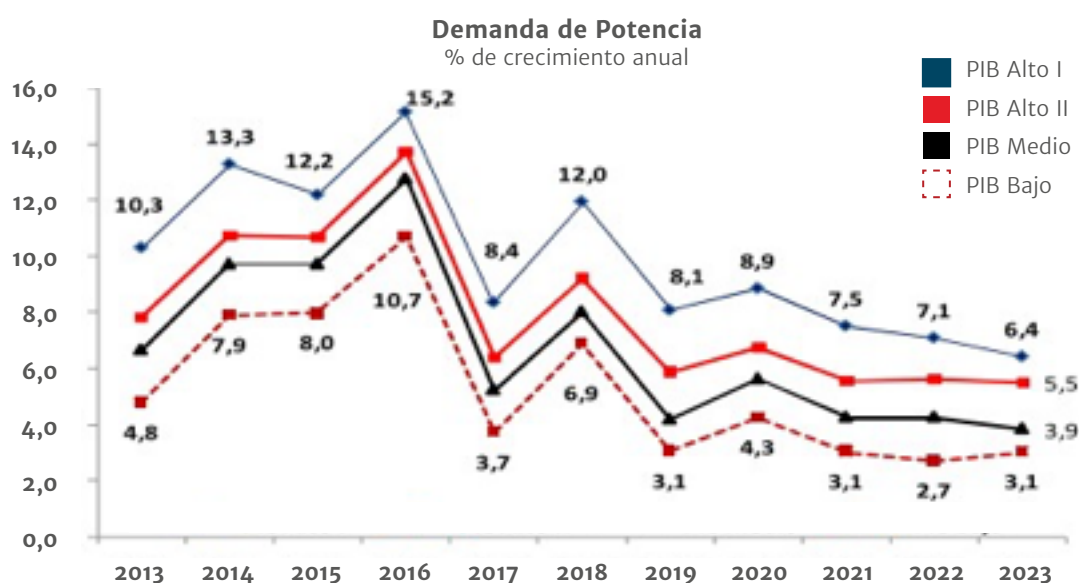
Tabla 7.2.1

Evolución de Potencia Demandada en el SIN – Período 1990 - 2003

Año	Potencia (MW)	Variación anual (%)
1990	425	
1991	479	12,7%
1992	538	12,3%
1993	604	12,3%
1994	706	16,9%
1995	790	11,9%
1996	862	9,1%
1997	969	12,4%
1998	1.018	5,1%
1999	1.041	2,3%
2000	1.120	7,6%
2001	1.144	2,1%
2002	1.193	4,3%
2003	1.191	-0,2%

Figura 7.2.2

Proyección de demanda de potencia para el período 2014-2023



Fuente: ANDE – Plan Maestro de Distribución

participación que las diferentes fuentes de energía tienen el total de la oferta del país.

Valdés (2013), por ejemplo, plantea que la composición de la matriz energética del Paraguay presenta una distribución absurda: la menor participación en el consumo energético nacional corresponde a la energía hidroeléctrica, del orden del 15 %, mientras que los hidrocarburos representan alrededor del 32% –a pesar de ser importados en su totalidad, lo que consecuentemente produce una importante e innecesaria sangría de divisas– y la biomasa, con su secuela de deforestación, tiene una participación del 53%. Para este autor, la matriz energética paraguaya debería ser una de las más competitivas del mundo debido a la gran disponibilidad de energía hidroeléctrica en su territorio. Sin embargo, al no promocionarse ni facilitarse el acceso a la misma, su disponibilidad ha terminado siendo limitada.

Por su parte y en contraposición a estas cifras, el documento “Plan Estratégico del Sector Energético de la República del Paraguay (2004-2013)”, en su Ítem III.2 – “El balan-

ce energético del Paraguay”, plantea que la energía hidráulica y la biomasa constituyen las dos fuentes de energía primaria autóctonas en el país, ya que Paraguay no cuenta con recursos propios de hidrocarburos, ni de combustibles sólidos. Además, éstas son las únicas fuentes de energía renovable que tienen participación en el balance energético del país. Y se afirma que, excluyendo el saldo del comercio exterior de la electricidad, la participación de estas tres formas de energía en la oferta total era, hacia 2001, de un 15% para el petróleo, un 55% para la hidráulica y de un 30% para la biomasa.

Más allá de estas variaciones en las cifras, las fuentes coinciden en señalar la composición contradictoria de la matriz energética paraguaya. Por este motivo, se identifica la necesidad de realizar mejoras que contribuyan a desplazar el fuerte lugar de la biomasa, que va en detrimento de aspectos ambientales, para fortalecer el rol de la energía hidroeléctrica, especialmente considerando que el país es uno de los cinco principales productores de energía hidroeléctrica del mundo.

Tabla 7.2.2

Generación Hidroeléctrica y Potencia Instalada

Paraguay – Fuentes	Capacidad instalada / nacional (MW)	Participac. Hidroeléct.	Particip. en el país (en generación)	Particip. en la cuenca (en generación)
Itaipú (Paraguay-Brasil)	14.000/7000	Sí	85%	37%
Yacyretá (Paraguay-Argentina)	3.100/1.550	Sí	12,1%	8%
Acaray	190	Sí	2,8%	0,4%

Fuente: Plan Estratégico 2004-2013 – ANDE.

La siguiente figura da cuenta de la evolución de la potencia máxima demandada del SIN (Sistema Interconectado Nacional) en el período 1990–2003:

El cuadro incluido a continuación, por su parte, permite observar la proyección de la demanda de potencia en % del PBI para el período 2014 – 2023:

El documento “Plan Estratégico 2004–2013” de ANDE (Administración del Mercado Eléctrico) incluye datos relativos a la evolución de potencia instalada en el período 1990–2003, estimándose en él un total de 7.416 MW instalados. En la siguiente figura, puede verse la composición de la generación por potencia instalada descrita en ese año:

En la actualidad, el total de producción de energía del país, sin incluir las pequeñas usinas térmicas, puede estimarse en 7.840 MW, incluyendo el 50% que corresponde a Paraguay en Itaipú y Yacyretá, y Acaray, emprendimiento nacional (190 MW). A estas usinas, se suman pequeños grupos de generación térmica, propiedad de la ANDE en Bahía Negra y, actualmente, Saltos del Guairá. Por su parte, la Central Térmica a diesel de Pedro Juan Caballero tiene una potencia instalada total de 5,8 MW. Además, se encuentran otros grupos térmicos en Nueva Mestre (20 KW) y en Bahía Negra (280 KW), que en conjunto suman alrededor del 0,1% de la capacidad instalada nacional.

7.3 Marco institucional y legal

Siguiendo a Samaniego (2013), “puede decirse que el país no cuenta con una Política Energética, existe elevada dispersión, se toman decisiones aleatorias y parciales. No se cuenta con capacidad suficiente para atender la demanda y su proyección,

en distribución y transmisión. Existe confusión de responsabilidades al ser el Estado Paraguayo autoridad del sector y asumir el rol de empresario. Pese a la abundante disponibilidad de energía eléctrica en cuanto a generación; se carece de seguridad y calidad en el suministro”.

En cuanto a la organización del sector eléctrico y sus principales actores, vale mencionar que la autoridad responsable de establecer la política energética nacional es el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), a través del Vice Ministerio de Minas y Energía (VMME). El Estado ejerce su rol empresarial en los sub-sectores combustibles y energía eléctrica a través de Petróleos Paraguayos S.A./PETROPAR en combustibles, la Administración Nacional de Electricidad – ANDE, y las Centrales Binacionales (Itaipú y Yacyretá) en el sector eléctrico.

Respecto de la biomasa, los principales actores son el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través del INFONA (Instituto Forestal Nacional), y el Instituto de Tecnología y Normalización (INTN), dependiente del Ministerio de Industria y Comercio.

Por su parte, la Secretaría Técnica de Planificación (STP), dependiente de la Presidencia de la República, se encarga de elaborar el balance energético nacional.

Al no existir una institución o estamento de decisión común, se dificulta la coordinación de políticas, lo que no permite articular las decisiones y las acciones del sector. Esto genera una situación de debilidad institucional que da cuenta de la necesidad de un Ministerio de Energía. Por ello, la reciente creación del Viceministerio de Minas y Energía (VMME) en el marco del Ministerio de Obras Públicas y Comunica-

Tabla 7.4.1

Obras de Generación y Transmisión y Complementarias – Período 2014-2023

Obras de Generación		Obras en Líneas de Transmisión	
Reporte de generación existente	4	Recapacitación de líneas existentes	27
Construcción de nuevas centrales	1	Nuevas líneas de transmisión:	
		500 kV	6
		220 kV	26
		66 kV	15
Obras de Subestaciones		Obras de Compensación Reactiva	
Ampliaciones de capacidad de transformación existentes	118	Compensación en 220 kV	2
Nuevas subestaciones:		Compensación en 23 kV	113
500 kV	3		
220 kV	26		
66 kV	9		

Fuente: ANDE – Plan Maestro de Generación y Transmisión – Período 2014 – 2023.

ciones (MOPC) ha sido un paso fundamental para cumplir el papel de autoridad en el sector. También se considera necesario el avance en la constitución de un nuevo marco regulatorio del subsector eléctrico a fin de —entre otros aspectos— definir los roles institucionales, crear un ente regulador y disminuir asimetrías jurídicas regionales, con el fin de avanzar hacia la creación de un mercado eléctrico regional que pueda involucrar al Paraguay.

7.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas

El documento “ANDE – Plan Maestro de Generación y Transmisión de Corto y Medio Plazo – Período 2014-2023” presenta una síntesis de los estudios técnicos de planificación realizados con vistas a determinar el conjunto de obras necesarias en el Sistema Interconectado Nacional, de forma de acompañar el crecimiento de la demanda. Dicho plan se ha desarrollado en base a la adopción de un escenario de mercado

de energía eléctrica con una tasa de crecimiento promedio de 9,1 y contempla las obras resumidas en la siguiente figura:

Las obras de generación contempladas en este documento incluyen la finalización de los trabajos de adecuación, modernización y repotenciación de los Grupos 3 y 4 de la Central Hidroeléctrica de Acaray para el año 2014 y, para el 2015, se prevé la culminación de trabajos similares en los Grupos 1 y 2 de esa misma Central.

El proyecto más importante previsto en el período es la maquinización de la presa Yguazú, de puesta en servicio proyectada para el año 2018, con dos unidades de 100 MW cada una, para la generación en horario de punta.

En el corto plazo (2014 – 2018), se contempla la inversión de 1.092,19 miles de US\$. El Plan de Obras de Distribución abarca en este primer período la construcción de 360 nuevos alimentadores, los cuales afectarán a 55 subestaciones existentes y a 20 nuevas sub-

Tabla 7.4.2

Centrales Hidroeléctricas instaladas en Paraguay- Algunos Datos Técnicos.

USINA	Caudal medio afluente (m³/sg.)	Nivel medio embalse	Salto (m)	Particip. en el país (MW)	Generación anual promedio (GWh)
Itaipú	11.000	220	120	14.000	98.000
Yacyretá	14.500	83	22.80	3.100	20.000
Acaray				210	1.100

Fuente: ANDE.

estaciones proyectadas en el Plan de Transmisión. Para el final del período, se prevé una totalidad de 742 alimentadores en servicio. También se incluyen obras para mejorar las condiciones físicas y operativas de las líneas para dar más confiabilidad al servicio. Otro componente es el Programa de Recuperación de Obras de Distribución, que tiene por objetivo normalizar las líneas de distribución del Sistema de Autoayuda.

Por su parte, el “Plan Maestro de Distribución de Corto y Medio Plazo Período 2014 – 2023” prevé la construcción de 204 nuevos alimentadores. De este modo, para el final del período, se proyecta una totalidad de 861 alimentadores en servicio. Este Plan incluye, asimismo, las obras necesarias para atender la expansión y el crecimiento vegetativo del Sistema de Distribución, además de las del Programa de Recuperación de Obras de Distribución.

En el mediano plazo (2019 – 2023), se contempla una inversión de 948.34 miles de US\$ y las obras planificadas incluyen las del Programa de Recuperación de Obras de Distribución (P.R.O.D.).

Los aprovechamientos hidroeléctricos ya instalados en el país son los de Itaipú y Ya-

cyretá –emprendimientos binacionales con Brasil y Argentina respectivamente–, y Acaray –nacional–. En el cuadro abajo pueden observarse algunos aspectos técnicos respecto de estas usinas:

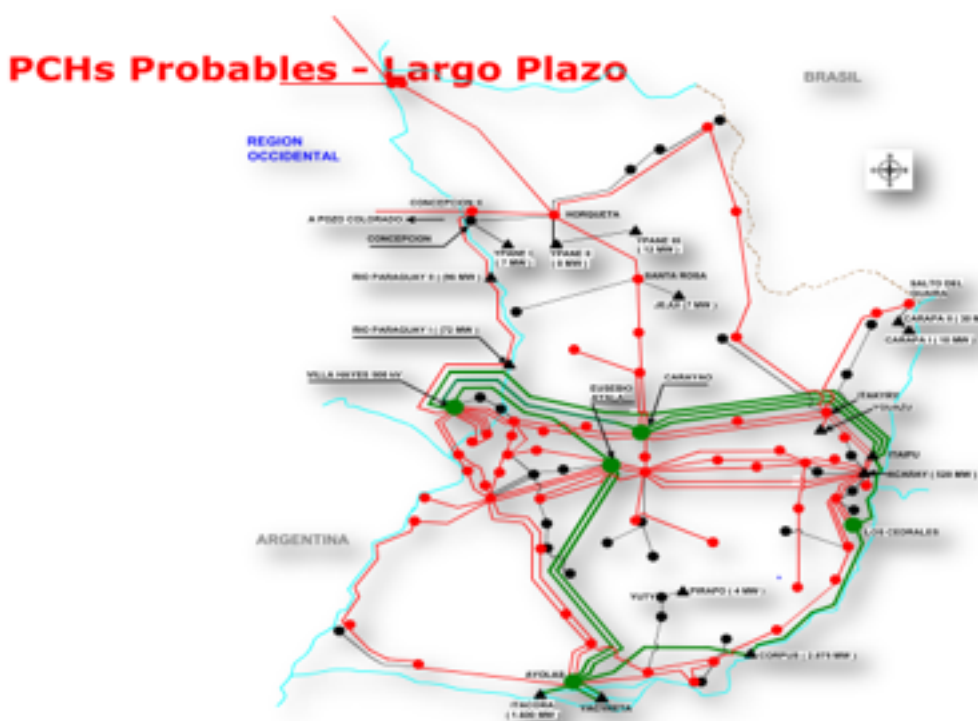
Entre los emprendimientos a ser implantados, pueden citarse como los más avanzados y con mejores posibilidades de entrar en fase de construcción los de Corpus (emprendimiento binacional con la Argentina) y la instalación de nuevos equipos generadores en la Central Hidroeléctrica de Acaray, en proceso de licitación hacia noviembre de 2014.

Existen otros proyectos de desarrollo hidroenergético de grande, mediano y pequeño porte, que obran en poder de entidades como la Secretaría Técnica de Planificación (STP), el Vice Ministerio de Minas y Energía (VMM) y la Administración Nacional de Energía Eléctrica (ANDE), entre otros, y que con poca inversión, podrían ser actualizados y, eventualmente, enmarcados dentro una ley de regulación que permitiera una recuperación adecuada del capital, de modo de permitir a inversores incursionar en esta área.

La zona del Alto Paraná ha sido extensamente analizada por Itaipú, produciendo

Figura 7.4.1

Plano esquemático indicativo de ubicación de Futuras PCHs (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas)



Fuente: Atlas del Potencial Hidroenergético del Paraguay – IB.

un anteproyecto que podría servir como indicador para definir el camino a seguir. En el estudio “Atlas del Potencial Hidroenergético del Paraguay”, elaborado por la Itaipú Binacional, se seleccionaron los locales con potencial hidroeléctrico aprovechable por medio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH):

1. *PCH Ypané I*: Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Concepción con 7 MW y que podría generar al año un promedio de 46 GWh.
2. *PCH Ypané II*: Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Horqueta y regiones aledañas con 8 MW y que podría generar al año un promedio de 43 GWh.
3. *PCH Ypané III*: Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Horqueta y regiones aledañas con 12 MW y que podría generar al año un promedio de 79 GWh.
4. *PCH Jejuí*: Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Santa Rosa y regiones aledañas con 9 MW y que podría generar al año un promedio de 66 GWh.
5. *PCH Carapá I*: Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Salto del Guará y regiones aledañas con 10 MW y que podría generar al año un promedio de 66 GWh.

Tabla 7.5.1

Energía total generada y cedida en Itaipú – Período 1984-2013

Año	Generación total (MWh)	Energía cedida
1984	276.529	
1985	6.327.274	2.927.306
1986	21.852.647	10.110.380
1987	35.807.360	16.789.443
1988	38.508.280	17.839.330
1989	47.229.655	22.105.927
1990	53.089.818	24.758.580
1991	57.517.540	26.752.390
1992	52.268.287	24.273.955
1993	59.996.720	27.648.673
1994	69.393.988	31.879.885
1995	77.212.396	35.351.910
1996	81.653.677	36.839.315
1997	89.237.001	40.665.212
1998	87.845.979	39.793.726
1999	90.001.900	39.987.790
2000	93.427.598	41.288.422
2001	79.307.075	34.090.353
2002	82.914.269	35.709.784
2003	89.151.176	38.833.895
2004	89.911.628	38.592.279
2005	87.970.615	37.413.927
2006	92.689.936	38.978.810
2007	90.620.003	37.739.660
2008	94.684.781	39.582.382

Fuente: Itaipú Binacional.

Tabla 7.5.2

Energía Total Generada y Cedida en Yacyretá – Período 1994-2009

Año	Generación total (MWh)	Energía cedida (MWh)
1994	354.919	354.919
1995	3.783.238	3.783.238
1996	6.337.548	3.162.773
1997	10.246.685	4.937.756
1998	11.733.863	5.750.527
1999	11.879.775	5.894.081
2000	11.890.413	5.914.880
2001	11.507.454	5.667.909
2002	12.335.334	6.118.848
2003	12.131.874	6.004.825
2004	11.938.868	5.891.754
2005	12.591.126	6.104.824
2006	13.031.174	6.182.085
2007	14.672.689	7.005.333
2008	15.118.459	6.691.284
2009	16.545.072	6.322.198

Fuente: Yacyretá.

Tabla 7.5.3

Energía Generada y Cedida en Paraguay – Año 2014

USINA	Periodo	Total generación (GWh)	Entregado a (GWh)
Yacyretá		20.314,7	18.501,8 a Argentina
Itaipú	Enero – 2014	98.500,0	
3 Gargantas (China)	Diciembre – 2014	98.800,0	

Fuente: Departamento Técnico de ITAIPU y EBY, Agencia oficial Xinhua – Corporación de las 3 Gargantas.

6. *PCH Carapá II*: Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Salto del Guará y regiones aledañas con 30 MW y que podría generar al año un promedio de 197 GWh.
7. *PCH Pirapó*: Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Yuty y regiones aledañas con 4 MW y que podría generar al año un promedio de 26 GWh.

7.5 Principales aspectos transfronterizos

Respecto de la exportación/cesión de energía en el Paraguay, los tratados de Itaipú y Yacyretá no permiten la venta de energía eléctrica a terceros países. En lugar de ello, se ha establecido la figura de la *cesión de energía no utilizada* por el país socio del emprendimiento (Paraguay en ambos casos), a favor del otra nación socia, acordándose en compensación por esta cesión un ínfimo costo. Por dicha razón, se habla de energía cedida. Las siguientes figuras dan cuenta de la energía cedida en ambas represas en los últimos años:

Con relación a los aspectos de seguridad en las centrales hidroeléctricas transfronterizas, los expertos recomiendan seguir las líneas de acción y las directrices de la “Canadian Dam Safety Association” y, para una evaluación de riesgos, el ICOLD Bulletin¹³⁰, “Risk Safety Management in Dam Safety”. Las consecuencias aguas abajo deberán ser evaluadas en forma de estimar los efectos incrementales, es decir, la diferencia de efectos entre avenidas naturales extraordinarias de muy baja probabilidad de ocurrencia anual y los causados por los escenarios definibles para las obras con igualmente baja probabilidad estadística de ocurrencia accidental. La seguridad de las presas en general se basa en la aplicación eficiente y sistemática de acciones y controles como

la Red de monitoreo de sismicidad, la Red Hidrometeorológica, la vigilancia de vientos y olas, el nivel de embalse y de cuencas o tributarios aportantes incrementales, la auscultación de presiones (piezómetros), el control de órganos de evacuación, el control de mecanismos electromecánicos, y el intercambio de información con los operadores hidroeléctricos regionales.

Como propuestas de acciones transfronterizas a abordarse en el futuro, pueden mencionarse:

- **Reuniones de intercambio de información climática:**
- Realizar talleres trimestrales entre técnicos de las represas binacionales para evaluar las condiciones climáticas e hidrológicas de la cuenca, buscando identificar tendencias hidrológicas que permitan un mejor gerenciamiento para sus propias operaciones, crecidas, estiajes, navegación y medio ambiente.
- **Desarrollo de sistemas de seguridad ante emergencias:**
- *Seguridad ante filtraciones:* Las reuniones de la IAEA (International Agency Energy Atomic) e ICOLD (Comisión Internacional de Grandes Presas) proponen aplicar técnicas de hidrología isotópica para identificación de orígenes filtraciones por debajo, alrededor y a través de las presas.
- *Planes de acción ante emergencias:* Se sugiere poner en marcha iniciativas que transparenten los procesos de actualización de los Planes Acción de Emergencias ante los estudios identificados de los escenarios de probables fallas.
- **Avanzar en la definición de nuevas centrales hidroeléctricas:**

- *Coordinación en la operación de centrales hidroeléctricas:* Itaipú se beneficia de un escenario de producción de máxima energía, que es consecuencia de la operación bien coordinada de las centrales ubicadas aguas arriba y que pertenecen al sistema eléctrico brasileño. Dicho resultado es obtenido por un modelo matemático de optimización de todas las centrales del Brasil en la cuenca del río Paraná; del que Itaipú se beneficiada por ser una central de paso y, principalmente, por tratarse de la última usina sobre este río. La optimización de la operación coordinada es deseable en el futuro sistema de las centrales hidroeléctricas de Itaipú – Corpus – Yacyretá – Itatí Ita Corá y tendría como objetivo en el corto plazo la programación de generación diaria, discriminada horariamente para las 24 horas del día en cada usina.
- *Ampliación del Parque de Generación en Eby – Embalse Compensador de Eby – Central Hidroeléctrica e Itatí/Itá Corá:* El proyecto de ampliación del parque de generación de la EBY plantea la instalación de 3 turbinas que aportarían unos 480 MW a la potencia instalada. El proyecto original de Yacyretá prevé en su fase III la instalación de 30 unidades generadoras movidas por turbinas tipo Kaplán, con potencia nominal de 135 MW cada una, con un Embalse Compensador ubicado aproximadamente a 90 Km. aguas abajo de la presa de la EBY, en el lugar denominado Itá Ybaté, obra que aún no fue construida. Esto ha provocado problemas de cavitación y empeorado las condiciones de navegación. El proyecto de ampliación del parque generador de la EBY actualmente se encuentra detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá.
- *Maquinización del Brazo Añá Cuá del Río Paraná:* Es un proyecto que pretende aprovechar el caudal llamado ecológico de 1.500 m³/sg, actualmente reducido a alrededor de 1000 m³/ sg. o menos, que es vertido por el vertedero Añá Cuá ubicado sobre el Brazo Añá Cuá del Río Paraná. Se desea instalar 5 grupos generadores en dicho vertedero, que aportarían 270 MW de potencia instalada. Este proyecto no tiene visos de prosperar actualmente, en razón de cuestionamientos técnicos y jurídicos, dado que no figura en el Tratado de Yacyretá. Actualmente, se encuentra detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá.
- *Embalse Compensador de Eby – Central Hidroeléctrica en Itatí – Itá Corá:* La Central Hidroeléctrica en Itatí – Itá Corá funcionará como Embalse Compensador de Yacyretá, permitirá que las máquinas instaladas generen hasta su capacidad instalada de 3.200 MW y habilitará la instalación de nuevas máquinas en la Presa Principal de Yacyretá, como se prevé en el Proyecto Harza Lahmeyer 1973. De esta manera, los 1.500 m³/sg que deben vertirse hoy en este brazo del Río Paraná por cuestiones ecológicas podrán ser turbinados en la Presa Principal y en las nuevas máquinas a instalarse. Adicionalmente, al crearse el embalse de esta represa, el Brazo Añá Cuá tendrá un nivel elevado, con lo que el Vertedero Añá Cuá estará en términos técnicos inhabilitado, lo que constituye otra de las razones por la que no se recomienda la maquinización del Brazo Añá Cuá. Esta nueva Central Hidroeléctrica en Itatí – Itá Corá podrá generar alrededor de 11.300 GWh/ año. El avance en este proyecto se encuentra también detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá.

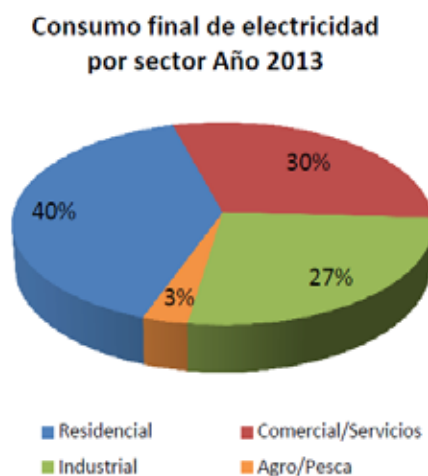
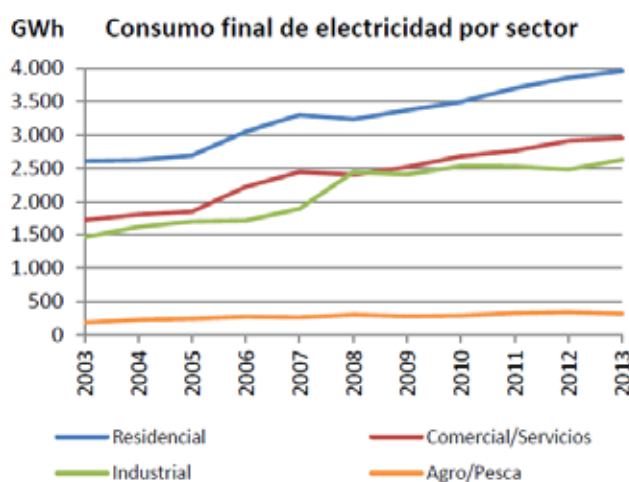
- *Central Hidroeléctrica de Corpus Christi:* Este proyecto ha sido realizado por la Comisión Mixta Paraguay-Argentina del Río Paraná (COMIP) y aprobado por los Gobiernos de Paraguay y Argentina para llevarse adelante el sitio denominado Itacuá, ubicado a 5 Km. aguas arriba de Encarnación. Posteriormente, sin embargo, surgieron propuestas de cambio de ubicación. Si se avanza en su construcción, se prevé que el nivel máximo normal del embalse Corpus Christi sería de 105.00 msnm y el salto o diferencia entre este nivel y el de restitución para el caudal medio de 11.600 m³/s sería de 21 m. Además, el proyecto de la central proyecta 20 turbinas Kaplan de 9.50 m de diámetro, con una potencia instalada de 2.875 MW y una potencia firme de 2688 MW, con lo cual Corpus Christi podría generar al año un promedio de 18.600 GWh. El proyecto también pre-

vé un vertedero de 28 vanos y una esclusa de navegación.

- **Diseño de grandes centrales hidroeléctricas de cara al cambio climático:**
- Al iniciar nuevos emprendimientos hidroeléctricos, resulta necesario que los diseñadores tomen en cuenta al cambio climático. A priori, deberían considerarse márgenes de seguridad mayores para las represas, de modo que éstas tengan más capacidad para afrontar las inundaciones de una manera segura y ambientalmente compatible. Este incremento en los márgenes de seguridad implicaría un aumento de costos, pero seguramente ayudaría a reducir los riesgos socioeconómicos y ambientales y, por lo tanto, contribuiría a viabilizar los proyectos. Una alternativa más sofisticada sería tratar de reducir la incertidumbre futura mediante un uso criterioso de los escenarios climáticos.

Figura 8.2.1

Consumo histórico de electricidad en Uruguay (2003-2013) y distribución del consumo eléctrico por sector en 2013



Fuente: Balance Energético Nacional preliminar 2013 (DNE).

8 Potencial energético en Uruguay

8.1 Introducción

En Uruguay, los grandes aprovechamientos hidroeléctricos ya han sido construidos. Este desarrollo ha incluido el emprendimiento binacional de Salto Grande compartido con Argentina. Históricamente, esta obra junto con el aprovechamiento integral del río Negro, mediante tres embalses en serie destinados a la generación hidroeléctrica, conformaron la estrategia básica del país en materia de aprovechamiento de las energías renovables. Actualmente, sin embargo, el potencial hidroeléctrico nacional remanente es escaso y está vinculado a centrales de generación de porte mediano y a la mini hidráulica.

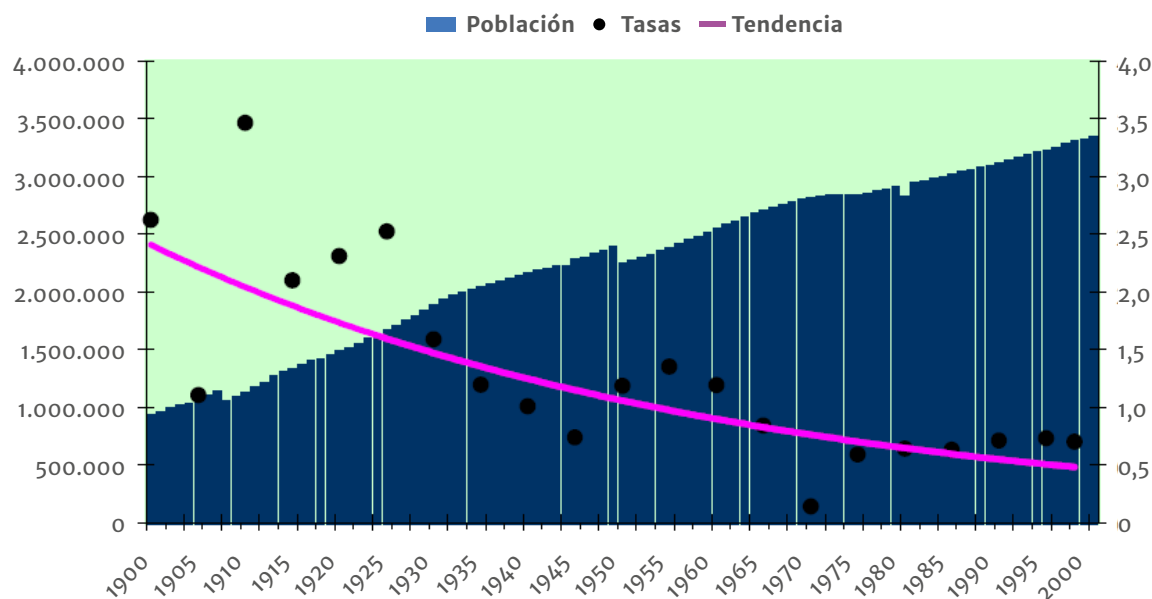
Por ese motivo, la gran apuesta del país, en vistas del crecimiento sostenido de la demanda y en materia de energías renovables, se vincula con la incorporación de energía de origen eólico, fuente con gran potencial en Uruguay, que recién comienza a explotarse. No obstante, la energía eólica, que debe ser siempre despachada, requiere que sus oscilaciones intradiarias sean compensadas a través de otras fuentes de energía y, para este fin, la hidroeléctrica resulta ser la más apropiada. Por ese motivo, en particular, se está prestando especial atención al desarrollo de plantas hidroeléctricas de acumulación y bombeo.

8.2 Matriz energética y potencial hidroeléctrico

De acuerdo con los datos del Balance Energético Nacional, publicado por la Dirección

Figura 8.2.2

Población, Tasas de crecimiento y Tendencias



Fuente: INE. Página web. Variables. Población y crecimiento.

Nacional de Energía, el consumo nacional energético de electricidad en Uruguay ha presentado una evolución creciente en los últimos diez años, alcanzando un valor de 9.850 GWh en 2013. La distribución por sector de consumo se dividió durante 2013 de la siguiente forma: el sector residencial concentró un 40%, mientras que los sectores comercial y de servicios hacían uso de un 30%; el sector industrial, de un 27%; y los sectores agrícola y pesquero, de sólo un 3%.

En las siguientes figuras, se incluyen los datos de consumo de electricidad por sector en los últimos diez años y la distribución por uso durante el último año, según datos publicados en el Balance Energético Nacional (preliminar) de 2013 por la Dirección Nacional de Energía (DNE).

También el consumo de electricidad per cápita ha presentado una tendencia creciente, pasando de 2.834 a 2.904 kWh por habitante entre 2012 y 2013. La intensidad eléctrica, expresada en kWh por millones

de pesos a precios constantes con referencia 2005, disminuyó entre 2003 y 2005, para luego comenzar a aumentar hasta alcanzar un valor máximo de 16.739 kWh/millones \$ en 2007. Desde ese año, el consumo eléctrico por PBI volvió a tener un comportamiento decreciente para llegar al 2013 con un valor de 15.125 kWh/millones \$.

Dado que la mayor parte del consumo de electricidad está radicado en el sector residencial y en el sector comercial y de servicios, resulta razonable vincular el crecimiento de la demanda con el incremento poblacional previsible. A efectos de tener una visión de la evolución pasada de la población y las tendencias futuras, las siguientes figuras resumen algunos indicadores:

En cuanto al potencial energético en Uruguay, de acuerdo con los datos incluidos en el Balance Energético Nacional de 2013, la oferta total de energía eléctrica también ha presentado una tendencia creciente a lo largo de los últimos diez años. El Balance

Tabla 8.2.1

Población total en Uruguay y proyecciones para las próximas décadas

Año	Población al 30 de junio	Tasa de crecimiento (por mil)	Edad mediana	Relación de dependencia	Porcentaje de población		Relación de masculinidad
					Menos de 15 años	De 65+ años	
2000	3.322.141	5.8	31.8	61.2	24.8	13.2	93.9
2010	3.516.813	5.7	33.1	57.0	22.8	13.5	93.8
2020	3.729.935	5.6	34.9	55.5	21.4	14.3	94.1
2030	3.923.773	4.5	36.9	57.1	20.3	16.1	94.6
2040	4.082.480	3.5	38.9	58.8	19.2	17.8	94.8
2050	4.202.494	2.4	40.2	62.5	18.5	19.9	95.1

Fuente: INE. Página web. Variables. Población y crecimiento.

Tabla 8.2.2

Evolución de la participación de las distintas fuentes de energía

Generación de electricidad por origen (GWh)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Térmica (Fósil)	6,6	1.076,8	956,3	1.971,2	1.224,6	3.388,7	2.634,0	1.165,0	2.628,5	3.748,7	1.859,3
Térmica (Biomasa)	0,0	27,3	24,5	38,6	134,1	872,4	929,9	1.092,4	1.126,0	1.313,4	1.448,2
Eólica						7,2	42,1	70,0	111,3	112,4	144,1
Hidráulica	8.529,5	4.780,7	6.683,6	3.545,1	8.021,1	4.500,7	5.059,8	8.407,2	6.478,8	5.420,9	8.205,9

Fuente: Balance Energético Nacional preliminar 2013 (DNE).

Energético considera la definición de oferta como la combinación de la producción o generación de energía más los intercambios (exportaciones o importaciones) y las variaciones de inventario. Las importaciones o exportaciones están condicionadas por la situación energética y la disponibilidad de oferta desde los países vecinos. En Uruguay, el intercambio de energía se realiza fundamentalmente a través de la interconexión eléctrica con Argentina

La energía de origen hidráulico ha tenido históricamente una muy importante participación en la cobertura de la demanda del país. Sin embargo, su oferta ha sido muy variable a lo largo de los años, ya que se encuentra fuertemente asociada al régimen de precipitaciones.

Uruguay, como ocurre en general con la zona sudeste de Sudamérica y, en particular, con la Cuenca del Plata, se caracteriza por alternancias de ciclos lluviosos y ciclos secos, en muchos casos en clara asociación con fenómenos climáticos de escala planetaria (como el de El Niño y La Niña). Además, el país pertenece a una misma región pluviométrica, dado que normalmente tanto inundaciones como sequías

abarcen todo su territorio, siendo imposible concebir una complementariedad hidrológica a nivel nacional.

De esta manera, se verifica que, en años de buena hidraulicidad, la producción hidroeléctrica tiene una participación importante en la producción energética, mientras que cuando la hidraulicidad baja, predomina la generación a partir de derivados de petróleo que deben importarse. En la siguiente figura, se puede observar este comportamiento a lo largo de la serie 2003-2013:

El aprovechamiento hidroeléctrico del río Negro es una muy importante fuente de energía renovable Uruguay. Este río, principal afluente del río Uruguay en territorio uruguayo, se encuentra regulado por la presencia de un sistema de tres embalses (Bonete, Baygorria y Palmar) operados en cascada. Su cuenca total es de 72.000 km², poco más de la tercera parte de la superficie del país, correspondiendo 3.125 km² a territorio de la República Federativa del Brasil. El río nace precisamente en Brasil, a unos 50 km al norte de la frontera, y tiene una extensión total de 850 km. y un desnivel total de 140 m., siendo sus afluentes más importantes al norte, el río Tacuarembó y el arro-

yo Salsipuedes y al sur, el río Yí y el arroyo Grande del Sur. La precipitación media anual en su cuenca es de aproximadamente 1.270 mm., y las lluvias allí se caracterizan por su irregularidad, corta duración y gran intensidad.

La operación y mantenimiento en las tres hidroeléctricas del río Negro está a cargo de su propietario, la empresa nacional de electricidad de Uruguay (UTE). Los aspectos de seguridad vinculados con sus instalaciones (obras civiles y equipamientos hidro-electromecánicos) son provistos por la propia UTE, desde su rol de propietario y operador.

En cuanto a sus aprovechamientos transfronterizos, Uruguay comparte con Argentina la presa y central hidroeléctrica de Salto Grande sobre el río Uruguay. Esta Central está equipada con 14 turbinas de 135 MW cada una, constituyendo una capacidad instalada total de 1.890 MW. La generación

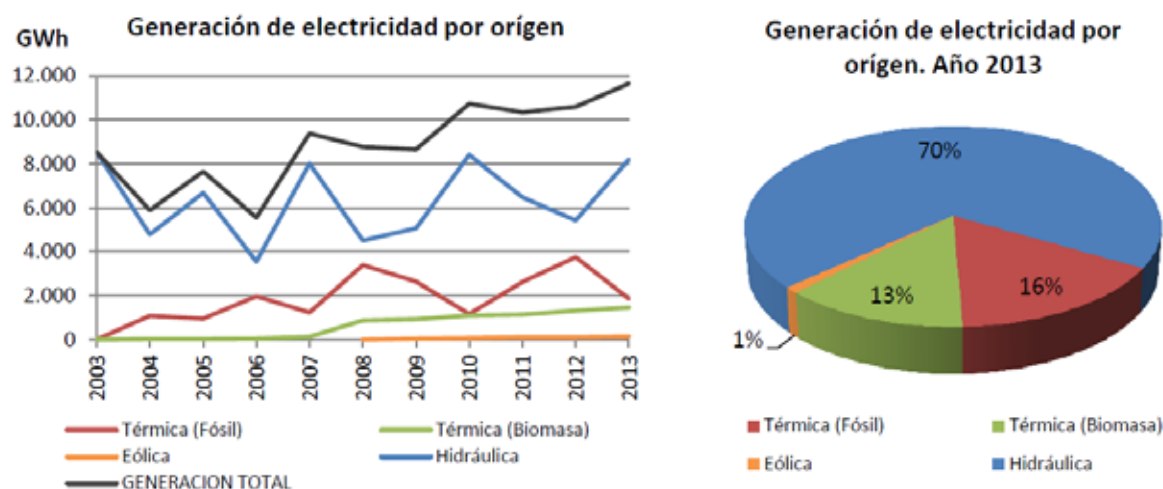
media histórica es de 7.400.000 MWh, superior en un 11% a la de diseño.

En total, el país cuenta con una capacidad instalada en términos de potencia de hidroeléctrica de 1.538 MW, que se encuentran completamente en operación. Un 50% de este total corresponde a Salto Grande (945 MW) y el resto proviene de las centrales situadas sobre el río Negro: Gabriel Terra (152 MW), Baygorria (108 MW) y Constitución (333MW), construidas entre 1937 y 1982. La más antigua, Gabriel Terra, fue renovada hacia 1997 y las demás son actualizadas periódicamente, de modo que se encuentran funcionando a pleno, sin restricciones en cuanto a la proyección de su vida útil.

En Uruguay, la matriz eléctrica cuenta asimismo con un fuerte respaldo térmico, conformado actualmente por centrales de turbo vapor (250MW) construidas entre 1955 y 1975, que llegarían al final de su

Figura 8.2.3

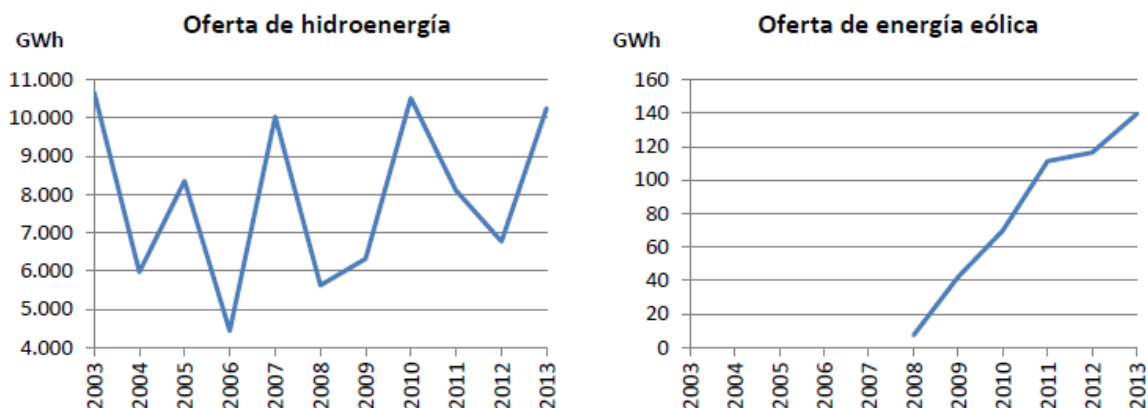
Evolución de la generación energética por origen y situación 2013



Fuente: Balance Energético Nacional preliminar 2013 (DNE).

Figura 8.2.4

Evolución de la oferta de hidroenergía y de energía eólica en Uruguay



Fuente: Balance Energético Nacional preliminar 2013 (DNE).

Figura 8.2.5

Evolución de la participación hidráulica y eólica en la oferta energética

Oferta de hidroenergía y energía eólica (GWh)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hidroenergía	10.661,9	5.975,9	8.354,5	4.431,4	10.026,4	5.625,9	6.324,7	10.508,9	8.098,6	6.776,1	10.257,4
Energía eólica						7,3	42,1	69,9	111,3	116,5	139,7

Fuente: Balance Energético Nacional preliminar 2013 (DNE).

vida útil en 2020; una central de turbo gas (200MW) de servicio pesado construida en 1990; una central de turbo gas en base a turbinas aeroderivadas (300 MW) inaugurada en 2006, y una central de motores (80 MW) en funcionamiento desde 2009.

Asimismo, el país está enfocando un proceso de diversificación de su matriz energética, con fuerte énfasis en las energías renovables: eólica, biomasa, solar y mini-hidráulica. Según los datos contenidos en el Balance Energético Nacional de 2013,

el 70% de la generación energética fue de fuente hidráulica, el 16% de fuente térmica-fósil, el 13% tuvo origen térmico (biomasa); y el 1%, fue de origen eólico:

En especial, la participación de la energía eólica y la biomasa como insumos para la generación de energía eléctrica ha mostrado una tendencia claramente creciente en los últimos años. Las siguientes figuras presentan la oferta de hidroenergía y de energía eólica en la última década:

A partir de 2008, se comenzó a incluir en el Balance Energético Nacional la energía eólica utilizada por los aerogeneradores de gran porte. La energía eólica ha sido promovida mediante la modalidad de contratos de largo plazo, con un precio fijo garantizado al privado durante el plazo de vigencia del mismo, que está en los 65 U\$\$/ MWh. En el año 2013, la oferta de energía eólica fue de 140 GWh, aumentando un 20% respecto a 2012.

En las siguientes figuras, se presenta la evolución de la generación de electricidad discriminada por origen y de la oferta de energía renovable, desagregada en fuente hidráulica y eólica, en ambos casos para el período 2003-2013.

Finalmente, vale observar que el uso de la energía solar también está siendo alentado por medio de facilidades crediticias.

8.3 Marco institucional y legal

Desde el punto de vista institucional, las actividades del sistema eléctrico uruguayo se encuentran organizadas en función del Marco Regulatorio del Sector Eléctrico. Básicamente, éste establece un mercado de energía eléctrica, conformado por agentes, administradores y reguladores. La particularidad de Uruguay es que, mientras la generación de energía está liberalizada, es decir, que la actividad puede ser realizada tanto por el Estado como por agentes privados, la transmisión y distribución de energía eléctrica persisten como monopolios naturales a cargo del Estado. En el marco de este panorama, se observa la participación de múltiples agentes, que se describirán a continuación.

En primer término, se encuentra la Administración de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), la empresa eléctrica estatal de Uruguay. UTE fue creada en 1912 con el

objetivo de suministrar energía eléctrica, en régimen de monopolio, en todo el territorio nacional. Se le dio el carácter de ente autónomo estatal y con tal figura jurídica ha permanecido hasta la actualidad, desarrollando todas las actividades del ciclo eléctrico completo, desde la generación y transmisión de energía eléctrica, hasta su distribución y comercialización. En particular, en materia de hidroelectricidad, UTE es propietaria y operadora de las tres centrales de Gabriel Terra, Rincón de Baygorria y Constitución, ubicadas en cascada sobre el río Negro.

Un segundo elemento a destacar dentro de este panorama fue la firma en 1939 del Acta de Acuerdo con Argentina para la conformación de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM) —emprendimiento hidroeléctrico binacional sobre el río Uruguay—, entidad que se consolidó en 1946. La concepción de esta obra fue realizada por Argentina y Uruguay en el marco de un esfuerzo de integración regional y constituyó la primera experiencia de utilización de uno de los ríos compartidos de la Cuenca del Plata. El orden de prioridades establecido entonces para el aprovechamiento de las aguas de los rápidos del río Uruguay en la zona de Salto Grande listaba, en primer lugar, el cumplimiento de fines domésticos y sanitarios, seguido por el fomento a la navegación, la producción de energía y, por último, el riego. En 1974, Argentina y Uruguay establecieron el fundamento jurídico para la construcción de la obra y suscribieron un Acuerdo de Interconexión Energética.

La Central Hidroeléctrica Binacional de Salto Grande, cuya primera turbina entró en servicio en 1979, se constituyó así en el primer aprovechamiento de uso múltiple en América Latina. En 1983, se firmó el Convenio de Ejecución del Acuerdo de Interconexión aprobado como Tratado por los Par-

lamentos de ambos países, el cual puso en funcionamiento la Comisión de Interconexión prevista en el Acuerdo de 1974. La Comisión de Interconexión funciona como órgano intergubernamental permanente y su propósito es evaluar el funcionamiento del Convenio y proponer modificaciones y nuevas modalidades de comercio.

La Central es administrada por el ente binacional CTM, que opera actualmente como otro agente del mercado eléctrico. Puede decirse que la gestión de Salto Grande se ha realizado en forma muy eficiente y que la Comisión de Interconexión ha resultado muy exitosa, tanto para canalizar las negociaciones como para avanzar en el perfeccionamiento de procedimientos. Dentro de este último campo, debido a las diferencias de tamaño entre ambos mercados, ha sido necesario establecer mecanismos de compensación. Estos acuerdos garantizaron una distribución de la energía generada en la que Uruguay compró desde un 17% inicial hasta un 50% a partir de 1993. Asimismo, se convino solidarizar a los sistemas en situaciones de emergencia. En la actualidad, corresponde a Uruguay la mitad del suministro de Salto Grande.

Desde el punto de vista hidroeléctrico, no existen actualmente en Uruguay agentes privados en actividad. La producción de energía por parte de privados se limita, de momento, a las otras fuentes renovables (fundamentalmente eólica y biomasa) y a algunos contratos de energía de origen térmico.

Por otro lado, y en función del marco regulatorio vigente, existen además de la UTE otros dos actores principales: la Administración del Mercado Eléctrico (ADME) y la Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua (URSEA). La ADME tiene como finalidad la administración de este merca-

do y la función del despacho de las unidades de generación. Se trata de una persona pública no estatal y en su dirección participan todos los agentes del mercado. La URSEA, en cambio, concentra el rol regulador del Estado separándolo así del rol empresarial. En este organismo radica el objetivo de controlar el cumplimiento de la ley de marco regulatorio y sus decretos reglamentarios, así como la elaboración de reglamentos sobre seguridad y calidad del servicio eléctrico. También se encuentra entre sus cometidos el asesoramiento al Poder Ejecutivo sobre concesiones, contratos y tarifas.

En forma resumida, la organización del sector eléctrico en Uruguay está conformada institucionalmente del siguiente modo: del Poder Ejecutivo dependen el Ministerio de Industria, Energía y Minería y dentro de éste, la Dirección de Energía; por otro lado, en dependencia directa del Ejecutivo, se encuentra el regulador URSEA. También en dependencia directa del Ejecutivo y por vía del Ministerio de Relaciones Exteriores, se realiza la gestión del emprendimiento hidroeléctrico binacional de Salto Grande.

Por otro lado, se establece la Administración del Mercado Mayorista (ADME), en cuya integración participa el Poder Ejecutivo, UTE, la CTM Salto Grande, los generadores privados y los grandes consumidores.

Con respecto al marco legal en Uruguay, a continuación, se describen algunos hitos fundamentales, que permiten explicar el funcionamiento actual del mercado de energía.

En 1977, se promulgó la Ley N° 14694 conocida como Ley Nacional de Electricidad, que derogó el monopolio de UTE en materia de generación, manteniendo los restantes. Si bien esta ley habilitó la generación

privada, la inexistencia de agentes hizo que la actividad de UTE continuase en la práctica siendo monopólica durante el período.

Esta realidad persistió durante 20 años, hasta que en 1997 y en otro contexto regional, se aprobó la Ley N° 16852 que sentó las bases del denominado “Marco Regulatorio del Sector Eléctrico”, al que ya se ha hecho referencia. Esta ley, en concordancia con una tendencia regional, se basó en la incorporación y el establecimiento de un mercado de competencia en generación. La apertura del negocio implicó la creación de un mercado mayorista de energía eléctrica. Desde entonces, en Uruguay, la generación dejó de ser un servicio público. La administración de este mercado y la función del despacho de las unidades de generación se radicó en la ADME. En cuanto a la transmisión y distribución de energía, ambas actividades continúan siendo monopolios y, por lo tanto, son reguladas.

En este sentido, la ley creó inicialmente la Unidad Reguladora de Energía Eléctrica (UREE). A partir de 2002, la UREE amplió sus funciones, incluyendo la regulación de las actividades de energía y además las de agua, con lo cual cambió su denominación por la de Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua (URSEA).

Desde la entrada en vigencia del Marco Regulatorio, uno de los cambios más importantes ha sido la habilitación de la empresa eléctrica estatal UTE para asociarse con empresas públicas o privadas, nacionales o extranjeras, dentro del territorio nacional, en distintos emprendimientos. Esto se ha aplicado básicamente en la ampliación de la oferta de energía eólica.

En cuanto al funcionamiento del mercado mayorista, la ley habilitó la oferta de ener-

gía por parte de los diferentes generadores en la modalidad “spot”. En este mercado, el precio spot de la energía es regulado y, en principio, coincide con el costo variable de la fuente más cara que se emplea para generar. La definición de este precio, que en situaciones de déficit energético podría elevarse a niveles exagerados tanto para los consumidores como para las empresas que concurren a comprar al mercado, se ajustó a un valor máximo de U\$S 250/MWh a través del Decreto 121/007 del Poder Ejecutivo.

La ADME realiza su gestión de despacho, arrendando los servicios técnicos del Despacho de Cargas de UTE y por otro lado, auditando su gestión. En este sentido, la función central de ADME es vigilar la transparencia de la operación energética y fundamentalmente los costos de generación, con garantías para todos los agentes.

8.4 Consideraciones sobre el planeamiento de represas hidroeléctricas

Con relación a la planificación de nuevas obras de generación hidroeléctrica, como se ha comentado, en Uruguay, a nivel de grandes potencias, los cursos de agua principales ya han sido explotados. UTE ha estudiado en el pasado algunas opciones de potencias intermedias, pero las mismas no pasaron el análisis de factibilidad económica.

En esta situación, el enfoque que se adoptó fue habilitar la iniciativa privada, con el fin de concretar emprendimientos donde la generación de energía no fuese el único propósito de la creación de embalses. Así, se conocieron algunos proyectos que sumaban a la generación otros usos, como el riego y la protección contra crecientes. Sin embargo, hasta el presente, ninguna de estas iniciativas ha prosperado.

Es importante destacar los esfuerzos de Uruguay en materia de hidrogenación en pequeña escala (micro-mini y pequeños aprovechamientos o PCHs). UTE y más actualmente la Dirección de Energía han contratado la elaboración de estudios de posibles localizaciones, analizando todos los cursos de agua del país, lo que condujo a establecer un ordenamiento de sitios posibles, según determinados parámetros de selección. En estos estudios, se ha analizado la entidad de las obras civiles necesarias para represar las aguas, el equipamiento adecuado y los impactos ambientales derivados. En esta escala de potencias, la viabilidad de una PCH está condicionada a que se trate de obras ya construidas y/o con fines múltiples. En efecto, el factor preponderante de los costos resulta ser la obra civil, la que normalmente implica la construcción de un cierre muy extenso, dada la topografía característica de la península uruguaya. Esto ha llevado a que la mini-hidráulica haya estado relegada en el marco del incremento de energía renovable.

De todas formas, existe una firme convicción a nivel gubernamental y nacional de impulsar estos sectores. Como prueba de ello, se está evaluando la posibilidad de equipar con turbinas la principal presa de abastecimiento de agua potable de Uruguay, situada en Paso Severino, sobre el río Santa Lucía. Este estudio, en etapa de factibilidad, sería realizado en el marco de un convenio ente UTE y OSE, la empresa nacional de agua. Las características técnicas de esta obra han sido revisadas y están actualmente en proceso de ajuste.

Por otra parte y por fuera de la hidroeléctrica convencional, en UTE se encuentran en fase de estudio previo tres sitios para instalar usinas de acumulación y bombeo (PSP, por sus siglas en inglés). Estas obras, también denominadas centrales reversibles, tendrían

en el caso de Uruguay la finalidad de cubrir las oscilaciones del sistema, en virtud de la creciente potencia eólica a instalar.

Por último, y en relación con la incidencia del cambio y la variabilidad climática, se cuenta con estudios que señalan el aumento de caudales en los ríos de esta zona de Sudamérica. El fenómeno está vinculado esencialmente a un escenario de aumento de las precipitaciones.

En particular, en Uruguay, se ha comprobado tal evolución en el río Negro, a partir de la década de 1970. Esta constatación motivó la realización de estudios que podrían implicar la adaptación de alguna/s de las obras existentes. En estas condiciones, sería viable la actualización del factor de sobreequipamiento de algunas centrales, como por ejemplo la presa de Terra. Se han formulado estudios que conducirían a instalar una turbina adicional, de 70 MW de potencia, para aprovechar los caudales actualmente excedentarios.

Asimismo, la mayor variabilidad climática está dando lugar a una necesidad creciente de mejora en la modelación hidráulica (hidrológica-hidrodinámica) de eventos de precipitación y al tránsito de ondas de crecida en los embalses y aguas abajo, previniendo no solamente la optimización del uso del agua sino también mejorando los sistemas de alerta ante crecidas.

8.5 Principales aspectos transfronterizos

Como se ha señalado, Uruguay comparte con Argentina la presa y central hidroeléctrica de Salto Grande y se ha realizado ya una descripción sintética del funcionamiento del Tratado de Interconexión, que facilita el vínculo entre los sistemas eléctricos de ambos países.

En cuanto a los sistemas de seguridad y alerta de Salto Grande, cabe destacar que los mismos son gestionados por la CTM a través de sus dependencias competentes, que incluyen personal de ambas nacionalidades, según un modelo organizacional que respeta la equidad de participación de ambos países en los diferentes niveles de decisión.

Salto Grande cuenta con un completo sistema de vigilancia de la seguridad, el cual incluye la auscultación de sus obras civiles y equipamientos electromecánicos, y dispone también de un programa de seguridad de presas, alineado con la práctica regional e internacional en el tema.

En materia hidrológica, cuenta con un servicio de pronóstico hidrológico y operación de vertederos, que es alimentado por una red de telemedición en su cuenca inmediata y por información que es obtenida de estaciones pluviométricas y limnométricas instaladas en las cuencas media y alta del río Uruguay. Se trata de estaciones situadas en territorio argentino y fundamentalmente brasileño. Otra fuente de información fundamental para la gestión del embalse de Salto Grande es la asociada a la operación de las usinas hidroeléctricas del Alto Uruguay, en particular las presas de Itá, Machadinho, Campos Novos y Barra Grande. Todos estos datos resultan

esenciales a efectos de prever los aportes al embalse y las descargas aguas abajo, sobre todo al tratarse de un embalse con muy escasa regulación.

Las informaciones provistas por Salto Grande son comunicadas a ambos países y, en el caso de Uruguay, son utilizadas por el Despacho de Cargas para formular el despacho de las unidades generadoras del sistema uruguayo. Estas comunicaciones son diarias y comprenden el pronóstico de aportes semanales en escenarios que incluyen también las precipitaciones previstas. Dada la escasa capacidad de regulación del embalse, la confiabilidad del pronóstico meteorológico resulta fundamental para prever la operación futura y, en particular, para determinar los denominados volúmenes de espera en el embalse y los consecuentes caudales a erogarse aguas abajo.

Salto Grande emite además informes al público sobre la previsión de caudales y los niveles a ser alcanzados en los distintos centros urbanos afectados por la operación: Salto (Uruguay) y Concordia (Argentina) y luego en la sucesión de ciudades de ambas márgenes como Paysandú-Colón, Fray Bentos-Gualeguaychú, en Villa Soriano y hasta la desembocadura en el río de la Plata.

9 Conclusiones y recomendaciones

La integración energética constituye una estrategia de desarrollo económico de la Cuenca del Plata basada en la cooperación mutua, que se operacionaliza a través de la complementariedad económica y de la construcción de economías de escala, asegurando beneficios para los consumidores en términos de precio, de calidad energética y de vida, así como una mejora en la competitividad de los países involucrados.

Con relación al cambio climático, la Cuenca del Plata se ha caracterizado principalmente por el riesgo de inundaciones, especialmente debido al calentamiento anómalo del Océano Pacífico asociado al fenómeno de El Niño. En este sentido, las múltiples represas existentes en la Cuenca han sido utilizadas para regular la disponibilidad de agua y para gestionar inundaciones extremas. La integración transfronteriza entre los países de la Cuenca es fundamental en este contexto.

En cuanto al potencial hidráulico, en las últimas décadas se ha registrado un aumento en el caudal promedio a largo plazo, lo que ha llevado a un aumento considerable de la energía disponible. Las estadísticas de los caudales entre 1941-1971 y 1972-2000 muestran una variación media que supera el 36% en el río Paraná. De este modo, la central hidroeléctrica de Itaipú, diseñada en los años '70 para tener una capacidad instalada de 12.600 MW podía, hacia 2007, ampliar su capacidad de generación a 14.000 MW. En consecuencia, se prevén medidas de adaptación del sistema hidroeléctrico y del uso del agua a los riesgos de cambio climático globales, que pueden afectar el régimen hidrológico de la región.

Dada la incertidumbre de los modelos climatólogicos actuales para predecir los ni-

veles futuros de precipitaciones en las cuencas hidrográficas, sería recomendable reducir la vulnerabilidad que existe hoy para el mantenimiento y expansión de la generación de energía hidroeléctrica en la Cuenca del Plata. A continuación, se enumeran algunas sugerencias de acciones estructurales y no estructurales para la gestión de las cuencas hidrográficas y de su potencial hidráulico, especialmente enfocadas en la generación de energía eléctrica. Estas recomendaciones toman en consideración la reducida confiabilidad de los actuales modelos de predicción de flujo, así como la vulnerabilidad de la Cuenca y del sector energético ante los riesgos del cambio climático.

Se considera importante realizar un diagnóstico de la generación de energía hidroeléctrica en las centrales existentes, enfocado en los múltiples usos del agua, ya sea durante períodos extremos de sequía o inundación, para garantizar una mejor adaptación a las necesidades de crecimiento poblacional y económico de la Cuenca. Asimismo, se recomienda evaluar la necesidad de acciones de remoción de sedimentos del fondo de las represas, que pueden tender a asegurar un mayor almacenamiento de agua y, por lo tanto, mantener una mayor capacidad de generación de energía y extender la vida útil de estas centrales.

A su vez, se sugiere estimular una mayor integración continental y regional entre las diferentes cuencas hidrográficas, así como de los sistemas eléctricos existentes al interior de cada una. Esta acción, sin duda, puede contribuir a reducir considerablemente la vulnerabilidad del suministro energético y de agua en estas naciones.

La implementación de un sistema interconectado podría ayudar a garantizar la compensación de los desequilibrios estaciona-

les entre cuencas e integrar los mercados de energía eléctrica de los países que componen la Cuenca del Plata. De este modo, se podría garantizar que una sequía en una región no conlleve mayores riesgos para el consumo eléctrico en otras zonas.

Para promover una gestión adaptable de los sistemas de abastecimiento de agua, es asimismo necesario llevar adelante acciones no estructurales, tales como la reestructuración de los sistemas de provisión de agua y la integración de los sistemas de abastecimiento alternativos, revisando las normas de funcionamiento de las centrales hidroeléctricas para períodos de contingencia. El intento de integrar las aguas de la Cuenca del Plata implicaría tomar en cuenta al acuífero Guaraní, así como la gestión de las masas de aire y vapor de agua que afectan a la región, involucrando a Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay.

Será importante también integrar los sistemas de operación de las centrales hidroeléctricas, así como de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de riego así, además de fortalecer la coordinación espacio-temporal entre la oferta y la demanda de agua y energía, es decir, entre

las cuencas hidrográficas y los sistemas de abastecimiento energético rurales y urbanos, tomando en cuenta la estacionalidad, la variabilidad y la vulnerabilidad climática, con los siguientes fines:

- La realización de un estudio sobre la vulnerabilidad de los sistemas hidroeléctricos que identifique áreas de riesgo para asegurar el mantenimiento y expansión de la generación de energía hidroeléctrica en la Cuenca del Plata, y que contribuya al desarrollo de planes de contingencia y gestión de riesgos.
- La incorporación del factor de la variabilidad climática a la operación de las centrales hidroeléctricas y a las alertas hidrológicas, así como la adopción de normas comunes de operación durante condiciones de emergencia y de criterios comunes que consideren la incidencia del cambio climático.
- El aumento de la interacción de las áreas técnicas, en particular en lo que respecta a la planificación.
- La integración económica enfocada en el sector eléctrico.

Referencias

- Agencia Española De Cooperación Internacional Para El Desarrollo (AECID). Informe Medio Ambiente y Energía en Uruguay. Aspectos de la temática energética desde una visión ambiental, 2013. Disponible en <http://www.aecid.org.uy/wp-content/uploads/2014/04/Informe-Medio-Ambiente-y-Energ%C3%ADa-en-Uruguay.pdf>
- Aporte Del Sector Naviero Al Producto Interno Bruto (PIB) Del País - Guerreño/ Cataldi/ Mongelos - FIUNA - 2012
- Atlas Del Potencial Hidroenergético Del Paraguay - Itaipú Binacional
- Banco Central Del Uruguay. Producto Interno Bruto. Disponible en <http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/paginas>
- Cameron, Daniel. "Argentina - Perspectivas energéticas y de desarrollo". 3º Seminario Internacional de Hidrología Operativa y Seguridad de Presas, 21 de Abril de 2010
- CAMMESA - Portal web - LOS PROCEDIMIENTOS
- Censo de Población y Vivienda Año 2002, Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos - DGEEC
- CIER - Síntesis Informativa Energética de los Países de la CIER - 2010.
- Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija-Cobinae (2010). Memoria 1995-2009. BUENOS AIRES. Buenos Aires.
- Comisión Técnico Mixta De Salto Grande Información hidráulica y energética. Disponible en: <http://saltogrande.org/caracteristicas.php>
- Dirección Nacional De Energía. Ministerio de Industria, Energía y Minería. Balance Energético Nacional (preliminar), 2013. Disponible en <http://www.dne.gub.uy/-/balance-energetico-nacional>.
- Doyle, M. E., Barros, V. R., 2011. Attribution of the river flow growth in the Plata basin. International Journal of Climatology, 31(15), 2234-2248.
- Dubrovsky, Hilda y Beno Ruchansky, El desarrollo y la provisión de servicios de infraestructura: la experiencia de la energía eléctrica en Uruguay en el período 1990-2009. Comisión Económica para América latina y el Caribe (CEPAL).
- Eletrobras (2011) - Estudos de inventário hidrelétrico do Rio Uruguai no trecho binacional entre Argentina e Brasil - 2011.

Energética. Brasília: MME/EPE, 2014

EPE (2014) Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa

EPE (2014) Série Estudos Da Demanda De Energia Nota Técnica Dea 13/14 Demanda de Energia 2050 Rio de Janeiro Agosto de 2014

EPE (2015) Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 ano base 2014

EPE (2015) Resenha Energética Brasileira Ministério de Minas e Energia Exercício de 2014 Edição de junho de 2015

Fagan, Brian. “El largo verano. De la Era Glacial a nuestros días”. Editorial Gedisa, 2007

I Encontro Trinacional Para Gestão Integrada Dos Recursos Hídricos Fronteiriços E Trans-fronteiriços Das Bacias Hidrográficas Do Paraná Iii/Alto Paraná E Dos Rios Santo Antonio E Peperi-Guaçu – Conclusões e recomendações – (2007).

Instituto Nacional de Estadísticas Instituto Nacional De Estadísticas-INE. (2010).. Perspectivas de la Población en Bolivia. Análisis de Escenarios Perspectivas De La Población En Bolivia. Análisis De Escenarios 2009-2027. La Paz.

Instituto Nacional De Estadísticas, Población y Crecimiento. Disponible en <http://www.ine.gub.uy/biblioteca/variables%20siglo%20xx/parte1texto2.pdf>

International Journal On Hydropower And Dams, World Atlas And Industry Guide, 2014.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada –2014 Perspectivas para a integração da América Latina. Brasília : IPEA :CAF, 2014. 326 p. :il., gráfs. color.ISBN: 978-85-7811-213-4.

Malinow, Guillermo Victor, “Impacto Hídrico Vinculado al Manejo de Embalses. Acciones Políticas para su Mitigación”. Seminario Internacional sobre Represas y Operación de Embalses. Misiones, Argentina, 2004.

Malinow, Guillermo Víctor, “Más obras hidráulicas para almacenar agua y generar energía hidro-eléctrica en Argentina”. Fundación Observatorio de Responsabilidad Social, Buenos Aires, Argentina, 18 de marzo de 2014. Disponible en https://issuu.com/fors4/docs/victor_malinow-obras_hidraulicas._a

Malinow, Guillermo Víctor, “Una mirada de largo plazo sobre la hidroelectricidad en Argentina, Informe elaborado para el portal web Energía Estratégica, Noviembre de 2014. Disponible en <http://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2014/11/2014-Una-mirada-de-largo-plazo-sobre-la-hidroelectricidad-en-Argentina-2.pdf>

Marengo, J. A.; Dias. P. L. da S. D. 2006, ‘Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre

- a biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria d biodiversidade e Floresta.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J.M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J. & Zhao, Z.-C. (2007). Global Climate Projections. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (eds.) Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental, Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. p. 749-844.
- Milly, P. C. D. et al. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, v.438, 347-50, 2005.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía Ministerio De Hidrocarburos Y Energía-MHE. (2006). Plan Desarrollo Energético 2007-2027. LA PAZ. La Paz.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía Ministerio De Hidrocarburos Y Energía-MHE. (2016). De un país residual a corazón energético de Sudamérica. La Paz.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo – MPD Ministerio De Planificación Del Desarrollo-MPD. (2015). Plan Nacional de Desarrollo Económico Social Plan Nacional De Desarrollo Económico Social 2016-2020 em el marco del Desarrollo Integral para Vivir Bien. La Paz. En El Marco Del Desarrollo Integral Para Vivir Bien. La Paz.
- Muller, Marchand K., Kavisky, Análisis de Estacionalidad de Series Hidrológicas en la Cuenca Incremental de Itaipú – CEHPAR/ UFRGS, 1998
- ONS (2011) Acompanhamento Mensal dos Intercâmbios Internacionais – janeiro de 2011. Disponível em: http://www.ons.org.br/download/resultados_operacao/acompanhamento_mensal_intercambios_internacionais/relatorio_intercambio_internacional_201101.pdf. Acesso em 01/08/2012
- ONS (2014) DPPREL -0042/2014 Inventário Das Restrições Operativas Hidráulicas Dos Aproveitamentos Hidrelétricos - Operador Nacional do Sistema Elétrico - Diretoria de Planejamento Programação da Operação Revisão-1 de 2014
- Plan Estratégico Del Sector Energético De La República Del Paraguay (2004-2013).
- Plan Maestro De Distribución - 2014-2023. ANDE Plan Estratégico 2004-2013” - ANDE
- Plan Maestro De Generación Y Transmisión De Corto Y Medio Plazo - 2014-2023 - ANDE
- Procedimientos Para La Programación De La Operación, El Despacho De Cargas Y El Cálculo De Precios. Recopilación de las Resoluciones Ex-SEE 61/92 y sus modificaciones. Actualizados al 31 de Enero de 2014

Programa para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, em Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático

Rodrigues, L. A., (2012) “Análise institucional e regulatória da integração da energia elétrica entre o Brasil e os demais países do Mercosul. 2012 50 f. dissertação (mestrado em Ciências) – Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo 2012.

Servicio Nacional de Hidrografía Naval Servicio Nacional De Hidrografía Naval-SNHN. (2007). Hidrografía de Bolivia. La Paz.

Síntesis Informativa Energética De Los Países De La CIER (2010) Información del sector energético en países de América del Sur, América Central y El Caribe Datos del año 2010

Sitio web de Plataforma Energética. <http://plataformaenergetica.org/content/2983> Fecha de consulta: 11 de mayo de /5/2016.

Themag Engenharia, Usinas e aproveitamentos hidroelétricos. Disponível em: <http://www.themag.com.br/pdf/usina.pdf>.

Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Kleino., Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B. & Zhai, P. (2007). Observations: surface and atmospheric climate change. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (eds.) Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. p.237-336.

Tucci, C. E. M. et al. Environmental issues in the La Plata Basin. Water Resources Development, n.14, p.157-74, 1998.

Unidad de Análisis de Políticas Económicas y Sociales – UDAPE (2015). Diagnósticos Sectoriales. Electricidad. La Paz.

Usinas y Trasmisiones Eléctricas. Información hidráulica y de centrales de generación. Disponible en: http://www.ute.com.uy/empresa/líneas/generacion/centrales_hidraulicas.htm#Embalses.

Anexo

Tabla A.1

Aprovechamientos proyectados en Argentina

Provincia	Río	Aprovechamiento	Potencia (MW)	Energía anual (GWH/año)
Salta	Bermejo	Zanja del Tigre	234	945
Tucumán / Catamarca	Gastona Medina	Potrero del Clavillo	120	375
Mendoza	Mendoza	Cordón del Plata I	214	443
		Cordón del Plata II	847	2291
		Cordón del Plata III	319	545
	Tunuyán	Los Blancos I	324	900
		Los Blancos II	119	380
	Diamante	El Baqueano	190	453
	Grande	La estrechura / Valle Noble	50	363
		Risco Negro / El Montañés	50	340
		El Seguro / Los Mallines	55	398
		Portezuelo del Viento	90	690
		Rincón de los Godos	30	250
Neuquén	Neuquén	El Chihuido I	850	2600
		El Chihuido II – Provincial	228	1087

Aprovechamientos proyectados en Argentina (continuación)

Provincia	Río	Aprovechamiento	Potencia (MW)	Energía anual (GWH/año)
Neuquén	Neuquén	El Chihuido II - AyEE	234	1075
		El Chañar	69	366
	Aluminé	Rincón de la Medialuna	270	1127
		Talhelum	240	1.008
		La Rinconada	200	860
		Collón Curá	376	1492
Río Negro / Neiquén	Limay	Michihuao	621	2869
Río Negro	Río Negro	Sistematización Río Negro Superior	94	801
Chubut	Carrenleufú	Jaramillo	18	71
		La Caridad	64	273
		La Elena	102	649
		Rio Hielo	50	328
		Puesto Bustos	115	560
		Frontera II	80	419
Santa Cruz	Santa Cruz	Nestor Kirchner	1.400	3.200
		Jorge Cepernic	750	1.700

Tabla A.2

Principales centrales hidroeléctricas brasileñas en la Cuenca del Plata y sus restricciones de operación (2014)

Embalse	Río	Potencia (MW)	Energía generada	Volumen de Reserva	Altura (m)
Itaipú*	Paraná	14,000	98.630 GWh (2013)	Nivel máximo: 29 billones Nivel útil: 19 billones	196
Ilha Solteira	Paraná	3,444	1.279,864 GWh (2014)	Nivel máximo: 21.166 billones	78
Foz do Areia	Iguazú	1,676	-	Nivel máximo: 8.300 hm ³ Nivel útil: 5.600 hm ³	160
Jupia	Paraná	1,551	730,381 GWh (2014)	Nivel máximo: 3.680 hm ³	42
Salto Osório	Iguazú	1,078	5.968 GWh (2013)	Nivel máximo: 403 hm ³	56
Emborcação	Paranaíba	1,192	-	Nivel máximo: 17.724,72 hm ³	158
Furnas	Grande	1,216	-	Nivel máximo: 22.95 billones	127
Itá	Uruguay	1,450	7.440 GWh (2013)	Nivel útil: 17.217 billones Nivel máximo: 5.100hm ³	125
Marimbondo	Grande	1,440	-	Nivel máximo: 6.150 billones Nivel útil: 5.26 billones	94
Porto Primavera	Paraná	1,430	850,001 GWh (2014)	Nivel máximo: 20.000 hm ³	38
Salto Santiago	Iguazú	1,420	8.433 GWh (2013)	Nivel máximo: 4.094 hm ³	80
Água Vermelha	Grande	1,396	449,141 GWh (2014)	Nivel máximo: 11.000 x 10 ⁶ m ³	67
Segredo	Iguazú	1,260	-	-	145
Salto Caxias	Iguazú	1,240	-	-	-
Estreito	Grande	1,050	-	Nivel máximo: 1,418 billones m ³ Nivel útil: 0.178 billones m ³	92
Garabí**	Uruguay	1,152	-	-	-
Panambi**	Uruguay	1,048	-	-	-

* Binacionles ** Binacionales y en estudio

Restricción

Variación máxima de niveles, de velocidad y de niveles aguas abajo en función del Acuerdo Tripartito y debido a las restricciones de la usina Acaray en el lado paraguayo.

Tasa de variación máxima de las defluencias no superior al 10% de la defluencia anterior, a partir de 8000 m³/s

Nivel máximo de 742m para evitar inundaciones en la ciudad de União da Vitória y tasa de variación máxima de las defluencias

Caudal mínimo de 4000 m³/s para evitar la formación de lagunas río abajo que puedan aprisionar a los peces, causando daños a la ictiofauna. El caudal máximo es de 16.000 m³/s.

Nivel mínimo debido al período de desove. Nivel máximo para evitar desbordes o aumentos en el transporte de desechos flotantes.

Caudal máximo para evitar desbordes o inundaciones. Caudal mínimo para protección de la ictiofauna.

Caudal máximo para no perjudicar el paso de embarcaciones, evitar la inundación de la toma de agua de la Planta Azucarera de Passos y de la vía de acceso a la Planta de Furnas.

Caudal mínimo de 150 m³ / s para la protección de la ictiofauna. En caso de no ser posible cumplir con este mínimo, el vertedero deberá abrirse para cumplir con esta restricción.

El puente Gumercindo Penteado, situado aguas arriba, limita el funcionamiento del depósito a 445,73 m., con el fin de mantener el nivel en el puente 50 cm. por debajo de la cota de su tablero. Restricciones de caudal máximo aguas abajo para evitar fallos en las bombas (y consecuentes inundaciones), para prevenir la erosión del canal de descarga de la usina y la salida de los vertederos de la central, para evitar inundaciones en áreas comerciales y en la planta de Alcohol ubicada en los alrededores de Marimbondo. Restricción de caudal mínimo para prevenir agresiones a la ictiofauna durante el período de desove.

Caudal máximo de 24.000 m³ / s condicionado por la estación fluviométrica de Puerto San José. Caudal mínimo de 4.600 m³ / s para evitar daños a la ictiofauna y de 5.500 m³ / s para proporcionar condiciones navegabilidad transversal en el puerto ubicado aguas abajo de la central.

Los caudales superiores a 19.000 m³ / s pueden causar la inundación de la central eléctrica.

-

-

Restricción de caudal mínimo aguas abajo para proteger al Parque Binacional de Iguazú (Brasil / Argentina)

Caudal máximo de 4.500 m³ / s para evitar la inundación de la carretera BR-050, que prohíbe el tráfico en caso de lluvia, debido a la inundación de las alcantarillas de drenaje pluvial. Toda operación en el tramo ubicado de Furnas hasta Igarapava se ve afectada, ya que esta usina y las de Jaguara y Estreito no tienen espacio suficiente asignar de los volúmenes de espera. Caudales superiores a 5.500 m³ / s pueden causar problemas de acceso a la central, pudiendo haber interrupciones del transporte pesado.

-

-

Fuentes: 1. ONS DPPREL -0042/2014; 2. <http://www.energia.gov.br/porta1> - Generación Energética en el Estado (Ilha Solteira, Jupiá, Porto Primavera e Água Vermelha); 3. <http://www.tractebelenergia.com.br> (Salto Osorio, Salto Santiago e Itá); 4. <http://www.furnas.com.br/parquegerador> (Furnas, Marimbondo y Estreito); 5. <http://www.copel.com/geracao> (Segredo, Salto Caxias y Foz do Areia). Sitios consultados los días 20 y 21 de octubre de 2014.

Sección 2: Navegación

1 Introducción

La navegación fluvial es la que se realiza por ríos, canales naturales o artificiales, lagos, lagunas, bahías o estuarios ubicados en el interior del continente y que se efectúa por embarcaciones de cualquier tipo.

Una hidrovía interior es un sistema de transporte implantado en ríos navegables. Su infraestructura tiene como objetivo garantizar el acceso y la circulación del flujo de productos, bienes y servicios de las ciudades y países que integra con el fin de generar oportunidades y demandas de inversión y promover el desarrollo sostenible de las regiones de la cuenca en que se inserta. Una vía fluvial o río navegable se convierte en una hidrovía a través de un acto de declaración del poder público (Portobras, 1988).

La navegación es una de las formas más antiguas de transporte empleada por el hombre en la vasta región de América del Sur, comprendida por la Cuenca del Plata. La utilizaban los pueblos originarios y más tarde, a partir del siglo XVI, la practicaron los nuevos pobladores españoles para el descubrimiento, exploración y ocupación.

Sin embargo, a lo largo de los últimos siglos, esta modalidad fue perdiendo espacio ante otras alternativas de transporte. La necesidad de trasladar personas, comercializar productos y generar riquezas con mayor rapidez volvió al transporte ferroviario y posteriormente al automóvil y el camión, en las alternativas más adoptadas y pasaron a dominar la matriz de transporte en la región, debido a la gran disponibilidad de combustibles fósiles a precios muy bajos, incluso a expensas del daño ambiental, del que no había plena conciencia, sino hasta hace unos pocos años.

Con el advenimiento de la crisis del petróleo

en la década de 1970, la conciencia acerca de la necesidad de preservar el medio ambiente se extendió a nivel global. Más recientemente, la constatación de la importancia del efecto invernadero sobre el cambio climático, ha llevado al consenso generalizado en la comunidad científica internacional sobre la necesidad de priorizar los mecanismos de producción limpia como alternativa sostenible para el desarrollo socioeconómico de cualquier región del planeta.

De la mano de esos preceptos, a principios del siglo XXI, la importancia de la navegación interior como modo de transporte energéticamente eficiente ha vuelto a resurgir sin dejar de plantear la responsabilidad de asegurar un uso sostenible de los recursos hídricos y la necesidad de instalar y readecuar infraestructuras hídricas que apunten a volver la navegación fluvial más segura y eficiente.

Por supuesto, no se trata de viabilizar proyectos que degraden los sistemas fluviales a cualquier precio para asegurar un medio de transporte en ríos con alto valor ambiental. De acuerdo a Costanza y Folke (1994), las relaciones cíclicas de causa y efecto en el medio ambiente, es decir, los impactos ambientales y procesos que de ellos se derivan, mantienen un equilibrio delicado que necesita ser estudiado en profundidad. Es necesario armonizar la navegación con la preservación de los recursos hídricos, respetando las dinámicas ambientales del suelo (uso y ocupación) y de los ríos (múltiples usos del agua).

La calidad y cantidad de recursos hídricos disponibles en una cuenca dan cuenta del cuidado de los seres humanos a la hora de controlar sus intervenciones en el entorno natural, así como del éxito de los sistemas tecnológicos allí instalados. En otras palabras, la navegación fluvial moderna está en

relación directa con la conservación de los recursos hídricos.

En el caso de la Cuenca del Plata, la información estadística disponible y las proyec-

ciones realizadas en diversos estudios sobre navegación en la región muestran una tendencia de crecimiento sostenido en la utilización del modo de transporte fluvial. En función de ello, resulta de interés para

Figura 1.1

La Cuenca Hidrográfica del Río de la Plata y sus subcuencas



los países que la componen identificar aspectos cuya mejora pudiera contribuir a un desarrollo más vigoroso de esta modalidad de transporte, cuyas ventajas comparativas en términos de sustentabilidad ambiental, como se ha mencionado, son ampliamente reconocidas, tanto desde el punto de vista de un consumo de energía más reducido por unidad de transporte realizada como por los aspectos de siniestralidad asociados.

Específicamente, la Cuenca del Plata es una de las cuencas hidrográficas más grandes del mundo, con una extensión de 3,1 millones de km², abarca gran parte del territorio de Argentina, Bolivia, Brasil, Uruguay y la totalidad de Paraguay. Está compuesta por tres grandes sistemas hídricos correspondientes a los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay y por el propio Río de la Plata:

- Río Paraná Superior: 975.375 Km²
- Río Paraná Inferior: 704.815 Km²
- Río Paraguay: 1.103.000 Km²
- Río Uruguay: 350.250 Km²
- Río de la Plata: 36.560 Km²

Los datos anteriores coinciden en forma aproximada con el Cap. 4 de Fisiografía e Hidrografía de Genaro Coronel y Angel Menéndez

La Cuenca presenta dos rutas trasfronterizas principales: (a) Río Paraguay - Paraná, la principal ruta que conecta a los países de la cuenca, de gran importancia debido a su capacidad de transporte de grandes cargas; y (b) Río Uruguay, navegable comercialmente sólo en un tramo de aproximadamente 200 km próximo a su desembocadura, aguas abajo de la represa de Salto Grande.

La principal hidrovía es la del Paraguay-Paraná, la cual posee la mayor cantidad de carga transportada. En la **Tabla 1.1** se presentan las principales características físicas de la hidrovía considerando sus diferentes tramos.

En el río Tietê, la navegación se desarrolla en un tramo dentro de Brasil y tiene importancia en el transporte interior de esta nación.

El río Paraguay presenta características de un río de llanura, sujeto a la erosión, el transporte y la sedimentación, por lo que se producen cambios morfológicos en el lecho que con el transcurso del tiempo modifican el canal de navegación. Los niveles variables del río, asociados al régimen de precipitación en su cuenca, determinan un ciclo hidrológico de aguas bajas (de noviembre a febrero), aguas altas (de mayo a agosto), y aguas medias (durante marzo-abril, y septiembre-octubre).

En los periodos de aguas bajas se presentan dificultades generalizadas en la navegación, y más específicamente, la aparición de pasos críticos. Dado que el río Paraguay no posee regulación artificial de su caudal, su proceso dinámico conduce a la necesidad de un permanente monitoreo de las profundidades efectivas del canal de navegación, a fin de determinar los pasos críticos y mediante trabajos de dragados, facilitar la navegación de las embarcaciones de hasta 10 pies durante todo el año.

En el presente documento, se desarrollan las características de los principales tramos navegables de la Cuenca del Plata, deteniéndose en sus características geográficas, su flujo de cargas, el marco legislativo que los regula y algunas consideraciones para su desarrollo futuro.

Figura 1.2

Distribución del territorio de la Cuenca del Plata respecto a los países



Fuente: GWP-SAMTAC/ Crespo y Martínez - 2000.

Tabla 1.1

Características físicas de la Hidrovía Paraguay-Paraná

Tramo	Longitud (km)	Calado (m)	Tren de barcasas (m)
Río Paraguay			
Cáceres – Corumbá	672	2,10	24 x 80
Corumbá – Porto Murtinho	538	2,10	50 x 290
Porto Murtinho – Asunción	602	2,10	60 x 319
Asunción – Confluencia	390	3,65	60 x 319
Paraná			
Encarnación – Itaipú	360		
Yacyretá – Encarnación	115		
Confluencia – Yacyretá	225		
Confluencia – Santa Fe	616	3,65	Liberadas
Santa Fe – Rosario	170	7,65	Liberadas
Rosario – Nueva Palmira	420	10,36	

2 La navegación en la Cuenca y el cambio climático

Los escenarios climáticos identificados como más probables durante el resto del corriente siglo XXI para la región sudeste de América del Sur (donde se localiza la Cuenca del Plata), plantean, en términos globales, un aumento de las temperaturas medias así como de las precipitaciones (aunque no uniformemente distribuido); un incremento de los caudales fluviales, probablemente en mayor proporción que el de las precipitaciones teniendo en cuenta cambios de usos del suelo que pueden aumentar la escorrentía y una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos.

En lo que respecta al desarrollo de la navegación, es posible identificar dos consecuencias relevantes de las hipótesis mencionadas. Por un lado, el probable incremento de caudales permite asumir un correlativo incremento de los tirantes de agua medios a lo largo de las rutas navegables de la región, con la consiguiente mejora potencial de las condiciones de navegabilidad. Por otra parte, también aparece como probable

un incremento en el transporte de sólidos en suspensión, con el consecuente aumento del riesgo de sedimentación (y consecuente reducción de las profundidades disponibles) en diversos sectores de la red fluvial.

Los aspectos señalados juegan un rol contrapuesto desde el punto de vista de las posibilidades de aprovechamiento de la navegación fluvial. No se dispone, en la actualidad, de cuantificaciones más o menos precisas de los impactos que los escenarios climáticos señalados podrían traer aparejados en uno u otro sentido. En función de ello y teniendo en cuenta la importancia que un adecuado crecimiento de la utilización del transporte fluvial tendría para las economías regionales y para la mitigación del impacto ambiental del transporte en forma global, sería recomendable para las naciones de la región, avanzar en la formulación de modelaciones que permitan proyectar los impactos señalados, para poder estimar la intensidad de las acciones que los gobiernos debieran prever, a mediano y largo plazo, para el adecuado mantenimiento y potencial mejora de las condiciones de navegabilidad en la Cuenca del Plata.

3 Beneficios del transporte fluvial y su impacto en la variabilidad y el cambio climático

Entre los múltiples beneficios del uso del transporte fluvial, se encuentran los siguientes:

- **Reducción de costos de transporte de cargas**, derivado de la incorporación e integración del modo fluvial con otros modos de transporte, asociados a un menor consumo de combustible —equivalente a solo un 1% del requerido por el transporte carretero por 1 tonelada/1 km. en un camión de 30 t de carga útil.
- **Disminución de la saturación del sistema de transporte carretero**, tanto en términos de infraestructura vial como de dotación de camiones.
- **Eficiencia logística de las cadenas productivas y distributivas**, debido a la disminución de los costos logísticos y la construcción de una matriz de transporte más equilibrada.
- **Efectos de oportunidad sobre el medio ambiente**, vinculados a la disminución del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.
- **Efectos de oportunidad sobre el desarrollo local**, dado que las localidades pueden convertirse en nodos emergentes de actividad comercial e industrial.
- **Efectos de oportunidad sobre la salud humana**, asociados a la disminución de la contaminación ambiental, así como de los accidentes viales.

El impacto positivo en términos ambientales resulta de particular importancia cuan-

do se considera que, de acuerdo a datos de la CEPAL (2013), todos los países que conforman la Cuenca del Plata vienen evidenciando durante los últimos años una tendencia creciente en sus emisiones de dióxido de carbono, en tanto que únicamente Uruguay ha incrementado su superficie cubierta por bosques en los últimos 20 años. Para un mayor detalle acerca de la evolución de las emisiones contaminantes y la superficie de bosques de 1990 a 2010 en América Latina y el Caribe, se recomienda consultar la **Figura 3** en el *Anexo*.

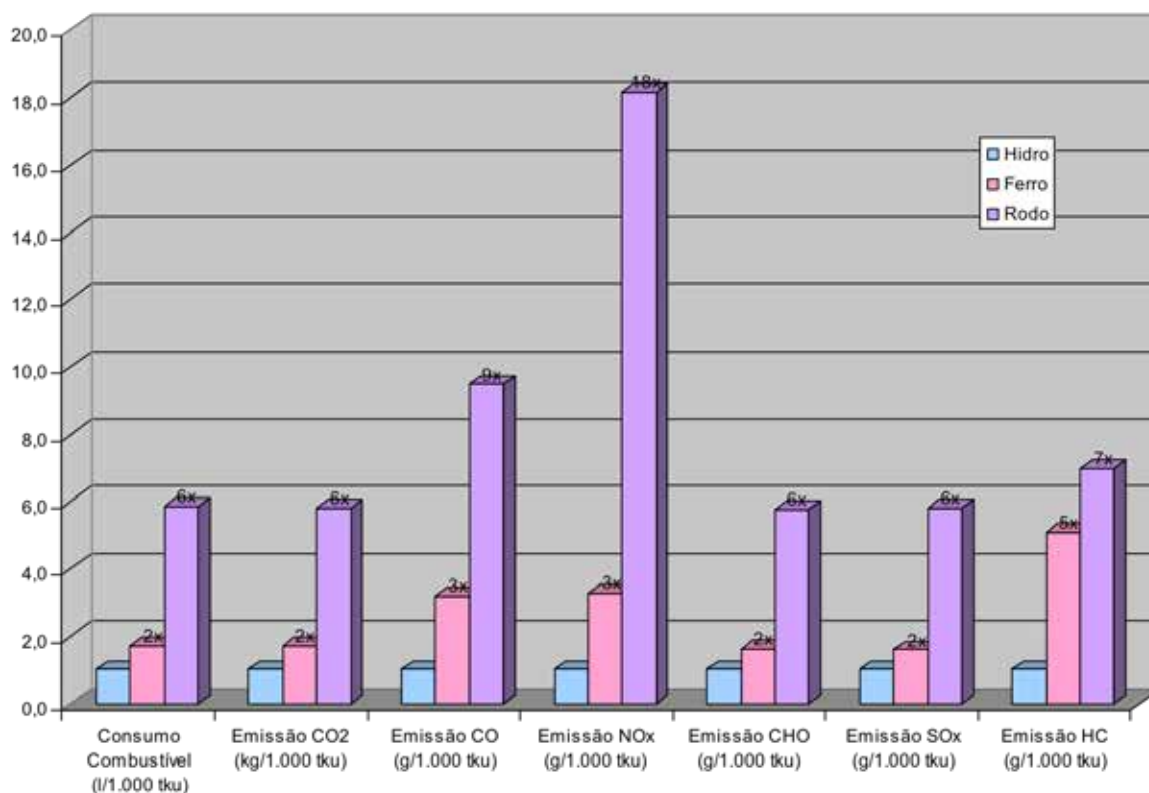
En efecto, la navegación fluvial es mundialmente reconocida como la modalidad de transporte con mejores indicadores de eficiencia energética, menores tasas de contaminación atmosférica, más barata y de mayor seguridad operacional. Su apropiación del suelo es acotada y se restringe sólo a las áreas portuarias, generalmente en regiones planas que demandan una eliminación de la vegetación reducida y bajos cambios topográficos o del paisaje. Asimismo, genera una contaminación sonora muy leve, debido a que los motores de las embarcaciones y remolcadores operan en espacios cerrados y bajo la línea de flotación y a que los márgenes de los ríos actúan como barreras contra el ruido.

Dada la elevada participación y la tendencia creciente del sector transporte en la emisión de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono (CO₂), el desarrollo de la navegación en desmedro de otras alternativas de transporte más contaminantes resulta clave para la región.

En el mismo sentido y en base a datos provistos por el Ministerio de Transporte de Brasil de 2007, la siguiente tabla compara en territorio brasileño, los costos de implementación, operación, mantenimiento y vida útil de los diferentes modos de transporte:

Figura 3.1

Proporción del consumo de combustible y la emisión de contaminantes de las modalidades de transporte carretero, fluvial y ferroviaria



Fuente: Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Logística e Transportes de São Paulo, 2008.

Tabla 3.1

Comparación de costo de los principales modos de transporte

Modalidad	Costo medio de construcción (US\$/km)	Costo de mantenimiento	Vida útil	Consumo de combustible (litros/t/1.000km)
carretera	440.000	Alto	Baja	96
ferrocarril	1.400.000	Alto	Alta	10
navegación	34.000	Bajo	Alta	5

Fuente: Ministério dos Transportes do Brasil, 2007.

Utilizar transporte fluvial en lugar del carretero no sólo es más económico, también conlleva una importante disminución de emisiones de dióxido de carbono. Estudios de Uruguay indican que la vía fluvial resulta más eficiente que la terrestre en términos de costo, tanto de combustible como de cadena logística.

En 2013, la Dirección Nacional de Planificación y Logística (DINAPLO) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Uruguay estimaba el costo de la cadena logística (carga, descarga y transporte) para una distancia mayor de 400 km en 30 dólares por tonelada vía camión y 10 dólares vía barcaza. Se destaca además que, en el caso de utilizar barcasas, el movimiento por unidad de carga representa el 1% del consumo de combustible que requeriría para mover la misma unidad por camión.

En el mismo sentido, de acuerdo a estadísticas de la CESP (Empresa de Energía del Estado de San Pablo) de 2000, se puede establecer la siguiente comparación de las emisiones contaminantes de los remolcadores fluviales y los camiones:

La navegación fluvial tiene indicadores sociales y medioambientales indudablemente superiores que otras modalidades de trans-

porte. Sus aportes para contribuir a la reducción de la contaminación del aire y por lo tanto, la mitigación del cambio climático resultan significativos cuando se contempla la superioridad en términos de capacidad de carga de los buques en comparación con la otras modalidades de transporte frecuentes (ver **Figura 3.2**).

En las **Tablas 1 a 3** en el *Anexo* final podrán encontrarse más estadísticas acerca de las ventajas de la navegación respecto del transporte carretero en camión.

El transporte intermodal resulta una estrategia adecuada a los efectos de fomentar el uso de modalidades que requieran un menor consumo de combustibles fósiles y asegurar un transporte sostenible. Si bien el transporte fluvial no sustituye al carretero, los principales beneficios de la navegación fluvial para la reducción del cambio climático consisten en su capacidad para absorber parte del transporte de cargas realizado a través de camiones, operando de modo complementario con la vía ferroviaria. Por este motivo, es recomendable la implementación de políticas públicas activas para el fomento de la navegación fluvial en la Cuenca del Plata que sigan los lineamientos de los estándares de calidad internacional.

Tabla 3.2

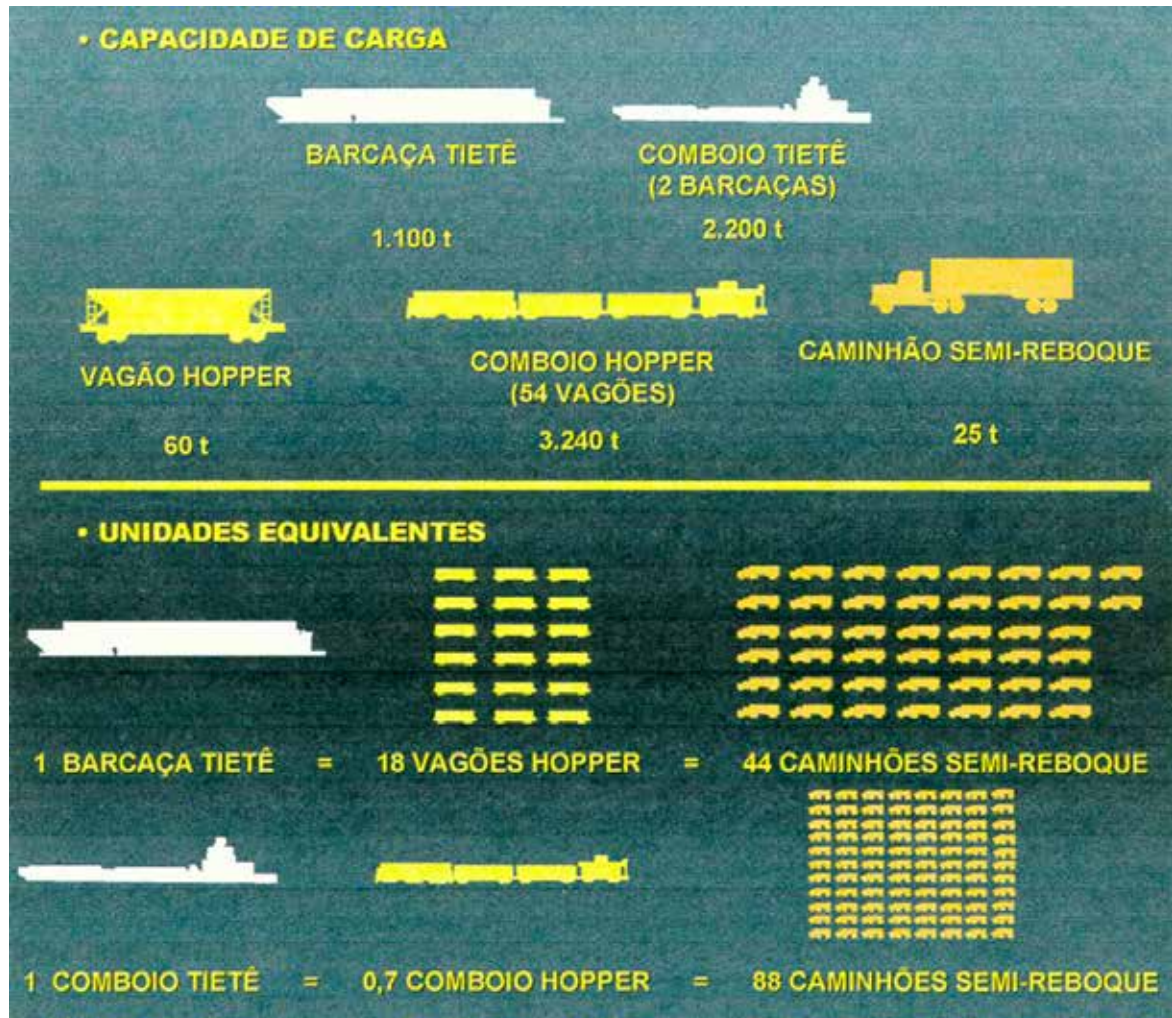
Emisión de contaminantes promedio por vehículo cada 1.000 km

Vehículo	Hidrocarburo	Dióxido de carbono	Óxido nítrico
Empurrador de barcasas	21,00	46,66	123,64
Caminhão	146,97	443,23	2.376,46

Fuente: CESP – Companhia Energética do Estado de São Paulo, 2000.

Figura 3.2

Comparación de la capacidad de transporte de las principales modalidades



Fuente: DH/SELT, 2000.

4 Tramos navegables en la Cuenca del Plata

4.1 Paraná inferior Y Río de la Plata

4.1.1 Introducción

La navegación en el Paraná Inferior y el Río de la Plata presenta marcadas diferencias en cuanto a sus características naturales, lo que da lugar a condiciones de navegabilidad que, correspondientemente, también resultan disímiles entre zonas.

Las limitaciones existentes en cuanto a profundidades naturales en los cursos mencionados comportan dos consecuencias que caracterizan el desarrollo de la navegación en la región. En los sectores naturalmente menos profundos, la utilización de embarcaciones (trenes de barcasas) con dimensiones compatibles con las restricciones prevalentes mientras que en los sectores más profundos, la necesidad de significativos esfuerzos económicos para la obtención y conservación de condiciones de navegación que resulten compatibles con los crecientes requerimientos impuestos por las dimensiones de los buques hoy en uso en la flota mundial.

Cabe señalar que el Paraná Inferior y el Río de la Plata son asiento de numerosas instalaciones portuarias, a través de las cuales se canaliza una proporción ampliamente mayoritaria (aproximadamente el 70%) de la actividad global del sistema portuario de la región. Para consultar el detalle de las instalaciones portuarias ubicadas en la zona, se sugiere ver el **Anexo 7**, al final del documento. Entre las aproximadamente 50 instalaciones portuarias listadas prevalecen las destinadas al embarque de las exportaciones de origen agrícola (granos, aceites vegetales y subproductos sólidos de la industria aceitera) ubicadas preponderantemente sobre el río Paraná. Dichas instala-

ciones canalizan anualmente entre el 75% y el 80% de las exportaciones del sector.

Por otra parte, los puertos de Buenos Aires y Dock Sud (y, en el futuro cercano, también el de La Plata) conforman, a través de 5 terminales especializadas, la oferta portuaria argentina destinada a la atención de los tráficos intercontinentales de buques portacontenedores.

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de estos tramos, en proximidad o en directa correspondencia con la salida de la Cuenca al océano Atlántico, el desarrollo de la navegación responde, en mayor o menor medida, a necesidades derivadas del comercio de todos los países integrantes de la Cuenca.

4.1.2 Descripción geográfica y navegabilidad

La siguiente figura ilustra las rutas de navegación comercial existentes en la zona del Río de la Plata y el Paraná Inferior.

Como se ha adelantado, las condiciones de navegabilidad en este sector de la Cuenca difieren por tramos y se detallan a continuación:

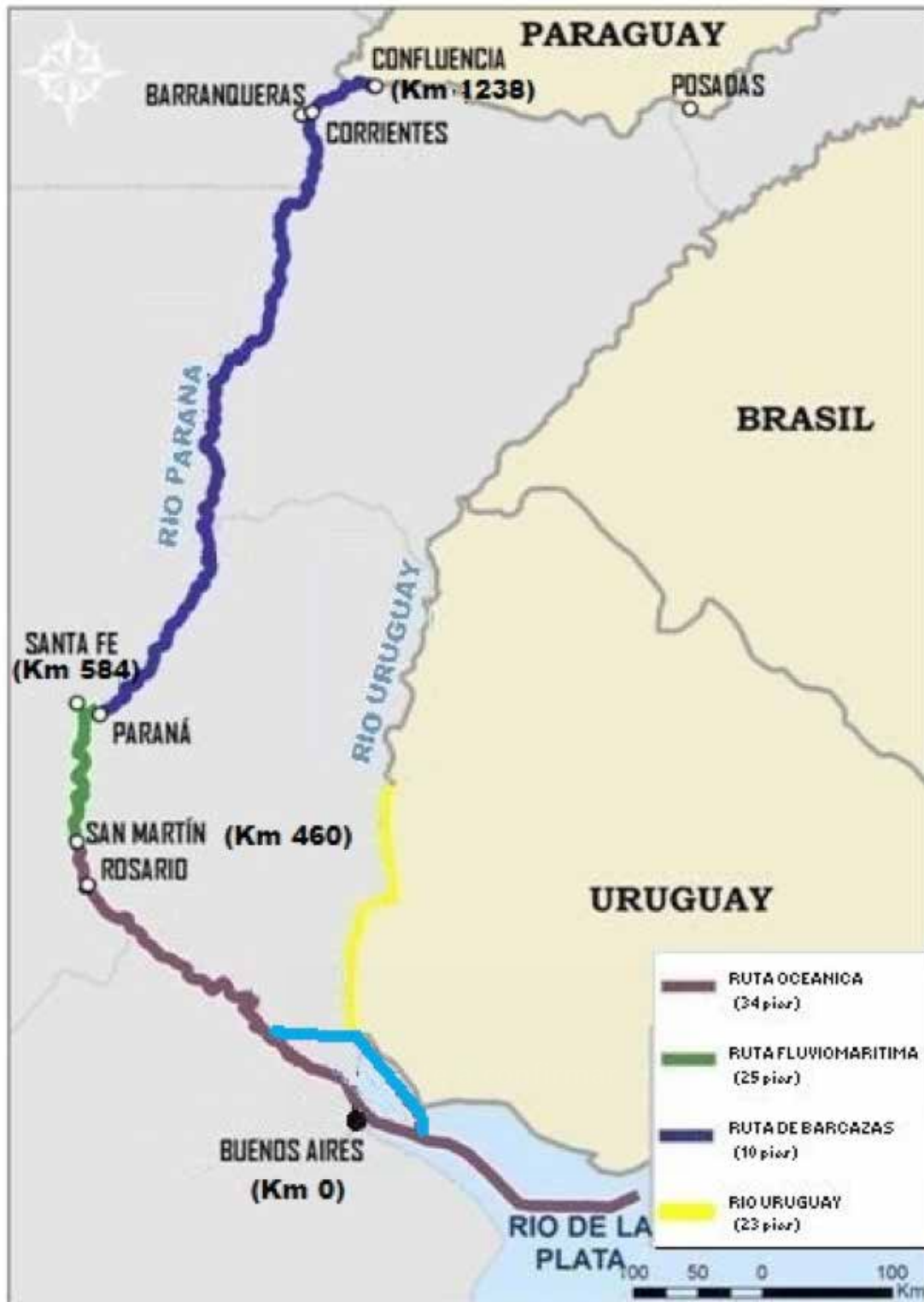
a. Río Paraná al Norte de Santa Fe

Las condiciones naturales del Río Paraná al norte de la ciudad de Santa Fe en Argentina (km 584) limitan claramente las posibilidades de desarrollo de la navegación en función de la existencia de profundidades considerablemente menores que las disponibles al sur de la mencionada ciudad.

En la actualidad, la condición de diseño de la ruta navegable mantenida en el tramo en cuestión (identificado como “ruta de barcasas” en la **Figura 4.1.2.1**) es la que posibilita la navegación con calados de hasta 10 pies.

Figura 4.1.2.1

Rutas de navegación comercial en el tramo inferior de la Cuenca del Plata



Cabe señalar que aguas arriba de Confluencia (km 1238), la navegación se desarrolla con condiciones similares en cuanto al aprovechamiento de calados. Este último tramo, de jurisdicción compartida entre Argentina y Paraguay, en cuyo recorrido las embarcaciones deben atravesar la esclusa del embalse de Yacyretá, el río es navegable solo hasta la represa de Itaipú, dado que ésta no cuenta con una esclusa para dar lugar a flujos pasantes de transporte.

Las condiciones físicas señaladas se ven reflejadas en una lógica adaptación de los tipos y dimensiones de las embarcaciones utilizadas, lo que ha dado lugar al empleo mayoritario del sistema de navegación por empuje (convoyes de barcazas propulsados por un remolcador).

En el tramo aquí analizado (aguas abajo del puente que atraviesa el Paraná entre las ciudades de Corrientes y Resistencia), la conformación de dichos convoyes es libre, a criterio de los capitanes y en función de las condiciones físicas (anchos y profundidades del canal navegable, curvas, intensidad de las corrientes, localización de pasos, etc.) prevalecientes en la ruta a recorrer.

Tratándose de un tramo del río que ofrece menos restricciones a la navegación que los tramos superiores (Alto Paraná y Paraguay), los armadores utilizan en esta zona los convoyes con las máximas dimensiones que la potencia y capacidad de gobierno que cada remolcador permite aprovechar, dando lugar, en algunos casos, a la conformación de convoyes más grandes en la zona de



Tren de barcazas tolva en formación 7x6.



Tren de barcasas para el tráfico de contenedores.

Corrientes-Resistencia, a partir de la combinación de otros más reducidos provenientes de las zonas situadas aguas arriba, donde la navegación es más restringida.

Los convoyes más típicos son los conformados por entre 16 barcasas (4 de largo por 4 de ancho) y 25 barcasas (5 de largo por 5 de ancho). Sin embargo, se registran actualmente casos de trenes conformados por 35 (5x7) y 36 (6x6) barcasas, asociados a la utilización de los remolcadores de mayor potencia (superior a 7.000 HP) existentes en la flota. La figura siguiente muestra un caso de convoy de 42 barcasas (7 de largo por 6 de ancho), que se considera un límite práctico en el tamaño de los trenes.

Si bien el tráfico de graneles sólidos es claramente mayoritario en términos de los volúmenes de carga transportados, tam-

bién se desarrollan en este tramo tráficos de graneles líquidos (mayoritariamente, importaciones paraguayas de combustibles) y de carga general (casi en su totalidad en contenedores). Estos tráficos utilizan preponderantemente trenes de barcasas de otro tipo (tanques y portacontenedores, respectivamente), que presentan menores dimensiones globales que los correspondientes a graneles sólidos, pero una fracción menor emplea buques (tanques o de carga general, según el caso).

La actividad portuaria en territorio argentino, al Norte de Santa Fe, es bastante reducida. Entre Santa Fe y Confluencia sólo pueden identificarse como poseedoras de cierto grado de actividad en el movimiento de cargas las siguientes instalaciones portuarias:

- El Maná Puerto Buey S.A. (km 724, margen izquierda)



Buque de carga general empleado para el transporte de contenedores.



Buque tanque utilizado para el transporte fluvial de combustibles líquidos.

- Cooperativa Agropecuaria La Paz (km 756, margen izquierda)
- Reconquista (km 949, margen derecha)
- Barranqueras-Vilelas (km 1198, margen derecha)
- Corrientes (km 1208, margen izquierda)

En el tramo del Río Paraguay de jurisdicción compartida entre Argentina y Paraguay, sólo cabe identificar en jurisdicción argentina al puerto de Formosa (km 1444, margen derecha), aunque sin actividad relevante a la fecha. Tampoco existen instalaciones portuarias con actividad significativa en la margen izquierda del Alto Paraná (tramo de jurisdicción también compartida entre Argentina y Paraguay).

El tráfico fluvial en el tramo Santa Fe-Confluencia del Río Paraná es en su gran mayoría de tipo “pasante”, formado por cargas con orígenes o destinos ubicados fuera del tramo en cuestión.

b. Río Paraná entre Santa Fe y San Martín

En este tramo, de poco más de 120 km de extensión, las condiciones de la ruta navegable mantenidas en la actualidad permiten la navegación con calados de hasta 25 pies, encontrándose en proceso de análisis la posibilidad de llevar dicho límite a 28 pies en el corto plazo.

Las instalaciones portuarias localizadas en dicho tramo son:

- Diamante (km 533, margen izquierda)
- Santa Fe (km 584, margen derecha)

La actividad en los puertos mencionados es también bastante reducida en la actua-

lidad, por lo que el tramo aquí considerado mantiene, desde el punto de vista de la composición del tráfico fluvial que en él se desarrolla, condiciones cualitativamente similares a las del tramo comprendido entre Santa Fe y Confluencia.

c. Río Paraná al Sur de San Martín y Río de la Plata

Este tramo, denominado habitualmente como “vía navegable troncal”, constituye el sector con mayor actividad de navegación de la Cuenca del Plata y del sistema portuario y de vías navegables de la República Argentina. En la actualidad este sector (de una extensión superior a los 600 km, identificado como “ruta oceánica” en la **Figura 4.1.2.1**) ofrece la posibilidad de desarrollar la navegación con calados de hasta 34 pies, encontrándose en proceso de análisis la posibilidad de aumentar dicho límite hasta 36 pies en el corto plazo.

Desde un punto de vista físico pueden distinguirse a lo largo de esta ruta tres condiciones bien diferenciadas en lo que hace a las restricciones a la navegación.

En el Río Paraná, desde San Martín (km 465) y hasta aguas abajo de la localidad de San Pedro (en una extensión de algo más de 200 km), la ruta presenta zonas de escasa profundidad (denominadas “pasos”) alternadas con sectores naturalmente profundos (“entrepasos”), que resultan mayoritarios en términos de las longitudes acumuladas. Los esfuerzos de profundización y mantenimiento se concentran, naturalmente, en los “pasos” mencionados.

Aguas abajo del sector descripto, la ruta se desarrolla en el sector del delta del Paraná, siguiendo el curso del brazo denominado Paraná de las Palmas, de aproximadamente 130 km de extensión hasta su desemb-

cadura en el Río de la Plata. En este tramo de la ruta las profundidades son en general mayores que en los otros sectores y no se presentan mayores restricciones para la navegación con los calados hasta ahora considerados; los inconvenientes provienen de la existencia de numerosas curvas, algunas de ellas de radios reducidos que han debido ser ensanchadas mediante dragado para posibilitar la navegación de los buques de diseño considerados. Además, la presencia de estas curvas genera otro inconveniente para la navegación, que es la restricción impuesta a la eslora máxima de las embarcaciones que pueden transitar por esta ruta (230 metros).

Por último, la “vía navegable troncal” se desarrolla en el Río de la Plata sobre una extensión de aproximadamente 250 km hasta la salida al océano Atlántico frente a la ciudad de Montevideo. Teniendo en cuenta las escasas profundidades naturales del Río de la Plata, la ruta consiste en un canal artificial prácticamente en toda la extensión señalada y recibe diversos nombres a lo largo de su recorrido hacia el mar: Canal Ingeniero Emilio Mitre, Canal de Acceso al Puerto de Buenos Aires, Rada Exterior, Canal Intermedio y Canal Punta Indio.

4.1.3 Flujo de cargas

La actividad de transporte en el Paraná Inferior y el Río de la Plata es significativa, especialmente en la vía troncal, aunque el conocimiento preciso de su nivel no resulta del todo sencillo teniendo en cuenta la inexistencia de fuentes de información que centralicen y procesen sistemáticamente los datos correspondientes desde el enfoque de una “vía navegable” (sí existen, en cambio, datos estadísticos de movimientos portuarios que permiten estimar aproximadamente el tráfico a lo largo de la ruta).

Con el objeto de conformar un panorama aproximado de los volúmenes y tipos de carga transportados en la actualidad, se incluyen a continuación estimaciones realizadas con base en información de diversos orígenes.

En primer lugar, cabe señalar que en el tramo de la Hidrovía Paraguay-Paraná al norte de Santa Fe (ya presentado como “ruta de barcas”) prevalecen claramente los tráficos en sentido descendente y, en particular, los de graneles sólidos. Se considera que, en la actualidad, el flujo de cargas en dicho tramo se sitúa en el entorno (o levemente por encima) de 20 millones de toneladas/año.

Los tráficos de origen agrícola (granos, aceites vegetales y subproductos de la industria aceitera) estarían abarcando aproximadamente 10 millones de toneladas/año y los tráficos de minerales (casi exclusivamente mineral de hierro) estarían cerca de los 7 millones de toneladas/año. Se trata de cargas de origen predominantemente paraguayo (en el caso de los productos agrícolas) y brasileño (en el caso de los minerales), con participación hasta ahora minoritaria de la carga de origen boliviano en ambos casos.

Los restantes tipos de carga que completan el total transportado al norte de Santa Fe son los combustibles (importaciones paraguayas, de entre 2 y 3 millones de toneladas/año) y la carga contenerizada (exportaciones e importaciones paraguayas, del orden de 1 millón de toneladas/año).

Estas cargas, en su gran mayoría, tienen orígenes o destinos fuera de la Cuenca del Plata y generan, en consecuencia, operaciones de transbordo en puertos del Río de la Plata o del Río Paraná Inferior entre el modo netamente marítimo y el fluvial (o

viceversa). Globalmente, se estima que los tráficos de bajada superan a los de subida aproximadamente en proporción de 4 a 1.

Los volúmenes totales de carga estimados precedentemente resultan algo inferiores a proyecciones contenidas en diversos estudios y presentaciones realizados en la última década en este sentido. La mayor parte de la diferencia tiene su origen en un crecimiento menor al esperado de los embarques de mineral de hierro, fundamentalmente como resultado del retraso en la plena explotación del yacimiento boliviano de El Mutún. No obstante, las perspectivas de crecimiento (tanto en lo relacionado con la producción agrícola como en lo relativo a minerales) son auspiciosas, proyectándose en general tasas de crecimiento muy significativas para la próxima década.

Tal como ya se ha señalado, el tramo de la ruta navegable conformada por el Río Paraná al sur de Santa Fe (y, en particular, desde San Martín hacia aguas abajo) y el Río de la Plata conforma el sector con mayor actividad de transporte de los aquí considerados. Si bien no es sencillo disponer de información completa y detallada en cuanto a dichas actividades, información presentada por la empresa Hidrovía S.A. (concesionario de la “vía navegable troncal”) en diversas reuniones de orden técnico permite estimar un panorama global de la situación. De acuerdo con la fuente señalada, en el año 2011 habrían circulado a lo largo del tramo Santa Fe–Océano Atlántico casi 129 millones de toneladas de carga, distribuidos según se indica a continuación:

- Graneles secos agrícolas: 58,1 millones
- Combustibles y productos químicos: 25,1 millones
- Carga en contenedores: 16,5 millones

- Minerales: 11,0 millones
- Carga general: 7,3 millones
- Aceites vegetales: 5,6 millones
- Fertilizantes: 2,3 millones
- Vehículos: 2,1 millones
- Gas natural licuado: 0,6 millones
- Otros: 0,3 millones

Se destaca la importancia de las exportaciones de origen agrícola (prácticamente el 50% del total de la carga), que se canalizan por un conjunto ya descripto de instalaciones portuarias, destinadas específicamente a esos tráficos, localizadas sobre la margen derecha del Río Paraná entre San Martín y San Pedro.

Los movimientos de combustibles y productos químicos son de tipo variado, aunque prevalecen los tráficos de cabotaje y se canalizan principalmente a través de instalaciones portuarias asociadas a plantas de producción/refinación (La Plata, Dock Sud, Campana, San Lorenzo).

Los movimientos de carga en contenedores, asociados al comercio exterior de productos con un mayor valor unitario y repartido en forma relativamente equilibrada entre exportaciones e importaciones, se desarrollan a través de terminales especializadas localizadas en el área metropolitana de Buenos Aires.

El tráfico de minerales corresponde principalmente a importaciones de mineral de hierro y en segundo lugar, de carbón, que se atienden en instalaciones portuarias vinculadas a las industrias siderúrgicas o a centrales térmicas (San Nicolás, Campana,

Villa Constitución). Complementariamente, existen exportaciones de mineral de cobre realizadas a través de una instalación especializada ubicada en la zona de San Martín (Minera Alumbrera).

El tráfico de fertilizantes corresponde a descargas realizadas en varios puertos, entre los que destacan por su importancia San Nicolás y San Martín, tanto de importaciones como de productos de fabricación nacional, provenientes de Bahía Blanca.

Los movimientos de vehículos corresponden tanto a exportaciones como a importaciones, resultantes del intercambio que es característico de la industria automotriz en función de la especialización de las producciones de sus plantas a nivel mundial. Se canalizan fundamentalmente en la zona de Zárate, sobre el Río Paraná de las Palmas (Terminal Zárate es líder en este rubro).

Finalmente, el tráfico de gas natural licuado, iniciado en 2011, corresponde a las importaciones que se reciben a través de una instalación ad hoc construida en la zona de Escobar, también sobre el río Paraná de las Palmas.

Otra información de interés obtenida de la fuente señalada es la cantidad (y la composición por tipos) de embarcaciones que han recorrido la “vía navegable troncal” en los últimos años. En el trienio 2011-2013, ingresaron a dicha ruta de navegación (desde el Océano Atlántico) un promedio de 4950 buques por año, con la siguiente composición¹:

- Graneleros secos: 39%
- Tanques: 22%
- Portacontenedores: 19%
- Carga general: 10%
- Porta vehículos: 5%
- Cruceros: 3%
- Gaseros: 1%
- Otros: 1%

Para consultar el detalle de movimientos de cargas registrados en las instalaciones portuarias del Río de la Plata y Paraná Inferior en 2014, se recomienda ver el **Figura 5** del *Anexo* al final del documento.

4.1.4 Marco legal institucional

La conservación de las condiciones de navegación y la eventual ejecución de mejoras a lo largo de los tramos fluviales hasta aquí presentados se encuentran bajo la responsabilidad de diferentes jurisdicciones y organizaciones, según se describe a continuación.

Con respecto de la administración del tramo, debe señalarse que la conservación de la ruta de navegación conformada por los canales del Río de la Plata y el río Paraná (considerando, en este caso, el recorri-

¹ Cabe señalar que la información presentada, tanto en lo relacionado con la cantidad de buques ingresados como con las cargas transportadas, corresponde a embarcaciones con calados iguales o superiores a 15 pies. Ello es así por tratarse de una base de datos ligada al cobro de peajes a las embarcaciones y teniendo en cuenta que, de acuerdo con las pautas del contrato de concesión vigente, los buques con calados inferiores a 15 pies no abonan la componente tarifaria correspondiente a “dragado” (que es la componente principal de los ingresos por peaje del concesionario). Por otra parte, tal como se ha indicado, se trata de una estadística que comprende sólo a embarcaciones que ingresaron al sistema fluvial desde el Océano Atlántico, por lo que no incluye aquellos viajes que pudieran haberse registrado entre puertos del sistema fluvial (sin registrar entradas y/o salidas desde o hacia el océano). No obstante, se considera que desde el punto de vista de los requerimientos de mantenimiento de la vía navegable y de la participación en el tráfico total existente (tanto en términos de los volúmenes transportados como de los tipos de carga involucrados) la estadística precitada es plenamente significativa.

do por el canal Ingeniero Emilio Mitre y el río Paraná de las Palmas) es responsabilidad del gobierno argentino, que ha otorgado la operación del mantenimiento bajo el régimen de concesión a la empresa Hidrovía S.A. desde el año 1995. La autoridad de aplicación es la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, actualmente bajo la órbita del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

La referida concesión, con vigencia actualmente extendida hasta el año 2021, abarcó inicialmente la ruta entre la salida al océano y el acceso al puerto de Santa Fe, fijándose como objetivo la obtención de condiciones que permitieran la navegación con calados de hasta 32 pies entre el océano y San Martín y de hasta 22 pies entre San Martín y Santa Fe. Posteriormente, dichas metas fueron mejoradas hasta la situación actual, que permite la navegación con calados de hasta 34 pies entre el océano y San Martín y de 25 pies entre San Martín y Santa Fe.

Desde el año 2010, el gobierno argentino extendió la concesión descripta al tramo del río Paraná comprendido entre Santa Fe y Confluencia, sector en que las condiciones a mantener por el concesionario son las que permitan la navegación con calados de hasta 10 pies.

Respecto de la legislación regional, se destaca el Tratado de la Cuenca del Plata, entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, suscripto en la III Reunión de Cancilleres de los Países de la Cuenca del Plata, realizada en Brasilia, entre el 22 y 23 de abril de 1969.

En el Art. I de ese Tratado, los Países Contratantes convienen mancomunar esfuerzos a fin de promover el desarrollo y la integración física de la Cuenca del Plata y de sus áreas de influencia, en varios aspectos:

navegación, recursos hídricos, vías de comunicación, vida animal y vegetal, etc.

Hidrovía Paraguay-Paraná (HPP)

La Hidrovía Paraguay-Paraná (HPP) es un programa desarrollado en el marco del Tratado de la Cuenca del Plata anteriormente mencionado. Su marco jurídico está compuesto por el referido Tratado, el Acuerdo de Santa Cruz de la Sierra de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná (Puerto de Cáceres-Puerto de Nueva Palmira), de 1992, y sus Protocolos Adicionales y Reglamentos. Ese acuerdo consagra los principios de libre tránsito, la libertad de navegación, la libre participación de banderas en el tráfico entre los países firmantes, la igualdad, la reciprocidad de trato, la seguridad de navegación y la protección del medio ambiente. Su estructura organizativa incluye:

- a. Un Comité Intergubernamental de la Hidrovía (CIH), órgano político compuesto por delegados investidos de las pleni-potencias necesarias por sus respectivos gobiernos y una Secretaría Ejecutiva, cuya titularidad rota de forma temporal, con sede en la ciudad de Buenos Aires, República Argentina.
- b. Una Comisión del Acuerdo, órgano técnico para la aplicación, seguimiento y desarrollo del acuerdo, compuesto por representantes acreditados de organismos nacionales competentes en la temática del transporte fluvial internacional y una Secretaría con sede permanente en la ciudad de Asunción, República del Paraguay.

De igual manera, el Programa de la Hidrovía Paraguay-Paraná se encuentra vinculado con los objetivos y principios del Tratado de Montevideo de 1980, teniendo, a la Secretaría General de la ALADI como depositaria de sus instrumentos, registrado en

dicho órgano a la luz del artículo 14 del referido Tratado, como Acuerdo de Alcance Parcial Núm. 5 (AAP.A14TM N° 5).

A continuación, se presenta una breve cronología histórica de la normativa vinculada al establecimiento de la Hidrovía Paraguay – Paraná:

- Diciembre de 1967: los cancilleres de los países que hoy integran la Cuenca del Plata declaran, según la resolución N° 210, el interés prioritario del desarrollo del sistema fluvial integrado por los ríos Paraguay y Paraná.
- Abril de 1988: se llevó a cabo el “Primer Encuentro Internacional para el Desarrollo de la Hidrovía Paraguay – Paraná” (Campo Grande, Brasil).
- Septiembre de 1989: se acordó la creación del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay – Paraná (CIH), a los efectos de atender lo referente a la navegación en estos ríos (Santiago de Chile).
- Octubre de 1991: por Resolución N° 238, se incorporó el Programa Hidrovía Paraguay – Paraná al Sistema del Tratado de la Cuenca de la Plata, con la estructura del Comité Intergubernamental de la Hidrovía (CIH), (Puerto Cáceres–Puerto Nueva Palmira).
- Julio de 1992: por Resolución N° 243, los cancilleres de los países miembros de la Cuenca del Plata suscribieron el “Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay – Paraná: Puerto Cáceres – Puerto Nueva Palmira”.
- Diciembre de 1992: por resolución N° 244, se aprobó el estatuto del Comité Intergubernamental de la Hidrovía (CIH). “Órgano del Sistema del Tratado de la Cuenca

del Plata encargado de coordinar, proponer, promover, evaluar, definir y ejecutar las acciones identificadas por los Estados miembros respecto al Programa Hidrovía Paraguay – Paraná (Puerto Cáceres – Puerto de Nueva Palmira).”

El Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay – Paraná (Puerto Cáceres – Puerto Nueva Palmira), aunque aplica sólo a esta hidrovía específica, es un marco pionero y de referencia para la integración fluvial en los países de la Cuenca del Plata, con beneficios a ser copiados y replicados en otras hidrovías transfronterizas.

El documento tiene como principios fundamentales las siguientes convicciones:

- Para concretar el proceso de integración regional es necesario contar con servicios de transporte y comunicaciones eficientes y adecuadas a los requerimientos actuales del comercio y del desarrollo.
- El sistema hidroviario es un factor de suma importancia para la integración física y económica de los países de la Cuenca del Plata.
- El transporte fluvial sustentable crea una comunidad de intereses que debe ser apoyada de manera adecuada, eficaz y conjunta, basada en la igualdad de derechos y obligaciones de los países ribereños.

En una primera etapa, el acuerdo propició la realización de estudios para determinar la factibilidad económica, técnica y ambiental de los trabajos necesarios para garantizar el uso sostenible del recurso hídrico. Posteriormente (1996), se encomendó un estudio de Ingeniería y Viabilidad Técnica y Económica a la Asociación Hidroservice – Louis Berger y luego (2004), un estudio Institucional legal de Ingeniería Ambiental y Eco-

Figura 4.1.4.1

Hidrovia Paraguay-Paraná



Fuente: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES DO BRASIL. Secretaria de Fomento para as Ações de Transportes – SFAT – Departamento do Fundo Nacional de Infraestrutura de Transportes – DEFIT, 2007.

nómico complementario para el desarrollo de las obras, realizado por el Consorcio de Integración Hidroviaria (COINHI).

Finalmente, como se ha mencionado en otros puntos de este documento, el transporte fluvial debe estar basado en exigentes regulaciones ambientales que se apliquen a su operación, de modo que el recurso acuático no sufra consecuencias negativas asociadas a su mayor utilización. Por ello es importante mencionar que durante 2012, la Hidrovía Paraguay - Paraná aprobó en su Comisión del Acuerdo y posteriormente en el CIH un protocolo denominado MARPOL referido a los aspectos vinculados con control de la contaminación por los buques en el marco de la OMI.

Las tareas que involucran esta temática en el ámbito de los órganos del Acuerdo de Santa Cruz de la Sierra, dan cuenta del proceso de adaptación y adopción de dicha normativa para el ámbito fluvial, el cual cuenta con 6 anexos, de los cuales solo el **Anexo I** ha sido aprobado por Decisión 3/XLII del CIH, como Reglamento Parte I – Prevención de la Contaminación por Hidrocarburos Proveniente de Buques del Reglamento sobre la Protección Ambiental del Acuerdo de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Dicho documento, se encuentra en proceso de protocolización ante la ALADI. Igualmente, en el marco de la Comisión del Acuerdo, se ha iniciado la tarea de adaptación del **Anexo II**, para su posterior consideración por parte del órgano político.

4.1.5 Consideraciones y conclusiones

Desde el punto de vista de su navegabilidad, las actuales condiciones en el Río de la Plata y el Paraná inferior presentan oportunidades de mejora. Sin embargo, dadas las limitadas profundidades naturales de las vías navegables de la región, cualquier modificación sustancial implica requerimien-

tos de inversiones significativos cuya viabilidad debe evaluarse con suma atención frente a las perspectivas de evolución de la demanda de transporte.

En el contexto señalado, se considera que la navegabilidad con calados de hasta 10 pies se mantendrá como condición de diseño en los tramos aguas arriba de Santa Fe para los horizontes temporales actualmente previsibles. Para el tramo de la “vía navegable troncal” entre Santa Fe y el Océano Atlántico, las mejoras destinadas a posibilitar la navegación con calados de hasta 36 pies aguas abajo de San Martín (km 460 del río Paraná) y de hasta 28 pies entre San Martín y Santa Fe deberían implementarse en el corto plazo, ya que se entiende que su viabilidad ya ha sido analizada y confirmada.

Para avanzar en el desarrollo integral del Programa Hidrovía Paraguay-Paraná y con vistas a una mejor utilización de un modo de transporte que es a todas luces económica y ambientalmente preferible para todos los países de la región, vale observar que el crecimiento progresivo del tamaño de las embarcaciones utilizadas plantea la necesidad de una revisión y eventual actualización de las condiciones de diseño de la vía navegable en el Río de la Plata, en los tramos que vinculan al área metropolitana de Buenos Aires con el océano. Los canales en el Río de la Plata presentan actualmente un ancho de solera de 100 m, establecida desde el inicio de la concesión otorgada a Hidrovía S.A. de acuerdo con las dimensiones del buque de diseño seleccionado para la ruta entre el océano y San Martín (granelero seco de clase Panamax) bajo la hipótesis de desarrollo de la navegación en un único sentido a la vez.

Si bien puede admitirse que el referido buque de diseño puede considerarse actualmente (a 20 años del inicio de la concesión)

como aun razonablemente representativo de la flota destinada al transporte de las exportaciones argentinas de origen agrícola (aunque se aprecia la progresiva incorporación de buques de mayores dimensiones, tipo Cape Size), debe advertirse que, paralelamente, ha crecido apreciablemente el tamaño de los buques portacontenedores que llegan a los puertos del Río de la Plata (en línea con el desarrollo de esa clase de buques a nivel mundial en las últimas décadas). Actualmente llegan a dichos puertos buques con capacidades superiores a 9 mil TEU, con esloras del orden de 335 metros y mangas del orden de 48 metros. Asimismo, desde el año 2011 funciona en Escobar (sobre el río Paraná de las Palmas) una instalación destinada a la recepción de tráficos de Gas Natural Licuado (GNL), que habitualmente se transportan en buques con mangas de alrededor de 45 metros.

En función de lo señalado, existe actualmente una fracción de la flota usuaria de los canales del Río de la Plata que presenta mangas superiores en hasta un 50% a la característica de los buques Panamax (32,2 metros) y para la que el ancho disponible en dichos canales resulta insuficiente bajo las recomendaciones de diseño de uso habitual.

Complementariamente, cabe destacar que los buques que transportan GNL navegan por la “vía navegable troncal” bajo la condición de “reserva de canal” (el buque gaseero no debe enfrentar, en su recorrido a lo largo de la ruta, situaciones de cruce ni de sobrepaso con otras embarcaciones) lo que restringe la capacidad en esas situaciones.

Teniendo en cuenta el previsible crecimiento, en el corto y mediano plazo, de la importancia relativa de esta fracción de la flota, se juzga necesaria la realización de estudios para evaluar la necesidad de me-

joras en el dimensionamiento de los canales del Río de la Plata que acompañen convenientemente el crecimiento señalado de las mangas de las embarcaciones usuarias y garanticen que la vía navegable conserve la capacidad requerida para atender la demanda previsible para el mediano plazo.

En lo que respecta al sector del río Paraná al norte de Santa Fe (la anteriormente denominada “ruta de barcazas”), se ha señalado que la gran mayoría de la actividad de transporte que actualmente se desarrolla está constituida por tráficos “pasantes”, es decir sin origen o destino en ese sector de la vía navegable. Esta situación se corresponde con una muy reducida utilización de la vía fluvial para el transporte de las exportaciones agrícolas originadas en provincias del NOA y NEA (Salta, Jujuy, Chaco, Formosa) y del comercio bilateral entre Argentina y Paraguay. Dichos flujos recurren mayoritariamente al uso del transporte por carretera, por lo que cualquier incremento en la utilización del modo fluvial traería aparejadas múltiples ventajas desde el punto de vista ambiental. Estos incrementos podrían ser alentados a partir de una ampliación de la flota de bandera argentina existente en la actualidad (que resulta de uso excluyente para los tráficos entre puertos argentinos en virtud de la “Ley de cabotaje”).

Desde el punto de vista institucional, se entiende la importancia de avanzar en la consolidación del Programa de la Hidrovía Paraguay-Paraná como un emprendimiento multinacional, cuyo desarrollo debiera aportar ventajas a todos los países de la Cuenca del Plata. Los organismos de coordinación del Programa, el CIH y la Comisión del Acuerdo, registran en los últimos años un bajo nivel de actividad y no se ha logrado aún avanzar demasiado en la implementación de acciones tendientes al manejo del proyecto de la hidrovía con

el carácter multinacional que se entiende que los países de la Cuenca buscaron otorgarle. Ello se manifiesta tanto desde el punto de vista de la ejecución de obras y de su financiamiento, como del de la efectiva implementación de acuerdos para el desarrollo más fluido y el control integrado de la navegación.

El avance en la concreción de mejoras físicas, institucionales y de coordinación podría derivar en un mayor y más eficiente uso del modo de transporte por agua, con potenciales beneficios para las economías regionales y para el ambiente.

4.2 Paraná superior y Tieté

4.2.1 Introducción

Desde la segunda mitad del siglo XX, la cuenca del Alto Paraná fue escenario de la instalación de un conjunto de represas hidroeléctricas que limitaron el flujo de los ríos, formando grandes reservorios de agua. Al reequilibrarse la superficie dinámica de los sistemas afectados, se intensificó la erosión en la zona, provocando el repliegue de las vertientes marginales hasta el punto de equilibrio actual. El resultado de este fenómeno ha sido la conformación de amplios márgenes de reservas, presentes en los paisajes llanos y suaves de los valles de los ríos Tieté y Paraná en los estados de San Pablo, Mato Grosso do Sul y Minas Gerais y de los ríos Paranaíba y Grande en parte de San Pablo, Mato Grosso do Sul y Goiás. A pesar de la importancia de los factores físicos y biológicos que todavía existen en los actuales sistemas fluviales de flujo confinado, las reservas de agua han redundado en mayores beneficios socioeconómicos, generando una serie de sinergias positivas, así como algunas discusiones sobre los múltiples usos posibles del agua y del suelo lindero.

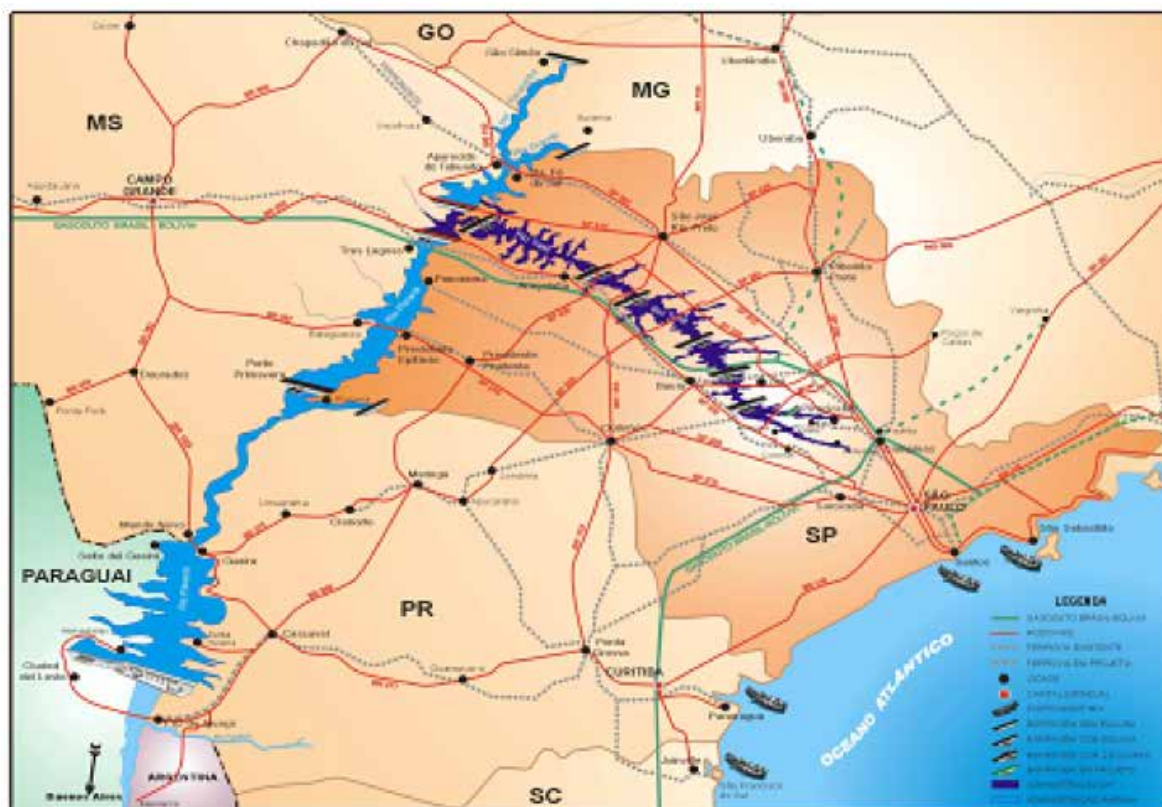
4.2.2 Descripción geográfica y navegabilidad

En su totalidad, el tramo Tiete-Paraná cuenta con más de 2,400 kilómetros de vías navegables, 10 represas hidroeléctricas equipadas con esclusas, 19 astilleros y 30 terminales intermodales de carga. Sin embargo, la principal ruta en operación se encuentra entre las terminales intermodales de São Simão, en Goiás y Anhembi, en San Pablo, por las vías navegables de los ríos Paranaíba, Paraná, São José dos Dourados y Tiete.

Esta ruta incluye 800 kilómetros de vías fluviales, que transportaron en 2013 alrededor de 4,5 millones de toneladas de carga a granel de largo recorrido. Conformada principalmente por salvado y soja, la mayor parte de esta carga se transporta hasta Pederneiras y Anhembi, ambos en San Pablo, donde se hace la transferencia, respectivamente, por vía ferroviaria y a través de camiones hasta el puerto de Santos y, desde allí, a los mercados mundiales. Con un aumento anual del 10% respecto del año anterior, el sistema también es utilizado para el transporte de maíz, trigo, mandioca, madera, celulosa, carbón y caña de azúcar. El aumento progresivo de la eficiencia de la hidrovía Tietê-Paraná, debido a la reducción del tiempo de viaje y de los costos operacionales, ha sido resultado de las inversiones gubernamentales en la seguridad de la navegación, la protección del medio ambiente y la capacidad de transporte de las embarcaciones. Con una flota de 40 remolcadores y más de 150 barcas, actualmente el sistema tiene una capacidad instalada de aproximadamente 20 millones de toneladas por año.

En cuanto a su navegabilidad, la presencia de ríos de flujo libre y de sistemas fluviales naturales es acotada y se restringe a las regiones que se encuentran inmediata-

Figura 4.2.2.1

Hidrovía Tietê-Paraná, en el Alto Paraná

Fuente: Departamento Hidroviário de la Secretaría de Logística y de Transporte del Estado de San Pablo- 2014.

mente por encima de las zonas de remanso de los embalses, tales como las cabeceras de sus afluentes. Algunas de ellas presentan una enorme riqueza ambiental y diversidad biológica debido a que la principal actividad de la región es la agricultura, la cual no provoca un gran daño en relación al uso y protección del suelo y a que ha sido relativamente poco utilizado para transporte de cargas. Es el caso del tramo sur Tietê-Paraná un trecho importante, compuesto por casi 240 km de vías navegables e integrada por varios afluentes como los ríos Ivaí, Amambá y Ivinhema, ubicado entre el umbral de la planta hidroeléctrica de Puer-

to Primavera en el estado de San Pablo y la ciudad de Guaira en el estado de Paraná, de gran potencial para la navegación comercial pero poco utilizado.

La geomorfología fluvial de ese tramo es única, se trata del último sector del río Paraná en territorio brasileño con características naturales conservadas. Típicas de un río de planicie de inundación, presenta una enorme variedad de hábitats acuáticos y terrestres de gran biodiversidad. Los ciclos de inundación de la planicie fluvial son considerados el principal factor de regulación de la estructura de las comunidades acuá-

ticas y ribereñas y del funcionamiento del ecosistema en esta zona. En este sector, el río tiene un ancho de hasta 12 km entre sus márgenes, con una inclinación media de 0,09 m/km, que le dan un carácter anastomosado o trenzado, dado que toda su planicie fluvial fue formada por la acción de canales entrelazados y la gran acumulación de sedimentos transportados, sujetos a una intensa sedimentación lateral, lo que dio origen a la formación de cientos de barras, canales abandonados, canales secundarios, bancos de arena y sistemas de lagunas que caracterizan al río y a sus islas.

La importancia ecológica de esta región ha llevado al Gobierno Federal de Brasil a la creación del Área de Protección Ambiental de las Islas y Llanuras de inundación

del Río Paraná, área de conservación ambiental compuesta por 1 millón de hectáreas que cubre totalmente la llanura del río hasta sus límites con las terrazas aluviales, cerca de 5 metros por encima del nivel medio del río Paraná. Dentro de esta área de protección ambiental, se han creado el Parque Estatal de Ivinhema, el Parque Nacional de Ilha Grande y el Área de Investigación de Largo Plazo de la Llanura de Inundación del río Paraná (APELD, por sus siglas en portugués), en los que se desarrolla un programa ecológico del Centro de Investigación en Limnología, Ictiología y Acuicultura (NUPÉLIA, de acuerdo a sus siglas en portugués) de la Universidad Estatal de Maringá, bajo el patrocinio del Consejo Nacional de investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología.



Canal de acceso a la esclusa de la Planta Hidroeléctrica de Puerto Primavera – San Pablo. Al fondo, planicies de inundación del río Paraná, donde comienza el Tramo Sur de la Hidrovía Tieté-Paraná.

Figura 4.2.2.2

Islas fluviales dentro del Parque Nacional de Ilha Grande, con registros de canales entrelazados abandonados. A la izquierda, el río Iguatemi de padrón meandrante



Fuente: Google Earth.

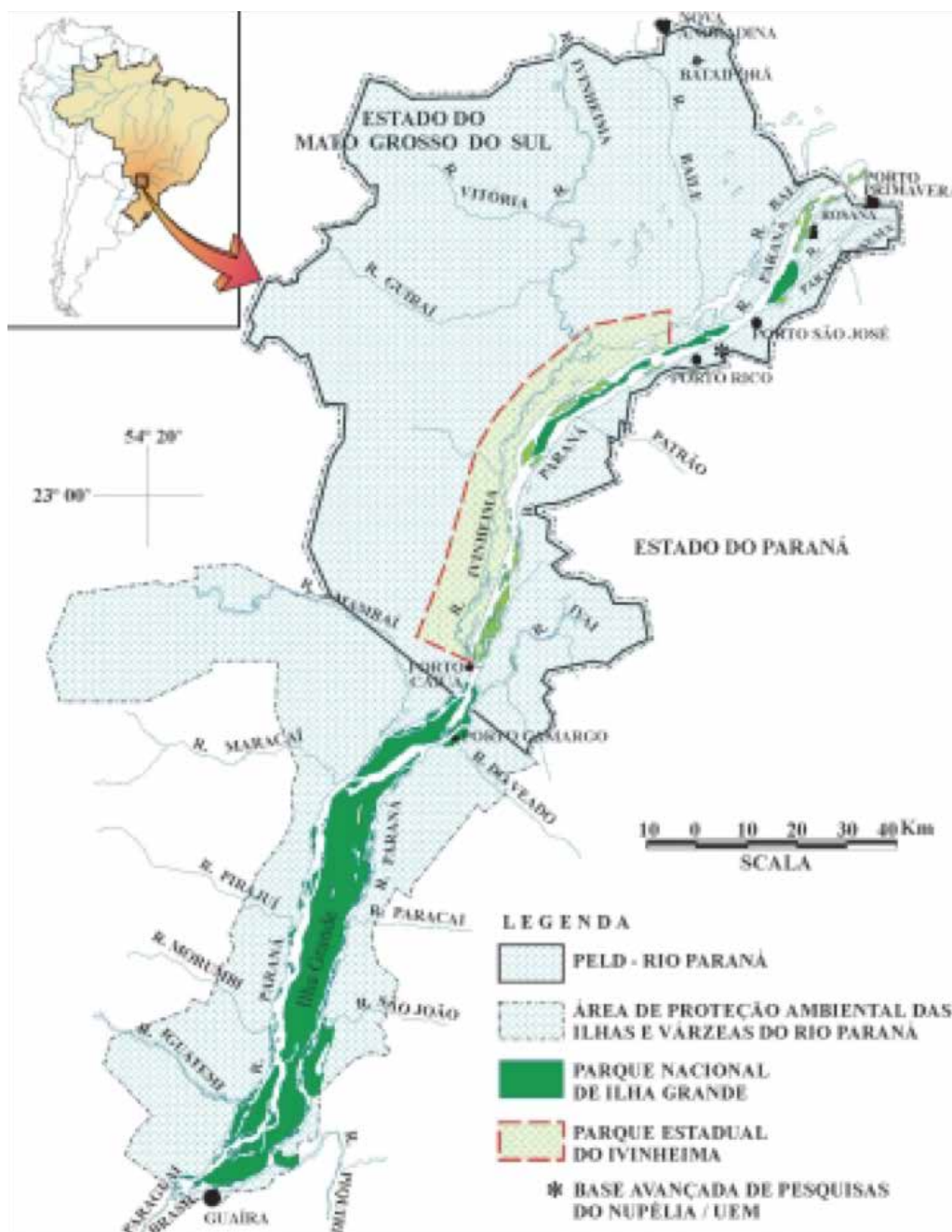
A pesar del estado de conservación del río Paraná en este tramo, la influencia de la instalación y operación de las represas hidroeléctricas ha provocado importantes alteraciones en el sistema fluvial. Estudios de geomorfología fluvial llevados a cabo por el NUPELIA demostraron que, si bien las fluctuaciones de los niveles de caudal mantienen su estacionalidad y una amplitud media de 2,5 metros, ha habido cambios significativos en aspectos como el régimen de flujo, la amplitud de la descarga, la velocidad del flujo, el tipo de material de fondo, el comportamiento de la morfología de los canales, la concentración de material en suspensión y el aumento de la sedimentación

debido a la exposición de los bancos del río a la erosión. Ninguno de estos efectos se puede atribuir a la navegación fluvial.

De hecho, después de la construcción de Puerto Primavera, la reequilibración del sistema natural del río ha creado condiciones favorables para la navegación ya que la variación del nivel medio del río, con mínimos de 0,85 m y máximos de 5,03 m en 1994, pasó a oscilar entre 0,45 m de mínimo y 2,0 m de máximo debido a la regulación de su flujo originada por la represa hidroeléctrica. Bajo las nuevas condiciones de flujo, el río ha sufrido una reducción en su carga de fondo, con impacto en la profundi-

Figura 4.2.2.3

Área de Protección Ambiental de las Islas y Llanuras de inundación del Río Paraná y unidad de conservación existentes en el Tramo Sur de la Hidrovía Tieté-Paraná



Fuente: NAKATAMI *et al.*

dad de su lecho activo, como se muestra en la siguiente figura:

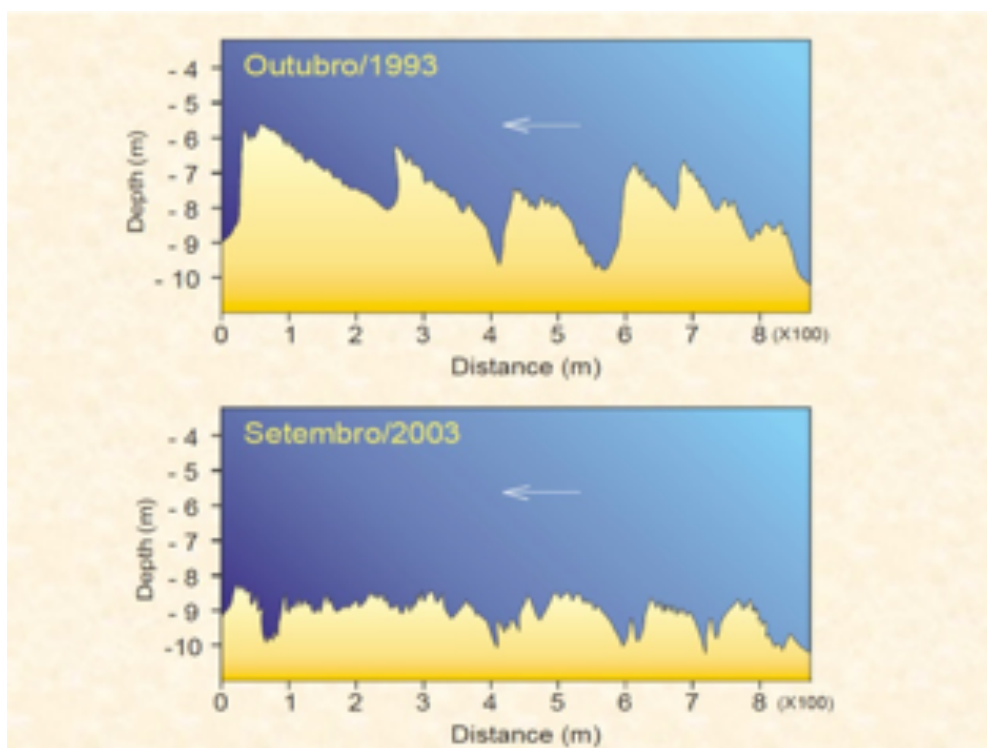
Una navegación fluvial basada en las mejores prácticas de seguridad operacional, que contemple el monitoreo de las condiciones ambientales de la zona, contribuirá a la preservación de los recursos hídricos de este tramo de la hidrovía. Las características de su geomorfología fluvial son favorables a la armonización de la actividad fluvial, en un escenario de conservación ambiental, siempre que se lo entienda como un trecho de pasaje para rutas comerciales regionales y transfronterizas, de manera de preservar las áreas protegidas que lo rodean.

En Guaira, las llanuras del río Paraná se estrechan y dan lugar a la zona de remanso del embalse de Itaipú, cercana a los Saltos de Siete Caídas. Aquí se encuentran más de 160 km de vías navegables de la hidrovía Tieté-Paraná, dentro del lago formado por la central hidroeléctrica de Itaipú, como se muestra en la figura siguiente:

En este tramo, el río Paraná tiene un curso totalmente cerrado y controlado por la operación de la central hidroeléctrica de Itaipú. Ocupa un área inundada de 1.350 km² y su superficie de agua tiene un ancho de aproximadamente 1,5 km en Guaira y de hasta 12 km cerca de la cresta de la presa. Del mismo

Figura 4.2.2.4

Variaciones de profundidad debidas a alteraciones de la dinámica fluvial en un tramo dado del río Paraná, en dos épocas distintas: antes (1993) y después (2003) del relleno de la represa hidroeléctrica de Puerto Primavera



Fuente: MEURER, M. *et al*, 2008.

constituido por 16 municipios que bordean el lago. El uso y ocupación del suelo en los alrededores de la represa se caracteriza por el cultivo de soja, trigo, maíz y mandioca, así como por la crianza de cerdos, aves de corral, ganado vacuno y piscicultura. En la actualidad, se aprecia un desarrollo de la industrialización agrícola en la región, con la presencia de frigoríficos e industrias orientadas a la producción de lácteos y aceites vegetales. La promoción del tu-

rismo regional cuenta con el apoyo institucional de Itaipú Binacional y del Servicio Brasileño de Apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas (SEBRAE). Desde el punto de vista socioeconómico, los principales problemas ambientales en este trecho se refieren al uso inadecuado e irracional de los recursos hídricos, el uso intensivo del suelo para actividades agrícolas y ganaderas y la baja tasa de recogida y tratamiento de aguas residuales.

Figura 4.2.2.6

A la izquierda, reserva florestal en territorio paraguayo, entre Puerto Indio y Puerto Santa Teresa. Las selvas ubicadas alrededor de la reserva, en la costa, son las más desarrolladas de todo el sistema



Fuente: Google Earth.

Aguas abajo de la central hidroeléctrica de Itaipú, se encuentra el tramo paraguayo de la hidrovía, cuya integración transfronteriza está actualmente comprometida debido a la inexistencia de un sistema de esclusas en la represa. La construcción de estas esclusas tendría efectos positivos en la integración fronteriza de Brasil, Paraguay y Argentina y favorecería el comercio internacional y el fortalecimiento del desarrollo en varias regiones de la Cuenca del Plata.

Vale destacar, sin embargo, que un preocupante contrapunto para el inmenso potencial de la infraestructura hidroviaria en esta región de la Cuenca del Plata es el cambio climático. El fenómeno ha causado graves problemas para la navegación fluvial en la principal ruta comercial, llevando incluso al sistema de generación de energía hidroeléctrica de las regiones sur y sudeste de Brasil al estado de alerta. Una sequía inusual en el otoño, que se extendió el invierno de 2014, llevó a una disminución de

la disponibilidad de agua en el embalse, al punto que en el mes de mayo de ese año las reservas de la represa hidroeléctrica de Ilha Solteira, en el río Paraná y Tres Hermanos, en el río Tiete, llegaron a tener un 0% de volumen útil para la generación de energía (ver Figura 4.2.2.7).

El agotamiento de las reservas del sistema, sin precedentes en la historia de la hidrovía Tiete-Paraná, tuvo impactos negativos en su navegabilidad, al dar lugar a un tramo crítico en la ruta de navegación, localizado en la zona de remanso de la represa hidroeléctrica de Tres Hermanos. En mayo de 2014, este trecho quedó por debajo del nivel mínimo de navegación, establecido en 323 m para esta represa. Aunque el calado operacional del Tramo Tiete es de 2,80 m, a inicios de ese mes era todavía posible navegar convoyes en condiciones críticas con un calado mínimo de 2,20 m, gracias a las ondas de flujo generadas por AES Tietê SA, empresa responsable de la generación de ener-

Figura 4.2.2.7

Gráficos comparativos de la situación del volumen útil para la generación de energía en los años 2013 y 2014, en las represas de Tres Hermanos en el Río Tiete y Ilha Solteira en el Río Paraná hasta el mes de diciembre de 2014



Fuente: www.ons.org.br/home

gía hidroeléctrica en la represa. El 16 de mayo, la Marina de Brasil autorizó el calado de emergencia de 1,70 metros con ondas de flujo, pero el 30 de mayo éste descendió a menos de 1,00 m de profundidad y la operación del sistema fue interrumpida. Los perjuicios derivados de esta situación fueron significativos y alcanzaron un valor de aproximadamente 37 millones de dólares, dado que la alternativa de transporte por camión hasta el puerto de Santos significa un incremento de 15 dólares por cada 2,5 millones de toneladas.

4.2.3 Flujo de cargas

La Hidrovía Tietê-Paraná cubre un área de alrededor de 1 millón y medio de km² a través de más de 2,400 km de vías navegables, posibilitadas por la instalación de embalses provistos de esclusas.

El Departamento Hidroviario de la Secretaría Estatal de Logística y Transporte de San Pablo Canales (DH / SELT) y la

Administración de la Hidrovía de Paraná (AHRANA) estiman que el sistema dispone de una capacidad instalada para movilizar por año aproximadamente 20 millones de toneladas de carga. Esta capacidad contempla flotas de barcasas y remolcadores distribuidos por las terminales y los astilleros de la hidrovía, encargados de transporte de corta, media y larga distancia de aceite, combustible, productos minerales, productos agrícolas y de otras cargas de menor incidencia.

Los flujos comerciales son multidireccionales y tienen como principales vectores a la Región Metropolitana de San Pablo y a los puertos de Santos (San Pablo), San Sebastián (San Pablo) y Paranaguá (Paraná). De acuerdo con la ANTAQ (2014), en 2013, más de una cuarta parte de la soja (1,1 millones de toneladas) y un tercio del maíz (956 mil toneladas) transportados por vía fluvial en Brasil partieron de San Simón, en el estado de Goiás, para luego seguir por vía ferroviaria hacia terminales del estado de San

Tabla 4.2.3.1

Movimiento de cargas en la Hidrovia Tiete-Paraná en el período 2011-2013

Tipo de Navegação	2011		2012		2013	
	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU
Cabotagem	-	-	-	-	-	-
Longo curso	-	-	-	-	-	-
Navegação interior	5.804.071	1.459.471.063	6.032.669	1.621.581.674	6.281.630	2.116.672
Estadual	2.440.982	112.204.968	3.099.542	1.479.686.566	2.470.530	128.493.120
Interestadual	3.108.843	1.339.638.714	2.399.020	125.871.903	3.388.058	1.975.528.073
Internacional	254.246	7.627.381	534.107	16.023.205	423.042	12.651.260
Total Gral	5.804.071	1.459.471.063	6.032.669	1.621.581.674	6.281.630	2.116.672

Fuente: Departamento Hidroviario/SELT y AHRANA – Administración de la Hidrovía del Paraná.

Tabla 4.2.3.2

Tipos de carga y rutas de navegación regionales utilizadas en la Hidrovía Tiete-Paraná en el período 2011-2013

Grupo de Mercadería/ Linha de Navegação	2011		2012		2013	
	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU
Soja	1.168.417	772.071.517	1.059.726	688.690.898	1.164.862	778.352.394
S. Simão (GO) – Pederneiras (SP)	899.427	572.417.254	910.535	579.492.640	821.173	522.266.028
S. Simão (GO) – Anhembi (SP)	174.066	131.539.526	57.144	43.200.860	247.727	187.281.612
S. Simão (GO) – S. M. Serra (SP)	94.924	68.060.737	92.047	65.997.398	95.962	68.804.754
Milho	480.310	316.772.199	802.210	532.018.483	956.811	649.725.744
S. Simão (GO) – Pederneiras (SP)	361.311	229.976.187	590.308	375.883.486	560.960	356.770.560
S. Simão (GO) – S. M. Serra (SP)	81.200	58.220.289	104.173	74.692.240	161.748	115.973.316
S. Simão (GO) – Anhembi (SP)	37.799	28.575.723	107.729	81.442.757	234.103	176.981.868
Madeira	-	-	-	-	462.348	260.764.272
Anhembi (SP) – Tres Lagoas (MS)	-	-	-	-	462,348	260,764,272
Enxofre, terras e pedras, gesso e cal	1.110.237	20.603.273	863.350	16.977.067	303.287	2.604.335
Mundo Novo (MS) – Terra Roxa (PR)	495.283	13.867.931	497.665	13.934.626	47.300	1.324.400
Mundo Novo (MS) – Guaíra (PR)	457.572	5.948.432	151.752	1.972.776	-	-
São Pedro (PR) – Rossns (SP)	157.382	786.910	213.933	1.069.665	255.987	1.279.935
Farelo de soja	342.745	224.791.530	374.256	242.000.118	300.054	194.972.304
S. Simão (GO) – Pederneiras (SP)	288.381	183.692.432	341.147	216.969.236	265.571	168.903.156
S. Simão (GO) – Anhembi (SP)	54.364	41.099.098	33.110	25.030.883	34.483	26.069.148

Fuente: Departamento Hidroviario/SELT y AHRANA – Administración de la Hidrovía del Paraná.

Pablo (Pederneiras, Anhembi y Santa María da Serra) y ser destinadas a la exportación a través del puerto de Santos.

Las rutas de navegación se encuentran delimitadas por señalización internacional en conformidad con las normas de la Marina de Brasil y los convenios internacionales y tienen un ancho de entre 45 y 300 metros. Su profundidad supera los 170 metros en el lago de Itaipú, cerca de la cresta de la presa y desciende hasta los 2,80 metros en el tramo del Tiete, que es considerada la profun-

didad mínima necesaria para la operación de la hidrovía.

La siguiente tabla presenta un panorama general de las cargas transportadas por la hidrovía Tiete-Paraná entre 2011 y 2013. Se observa un predominio del transporte regional, caracterizado por el traslado de productos agrícolas provenientes de la región centro-oeste de Brasil hacia los puertos de Santos y Paranaguá, mientras que el movimiento de cargas internacionales entre los países de la Cuenca del Plata es acotado.

Tabla 4.2.3.3

Movimiento de cargas entre Brasil y Paraguay de 2011 a 2013

Grupo de Mercadería / Linha de Navegação	2011		2012		2013	
	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU
Milho	155.881	4.676.430	313.584	9.407.520	286.033	8.580.990
Paraguay – Sta Helena (PR)	155.881	4.676.430	313.584	9.407.520	286.033	8.580.990
Fertilizantes adubos	45.989	1.379.682	103.280	3.098.397	78.917	2.367.510
Sta Helena (PR) – Paraguay	45.989	1.379.682	103.280	3.098.397	78.917	2.367.510
Soja	4.676	140.280	35.141	1.054.239	21.209	596.270
Paraguay – Sta Helena (PR)	4.676	140.280	35.141	1.054.239	19.209	576.270
Paraguay – Guaíra (PR)	–	–	–	–	2.000	20.000
Productos hortícolas, plantas, raíces y tubérculos	22.187	665.595	15.175	455.238	10.873	326.190
Paraguay – Sta Helena (PR)	22.187	665.595	15.175	455.238	10.873	326.190
Trigo	22.327	669.819	56.156	1.684.679	9.601	288.030
Paraguay – Sta Helena (PR)	22.327	669.819	56.156	1.684.679	9.601	288.030

Fuente: Departamento Hidroviário/SELT y AHRANA – Administración de la Hidrovía do Paraná.



Terminal Intermodal de Santa Helena y de La Paz.

Por su parte, la **Tabla 4.2.3.2** incluida a continuación muestra los tipos de cargas transportadas por el sistema en el mismo período y las rutas comerciales regionales utilizadas, mientras que la **Tabla 4.2.3.3** da cuenta de los tipos de carga y las rutas empleadas en los movimientos internacionales, especialmente entre Brasil y Paraguay.

4.2.4 Consideraciones y conclusiones

Debido a la importancia de los mercados y las regiones que atraviesa, la hidrovía Tieté-Paraná presenta un enorme potencial para ayudar a impulsar un nuevo ciclo de desarrollo socioeconómico de la Cuenca del Plata.

Durante los últimos años, ha existido una importante inversión a nivel nacional en el mantenimiento del Tieté-Paraná con el fin

de preservar su navegabilidad y su capacidad de transporte. Estas iniciativas se traducen en obras y servicios específicos, como la destrucción de rocas en los canales ubicados en las zonas de remanso de los embalses, el desarenado de la desembocadura de afluentes que se encuentran en contacto con las rutas comerciales, la señalización y la profundización de los canales en la roca y otros tramos críticos.

Un gran aporte para seguir avanzando en esta dirección sería la realización de estudios técnicos internacionales para definir la mejor solución de ingeniería y/o alternativas logísticas efectivas para transponer el desnivel de 120 metros de la reserva hidroeléctrica de Itaipú. De esta manera se completaría la integración de cerca de 7,000 kilómetros de ríos y de los sistemas hidroviarios de la región, como se muestra en la **Figura 4.2.4.1**.

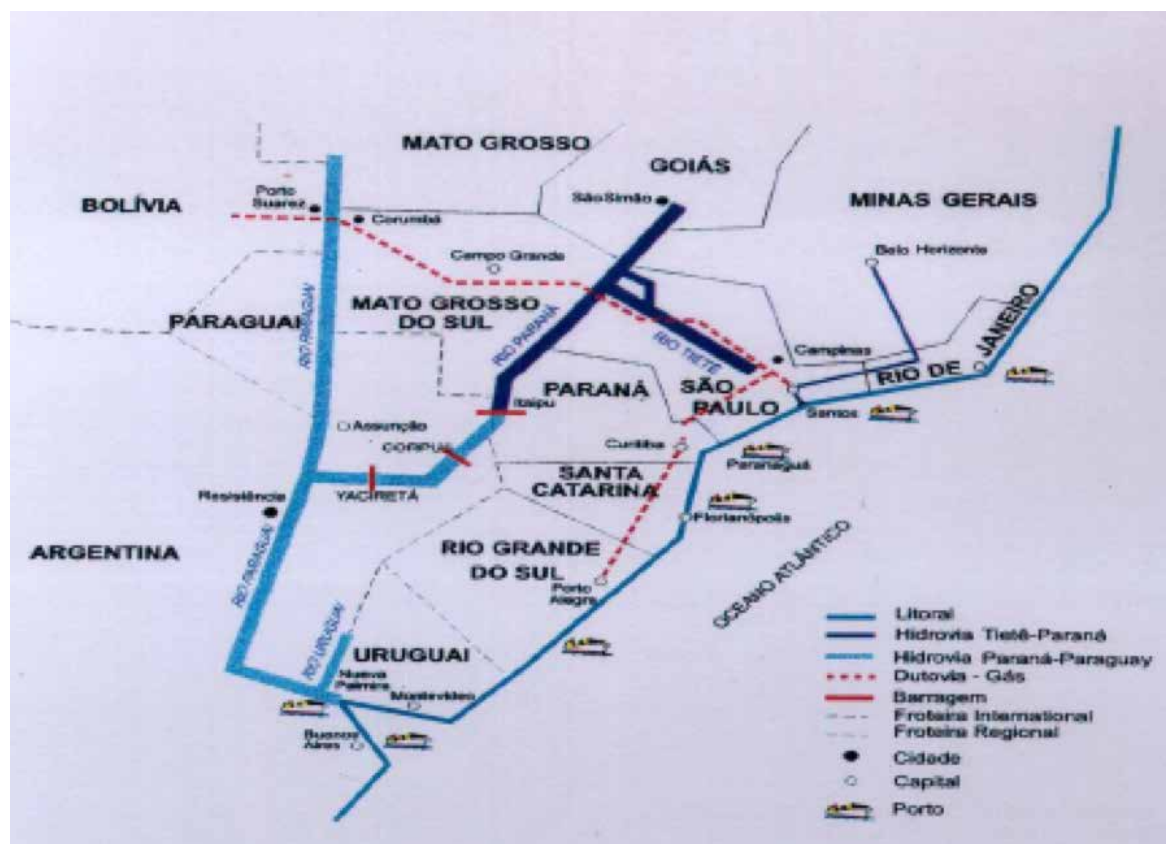


Figura 4.2.4.1

Hidro vía del MERCOSUR: integración de las hidro vías de Uruguay, Paraguay y Tieté-Paraná, alcanzando un total de cerca de 7000 kilómetros de vías navegables



Fuente: ADT/PM y Ministerio de Transporte de Brasil, en GARCIA, L.E., 2007.

4.3. Río Paraguay

4.3.1 Introducción

La navegabilidad del río Paraguay, junto con la del Paraná, constituye un pilar fundamental de integración de las regiones de la Cuenca del Plata, por lo que se ha constituido en un medio importante para el transporte de las cargas, debido a las ventajas que presenta el transporte fluvial.

Específicamente en los casos de Paraguay y de Bolivia, esta vía tiene una trascendencia fundamental en su comercio exterior, en función a sus condición de países mediterráneos, ya que gracias a ella han tenido salida al mar desde la época de la colonia.

4.3.2 Descripción geográfica y navegabilidad

El río Paraguay presenta características propias de un río de llanura. Debido al proceso natural del río, sujeto a la erosión, transporte y sedimentación, se producen cambios morfológicos en el lecho, que durante el transcurso del tiempo modifican el canal de navegación.

Los niveles variables del río, sujetos al régimen de precipitación en su cuenca, determinan un ciclo hidrológico que presenta aguas bajas (de noviembre a febrero), aguas altas (de mayo a agosto), y aguas medias (de marzo a abril, y de septiembre a octubre). En los periodos de aguas bajas, generalmente se presentan dificultades en la navegación, debido a que los niveles bajos del río producen la aparición de los pasos críticos. Cabe señalar que, si bien el río Paraguay no cuenta con ningún sistema de regulación artificial de su caudal, su ciclo hidrológico se ve a veces alterado a causa de anomalías.

El proceso dinámico del río conduce a la necesidad de un permanente monitoreo de las profundidades efectivas del canal de navegación, a fin de determinar los pasos críticos y mediante trabajos de dragados, facilitar la navegación de las embarcaciones de hasta 10 pies, durante todo el año.

El tramo que presenta las mayores dificultades para la navegación es el comprendido entre las desembocaduras de los ríos Pilcomayo y Apa, principalmente debido a las existencias de determinantes de lecho rocoso.

Actualmente, el tramo presenta oportunidades de mejora en términos de dragado y de señalización, por lo que el transporte fluvial en esta zona requiere un buen conocimiento de la vía navegable por parte de los capitanes y prácticos. La intervención del curso fluvial en los denominados pasos críticos podría ayudar a mejorar sus condiciones de navegabilidad, a fin de viabilizar el tráfico fluvial de la región.

El río Paraguay en territorio de costa paraguaya puede ser dividido en tres subtramos:

- Confluencia (km 0) – río Pilcomayo (km 378), compartido con la República Argentina. Este trayecto de 378 km permite en los niveles mínimos del río, la navegación con calados máximos de 10 pies, garantizado mediante los trabajos de dragado de varios pasos arenosos. En lo que se refiere a dimensiones de convoy, se definió como dimensiones máximas 60 m x 319 m, mediante el acuerdo bilateral entre Paraguay y Argentina del 13 de abril del 2000, en el ámbito de la Comisión del Acuerdo (Acuerdo de Santa Cruz de la Sierra).
- Río Pilcomayo (Km 378) – río Apa (Km 931), de soberanía paraguaya. En este

Figura 4.3.2.1

Río Paraguay



Tabla 4.3.2.1

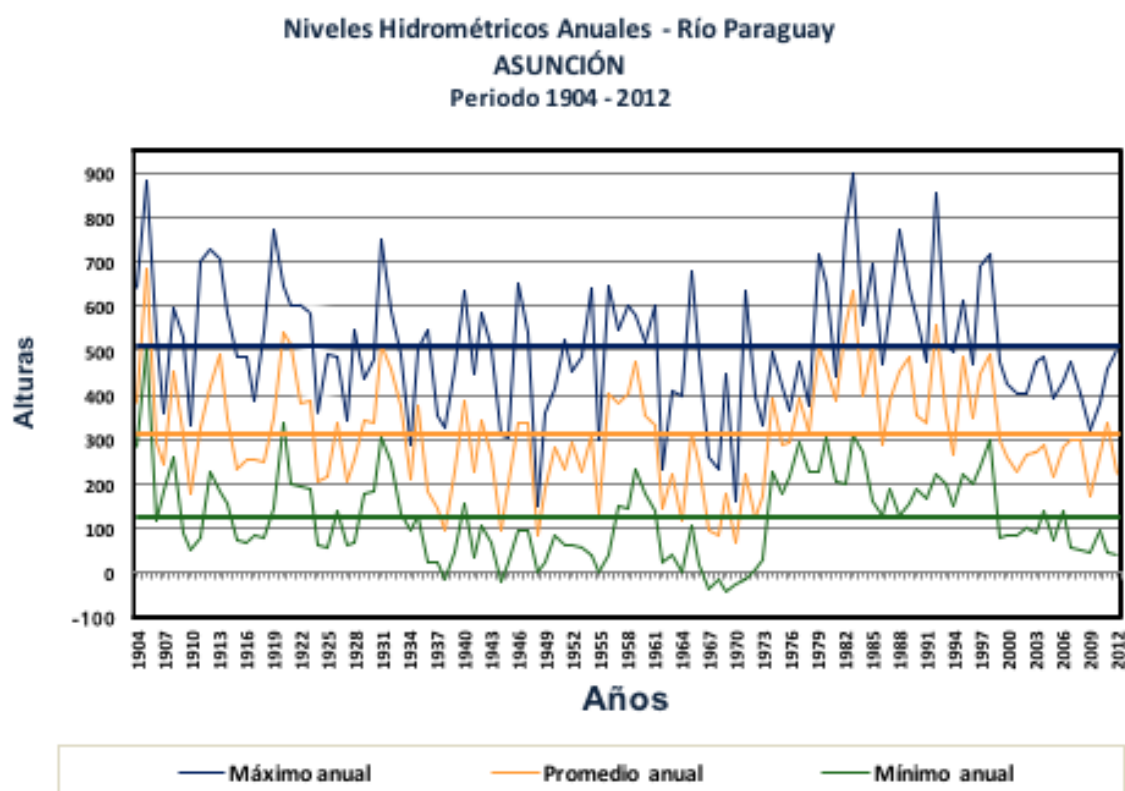
Ciclos Hidrológicos del río Paraguay

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BAJAS	BAJAS	MED.	MED.	ALTAS	ALTAS	ALTAS	ALTAS	MED.	MED.	BAJAS	BAJAS
NIVELES MENORES A 10 PIES		NIVELES ENTRE 10 Y 13 PIES		NIVELES MAYORES A 13 PIES				NIVELES ENTRE 10 Y 13 PIES		NIVELES MENORES A 10 PIES	

Fuente: Situación Actual de la Navegabilidad en el río Paraguay Prospectivas y Recomendaciones. Cataldi-Ferreira Guerreño, FIUNA-Congreso Nacional, 2012.

Figura 4.3.2.2

Ciclos Hidrológicos del río Paraguay



Fuente: Situación Actual de la Navegabilidad en el río Paraguay Prospectivas y Recomendaciones. Cataldi-Ferreira Guerreño, FIUNA-Congreso Nacional, 2012.

tramo se presentan las mayores dificultades para la navegación por la existencia de pasos rocosos que determinan un calado máximo de 7 pies en épocas de bajantes acentuadas. El proyecto de la Hidrovía Paraguay – Paraná propone garantizar en toda época una profundidad de 10 pies con una revancha de 2 pies, mediante el derrocamiento de 7 pasos rocosos y el dragado de pasos críticos arenosos. También propone una dimensión máxima de convoy de 60 m x 319 m.

- Río Apa (Km 931) – Bahía Negra (Km 1250), tramo compartido entre Paraguay y Brasil. Este tramo presenta condiciones similares al tramo anterior, 7 pies, con la salvedad de que los pasos críticos tienen lechos arenosos. La Hidrovía Paraguay – Paraná propone garantizar en toda época una profundidad de 10 pies con una revancha de 2 pies, en lo referente a dimensiones máximas de convoy, se tiene 50 m x 290 m.

Conforme a los últimos relevamientos realizados por la Administración Nacional de Navegación y Puertos del Paraguay en el período del año 2012, en el tramo Confluencia – río Apa, se enumeran a continuación los principales pasos críticos en los subtramos del río Paraguay. Vale destacar que su cantidad y ubicación suelen variar debido a las modificaciones que sufre el lecho en su morfología, por lo que el siguiente listado puede presentar alteraciones luego de un ciclo hidrológico:

a. Tramo Confluencia (Km 0) – río Pilcomayo (Km 378)

Se han detectado catorce pasos críticos entre Asunción y la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay, todos de lechos arenosos. Además, se observa una problemática a nivel de señalización, dada la falta o des-

aparición de señales, quedando a cargo de los navegantes el balizamiento de los pasos críticos.

b. Tramo río Pilcomayo (Km 378) – río Apa (Km 931)

Es en este tramo comprendido entre Asunción y el río Apa donde se presentan las mayores dificultades para la navegación, debido a la existencia de un gran número de pasos críticos con lechos de arena y roca. En la última campaña de sondeo realizado por la ANNP, en el año 2012, se detectaron 30 pasos críticos en este tramo, 7 de ellos de lecho rocoso y el resto, de tipo arenoso.

La determinación de los calados máximos de las embarcaciones que pueden navegar en este tramo se da por las profundidades de los pasos con lecho de roca, por la imposibilidad de dragar la piedra con los equipos actualmente disponibles. Es así que en los estiajes pronunciados en estos pasos solo se dispone de una profundidad de 61/2 pies.

En lo referente a la señalización, también en este tramo la densidad de la disposición de señales luminosas y ciegas, al igual que su mantenimiento, resultan deficientes.

c. Tramo río Apa (Km 931) – Bahía Negra (Km 1.250)

Este tramo del río Paraguay es compartido por Paraguay y Brasil. Este trayecto no suele requerir dragado, debido a que presenta buenas profundidades, especialmente en relación al tramo anterior, que tiene los determinantes de piedra.

Los elementos que conforman su señalización son balizas ciegas de margen y boyas luminosas que sirven para delimitar el canal navegable, con buena densidad y mantenimiento periódico.

Por otra parte, vale destacar que la cuenca hidrográfica del Alto Paraguay sustenta uno de los más importantes biomas brasileños, el Pantanal de Mato Grosso. En territorio brasileño, el área de la cuenca es de 361.666 km² de los cuales 138.183 km², equivalentes a un 38.21%, están ocupados por el Pantanal. En esta área, la hidrovía se extiende por los estados brasileños de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, disponiendo de 890 km de rutas comerciales desde Cáceres, ubicado en Mato Grosso, hasta la frontera con el Paraguay.

El tramo de mayor interés en el Alto Paraguay se encuentra entre las ciudades de Cáceres y la desembocadura del río Apa (en Brasil), compuesto por un total de 1.252 kilómetros de vías fluviales. En este trecho, el río Paraguay se caracteriza por un sistema de meandros de flujo libre, lo que le lleva a tener un lecho activo de alta movilidad, con suficiente poder para dar forma a la llanura de inundación más grande del mundo, con ecosistemas conservados y de alta calidad ambiental.

Por otra parte, precisamente porque se trata de un río en su estado natural, el desequilibrio de la dinámica superficial impacta directamente en la calidad y cantidad de los recursos hídricos de esta parte de la cuenca. El uso y ocupación irregular del suelo altera las profundidades del lecho activo debido a la erosión en sus márgenes, causando sedimentación en los ríos; la calidad del agua se ve comprometida debido a la actividad minera de hierro, manganeso, piedra caliza y oro sin control ambiental y los desagües domésticos urbanos en los cuerpos de agua. Se suma además, la contaminación de los sedimentos aluviales producto del uso irregular de pesticidas y mercurio y la degradación de la vida acuática y de ribera debido a la caza y la pesca ilegal.

Durante las últimas décadas, el impacto de la navegación en el tramo entre Cáceres y Corumbá generó una serie de protestas en la sociedad en general, que acabaron por desalentar la navegación comercial en este tramo. En su afán por trasladar grandes cantidades de la producción de soja del norte de Mato Grosso, algunos operadores hidroviarios en la región ampliaron la disposición de sus convoyes, aumentando su ancho y longitud. Esto resultó en una incompatibilidad de la vía con el ancho de los convoyes, pues los meandros ya no permitían las maniobras en sus radios de curvatura. El resultado de este error operativo eran constantes roces contra los márgenes navegables, llevando a la destrucción de la mata ciliar, así como daños al paisaje y los nichos ecológicos, la exposición del suelo y su erosión y principalmente, la sedimentación del río, empeorando aun más las condiciones de navegación.

Una de las soluciones propuestas por el sector del transporte fue la reforma y refuerzo de los canales en tramos críticos con meandros, a través de estructuras rígidas de hormigón. La reacción del movimiento ambiental nacional e internacional, la presión del Ministerio Público Federal y Estatal, la prensa y la academia resultaron en una fuerte resistencia al proyecto de los estudios propuestos para la viabilización de la hidrovía en este tramo. Después de mucho debate, se hizo evidente la necesidad de operar sistema de navegación restringida y adecuada a las condiciones naturales de la vía, junto con el uso de tecnología naval moderna aplicada a la seguridad y maniobrabilidad de los buques, asegurando la conservación de los recursos hídricos para su navegación.

Los convoyes estándares que actualmente navegan en el trecho Corumbá-Cáceres se adecúan a las limitaciones del lecho natural, llegando a composiciones de tipo 2x2

(dos chatas por dos), con una capacidad mínima de 4.000 t en las tramos críticos y de alto valor ambiental.

Así, la situación actual de la navegación entre Cáceres y Corumbá es la siguiente:

- **Tramo Cáceres / Castelo de Areia (159 km):** en el período de junio a noviembre debe mantenerse el dragado de mantenimiento para que los puntos críticos existentes ofrezcan condiciones de navegabilidad y seguridad.
- **Tramo Castelo de Areia / Boca Inferior del río Sararé (59 km):** pasar por el río Bracinho y el río Formoso es la opción elegida por aquellos convoyes que se trasladan cargados aguas abajo o vacíos aguas arriba.
- **Tramo Boca Inferior del río Sararé / Ponta do Morro (167 km):** existen algunas curvas de radio reducido entre la Boca del Anta y la vuelta de las Dos Puntas. El canal ejecutado por la AHIPAR en la Bahía Gaíva es objeto de mantenimiento constante de la señalización para asegurar una navegación segura.
- **Tramo Ponta do Morro / Corumbá (263 km):** existen algunas partes que requieren atención y cuidado, principalmente por parte de los convoyes de gran por-



Convoy con ancho compatible con la vía navegable en el tramo de la Hidrovía Paraguay-Paraná que se extienda entre Cáceres y Corumbá.

Figura 4.3.2.3

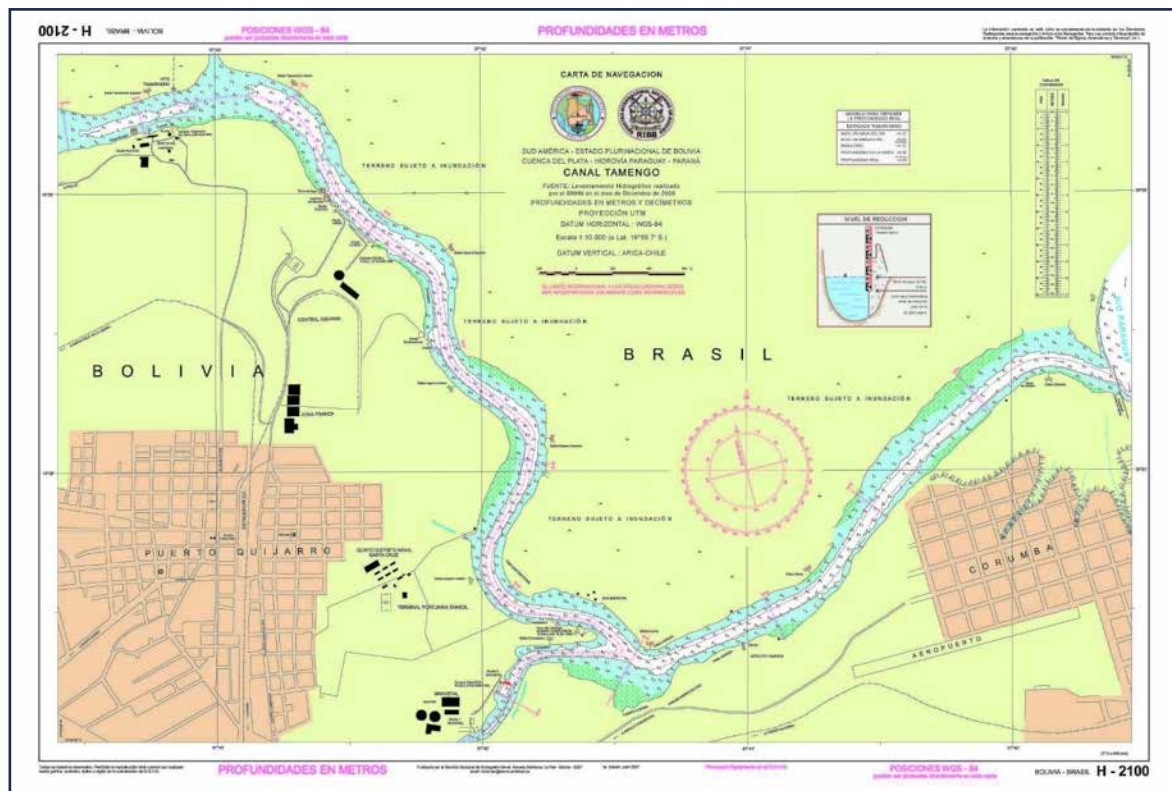
Triángulo Dionisio Foianin



Fuente: WWF,TEI, CFR, 2005: 116.

Figura 4.3.2.4

Canal Tamengo



Fuente: Ministerio de Defensa de Bolivia, 2016.

te y durante la temporada seca; se trata de Santa Isabel, Independencia y Castelo.

Pese a las restricciones de la corriente, desde Corumbá hasta la desembocadura del río Apa, ya en la frontera con Paraguay, la navegación se desenvuelve por 604 km sin mayores obstáculos, con la única excepción de la necesidad de desarmar los convoyes para pasar por el puente Barão del río Branco (km 2630), cuya posición en diagonal en relación al canal de navegación obliga a tal procedimiento.

Por último, vale detenerse también en el tramo denominado Dionisio Foianini (ver **Tabla 4.3.3.1**), sobre el cual tiene soberanía Bolivia y que se extiende desde el hito Coimbra hasta la confluencia con el río Negro en el hito Bolbrapa, en una longitud de 48 Km, navegable durante todo el año a través de convoyes y remolques. (SNHN: 2010; p, 15, 371).

En esta zona, se encuentran el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Otuquis. El área pertenece al Gran Complejo Pantanal, representado por variedad de ecosistemas y de gran importancia para la conservación e investigación científica de la biodiversidad y de variadas potencialidades.

Como hidrovía navegable secundaria, se encuentra el Canal Tamengo (ver **Figura 4.3.2.4**), que constituye el acceso boliviano desde la Laguna Cáceres al río Paraguay. El canal tiene una extensión de 10,5 km de largo y entre 80 y 100 m de ancho y se encuentra expedito para la navegación en un tramo de dragado que comprende desde Puerto Aguirre hasta 250 m aguas arriba de la toma de agua de la ciudad de Corumbá (UDAPE, 2015). En este canal, se destaca la presencia de dos puertos comerciales privados, Central Aguirre y Gravetal, ambos en la ciudad de Puerto Quijarro.

En dicho canal, operan barcazas de hasta 1.500 t durante nueve meses del año con una profundidad que alcanza los 10 pies, los cuales coinciden con la época de mayor cosecha de soja (desde marzo hasta mayo). Las barcazas fluviales se unen en grupos (convoyes) impulsados por uno o dos empujadores, con dimensiones sujetas al tamaño del canal, la presencia de obstáculos artificiales (toma de tigua de Corumbá y otros) y el nivel del agua.

En épocas de aguas bajas, las barcazas sólo pueden transportar entre 500 y 600 t aproximadamente, mientras que los convoyes pueden llegar hasta 15.000 t y 2 m de calado; tomando en cuenta la existencia de trabas a la navegación como la citada toma de agua de Corumbá, una formación rocosa en el fondo del canal y el Farolete Balduino (WWF, TEI, CFR, 2005: 71).

Entre los puertos más importantes que operan desde Bolivia a la Hidrovía Paraguay-Paraná, se encuentran el Puerto Aguirre (PA), inaugurado en 1998 por la empresa Central Aguirre Portuaria S.A. (CAPSA). Éste cuenta con instalaciones para la exportación de granos, aceites comestibles, hidrocarburos, carga en general y contenedores con una infraestructura portuaria en muelles, utillaje, servicios y depósitos. El puerto se encuentra especialmente abocado al comercio de granos, con predominio de la soja, que alcanza la exportación de más de 1 millón de toneladas anuales y en menor medida, líquidos y azúcar.

En 1991, el gobierno de Bolivia otorgó a Central Aguirre la concesión por 40 años de la Zona Franca Comercial, Industrial y Terminal de Depósito y desde ese entonces, la Zona Franca Puerto Aguirre pasa a integrar su estructura de logística de transporte intermodal, con beneficios de exención arancelaria y tributaria otorgados por ley a sus usuarios.

Asimismo, vale destacar que, en 1996, Central Aguirre crea Free Port Terminal Company Ltd. (FPTC), implementando una Terminal Portuaria de Hidrocarburos Líquidos que facilita la logística de importación de combustible diésel, principalmente destinado al consumo del sector agrícola y que viabiliza nuevas exportaciones de gasolina y alcohol. Años más tarde, en 2005, se inaugura la primera Terminal de Contenedores de Bolivia, alternativa competitiva y segura de logística de transporte que permite la apertura de nuevos mercados para las exportaciones bolivianas al Mercosur y países de ultramar.

Por otro lado, una segunda terminal instalada en Puerto Quijarro es la Portuaria Gravelal Bolivia S.A (ver **Figura 4.3.2.5**), dedicada al acopio, transporte y comercialización de soja. Ésta cuenta con muelles, utillaje, servicios y depósitos, además de una planta industrial procesadora de granos de soja,

que extrae aceite crudo, harina pelletizada y como subproducto, la cascarilla pelletizada de soja. Su capacidad de procesamiento promedio asciende a 770.000 ton/año.

Adicionalmente, es importante mencionar al Puerto Buch, localizado en el Triángulo Dionisio Foianini, que es el más ventajoso de la zona por su acceso directo al río Paraguay, con una amplitud suficiente y gran calado. Debido a la inaccesibilidad de la zona, el Estado Plurinacional de Bolivia está propiciando la construcción de infraestructura en torno a este puerto, con el fin de disponer de una ruta comercial para su comercio exterior con los países de la Cuenca del Plata.

En este tramo, se ha adoptado para la señalización fluvial el “Sistema de Acciones a Empezar”, en el tramo comprendido entre Brasil y Bolivia. En el Canal Tamengo y el Arroyo Concepción, se cuenta con seña-

Figura 4.3.2.5

Gravetal Bolivia



Fuente: www.gravetal.com.bo. Fecha de consulta: 5/5/2016).

lización a través de faroletes (Tamarinero, Central Aguirre, Tore Faro y Gravetal), que facilitan la navegación. Igualmente, existen capitanías de puerto que facilitan el transporte de mercancías.

Entre los principales obstáculos a la navegación del tramo, se identifican la vegetación flotante; los vientos fuertes, que pueden alcanzar velocidades máximas de 35-75Km/h y que pueden elevarse a 110-150Km/h; la obra de toma de agua, ubicada en la confluencia del Canal Tamengo con el río Paraguay, que obliga a los pilotos a realizar maniobras difíciles; así como el Faroleta Baudino (río Paraguay-Brasil) como afluente rocoso y obra de toma.

4.3.3 Flujo de cargas

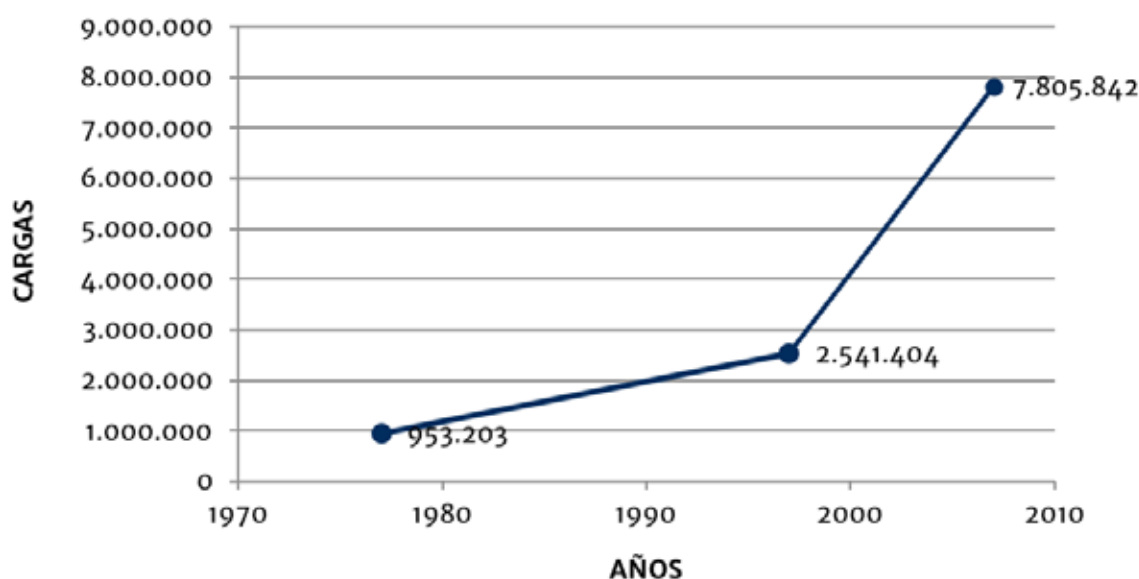
En las últimas décadas, se ha experimentado un incremento del tráfico fluvial y la carga transportada tanto en el río Paraná

como en el Paraguay, debido fundamentalmente al crecimiento de la producción regional, pero también a los niveles elevados de ambos ríos, registrados en el periodo comprendido entre los años 1980-1999, con lo cual desaparecieron temporalmente las dificultades de profundidad en los llamados pasos críticos. Este último factor propició un clima optimista respecto de las condiciones de navegabilidad del Paraguay y Paraná, que impactó en el incremento del número de embarcaciones y en la cantidad de carga transportada.

Sin embargo, a partir del año 1999 y hasta el presente, con la llegada de ciclos de aguas bajas, se presentaron serias dificultades para mantener las buenas condiciones de navegación, especialmente en el río Paraguay, lo que ha motivado un incremento en los trabajos de dragado. A pesar de ello, la navegación aún se realiza con dificultades, debiendo disminuir a veces las cargas de las

Figura 4.3.1

Evolución del transporte de carga en el río Paraguay



Fuente: Dirección de Aduanas del Paraguay, DGA

embarcaciones para ajustar los calados a las profundidades disponibles.

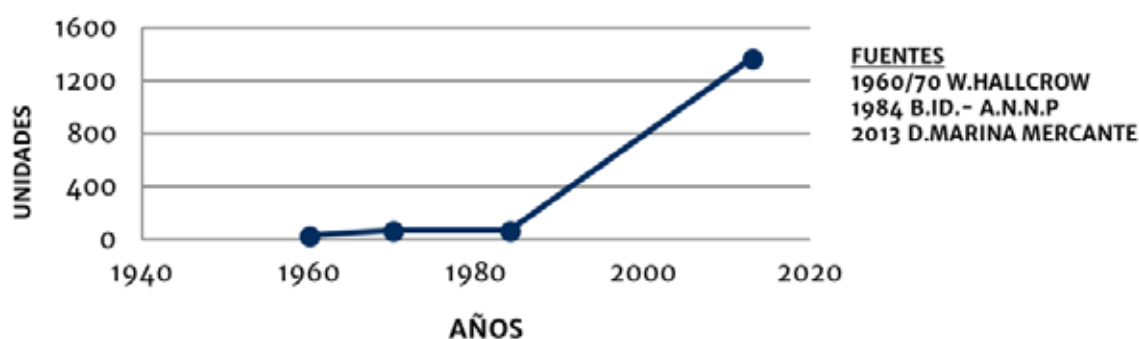
En las siguientes figuras, puede apreciarse el mencionado incremento de las cargas fluviales y del número de embarcaciones que transitan por el río Paraguay, experimentado en las últimas décadas, así como la evolución en las dimensiones de las barcasas y una clasificación de las unidades de acuerdo a su país de origen:

De acuerdo con estadísticas de la Administración de la Hidrovía del Paraguay (AHI-PAR), ubicada en Brasil, el crecimiento del transporte de cargas por el río en 2013 creció un 37% respecto del 2012 y un 9% en comparación con 2011, como se muestra en la siguiente figura:

Asimismo, en *Anexo (Tabla 6)* puede consultarse un cuadro que compila los principales puertos y terminales localizados en

Figura 4.3.2

Incremento de embarcaciones en el río Paraguay



Fuente: Situación Actual de la Navegabilidad en el río Paraguay Prospectivas y Recomendaciones. Cataldi-Ferreira-Guerreño, FIUNA-Congreso Nacional, 2012.

Tabla 4.3.1

Evolución de las dimensiones de las barcasas en el río Paraguay

Capacidad de carga de la barcaza (ton)	Dimensiones L(m) x B(m) x C(m)	Año de incorporación
840	48,0 x 12,5 x 2,75	1980
1.000	57,4 x 10,6 x 2,5	1980-1990
1.500	60,0 x 10,6 x 3,0	1990-2000
2.000	52,8 x 14,6 x 3,35	2000-2006
2.600	60,0 x 16,6 x 3,0	2006-

Tabla 4.3.2

Unidades por bandera

Bandera	Cantidad	TRB (ton)
Paraguaya	1.879	901.037,53
Argentina	344	138.082,00
Boliviana	106	69.144,00
Brasileira	123	55.983,00
Uruguaya	14	8.180,00
Panameña	7	6.984,10
Total	2.473	1.179.410,63

la Hidrovía Paraguay – Paraná, clasificados por país.

Por otra parte, en el antes mencionado tramo Dionisio Foianini, que canaliza el comercio de Bolivia por la Hidrovía Paraguay – Paraná, se evidencia que Puer-

to Quijarro presenta en promedio, durante los últimos 9 años, cerca del 83% de participación del total de la carga comercializada, alcanzando en el año 2011 el 84% de participación, lo que representa un nivel de 1,10 millones de toneladas (ver **Tabla 4.3.3.4**).

Tabla 4.3.3.3

Transporte de cargas en la Hidrovía del Paraguay en el período 2011-2013

Tipo de Navegação	2011		2012		2013	
	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU	Toneladas	TKU
Cabotagem	-	-	-	-	-	-
Longo curso	-	-	-	-	-	-
Navegação interior	5.441.994	3.141.362.904	4.320.806	2.491.866.231	5.940.303	3.425.477.097
Estadual	-	-	-	-	-	-
Interestadual	-	-	-	-	-	-
Internacional	5.441.994	3.141.362.904	4.320.806	2.491.866.231	5.940.303	3.425.477.097
Total Gral	5.441.994	3.141.362.904	4.320.806	2.491.866.231	5.940.303	3.425.477.097

Fuente: Administración de la Hidrovía del Paraguay, AHIPAR.

Tabla 4.3.3.4

Tráfico de carga por Puertos 2004-2011 (UDAPE, 2015)

Puertos	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (p)	2011 (p)
Villarroel	16,00	51,47	38,58	42,57	19,93	47,42	51,235	53,561
Quijarro	883,98	1.167,14	728,98	939,98	895,28	1.089,29	1.091,24	1.097,56
Sócrates Vargas	54,65	59,81	174,54	74,57	76,14	71,57	75,305	81,461
Vaca Díez	74,19	63,92	90,51	68,39	51,47	73,89	76,155	77,257
Total	1.028,82	1.342,34	1.032,62	1.125,52	1.042,83	1.282,18	1.293,93	1.309,84

En miles de toneladas métricas. (p): Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y la Dirección General de Capitanías de Puerto.

4.3.4 Marco legal institucional

Aplica al río Paraguay la normativa referente a la creación y gestión de la Hidrovía Paraguay-Paraná a la que se ha hecho referencia en secciones anteriores.

Además, dado que el río contiene el único tramo navegable de soberanía boliviana, Dionisio Foianini, vale hacer aquí algunas consideraciones sobre el marco legal institucional asociado a la navegación en este país.

En Bolivia, la nueva Constitución Política del Estado (2009) establece en cada orden de gobierno (nacional, departamental y local) distintos tipos de competencias asignadas en materia de transporte y sus diferentes modalidades (aéreo, terrestre y acuático). En este marco, la Ley General de Transportes (No. 165 de 16/8/2011) determina la política en este sector, con el propósito de orientar la intervención del Estado en los diferentes órdenes de gobierno y rige tanto la planificación como la regulación del transporte. En el sector fluvial, se destaca la Ley de Navegación Fluvial, Lacustre y Marítima (Decreto Ley No.12684 de 1975), norma jurídica destinada a la regulación del sector en jurisdicción nacional, a cargo de la Fuerza Naval Boliviana. Asimismo, la Política de Navegación Fluvial, Lacustre y Marítima (Decreto Supremo No. 12683 18/7/1975) ha apuntado a afianzar y consolidar la soberanía nacional sobre aguas interiores e internacionales correspondientes a las cuencas hidrográficas que forman parte del territorio nacional, contribuyendo a la integración física de las diferentes regiones del país, el desarrollo socio-económico y la expansión del comercio interno e internacional (UDAPE, 2015).

Asimismo, es importante mencionar la Ley de Medio Ambiente (No. 1330 de 27/3/1992),

que tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, entre ellos los de origen hídrico, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

En el ámbito institucional, corresponde al Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda (MOPSV), a través del Viceministerio de Transportes (VT), la definición de políticas y normas del sector transporte (Decreto Supremo No. 29894 de Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional de 07/2/2009). La regulación y fiscalización en el sector transportes está a cargo de la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones Transportes (ATT), de acuerdo al Decreto Supremo No. 071 de 2009. Los principales objetivos de la ATT son promover la competencia y eficiencia en las actividades del sector transporte, así como regular, controlar, fiscalizar y vigilar la prestación de servicios y actividades del sector.

Para el sector marítimo, fluvial y lacustre, la Dirección General de Intereses Marítimos, Fluviales, Lacustres y de Marina Mercante (dependiente del Viceministerio de Defensa y Cooperación al Desarrollo Integral, asociado al Ministerio de Defensa) es responsable de dirigir y coordinar todas las actividades relativas a la navegación marítima, fluvial y lacustre, en coordinación con la Dirección General de Transporte Terrestre, Fluvial y Lacustre del Viceministerio de Transportes (VT).

Otras instancias técnico-administrativas relevantes para el sector y también dependientes del Ministerio de Defensa son el Registro Internacional Boliviano de Buques (RIBB), que aplica la Política de Navegación Fluvial, Lacustre y Marítima; y la Empresa

Pública Nacional Estratégica-Empresa Naviera de Bolivia (EPNE-ENABOL), que presta servicios en actividades del transporte comercial, naviero y de servicios portuarios y transporte logístico de la carga estratégica boliviana (UDAPE, 2015). Adicionalmente, la Empresa Estatal Estratégica, Administración de Servicios Portuarios (ASPB), dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, es responsable de articular las importaciones y exportaciones bolivianas a través de puertos habilitados o por habilitarse en el extranjero y en el territorio nacional. La ASPB contribuye a la logística del comercio exterior mediante alianzas estratégicas y realización de inversiones que beneficien a los consumidores finales para lograr precios convenientes de las exportaciones bolivianas. Las instituciones mencionadas coordinan, además, sus actividades con la Dirección General de Límites, Fronteras y Aguas Internacionales Transfronterizas (DGLFAI) del Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), el Ministerio de Planificación de Desarrollo (MPD) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), en sus diferentes áreas de relacionamiento.

4.3.5 Consideraciones y conclusiones

El aumento de las cargas sujetas al transporte fluvial en el río Paraguay ha traído beneficios económicos muy importantes a los países de la región, debido a las ventajas de costo que presenta la navegación en contraste con el transporte por carretera o ferroviario. Del mismo modo, como consecuencia del reemplazo de gran parte del tráfico terrestre por el fluvial, también se ha contribuido a reducir el gran número de camiones que circulan por las rutas de corredores de salida marítima de los países de la Cuenca del Plata, con efectos positivos como la disminución de posibles accidentes carreteros, así como una menor emisión de

contaminantes y una reducción en el consumo de combustible.

Sin embargo, tal como se ha descrito en las secciones anteriores, se sabe que el río Paraguay presenta dificultades para la navegación en épocas de estiaje debido a la existencia de numerosos pasos críticos. Este hecho produce un impacto negativo en el transporte de cargas, debido que para sortearlos se hace necesario disminuir los calados de las embarcaciones, como también desarmar los convoyes. Esto repercute en aumentos en los costos del transporte, con consecuencias en la economía de los países, y con posibilidad de impactos graves en eventos extremos de bajante, debido a que la región no cuenta con alternativas ferroviarias de transporte y dado que resultaría imposible movilizar los actuales volúmenes de carga fluvial por medio de camiones.

Por otra parte, como se ha señalado, dado el gran incremento de las cargas transportadas por la vía fluvial y el deseo de incrementar los volúmenes de transporte de las embarcaciones, se ha planteado la posibilidad de aumentar el ancho y la profundidad del canal de navegación natural. Esto ha conducido en algunos casos a querer adaptar el río a las dimensiones de embarcaciones cada vez mayores, lo que demanda intervenciones de gran magnitud, que requieren de un cuidadoso estudio previo para asegurar su sustentabilidad desde el punto de vista económico, social, cultural y ambiental.

Por este motivo, se considera necesario establecer límites a los volúmenes de cargas transportada por la vía fluvial contemplando las limitaciones naturales del río, ya que implementar grandes intervenciones para el mejoramiento de las condiciones de navegación podría causar impactos negativos al medio ambiente y a la vez, dar lugar a un aumento significativo del tráfico en el río,

con riesgo de accidentes y posibles consecuencias negativas en términos de pérdidas de vidas, impacto económico y daños al medio ambiente. Así, se observa que las obras de mejoramiento del canal de navegación, iniciadas con el ambicioso proyecto de ampliar la carga del transporte, se han ido desarrollando en función de criterios cada vez más conservadores, buscando minimizar la intervención para prevenir posibles impactos ambientales negativos.

Por otra parte, las obras recomendadas por el CIH en los distintos tramos de la hidrovía no han tomado un camino seguro por dificultades para definir un abordaje adecuado desde el punto de vista institucional y financiero para encarar las intervenciones. Por este motivo, actualmente cada país lleva adelante las obras de mejoras de modo unilateral en soberanía propia y bilateralmente en los tramos compartidos.

A su vez, dados los incrementos en el volumen de tráfico fluvial durante las últimas décadas y a la expectativa de que continúen en constante aumento, se aprecia la necesidad de establecer un sistema de organización y control adecuado a fin de optimizar la navegación, de modo de posibilitar mejoras en los tiempos y las condiciones de seguridad.

Finalmente, vale destacar que, más allá del enorme potencial para el comercio del río Paraguay, la posibilidad de acceso por navegación fluvial al Pantanal de Mato Grosso do Sul constituye una oportunidad poco explorada para el turismo internacional en la Cuenca del Plata, dado el interés que presenta esta zona para el ecoturismo y la pesca deportiva. Así, además de un impacto positivo en la economía regional, el impulso al turismo podría contribuir a la educación ambiental y la concientización ambiental.

En base a estos puntos, puede plantearse la siguiente serie de recomendaciones y sugerencias para el desarrollo de la navegación en el río Paraguay:

1. *Mejoramiento de las condiciones de navegación*

- Implementación de las obras iniciales y de mantenimiento para el mejoramiento de la navegabilidad, dentro de un plan director, en el marco de la Hidrovía Paraguay-Paraná (HPP).
- Complementar los estudios de evaluación de los impactos ambientales de las obras relativas al mejoramiento de la navegación, con el fin de mitigar los daños al medio ambiente.
- Propiciar el acuerdo entre los países para la ejecución y financiamiento de las obras en forma conjunta, lo cual facilitaría la visión global de la navegación y del conjunto de obras. La ejecución de los trabajos en forma unilateral o binacional por los países acarrearía sistemas de cobros de peajes por tramos que podrán estar sujetas a intereses particulares de los países.
- Propiciar la redacción de nuevos reglamentos asociados a la seguridad en el transporte y regulen aspectos como la manipulación y transporte de cargas peligrosas.

2. *Promover la adecuación de los marcos legales e institucionales de los países en materia de navegación fluvial en la Cuenca del Plata*

- Debido a la necesidad de tener una visión global en materia de navegación por la red troncal, se sugiere promover la adecuación de los marcos lega-

les e institucionales de los países de la Cuenca del Plata, a través del Acuerdo de Transporte Fluvial, especialmente en lo referente a la ejecución de obras, tasas, organización y control del tráfico, seguridad y aspectos ambientales.

3. Implementación de cartas de navegación satelital y mejoramiento de la organización y control del tráfico fluvial

- En vista de las dificultades que se presentan para determinar el canal de navegación sobre todo en épocas de estiaje, se hace necesario mejorar la señalización visual y contar con cartas de navegación satelital que estén disponibles a los navegantes, las que deberán ser permanentemente actualizadas.
- En función a los tramos del río compartido entre los países, se recomienda implementar un sistema de organización conjunto del tráfico entre los organismos responsables de estas naciones, que podría permitir la definición de lugares de amarre de embarcaciones, como también dar seguridad en los cruces y travesía de los pasos críticos.

4. Red de estaciones de mediciones, principalmente en el tramo Confluencia-Bahía Negra

- A los efectos de contar con datos necesarios para la evaluación de las condiciones de la vía fluvial, como también para la realización de estudios, se recomienda realizar un proyecto de red de estaciones y monitoreo en la cuenca y sub cuencas del río Paraguay, como por ejemplo estaciones de aforo, hidrosedimentológicas, limnimétricas, de calidad de agua y sensores de vientos, de transmisión a tiempo real.

5. Implementar avisos meteorológicos que integren sistemas de radar meteorológico, detector de rayos y sensores de viento con imágenes satelitales para ayuda a la navegación.

- Ante la amenaza que representan las condiciones climáticas adversas para la seguridad de la navegación, se hace necesario contar con un sistema de alerta meteorológico a fin de que las embarcaciones puedan acceder a tiempo a los lugares de refugio.

6. Sistema de previsión y mitigación de los efectos por contaminación del río por derrames de combustibles y sustancias.

- El vertido al río de combustibles, aceites y otras sustancias contaminantes resulta un peligro latente derivado de la navegación. Por este motivo, a los efectos de contar con mayor seguridad, se hace necesario reglamentar y disponer de condiciones de seguridad adicionales, como requerir un doble fondo para las embarcaciones que transportan estas cargas, así como contar con embarcaciones y equipos que puedan realizar la tarea de la mitigación de los efectos negativos producidos por estos vertidos.

7. Acciones ante los escenarios de cambios climáticos

- Se deberían tomar acciones de mitigación ante las perspectivas de disminución de caudales en los escenarios de cambio climático, que indiscutiblemente tendrán consecuencias negativas en la navegación y en el transporte de las cargas. Como el aumento de las profundidades se encuentra limitado por diversas condiciones relativas principalmente a aspectos ambientales, ante situaciones de bajantes extre-

mas se podrían ver no solo disminuidos los volúmenes de cargas sino también interrumpida la navegación, con consecuencias muy negativas a las economías de los países.

- Por este motivo, se recomienda prever alternativas de transporte de cargas, como podría ser la implementación de una red ferroviaria que comunique las zonas de producción con los puertos marítimos. Si bien el transporte ferroviario representa mayores costos al transporte de cargas, un sistema bien diseñado que una los polos de producción, especialmente los de granos, podría también presentar ventajas y ser una alternativa válida ante los escenarios desfavorables de las condiciones de navegación fluvial.

Otro posible efecto negativo ante eventos de disminución de caudal por cambios climáticos sería el fraccionamiento de los convoyes, lo que llevaría a un aumento del tráfico en el

río. Esto, sumado a la reducción de profundidades en las vías, podría acarrear un incremento en la posibilidad de accidentes, como derrames de combustible y productos contaminantes, con potencial riesgo para las plantas de saneamiento que toman agua del río para proveer agua a las poblaciones.

Específicamente en lo que respecta al tramo Dionisio Foianini, se detecta la necesidad de:

- Desarrollar frecuentes dragados de mantenimiento de volúmenes grandes en el Canal Tamengo, para prevenir una disminución de las actividades económicas que se canalizan por la HPP por el riesgo de un período de aguas muy bajas.
- Mejorar la infraestructura e incorporar nueva tecnología portuaria en los puertos privados bolivianos.
- Desarrollar e implementar infraestructura portuaria en Puerto Buch.

4.4. Río Uruguay

4.4.1 Introducción

El río Uruguay es navegable sólo en su trecho inferior, desde la ciudad uruguaya de Salto hasta Nueva Palmira, en el estuario del Plata. Su tramo medio integra a Brasil, Uruguay y Argentina y se caracteriza por ser un río de flujo libre que permite sólo la navegación de pequeñas embarcaciones en los períodos de crecida. Aguas arriba, su lecho de rocas basálticas aflora, dando lugar a rápidos en algunas secciones.

En este río se viene gestando un proceso institucional de creación de lo que se ha dado en llamar Hidrovía del Río Uruguay, asociado a una mejora en las infraestructuras de transporte mediante la inversión de capitales privados y de ambos gobiernos ribereños (Uruguay y Argentina) y a un importante plan de dragado. De este modo, los puertos ubicados sobre su cauce, los de Montevideo, Nueva Palmira y Fray Bentos en Uruguay, así como el de Concepción del Uruguay en Argentina, están en un proceso de ampliación de capacidades, tanto a muelle como en tierra y sus canales de navegación están siendo dragados (o por comenzar a serlo), lo que permitirá la navegación de barcos de hasta 10 m de calado, lo cual habilita a transportar una cifra del orden de las 40.000 t por viaje.

4.4.2 Descripción geográfica y navegabilidad

El río Uruguay es navegable comercialmente sólo en un tramo de aproximadamente 200 km próximo a su desembocadura (ver **Figura 4.4.2.1**). Esto se debe a que sus actuales profundidades no permiten una navegación eficiente desde el punto de vista comercial aguas arriba de Nueva Palmira. Por este motivo, hacia fines de 2014, la

Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), organismo binacional encargado de la planificación y control de las actividades desarrolladas en el tramo de dicho río de jurisdicción compartida entre Argentina y Uruguay, realizó un estudio cuyo resultado fue el proyecto de dragado necesario para posibilitar la navegación con calados de hasta 23 pies hasta el puerto argentino de Concepción del Uruguay (km 187) y de hasta 17 pies hasta el puerto uruguayo de Paysandú (km 207). Los gobiernos de ambos países han comprometido los aportes financieros necesarios para la ejecución de los trabajos proyectados y recientemente se ha dado comienzo a los trabajos necesarios de pre-dragado (batimetrías) y al dragado efectivo en algunos pasos del tramo inferior del río.

Específicamente, de modo previo a la realización de este dragado, se detectaban las siguientes profundidades desde Nueva Palmira hasta Paysandú:

El proyecto de dragado y balizamiento elaborado por la CARU a través del consorcio EIH – INCOCIV, adjudicatario de la licitación del estudio de consultoría, determinó como objetivo los siguientes requerimientos en cuanto a profundidades:

- Tramo km 0 (Nueva Palmira) al km 187,1 (Concepción del Uruguay) incluyendo el canal de acceso a Concepción: el buque de diseño fijado para este tramo es el Panamax de dimensiones aproximadas 224 m x 32 m con 23 pies (7,01 m) de calado y 2 pies (0,61 m) de tolerancia.
- Tramo Km 187,1 (acceso a Concepción) al Km 206,8 (Puerto de Paysandú): en esta sección, se determinó como buque de diseño un buque fluvial de 17 pies (5,18 m) de calado y 2 pies (0,61 m) de tolerancia.

Figura 4.4.2.1

El río Uruguay y sus sectores navegables



Fuente: adaptado de: Geografía del Brasil, IBGE, 1977.

En la tabla siguiente se presentan las profundidades exigidas en el proyecto de dragado que llevan adelante la Administración Nacional de Puertos de Uruguay y a la Secretaría de Puertos y Vías Navegables de Argentina:

En este proyecto, el interés de Uruguay es poder llegar a Fray Bentos con un calado similar al de Nueva Palmira, de forma de descongestionar este último puerto. Dado que Fray Bentos cuenta con silos y acceso ferroviario (que hay que reconstruir), potencialmente podría ser muy importante para la exportación de cereales uruguayos. Al mismo tiempo, por su parte, desde el año 2013 el puerto de Paysandú ha comenzado a operar un tráfico incipiente de contenedores desde y hacia Montevideo, merced a la incorporación del buque Provincias Unidas a la flota de cabotaje uruguayo.

De lado de Argentina, el interés del proyecto consiste en poder volver a operar comercialmente el puerto de Concepción del Uruguay, único puerto sobre el río Uruguay de la provincia de Entre Ríos capaz de movilizar cereales y madera de exportación proporcionando una alternativa al tránsito carretero de la Ruta 14.

A julio de 2016 se ha llevado a cabo el trabajo principal de dragado en el tramo Nueva Palmira – Fray Bentos, mientras que se encuentra fuertemente demorado el dragado del tramo Fray Bentos – Concepción del Uruguay, debido a las fuertes inundaciones registradas en 2015-2016 y a la carencia de material adecuado de dragado.

4.4.3 Flujo de cargas

La actividad de transporte a lo largo del río Uruguay es considerablemente más reducida que en otros tramos de la red fluvial de la Cuenca del Plata revisados en esta publi-

cación. Dado que, como en los casos anteriores, no se cuenta con una fuente de información que agrupe los datos asociados al flujo de cargas, se considera que la información más representativa sobre el nivel de actividad del transporte fluvial es la brindada por los movimientos registrados en los puertos ubicados sobre este río: los de Nueva Palmira, Montevideo, Fray Bentos y Paysandú, en Uruguay y el de Concepción del Uruguay en Argentina, siendo los dos primeros los de mayor envergadura y nivel de cargas.

Nueva Palmira es el último/primer puerto de la Hidrovía Paraguay-Paraná, la cual empieza en el km 0 del Río Uruguay. El desarrollo de los servicios portuarios de Nueva Palmira es de interés nacional, así como la profundización del Canal Martín García (de actuales 32 a 34 o 36 pies). Actualmente, el puerto moviliza unos 11 millones de toneladas. Existen dos operadores portuarios privados, Corporación Navíos y ONTUR y una parte pública que opera la Administración Nacional de Puertos.

El Puerto de Nueva Palmira (ver **Figura 4.4.3.1**) se encuentra a 245 km por vía terrestre de Montevideo y a 160 millas náuticas de la misma ciudad. Goza de una ubicación estratégica al ser el último puerto de la Hidrovía Paraguay – Paraná, punto de destino final de los trenes de barcazas que circulan por la misma y lugar de trasbordo hacia barcos de ultramar (de las 11 millones de toneladas que moviliza, 6 millones corresponden a trasbordos de cargas regionales).

El Puerto de Montevideo, por su parte, se ubica en la zona este de la bahía de Montevideo, con una superficie terrestre de 110 ha, difícilmente ampliable por encontrarse rodeado por la ciudad. Tiene una longitud de muelles de 4100 metros, con profundidades operativas de 10,5 m y actualmen-

Tabla 4.4.3.1

Profundidades limitantes en pasos del río Uruguay previos a la campaña de dragados

Paso	Km. crítico	Prof. (m)
Márquez Inf.	35,7	6,30
Márquez Medio	38,8	6,70
Márquez Superior	41,3	6,80
Punta Amarilla Inferior	50,2	7,00
Punta Amarilla superior	53,2	7,00
Punta Caballos	74,3	6,80
Barrizal	88,6	6,40
Abrigo	133,6	6,30
San Lorenzo	134,0	6,60
Banco Francés	139,4	7,00
Bonfiglio	148,8	6,60
Banco Grande	153,4	6,30
San Genaro	156,3	6,40
Montaña Inferior	167,6	6,60
Montaña Superior	168,0	6,00
Altos y Bajos Inferior	177,0	6,30
Altos y Bajos Medio	178,3	6,30
Altos y Bajos Superior	178,7	6,30
Garibaldi Inferior	180,2	6,30
Garibaldi Superior.	181,0	6,30
Arroyo Negro Inferior	184,6	7,20
Arroyo Negro Superior	186,4	6,30
Almirón Chico	195,0	2,50-3,20
Almirón Grande	200,0	4,20
Peruchoverne	229,6	2,10

Tabla 4.4.3.2

Profundidades exigidas para la ejecución de dragas de la Administración Nacional de Puertos de Uruguay y de la Secretaría de Puertos y Vías Navegables de Argentina

Paso	Nivel de diseño (m)	Calado Navegación (m)	Revancha bajo quilla (m)	Altura media dunas (m)	Revancha por dunas (m)	Sobred. Sediment. (m)	Sobred. Técnico (m)	Cotas drag. al cero local (m)
Tramo Paysandú - Concepción								
Almirón Grande	0,97	5,18	0,61	0,50	0,20	0,61	0,30	-5,62
Almirón Chico	0,97	5,18	0,61	0,70	0,28	0,91	0,30	-6,02
Casa-blanca	0,97	5,18	0,61	0,00	0,00	0,61	0,30	-5,43
Urquiza	0,97	5,18	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-5,67
Tramo Concepción - Punta Gorda								
Acceso Puerto CDU	0,95	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,98
Arroyo Negro Superior	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,97
Arroyo Negro Inferior	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,97
Garibaldi Superior	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,57
Garibaldi Inferior	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,57
Altos y Bajos Superior	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
Altos y Bajos Medio	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
Altos y Bajos Inferior	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
Montaña Superior	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,46	0,30	-7,61
Montaña Inferior	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,00	0,00	-7,16
Montaña - San Genaro	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-6,99

San Genaro Superior	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-7,00
San Genaro Inferior	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,30	-7,30
Banco Grande	0,91	7,02	0,61	1,46	0,58	0,46	0,30	-7,76
Bonfiglio	0,90	7,02	0,61	0,76	0,30	0,30	0,30	-7,33
Roman	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,91	0,30	-8,02
Banco Frances	0,90	7,02	0,61	0,85	0,34	0,30	0,30	-7,37
San Lorenzo	0,90	7,02	0,61	0,54	0,22	0,00	0,00	-6,95
Filomena Superior	0,90	7,02	0,61	0,91	0,36	0,30	0,30	-7,40
Filomena Medio	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,30	0,30	-7,42
Filomena Inferior	0,89	7,02	0,61	0,44	0,18	0,30	0,30	-7,22
Del Burro	0,90	7,02	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-7,58
Tres Cruces	0,89	7,02	0,61	0,83	0,33	0,46	0,30	-7,53
Ñan-dubaizal	0,89	7,02	0,61	0,70	0,28	0,30	0,30	-7,33
Abrigo	0,89	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-7,25
Barrizal	0,85	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-7,28
Punta Caballos	0,77	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-7,17
Punta Amarilla Superior	0,64	7,02	0,61	0,80	0,22	0,30	0,30	-7,61
Punta Amarilla Inferior	0,64	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,00	-6,99
Marquez Superior	0,58	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-7,36
Marquez Medio	0,57	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-7,37
Marquez Inferior	0,55	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-7,54

Fuente: CARU.

Figura 4.4.3.1

Plano del Puerto de Nueva Palmira

Fuente: Administración Nacional de Puertos de Uruguay.

te está en construcción un nuevo muelle (Muelle C) que agregará unos 330 m a una profundidad que puede llegar a los 14 m, al igual que el muelle de la terminal especializada en contenedores, bajo concesión de la empresa Terminal Cuenca del Plata. Esta terminal cuenta con 640 m de muelles y 58 ha de superficie, así como 7 grúas pórtico, de las cuales 4 son del tipo Súper Post Panamax. En los muelles públicos, existe un frente de atraque total de 1.675 m, en tanto que su profundidad es de 10,5 m y un calado de 10 m. Operan en ellos 21 grúas, pertenecientes a la operadora privada Montecom.

Los proyectos tendientes a agrandar la superficie terrestre pasan por ganar tierra a la bahía, de esta manera el Muelle C incorporará 23 ha, el acceso norte (recién construi-

do) agrega 13 ha y la terminal para pesqueros que se construye en la zona de Capurro (al noroeste) incorporará 5 ha.

El canal de acceso a Montevideo tiene una longitud de 42 km, dragado a 11 m y cuenta con un muy buen estado de mantenimiento. Para mantener estas profundidades se estiman las necesidades de dragado entre 10 y 12 millones de m³/año.

Por su parte, el puerto de Concepción del Uruguay, ubicado en territorio argentino, ha registrado una actividad relativamente reducida en los últimos años, si bien significativamente más elevada que en década de 1990, con embarques de productos forestales, cítricos, arroz y soja como productos más destacados. Ello se suma a un tráfico regular de la empresa Yacimientos Petrolí-

feros Fiscales (YPF), que opera una instalación para la descarga y posterior distribución de combustibles líquidos. De acuerdo con la información estadística de la Dirección Nacional de Puertos de Argentina, en el año 2014, las operaciones en esa instalación portuaria estuvieron levemente por debajo de las 500.000 toneladas (60% combustibles líquidos).

Respecto del puerto uruguayo de Fray Bentos, de acuerdo con la información publicada por la Administración Nacional de Puertos de Uruguay, movilizó en 2014 más de 1.750.000 toneladas de carga, a partir de un muy fuerte crecimiento de operaciones de transbordo de mineral de hierro y de soja, que constituyeron aproximadamente el 90% del movimiento total (el resto fueron embarques de productos agrícolas y de madera).

Por último, el puerto de Paysandú registró en 2014 operaciones por menos de 150.000 toneladas de productos agrícolas diversos.

Se considera que la mejora de las condiciones de navegabilidad en el tramo inferior del río Uruguay y especialmente su adecuada conservación a lo largo del tiempo, constituyen condiciones básicas para la consolidación o recuperación de tráficos de carga como los mencionados y para el desarrollo de nuevas oportunidades de negocio para el transporte fluvial.

4.4.4 Marco legal institucional

Respecto de la administración del río Uruguay, tal como se ha mencionado previamente, la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) ha realizado recientemente estudios tendientes a definir un proyecto de dragado para la ruta hasta Paysandú y ha tomado a su cargo, con el aporte económico de Argentina y Uruguay, la ejecución de los trabajos resultan-

tes, los que en principio se realizarían mediante equipos de los organismos técnicos competentes de los dos países ya mencionados. Se considera que la instalación del tema bajo la competencia de un organismo binacional debiera coadyuvar a la consecución de un mejor estándar de conservación de las condiciones de navegación en este sector de la cuenca.

Resulta importante, además, detenerse en el proyecto de la hidrovía del río Uruguay, originado con el objetivo de fomentar la navegación del río Uruguay hasta Concepción y Paysandú y en menor medida, hasta Salto. La propuesta surgió como iniciativa de los intendentes y gobernadores de los departamentos y provincias frentistas al río Uruguay y por los parlamentarios electos de estas regiones.

El 17 de agosto de 2010, se constituyó en Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, Argentina, el Comité Binacional Hidrovía del Río Uruguay, teniendo como antecedentes directos la creación y los objetivos del Comité de Hidrovía del río Uruguay, que fuera constituido en la ciudad de Concepción del Uruguay el 25 de noviembre de 1997, solo de competencia argentina y sin funciones activas en la región hacia ese año.

Los objetivos primordiales propuestos para este Comité Binacional fueron la integración de las poblaciones argentinas y uruguayas de la vera del río Uruguay y el desarrollo de la región en el aspecto social, laboral, productivo, económico, comercial, cultural, deportivo, turístico, de salud y medio ambiente, con el fin de potenciar sus actividades en el ámbito del Mercosur y en el contexto mundial. Se ha seguido avanzando en el fortalecimiento de la institucionalidad de este Comité Binacional y en particular en su última reunión realizada el 13 de abril de 2016 en la ciudad de Pay-

sandú, Uruguay, se declaró la intención de “coordinar en forma estratégica su accionar con los organismos internacionales de integración binacional”, en especial con la CARU y la CTM y se declaró de interés regional el “fomento” de la articulación entre las inversiones públicas y privadas, en lo que refiere al dragado y navegabilidad del río Uruguay, así como a la operatividad portuaria y la construcción del puente Monte Caseros – Bella Unión (entre la provincia argentina de Corrientes y el Departamento de Artigas en Uruguay).

4.4.5 Consideraciones y conclusiones

El relieve accidentado, con lechos de roca basáltica, se asocia en el río Uruguay con problemas de sedimentación, causados por el aporte de sedimentos de sus afluentes, como el río Ijuí. Para hacer frente a estas problemáticas, se requieren servicios de dragado, profundización del canal y obras hidráulicas que sólo podrían ser justificadas de haber una fuerte demanda de flujo de cargas en la región.

Si, durante la estación seca, buena parte del río no presenta calado suficiente para la navegación comercial, en períodos de crecienta puede transformarse en un proble-

ma para las poblaciones costeras. En enero de 2015, cerca de 60 familias se vieron afectadas por inundaciones en São Borja, en Río Grande do Sul; la ciudad de Itaqui, en el mismo estado, decretó emergencia debido a la crecida del río; y en Uruguaiana, durante la primera semana de enero, el río estaba nueve metros por encima de su nivel normal de profundidad. Sin embargo, lo cierto es que desde 1979, año de inauguración de la represa de Salto grande, el régimen del río Uruguay está condicionado mucho más por las necesidades energéticas y la consiguiente regulación de vertederos que por la hidrología natural. De hecho, no se registran períodos en los cuales Fray Bentos o Nueva Palmira hayan salido de operación por quedar sumergidos.

Por otra parte, el potencial del río Uruguay para el desarrollo de circuitos turísticos compatibles con su estacionalidad presenta una alternativa interesante para la navegación de este río fronterizo, dado que los buques de pasajeros tienen una menor exigencia de calados que los comerciales. El impulso de esta actividad podría contribuir a la integración de la región al movimiento turístico de las grandes metrópolis de la Cuenca, con oportunidades de impulsar actividades de educación ambiental y contribuir a la creación de empleo y desarrollo regional.

5 Navegación en la Cuenca del Plata: consideraciones finales

A lo largo de los últimos siglos, la navegación fluvial en los ríos de la Cuenca del Plata fue utilizada para la exploración y ocupación de grandes superficies, debido a su accesibilidad natural y su capacidad de carga para el transporte de la producción regional de materia prima hacia los mercados mundiales.

Actualmente, esta capacidad se traduce en el movimiento de grandes cantidades de carga de manera sustentable y a precios más competitivos, con bajos niveles de contaminación, una mayor seguridad, incomparable eficiencia energética y múltiples beneficios para el transporte de pasajeros, la movilidad urbana, el transporte de cargas de alto valor agregado y el turismo.

Más recientemente, el fenómeno del cambio climático trajo nuevos elementos a esta discusión. Al mismo tiempo que la navegación fluvial mejora el rendimiento de la red de transporte, esta modalidad contribuye a reducir los niveles de contaminación del aire al permitir la sustitución de gran parte de la flota de camiones.

Para mantener todas estas grandes ventajas competitivas, se requiere de adecuado mantenimiento de los ríos, de modalidades complementarias de transporte y del desarrollo de infraestructuras apropiadas.

Si bien las características de los ríos navegables son de llanuras, presentan importantes diferencias.

El río Paraguay está sujeto a erosión y sedimentación, por lo que se producen cambios morfológicos en el lecho que con el transcurso del tiempo modifican el canal de navegación.

Dado que no posee regulación artificial de su caudal, es imperativo un permanente monitoreo de las profundidades efectivas del canal de navegación para permitir la navegación de embarcaciones de hasta 10 pies durante todo el año. En los períodos de aguas bajas se presentan dificultades generalizadas en la navegación debido a la aparición de pasos críticos. El deficiente dragado, la escasa señalización del canal y la falta de cartas de navegación satelitales dificultan la misma, especialmente entre los ríos Apa y Pilcomayo, ocasionando un incremento de los costos de transporte adicional.

El río Paraná es otro río con características de lecho móvil, muy susceptible a las crecientes y bajantes, que se traduce en cambios manifiestos de la posición del canal de navegación y en el calado de los pasos críticos. Es un río que recibe sedimentos, especialmente del río Bermejo, lo que ocasiona la elevación del lecho en algunas zonas, que generalmente se contrarresta con el proceso de auto dragado permitiendo en muchos tramos, mantener sus condiciones de navegabilidad sin ser necesario su dragado. En el tramo Posadas -Corrientes existían los rápidos de Apipé que desaparecieron con la construcción de la presa de Yacyretá, cuya esclusa y embalse posibilita la navegación sin problemas de calado hasta la confluencia del río Paraná con el Iguazú.

El río Uruguay es navegable comercialmente solo en un tramo de aproximadamente 200 km desde su desembocadura, ofreciendo siempre condiciones de navegabilidad inferiores a las prevalecientes en el río Paraná, por no recibir un mantenimiento en forma sistemática. La CARU ha realizado un estudio cuyo resultado fue el proyecto de dragado necesario para posibilitar la navegación con calados de hasta 7,0 m hasta el puerto argentino de Concepción del Uruguay y de hasta 5,17 m hasta el puerto uruguayo de

Paysandú y para la ejecución de dicho proyecto, los gobiernos de ambos países han comprometido los aportes financieros necesarios para su ejecución con acciones ya realizadas de pre-dragado (batimetrías) y de dragado efectivo en algunos pasos del tramo inferior del río. La discontinuidad de la navegación provocada por la presa Salto Grande - no fue completado el sistema de esclusas - impide que dicha vía navegable pueda extenderse significativamente.

El río Tietê actualmente permite solo transporte fluvial interno en Brasil. Debido a la falta de esclusa en la presa de Itaipú, no posee un flujo de transporte con el río Paraná aguas abajo de ella, lo que obliga a la utilización de modalidades de transporte complementarias disminuyendo la eficiencia y aumentando significativamente los costos.

Si bien la red de navegación de la cuenca ha sido favorecida con acuerdos regionales que permiten su explotación comercial, se observan importantes vacancias a nivel de infraestructura, señalización y mantenimiento que reducen significativamente la capacidad de transporte. Para ampliarla, han sido planeadas obras para aumentar el calado de la vía aunque estos proyectos pueden implicar un significativo impacto ambiental y ser cuestionados por grupos ambientalistas.

Desde el punto de vista de las normativas vigentes, el Acuerdo sobre la Hidrovía es ley en todos los países pero se requiere el compromiso político para su correcta aplicación y cumplimiento y del aporte de recursos concretos por parte de los países miembro del Tratado de la Cuenca del Plata.

La escasa gestión institucional conjunta, el acuerdo para financiar obras y mantenimiento y una planificación multimodal poco adecuada, hicieron que la navegación flu-

vial no se haya desarrollado apropiadamente. También contribuyó a ello, la tendencia a la utilización de transportes terrestres y la relativa información sobre los impactos socio-ambientales de la navegación.

Ante estas situaciones, se impone fortalecer las relaciones de los países de la Cuenca del Plata compatibilizando políticas regionales para el transporte fluvial, adecuar el marco legal e institucional, realizar mejoras estructurales en los puertos, desarrollar planes transfronterizos para el mantenimiento y dragado de las vías navegables e impulsar un sistema integral de transporte.

Las ventajas comparativas del transporte fluvial en términos de sustentabilidad ambiental son ampliamente reconocidas, tanto desde el punto de vista de un consumo energético más reducido (y, consecuentemente, menores emisiones), como en los aspectos de siniestralidad asociados.

Considerando los escenarios climáticos más probables para la región sudeste de América del Sur durante el resto del corriente siglo que plantean, en términos globales, aumento en las temperaturas medias y de precipitaciones (aunque no uniformemente distribuido), incremento en los caudales fluviales y una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, se puede identificar, en grandes líneas, dos consecuencias antagónicas relevantes: el incremento de los tirantes de agua mejoraría potencialmente las condiciones de navegabilidad, pero también es probable que la mayor cantidad de sólidos en suspensión, aumente la sedimentación provocando reducción de las profundidades en algunos tramos.

En función de estos fenómenos y todo lo antedicho, y considerando la implementación del PAE, sería aconsejable emprender las siguientes acciones:

- Mejorar estudios y modelaciones que permitan proyectar los efectos de la variabilidad y el cambio climático en las principales vías navegables, considerando las medidas adecuadas para preservar la navegación.
- Evaluar los obstáculos a la navegación en vista de su potencial para el ecoturismo y los impedimentos de la infraestructura intermodal disponible a nivel local y regional.
- Integrar los bancos de información estadística para asegurar su provisión centralizada, abarcativa y con periodicidad adecuada en la Cuenca, permitiendo la realización de análisis confiables del desarrollo del transporte por agua en la región, la formulación de proyecciones de su evolución y la planificación de eventuales mejoras.
- Incentivar la discusión técnica para definir alternativas de construcción de un sistema de esclusas de navegación en las presas hidroeléctricas de Itaipú y finalización de la correspondiente a Salto Grande, u otras soluciones logísticas efectivas y definitivas para compensar la falta de dichos sistemas y completar la integración de alrededor de 7,000 kilómetros de ríos y de los sistemas hidroviarios de la región.
- Consolidar el Programa Hidrovía Paraguay-Paraná como ámbito de integración y potencial de navegación, cuyo desarrollo debiera aportar ventajas a todos los países que la conforman.
- Promover un transporte fluvial seguro y económico.
- Incentivar a que los países de la Cuenca del Plata continúen trabajando en el fortalecimiento de sus relaciones y en la mejora de la hidrovía, para facilitar el comercio exterior abriendo más sus economías al mundo.

Figura 5.1

Posible escenario futuro de integración multimodal en América del Sur



Fuente: Ministerio de Transporte, en GARCIA, L.E., 2007.

Referencias

- AHIPAR – Administração da Hidrovia do Rio Paraguai, 2014 – Histórico de Estatísticas Publicadas – 01 de outubro de 2014 em: <http://www.ahipar.gov.br/?s=estatistica>
- AHRANA – Administração da Hidrovia do Paraná – A Hidrovia do Rio Paraná – Dados e Informações. Janeiro de 2.009. 55 páginas.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, Superintendência de Navegação Interior, 2014 – Hidrovias Brasileiras: Indicadores do Transporte de Cargas. Brasília, maio de 2.014.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, Superintendência de Navegação Interior, 2.011 – Transporte de Cargas na Hidrovia Brasileiras 2010 – Hidrovia do Sul. Brasília, 2.011.
- Bógus, L.M.M.; Baeninger, R.. Redesenhando o espaço no interior paulista: desconcentração e expansão urbana. Revista da Fundação SEADE, v.9, nº3, p.62-70.
- Camargo Junior, A. 2000 – Sistemas de Gestão Ambiental em Comboios e Terminais Hidroviários: contribuições para o Desenvolvimento Sustentável na Hidrovia Tietê-Paraná. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro – IGCE-UNESP.
- Camargo Junior, A. 2006. Hidrovias, Meio Ambiente e Agribusiness. In: 70. Congresso de Agribusiness, 2006, Rio de Janeiro. 70. Congresso de Agribusiness – Logística: Aumentando a Competitividade das Cadeias Produtivas. Rio de Janeiro : Sociedade Nacional de Agricultura, 2005. v. Único. p. 119-127.
- Consórcio Nautilus, 2009 – Hidrovia Transmercosul: Estudos de Transposição da Barragem de Itaipú. Primeira Parte: Estudo e Fundamentação Econômica do Projeto Arquimedes. Sumário Executivo. EPI – Consultoria e Planejamento Ltda., Posicionamento Consultores de Empresa e SETA – HIDROVIAL Arquitetura e Tecnologia Estrutural S.R.L., versão atualizada de agosto de 2.009.
- Costanza, R., Folke, C., 1994. In: International Experts Meeting For The Operationalization Of The Economics Of Sustainability. Ecological Economics and Sustainable Development, Manila, Philippines, 1994.
- DH-SELT, 2.000 – Características e Vantagens Competitivas do Modal Hidroviário. Apresentação interna do Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Logística de Transporte.
- Flores, J.O.M., 1995. Reflexões sobre o Desenvolvimento Sustentável. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro. V.29, n-2, abr./jun.

- Garcia, L.E., 2007 – A Hidrovia do Paraguai-Paraná no Contexto Internacional. Palestra do Ministério dos Transportes do Brasil proferida na Federação das Indústrias do Mato Grosso – FIEMT. Cuiabá, 22 de junho de 2.007.
- Gilliland, M.W., J.P. KASH. 1994. Economic Conversion, Engineers and Sustainability. In: JANS-SON, A. M. et al (Ed). Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability. Washington: Island Press. p. 449-466.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977 – Geografia do Brasil. Ed. IBGE. 622 págs.
- Instituto Nacional De Estadísticas, 2007. Estadísticas de la Actividad de Transporte Fluvial 1997-2006. La Paz.
- Itaipu Binacional, 1994 – Itaipu Hydroelectric Project – Engineering Features. ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S/A.
- Meurer, M. Et al, 2008 – Changes in The Paraná River Channel Introduced by The Porto Primavera Dam, Brazil. Lyon University.
- Ministerio De Planificación Del Desarrollo-MPD, 2015. Plan Nacional de Desarrollo Económico Social 2016-2020 en el marco del desarrollo Integral para Vivir Bien. La Paz.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal, 1997 – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP/Projeto Pantanal, Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília – DF.
- MPF – Ministério Público Federal, 2007 – Rio Uruguai e sua Região Hidrográfica. Grupo de Trabalho Águas (GT Águas). Procuradoria Geral da República, 4a. Câmara de Coordenação e Revisão – Meio Ambiente e Patrimônio Cultural.
- Nakatami, K.,Thormaz,S.M. & Agostinho,A.A. (sem data) – A planície de Inundação do Alto Paraná – Site 6. NUPÉLIA-UEM.
- Nurst, K., 1994. Water Resources Conflicts in the Middle East. 309p. New York: Biddles, Guilford – King's Lynn.
- Portobrás – Empresa de Portos do Brasil 1988. Hidrovias: Estradas para sempre. (Encarte). Brasília – DF.
- Riccomini, C., 2003 – Sedimentação em Rios Entrelaçados e Anastomosados. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IG-USP.
- Servicio Nacional De Hidrografía Naval, 2007. Hidrografía de Bolivia. La Paz.
- Sitio web del Servicio Nacional de Áreas Protegidas. Disponible en: www.sernap.gob.bo Fecha

de consulta: 11/5/2016.

Sitio web del Registro Internacional Boliviano de Buques. Disponible en: www.ribb.gob.bo Fecha de consulta: 20/5/2016

Sitio web del Ministerio de Defensa del Estado Plurinacional de Bolivia. Disponible en: www.mindef.gob.bo Fecha de consulta: 12/5/2016

Sitio web de la Administración de Servicios Portuarios de Bolivia. Disponible en: www.asp-b.gob.bo Fecha de consulta: 5/5/2016.

Tucci, C.E.M., 2002 – Impactos da Variabilidade Climática e Uso do Solo sobre os Recursos Hídricos. Estudo preparado como contribuição da ANA – Agência Nacional das Águas para a Câmara Temática sobre Recursos Hídricos do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Brasília, maio de 2.002.

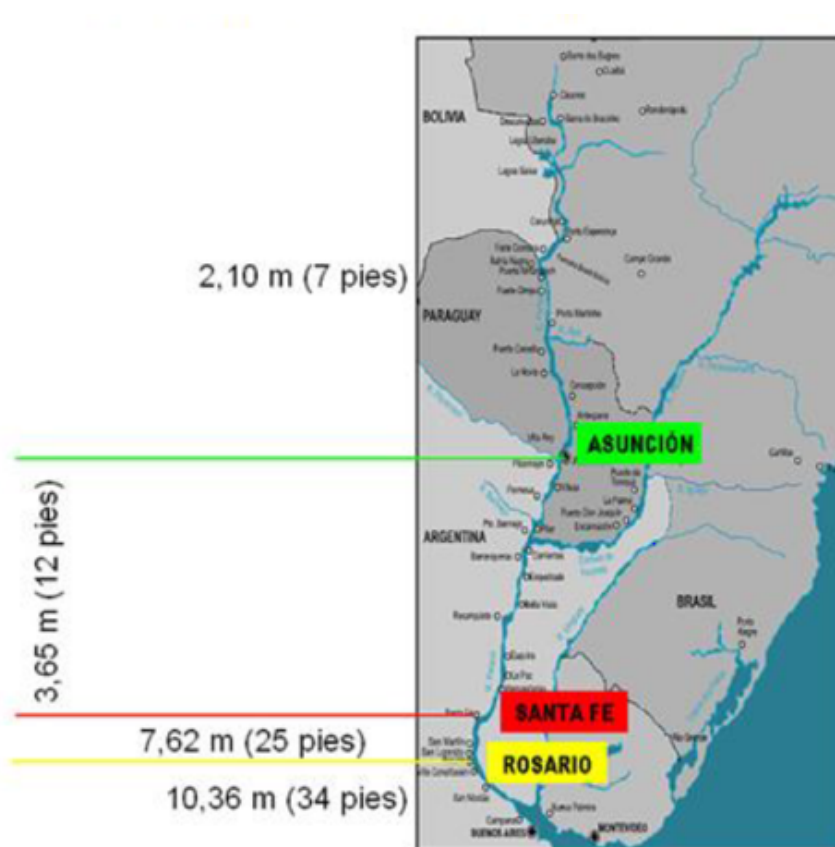
Unidad De Análisis Económicas Y Sociales-UDAPE, 2003. La hidrovía Paraná-Paraguay. Una alternativa a los puertos del pacífico. La Paz.

World Wildlife Fund; The Earth Institute; Crop Food Research. (2005). Estudio Puerto Buch. opciones para la ubicación de un Puerto Soberano en el sistema Paraguay-Paraná. Santa Cruz.

Anexo

Figura A.1

Tramos de la Hidrovía Paraná-Paraguay en función de las profundidades y calados admisibles



Fuente: Estudios para la concesión del mejoramiento de las condiciones de navegación en el río Paraguay (tramo Pilcomayo-Formosa). Banco Mundial- CSI Ingenieros SA., Asunción, 2010

Figura A.2

Tramos de la Hidrovía Paraná-Paraguay en función de las dimensiones máximas del tren de Barcazas



Fuente: Estudios para la concesión del mejoramiento de las condiciones de navegación en el río Paraguay (tramo Pilcomayo-Formosa). Banco Mundial- CSI Ingenieros SA., Asunción, 2010.

Tabla A.1

Emisión de gramos de CO₂ / (t.km)

Transporte carretero o Camión	62.23
Hidrovía	7.75

Fuente: Southern Cone Inland Waterways Transportation Study, marzo 2010, Worls Bank.

Tabla A.2

Consumo energético total del transporte de carga (Mj/t.km)

	Producción	Consumo	Prof. (m)
Marítimo de cabotaje	0.1	0.3	0.4
Camión Pesado	1.1	3.5	4.6

Fuente: Van Wee, 2005.

Tabla A.3

Intensidad energética y emisiones del transporte de cargas

	Intensidad Energética Mj/tkm	Emisiones CO₂ ktCO ₂
Barco cabotaje	0.27	821
Camión	1.97	35295

Fuente: Instituto Nacional de Emisiones, España, 2007.

Tabla A.4

Listado de Instalaciones portuarias en el Paraná Inferior y Río de la Plata

- La Plata (Río de la Plata, margen derecha, latitud 34°50')
- Dock Sud (Río de la Plata, margen derecha, latitud 34°48')
- Buenos Aires (Río de la Plata, margen derecha, latitud 34°47')
- Terminal Regasificadora Escobar (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 75)
- TAGSA (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 93)
- RHASA (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 95)
- Carboclor (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 95,5)
- ESSO Campana (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 96,5)
- Campana Muelle Fiscal (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 97)
- Euroamérica (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 98)
- SIDERCA (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 99)
- Terminal Zárate (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 111)
- VITCO (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 113)
- FAPLAC (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 114)
- Terminal Las Palmas (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 122)
- Delta Dock (Río Paraná de las Palmas, margen derecha, km 132)
- San Pedro (Río Paraná, margen derecha, km 275)
- Terminal XStorage (Río Paraná, margen derecha, km 329)
- Terminal Bunge Ramallo (Río Paraná, margen derecha, km 330)
- SIDERAR (Río Paraná, margen derecha, km 345)
- Central Térmica San Nicolás (Río Paraná, margen derecha, km 348)
- San Nicolás (Río Paraná, margen derecha, km 349)
- ACINDAR (Río Paraná, margen derecha, km 364)
- Villa Constitución (Río Paraná, margen derecha, km 369)

- Terminal Shell Arroyo Seco (Río Paraná, margen derecha, km 394)
- Terminal Toepfer Arroyo Seco (Río Paraná, margen derecha, km 395)
- Terminal Dreyfus General Lagos (Río Paraná, margen derecha, km 396)
- Cargill Punta Alvear (Río Paraná, margen derecha, km 406)
- Cargill Villa Gobernador Gálvez (Río Paraná, margen derecha, km 408)
- Rosario (Río Paraná, margen derecha, km 417)
- Terminal Molinos (Río Paraná, margen derecha, km 441,5)
- Terminal Vicentín (Río Paraná, margen derecha, km 442)
- Akzo Nobel (Río Paraná, margen derecha, km 443)
- Asociación de Cooperativas Argentinas (Río Paraná, margen derecha, km 446)
- Petrobrás (Río Paraná, margen derecha, km 446,5)
- ESSO San Lorenzo (Río Paraná, margen derecha, km 447)
- YPF San Lorenzo (Río Paraná, margen derecha, km 448)
- Terminal Bunge San Martín (Río Paraná, margen derecha, km 448,5)
- Terminal Toepfer Tránsito (Río Paraná, margen derecha, km 449,5)
- Terminal Nidera (Río Paraná, margen derecha, km 451)
- Cargill Quebradho (Río Paraná, margen derecha, km 454)
- Terminal 6 (Río Paraná, margen derecha, km 455)
- Minera Alumbrera (Río Paraná, margen derecha, km 458)
- Profértil (Río Paraná, margen derecha, km 459)
- Terminal Noble Timbúes (Río Paraná, margen derecha, km 462)
- Terminal Dreyfus Timbúes (Río Paraná, margen derecha, km 464)
- Terminal Renova (Río Paraná, margen derecha, km 465)
- Central Térmica Timbúes (Río Paraná, margen derecha, km 466)

Tabla A.5

Movimientos de cargas registrados en las instalaciones portuarias del Río de la Plata y Paraná Inferior en 2014

Puerto o Terminal	Mov. 2014 (miles de toneladas)	Cargas Principales
La Plata	4.557	Combustibles líquidos / Coque / Productos químicos
Dock Sud	11.410	Combustibles líquidos / Carga en contenedores
Buenos Aires	11.840	Carga en contenedores
Terminal del Guazú	519	Productos agrícolas
Ibicuy	Sin actividad	
Escobar	3.412	Gas natural licuado
TAGSA	247	Productos químicos
RHASA	230	Combustibles líquidos
Carboclor	198	Productos químicos
ESSO Campana	2.485	Combustibles líquidos
Campana Muelle Fiscal	215	Productos de la siderurgia
Euroamérica	567	Fruta / Carga general
SIDERCA	1.151	Mineral de hierro
Terminal Zárate	1.921	Vehículos / Carga en contenedores
VITCO	1.429	Combustibles líquidos
FAPLAC	46	Productos forestales

Terminal Las Palmas	612	Productos agrícolas / Carga en contenedores
Delta Dock	349	Productos agrícolas
San Pedro	617	Frutas / Productos agrícolas / Arena
Terminal Xstorage	647	Combustibles líquidos
Bunge Ramallo	1.528	Productos agrícolas / Fertilizantes
SIDERAR	6.361	Mineral de hierro / Carbón / Otros insumos de la siderurgia
Central Térmica San Nicolás	1.253	Carbón / Fertilizantes
San Nicolás	4.846	Fertilizantes / Mineral de hierro / Productos agrícolas
ACINDAR	1.365	Mineral de hierro / Productos siderúrgicos
Villa Constitución	331	Productos agrícolas / Carga general
Shell Arroyo Seco	337	Combustibles líquidos
Toepfer Arroyo Seco	1.251	Productos agrícolas
Dreyfus General Lagos	3.955	Productos agrícolas
Cargill Punta Alvear	2.401	Productos agrícolas
Cargill Villa Gobernador Gálvez	3.100	Productos agrícolas
Rosario	4.095	Productos agrícolas / Carga en contenedores / Carga general
Molinos	3.346	Productos agrícolas
Vicentín	5.347	Productos agrícolas / Fertilizantes

Akzo Nobel	44	Productos químicos
A.C.A. San Lorenzo	2.683	Productos agrícolas
Petrobrás	238	Combustibles líquidos
ESSO San Lorenzo	901	Combustibles líquidos
YPF San Lorenzo	1.282	Combustibles
Bunge San Martín	2.813	Productos agrícolas
Toepfer Tránsito	1.136	Productos agrícolas
Nidera	3.832	Productos agrícolas
Cargill Quebracho	5.844	Productos agrícolas / Fertilizantes
Terminal 6	10.406	Productos agrícolas
Minera Alumbraera	434	Mineral de cobre
Profértil	190	Fertilizantes
Noble Timbúes	3.061	Productos agrícolas
Dreyfus Timbúes	4.148	Productos agrícolas
RENOVA	3.917	Productos agrícolas
Central Térmica Timbúes	212	Combustibles líquidos
Diamante	149	Productos agrícolas
Santa Fe	573	Combustibles líquidos / Arena

Fuente: Dirección Nacional de Puertos, Argentina.

Tabla A.6

Principales puertos y terminales localizados en la Hidrovía Paraguay – Paraná (Incluyendo puertos y terminales localizados sobre el canal Tamengo, el río Alto Paraná y el río Uruguay)

Nombre	Progresiva	Productos movilizados
Puertos y terminales sobre el canal Tamengo		
Bolivia		
Central Aguirre Portuaria SA	-----	Granos y derivados, contenedores, combustibles
Gravetal Bolivia SA	-----	Granos y derivados, combustibles
Puertos y terminales sobre el río Paraguay		
Brasil		
Puerto de Corumbá	Km 2.770	Granos, mineral de hierro y manganeso, cemento
Puerto de Ladario	Km 2.763	Granos y derivados, mineral de hierro y manganeso, cemento, carga general,
Terminal Portuaria Branave	Al sur del puerto de ladario	Granos, mineral de hierro y manganeso
Terminal Portuaria	Km 2.759	Mineral de hierro y manganeso
Gregorio Curvo	Km 2.625	Mineral de hierro y manganeso
Paraguay		
Puerto de Vallemí	Km 2.158	Clinker, cemento, combustibles
Puerto de Concepción	Km 1.940	Granos y derivados, carga general, combustibles
Puerto Antequera	Km 1.829	Granos
Terminal Mbopí Cuá	Km 1.788	Granos
Puerto Rosario	Km 1.777	Granos
Puerto Fénix	Km 1.642	Granos, contenedores
Puerto Caacupé – mi	Km 1.640	Contenedores
Puerto Unión	Km 1.639,5	Granos y derivados
Puerto de Asunción	Km 1.630	Carga general, contenedores
Molinos Harineros del Paraguay	Km 1.626	Granos
Terminal PETROPAR	Km 1.612	Combustibles

Puerto Conosur	Km 1.610	Granos, combustibles
Terminal CIMPORTEC	Km 1.604	Combustibles
Terminal PETROSAN	Km 1.604	Combustibles
Terminales Portuarias SA	Km 1.603	Contenedores, cargas especiales
Concret Mix I	Km 1.603	Granos
GICAL SA	Km 1.598	Granos y derivados
Puerto Villeta	Km 1.593	Granos, contenedores, combustibles
Puerto Angostura	Km 1.586	Granos
Terminal Uniport	Km 1.584	Granos
Puerto Custodia	Km 1.578	Granos
Puerto Montes Claros	Km 1.560	Granos
Terminal Portuaria de Pilar	Km 1.329	Granos, contenedores

Argentina

Puerto de Formosa	Km 1.448	Granos
-------------------	----------	--------

Puertos y terminales sobre el río Alto Paraná**Paraguay**

Puerto Tres Fronteras	Km 1.928	Granos y derivados, combustibles
Puerto Toro Cuá	Km 1.848	Granos
Puerto 2 Fronteras	Km 1.808	Granos
Puerto Triunfo	Km 1.740	Granos
Puerto La Paloma	Km 1.729	Granos y derivados
Don Joaquín	Km 1.697	Granos y derivados
Puerto Paredón	Km 1.672	Granos
Puerto BAELPA (Encarnación)	Km 1.583	Granos y derivados
Puerto Trociuck	Km 1.566	Granos

Puertos y terminales sobre el río Paraná**Argentina**

Puerto de Corrientes	Km 1.208	Puerto de servicios para los buques
Puerto de Barranqueras	Km 1.198	Granos, carga general, contenedores
Puerto de Reconquista	Km 948	Granos y derivados

Puerto de Santa Fe	Km 590	Granos, contenedores
Puerto Diamante	Km 533	Granos, combustibles
Complejo Portuario San Lorenzo – San Martín	Km 436 – 464	Granos y derivados, mineral de hierro y manganeso, combustibles, químico, petroquímicos
Puerto Rosario	Km 420	Granos y derivados, carga general, contenedores
Puerto Villa Constitución	Km 367	Granos y derivados, mineral de hierro y manganeso
Puerto San Nicolás	Km 352	Granos y derivados, carga general
Puerto San Pedro	Km 277	Granos, combustibles
Puerto Ibicuy	Km 218	Granos, celulosa
Auto Terminal Zárate SA	Km 111	Vehículos
Puerto Zárate	Km 107	Granos y derivados, carga general, combustibles, contenedores
Puerto Campana	Km 97	Carga general, combustibles
Puertos y terminales sobre el río Uruguay		
Uruguay		
Puerto de Nueva Palmira	Km 140	Granos y derivados, mineral de hierro y manganeso, carga general, frutas, madera, celulosa

Listado de figuras

Sección 1: Hidroelectricidad

Figura 1.1	Mapa general de la Cuenca del Plata
Figura 1.2	Interconexión eléctrica en América del Sur
Figura 3.1	Proyección de la disponibilidad mundial de agua dulce per cápita para el período 1950-2050
Figura 4.2.1	Evolución de la Potencia Eléctrica en Argentina (2007-2014)
Figura 4.2.2	Estructura de la potencia eléctrica instalada (2013)
Figura 4.2.3	Correlación del PBI y la demanda de energía eléctrica en Argentina
Figura 5.2.1	Proyección de la matriz energética de Bolivia (2015-2025)
Figura 5.4.1	Proyectos de generación eléctrica en estudio
Figura 6.1.1	División hidrográfica de Brasil
Figura 6.2.1	Oferta Interna de energía eléctrica por fuente en Brasil

Sección 2: Navegación

Figura 1.1	La Cuenca Hidrográfica del Río de la Plata y sus subcuencas
Figura 1.2	Distribución del territorio de la Cuenca del Plata respecto a los países
Figura 3.1	Proporción del consumo de combustible y la emisión de contaminantes de las modalidades de transporte carretero, fluvial y ferroviaria
Figura 3.2	Comparación de la capacidad de transporte de las principales modalidades
Figura 4.1.2.1	Rutas de navegación comercial en el tramo inferior de la Cuenca del Plata
Figura 4.1.4.1	Hidro vía Paraguay-Paraná
Figura 4.2.2.1	Hidro vía Tietê-Paraná, en el Alto Paraná
Figura 4.2.2.2	Islas fluviales dentro del Parque Nacional de Ilha Grande, con registros de canales entrelazados abandonados. A la izquierda, el río Iguatemi de padrón meandrante

- Figura 4.2.2.3** Área de Protección Ambiental de las Islas y Llanuras de inundación del Río Paraná y unidad de conservación existentes en el Tramo Sur de la Hidrovía Tiete-Paraná
- Figura 4.2.2.4** Variaciones de profundidad debidas a alteraciones de la dinámica fluvial en un tramo dado del río Paraná, en dos épocas distintas: antes (1993) y después (2003) del relleno de la represa hidroeléctrica de Puerto Primavera
- Figura 4.2.2.5** El Río Paraná Superior y su cuenca hidrográfica
- Figura 4.2.2.6** A la izquierda, reserva florestal en territorio paraguayo, entre Puerto Indio y Puerto Santa Teresa. Las selvas ubicadas alrededor de la reserva, en la costa, son las más desarrolladas de todo el sistema
- Figura 4.2.2.7** Gráficos comparativos de la situación del volumen útil para la generación de energía en los años 2013 y 2014, en las represas de Tres Hermanos en el Río Tiete y Ilha Solteira en el Río Paraná hasta el mes de diciembre de 2014
- Figura 4.2.4.1** Hidrovía del MERCOSUR: integración de las hidrovías de Uruguay, Paraguay y Tiete-Paraná, alcanzando un total de cerca de 7000 kilómetros de vías navegables
- Figura 4.3.2.1** Río Paraguay
- Figura 4.3.2.2** Ciclos Hidrológicos del río Paraguay
- Figura 4.3.2.3** Triángulo Dionisio Foianin
- Figura 4.3.2.4** Canal Tamengo
- Figura 4.3.2.4** Gravetal Bolivia
- Figura 4.3.3.1** Evolución del transporte de carga en el río Paraguay
- Figura 4.3.3.2** Incremento de embarcaciones en el río Paraguay
- Figura 4.4.2.1** El río Uruguay y sus sectores navegables
- Figura 4.4.3.1** Plano del Puerto de Nueva Palmira

Figura 5.1 Posible escenario futuro de integración multimodal en América del Sur

Anexo

- Figura A.1** Tramos de la Hidrovía Paraná-Paraguay en función de las profundidades y calados admisibles
- Figura A.2** Tramos de la Hidrovía Paraná-Paraguay en función de las dimensiones máximas del tren de Barcazas
- Figura A.3** Estadísticas de CO₂ y superficie de bosques 1990, 2000, 2010

Listado de tablas

Sección 1: Hidroelectricidad

Tabla 1.1	Población y población urbana por país. Producto Bruto Interno por país
Tabla 1.2	Evolución de la potencia instalada y de la energía generada en los países de la Cuenca del Plata
Tabla 1.3	Características del potencial hidroeléctrico en la Cuenca del Plata por país
Tabla 1.4	Principales represas hidroeléctricas de la Cuenca del Plata
Tabla 1.5	Interconexiones existentes y previstas en la Cuenca del Plata (2003)
Tabla 1.6	Interconexiones existentes en América del Sur
Tabla 4.2.1	Máximos de Potencia Eléctrica en Argentina (2007-2014)
Tabla 4.2.2	Proyección de la demanda de energía eléctrica en Argentina hacia 2030
Tabla 5.1.1	Proyección del consumo energético y del PBI en Bolivia
Tabla 6.2.1	Capacidad instalada de generación eléctrica en Brasil
Tabla 6.4.1	Principales instalaciones hidroeléctricas en la Cuenca del Plata, en territorio brasileño o fronterizo
Tabla 6.5.1	Red de transmisión de energía eléctrica de Brasil

Anexo

Tabla A.1	Aprovechamientos proyectados en Argentina
Tabla A.2	Principales centrales hidroeléctricas brasileñas en la Cuenca del Plata y sus restricciones de operación (2014)

Sección 2: Navegación

Tabla 1.1	Características físicas de la Hidrovía Paraguay-Paraná
Tabla 3.1	Comparación de costo de los principales modos de transporte
Tabla 3.2	Emisión de contaminantes promedio por vehículo cada 1.000 km
Tabla 4.2.3.1	Movimiento de cargas en la Hidrovia Tiete-Paraná en el período 2011-2013

Tabla 4.2.3.2	Tipos de carga y rutas de navegación regionales utilizadas en la Hidrovía Tieté-Paraná en el período 2011-2013
Tabla 4.2.3.3	Movimiento de cargas entre Brasil y Paraguay de 2011 a 2013
Tabla 4.3.2.1	Ciclos Hidrológicos del río Paraguay
Tabla 4.4.3.1	Evolución de las dimensiones de las barcazas en el río Paraguay
Tabla 4.3.3.2	Unidades por bandera
Tabla 4.3.4.1	Transporte de cargas en la Hidrovía del Paraguay en el período 2011-2013
Tabla 4.3.4.2	Tráfico de carga por Puertos 2004-2011 (UDAPE, 2015)
Tabla 4.3.4.3	Profundidades limitantes en pasos del río Uruguay previos a la campaña de dragados
Tabla 4.3.4.4	Profundidades exigidas para la ejecución de dragas de la Administración Nacional de Puertos de Uruguay y de la Secretaría de Puertos y Vías Navegables de Argentina

Anexo

Tabla A.1	Emisión de gramos de CO ₂ / (t.km)
Tabla A.2	Consumo energético total del transporte de carga (Mj/t.km)
Tabla A.3	Intensidad energética y emisiones del transporte de cargas
Tabla A.4	Listado de Instalaciones portuarias en el Paraná Inferior y Río de la Plata
Tabla A.5	Movimientos de cargas registrados en las instalaciones portuarias del Río de la Plata y Paraná Inferior en 2014
Tabla A.6	Principales puertos y terminales localizados en la Hidrovía Paraguay – Paraná (Incluyendo puertos y terminales localizados sobre el canal Tamengo, el río Alto Paraná y el río Uruguay)

Listado de siglas y acrónimos

ADME	Administración del Mercado Eléctrico
AE	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
BCU	Banco Central del Uruguay
CAMMESA	Comisión Administradora del Mercado Mayorista de Electricidad
CIER	Comisión de Integración Energética Regional
CMP	Crecida Máxima Probable
CTM	Comisión Técnico Mixta de Salto Grande
DNC	Despacho Nacional de Cargas
DNE	Dirección Nacional de Energía
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad
EPAGRI-CIRAM	Empresa de Investigaciones Agropecuarias y Extensión Rural de Santa Catarina
GWh	Giga Watt/hora – Unidad de energía
ICOLD	Comisión Internacional de Grandes Presas
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INMET	Instituto Nacional de Meteorología de Brasil
INPE – CPTEC	Instituto de Investigaciones Espaciales – Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos
IPEA	Instituto de Investigación Económica Aplicada (por sus siglas en portugués)
ITAIPU	ITAIPU BINACIONAL
MHE	Ministerio de Hidrocarburos y Energía
MMaYA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MPD	Ministerio de Planificación del Desarrollo
MRE	Ministerio de Relaciones Exteriores
MW	Mega Watt – Unidad de potencia eléctrica
ONS	Operador Nacional del Sistema Eléctrico (Brasil)
OSE	Obras Sanitarias del Estado
PBI	Producto Bruto Interno
PCH	Pequeña Central Hidroeléctrica
PMP	Precipitación Máxima Probable
PSP	Central de acumulación y bombeo
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SNHN	Servicio Nacional de Hidrografía Naval
UHE	Usina Hidroeléctrica
UREE	Unidad Reguladora de la Energía Eléctrica

URSEA	Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua
UTE	Usinas y Trasmisiones Eléctricas
VMEA	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
YACYRETÁ	Entidad Binacional Yacyretá – EBY

Crédito de fotografías

Pág. 58	Itaipú	S. Mogliati
Pág. 137	Tren de barcazas	www.apam-peru.com
Pág. 138	Tren de barcazas	Mario Rabey – 2008
Pág. 139	Buque de carga	www.histarmar.com.ar
Pág. 139	Buque tanque	www.fleetmoon.com
Pág. 151	Canal de acceso	Acervo personal de Dr. Antonio Camargo Junior
Pág. 161	Terminal Intermoda	www.dh.sp.gov.br/terminais
Pág. 169	Convoy	www.revistaportuaria.com.br

Referencias Institucionales

Representantes de los países en el Consejo Director del Programa Marco

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
Argentina		
Titulares		
Embajador Natalio Marcelo Jamer (2016)	Pablo Bereciartua (2016)	Osvaldo Fernandez (2016)
Embajadora Mónica Rosa Troadello (2011-2015)	Edgardo Bortolozzi (2012-2015)	Roberto Adaro (2015, 2013 y 2012)
	Fabián López (2011)	Julio Nasser (2014)
		Miguel Gomez (2011)
Alternos		
Ministro Eugenio Garcia Santos (2012-2016)	Marcelo Gaviño Novillo (2016)	Miguel Gomez (2014)
	Andrés Rodríguez (2011-2015)	
Bolivia		
Titulares		
Embajador Juan Carlos Alurralde (2013-2016)	Carlos Ortuño (2014-2016)	Oscar Cespedes Montaña (2014-2016)
Embajador Pablo Guzman Lougier (2011-2013)	Luis Marka Saravia (2012-2013)	
Alternos		
Juan Carlos Segurola Tapia (2014-2016)	Oscar Céspedes (2014-2016)	
Mayra Montero Castillo (2011-2016)		
Clarems Endara Vera (2011)		
Brasil		
Titulares		
Embajadora Eugenia Barthelmess (2015-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	
Embajador João Luiz Pereira Pinto (2011-2013)		

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
Brasil		
Alternos		
Ministra Consejera Gisela Padovan (2013-2016)		
Primer Secretario Rodrigo de Macedo Pinto (2016)		
Segundo Secretario Joaquim Araújo (2016)		
Secretario Filipe Lopes (2014-2015)		
Secretario Felipe Antunes (2014-2015)		
Ministro Philip Fox-Drummond Gough (2013)		
Segunda Secretaria Patricia Soares (2011)		
Paraguay		
Titulares		
Embajador Didier Olmedo (2014-2016)	David Fariña (2014-2016)	
Embajador Luis Fernando Avalos (2012-2014)	Sofía Vera (2013-2014)	
Embajador Gabriel Enciso Lopez (2011)	Daniel González (2013)	
	Silvia Spinzi (2012)	
	Daniel Garcia (2011-2012)	
Alternos		
Primer Secretario Blas Felip (2013-2016)		Rafael Gonzalez (2011)
Ministro Miguel Lopez Arzamendia (2012)		
Consejero Alfredo Nuñez (2011-2012)		
Primera Secretaria Eliana Abigail Vergara (2011-2013)		
Uruguay		
Titulares		
Martín Vidal (2016)	Daniel Greif (2015-2016)	Alejandro Nario (2015-2016)
Ministro Juan Remedi (2011-2015)	Daniel Gonzalez (2012-2013)	Jorge Rucks (2011-2015)
	José Luis Genta (2011)	
Alternos		
Javier Vidal (2016)	Silvana Alcoz (2015-2016)	

Unidades Nacionales del Programa Marco

Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Titulares				
Miguel A. Giraut (2011-2016)	Mayra Montero Castillo (2011-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	David Fariña (2014-2016) Sofia Vera (2013-2014) Daniel Gonzalez (2013) Silvia Spinzi (2012) Daniel Garcia (2011-2012)	Silvana Alcoz (2011-2016)

Asistentes de Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Susana Minatti (2011-2016)		Aureliano Cesar (2011-2016)	Julieta Gauto (2011-2016)	Ana Laura Martino (2011-2016)

Unidades Nacionales del Programa Marco

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina*	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Marco Legal e Institucional				
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (Mónica Troadello, Natalio Marcelo Jamer)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Alurralde, Pablo Guzmán Lougier, Mayra Montero Castillo)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Eugenia Barthelmess, Joa Luíz Pereira Pinto); Ministerio do Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Julio Thadeu Silva Kettelhut)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Didier Olmedo, Luis Fernando Avalos, Blas Felip)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Antonio Remedi)
Sistema Soporte para la Toma de Decisiones				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Federico Scuka, Carla Lupano)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Lizet Sullcata)	Agencia Nacional de Aguas (Sergio Barbosa)	Secretaría del Ambiente (Julián Cáceres); Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Federico Ferreira, Nestor Cabral)	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Virginia Fernández); Instituto Uruguayo Meteorología (INUMET) (Víctor Marabotto); Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG) (Ignacio Corrales)
Participación Pública, Comunicación y Educación				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Silvia Freiler, Daniela García)	Ministerio de Relaciones Exteriores (María del Sagrario Urgel Aguilar, Consuelo Ponce) Ministerio de Educación	Ministerio de Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Franklin de Paula Júnior)	Universidad Nacional de Pilar (Ernila Vera); Secretaría de la Información y Comunicación (César Palacios); Secretaría del Ambiente (Maria Coronel)	MVOTMA (Luján Jara); Ana Laura Martino; Ministerio de Educación y Cultura (Laura Barcia); Secretaría Comunicación Presidencia (Carolina Echavarría)
Balance Hídrico Integrado				
Instituto Nacional del Agua/Centro Regional Litoral (Carlos Paoli)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Luis Noriega)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (André Silveira, Walter Collischonn)	Secretaría del Ambiente (Andrés Wehrle); Universidad Nacional de Asunción (Juan Pablo Nogués); Itaipú Binacional (Pedro Domaniczky)	Universidad de la República (UDELAR) (Luis Silveira, Christian Chreties, Magdalena Crisci, Jimena Alonso); UDELAR-Regional Norte (Pablo Gamazo); CTM-SG (Nicolás Failache); MVOTMA (Rodolfo Chao)

*Consejo Hídrico Federal Argentina (2011– 2016).

Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (Oscar Duarte). Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (Mario Rujana).

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Cantidad y Calidad de Agua				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Marina Jakomin)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Geovana Rocabado)	Agencia Nacional de Aguas (Maurrem Ramon Vieira)	Universidad Nacional de Asunción (Inocencia Peralta); Secretaria del Ambiente (Sofía Vera, Aida Olavarrieta)	MVOTMA (Luis Reolón)
Aguas Subterráneas				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Jorge Santa Cruz, Lida Borello)	Servicio Geológico Minero (Jorge Bellot)	Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (Gerôncio Rocha); Servicio Geológico de Brasil (João Alberto Diniz, Fernando Feitosa, Roberto Kircheim)	Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Andrés Wehrle); Secretaria del Ambiente (Daniel García Segredo)	MVOTMA (Lourdes Batista, Ximena Lacués); CEREGAS (Alberto Manganelli) Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) (Enrique Massa, Javier Techera); Obras Sanitarias del Estado (OSE) (Pablo Decoud, Andrés Pérez)
Ecosistemas Acuáticos y Asociados				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij); Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi)	Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Sharbel Gutierrez)	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira, Danilo Naliato)	Secretaría del Ambiente (Mirta Medina, Nora Neris, Reinilda Duré)	MVOTMA (Guillermo Scarlato); Ana Laura Martino; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Alfredo Pereira); UDELAR (Alejandro Brazeiro)
Degradación de la Tierra				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (José Cuevas; Pablo Viegas Aurelio)	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Celso Vainer Manzatto)	Secretaría del Ambiente (David Fariña, José Silvero)	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca MGAP (Carlos Clerici); Facultad de Agronomía de la Universidad de la República - UDELAR (Mario Pérez Bidegain, Fernando García Prechac)
Oportunidades para el Desarrollo				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Martín Reymúndez)	Ministerio de Relaciones Exteriores	Ministerio de Transportes (Luiz Eduardo García)	Secretaría Nacional de Turismo (Antonio Van Humbeeck)	Ministerio de Turismo (Marcelo Canteiro)

Unidades Nacionales del Programa Marco

Grupos Temáticos del Programa Marco (continuación)

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
PPD Biodiversidad				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi); Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira); Itaipú Binacional (Carla Canzi)	Secretaría del Ambiente (Darío Mandelburger)	
PPD Confluencia				
Administración Provincial del Agua del Chaco (Patricia Parini)		Itaipú Binacional (Jair Kotz, Carla Canzi)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro)	
PPD Cuareim				
		Comité de las Aguas Estadales de la cuenca del río Quaraí (Ivo Lima Wagner); Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul; Departamento de Recursos Hídricos (Fernando Meirelles)		Referente Local (Laura Marcelino); Comisión Cuenca Río Cuareim; MVOTMA (Silvana Alcoz); Ana Laura Martino
PPD Pilcomayo				
Unidad Provincial Coordinadora del Agua de Formosa (Horacio Zambón); Secretaría de Recursos Hídricos de Salta (Alfredo Fuertes)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Seguro, Mayra Montero Castillo); Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Oscar Céspedes)		Secretaría del Ambiente (Rosa Morel, Daniel García)	
Escenarios Hidroclimáticos				
Instituto Nacional del Agua (Dora Goniadzki)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Gilvan Sampaio de Oliveira)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez); Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (Benjamín Grassi)	UDELAR (Rafael Terra, Gabriel Cazes, Marcelo Barrero); INUMET (Mario Bidegain)

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Monitoreo y Alerta				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Agencia Nacional de Aguas (Valdemar S. Guimarães, Augusto Bragança)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro); Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar)	UDELAR (Luis Silveira, Jimena Alonso); MVOTMA (Luis Reolón, Gabriel Yorda, Javier Martínez, Juan Carlos Giacri, Adriana Piperno) CECOED Artigas (Juan José Eguillor)
Radars				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Juan Carlos Bertoni, Carlos Lacunza)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (Carlos Frederico de Angelis)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez)	UDELAR (Gabriel Cazes); INUMET (Daniel Bonora, Néstor Santayana); CTM-SG (Juan Badagian)
Modelos de Grandes Cuencas				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (Walter Collischonn)	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar, Pedro Takahashi)	UDELAR (Christian Chreties)



**FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL - FMAM**
GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY - GEF

El FMAM promueve la cooperación internacional y fomenta medidas encaminadas a proteger el medio ambiente de nuestro planeta. Desde su creación, se ha convertido en un agente catalizador y fuente de financiamiento para considerar en forma integrada problemas ambientales mundiales en el proceso de desarrollo, lo que resulta decisivo para conseguir un equilibrio sostenible entre el hombre y la naturaleza. Aportó los fondos no reembolsables con los que se financió el Programa Marco.



**PROGRAMA DE NACIONES
UNIDAS PARA EL MEDIO
AMBIENTE**
UNITED NATIONS ENVIRONMENT
PROGRAMME - UN ENVIRONMENT

El Programa dirige y alienta la participación en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y dando a las naciones y a los pueblos los medios para mejorar su capacidad de vida sin poner en peligro a las futuras generaciones. En la estructura organizativa del Programa Marco ha sido la agencia de implementación del GEF, habiendo sido su objetivo asegurar que el mismo se ejecutara para el beneficio del medio ambiente global. Miembro del Consejo Director del Proyecto.



**ORGANIZACIÓN DE LOS
ESTADOS AMERICANOS - OEA**
ORGANIZATION OF
AMERICAN STATES - OAS

La OEA ha mantenido una histórica relación de cooperación técnica con la Cuenca del Plata y con el CIC en temas relativos al desarrollo sostenible, a los recursos naturales y a la gestión de los recursos hídricos. Para la preparación del Programa Marco de la Cuenca del Plata fue la organización regional seleccionada, tanto por el PNUMA como por el CIC, como agencia ejecutora, responsable técnica y administrativa de los fondos FMAM. Miembro del Consejo Director del Proyecto.

Programa Marco

FMAM - GEF

Christian Severin
Especialista Principal en Medio Ambiente

UN ENVIRONMENT

Isabelle Van Der Beck
Gerente de Programa

OEA - OAS

Cletus Springer
Director del Departamento
de Desarrollo Sostenible (DDS)

Maximiliano Campos
Jefe Sección II, Gestión Integrada
de Recursos Hídricos

Enrique Bello
Jefe Unidad Técnica Administrativa
SG/OEA Argentina

DIRECTOR DE PROYECTO

Miguel Ángel López Arzamendia (2010-2011)
José Luis Genta (2011-2015)
Alejandro Peyrou (2015-2016)

COORDINADORA TÉCNICA INTERNACIONAL

Silvia Rafaelli (2011-2016)

COORDINADORA TÉCNICA ADJUNTA

Elena Benitez Alonso (2011-2013)
Ana Maria Castillo Clerici (2013-2016)

ASISTENTES TÉCNICOS

Ignacio Masson (2011-2014)
Julia Lacal Bereslawski (2011-2016)
Eduardo Roude (2011-2016)
Valeria Rodríguez Brondo (2011-2014)
Fabián Riveros (2011-2012)
Romina Morbelli (2013-2016)
Marta Ayala (2014-2016)
Martín Ribeiros (2014)
Roberto Montes (2015)

SECRETARIAS

Aliene Zardo Ferreira (2011)
Danielle Carvalho (2011-2012)
Lourdes Martins (2012-2015)
María Paula Giorgieri (2015-2016)

Publicaciones del Programa Marco

Documentos principales

Versiones en español, portugués e inglés



Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata ADT



Programa de Acciones Estratégicas de la Cuenca del Plata PAE



Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y Programa de Acciones Estratégicas (PAE)
Síntesis ejecutiva



Programa Marco de la Cuenca del Plata
Proceso de ejecución y principales resultados

Documentos temáticos



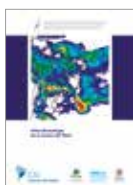
Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata



Marco institucional y legal para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca del Plata



Participación pública, comunicación y educación
Proyectos del Fondo de Participación Pública
Réplica del Programa Cultivando Agua Buena



Hidroclimatología de la Cuenca del Plata



Balance hídrico en la Cuenca del Plata
Disponibilidad y usos, considerando escenarios futuros
Modelos de gestión



**Calidad del agua
en la Cuenca del Plata**



**Aguas subterráneas
en la Cuenca del Plata**



**Ecosistemas acuáticos
en la Cuenca del Plata**



**Inventario de Regiones
de Humedales de
la Cuenca del Plata**



**Degradación de tierras
en la Cuenca del Plata**



**Selva Misionera
Paranaense**



**Hidroelectricidad
y navegación en
la Cuenca del Plata**



**Tecnologías limpias
y ecoturismo
en la Cuenca del Plata**



**Buenas prácticas
en el uso del suelo
en la Cuenca del Plata**



**Boas práticas
para o cultivo do arroz
na Bacia do Prata**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Conservación de la biodiversidad
íctica en una zona regulada
del río Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Resolución de conflictos por
el uso del agua en la cuenca
del río Cuareim/Quaraí**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Sistema de alerta hidroambiental
en la confluencia de los ríos
Paraguay y Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Control de contaminación
y erosión en el río Pilcomayo**



Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático
Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima

ISBN 978-987-4187-15-4



9 789874 187154

