



**COMISION MIXTA PARAGUAYO - ARGENTINA
DEL RIO PARANA**



**PROYECTO ITACUA
EN LA ZONA DE CORPUS**

RESUMEN

**ASUNCION - BUENOS AIRES
JUNIO 1983**

INDICE

TEXTO

- Evolución de los Estudios
- Investigaciones Básicas
- Características del Proyecto
- Propósitos del Proyecto
- Efectos Regionales
- Presupuesto de Costo
- Programa de Construcción y Equipamiento
- Evaluación Económica
- Posibilidades Financieras
- Conclusiones

ANEXOS

1. Mapa de la Cuenca del Río Paraná
2. Disposición de las Estructuras
3. Perspectiva General del Proyecto
4. Cronograma de Construcción y Costos
5. Cronograma de Implementación del Proyecto

RESUMEN

El estudio del aprovechamiento del río Paraná en el tramo comprendido entre la desembocadura del río Iguazú y la sección Encarnación-Posadas tuvo su origen en el Convenio de junio 16 de 1971, celebrado entre los Gobiernos de Paraguay y Argentina, en aplicación del Tratado de la Cuenca del Plata.

Para esos efectos se creó la "Comisión Mixta Paraguayo-Argentina del Río Paraná" integrada con sendos Delegados de las Altas Partes Contratantes, la cual procedió en julio de 1974 a la celebración de un concurso internacional de Firmas Consultoras, cuya adjudicación dió origen al Consorcio Lahmeyer-Harza y Asociados.

Evolución de los Estudios

Los servicios contratados con el Consorcio fueron subdivididos en tres fases sucesivas, en que la primera comprendió la preparación de un análisis de los emplazamientos alternativos a diferentes cotas de embalse, de manera de ilustrar la selección de estos dos parámetros y proceder, en la tercera fase, al desarrollo del Estudio de Factibilidad, el Anteproyecto Avanzado y los Pliegos de Licitación del aprovechamiento seleccionado.

En desarrollo de la primera fase se analizaron las posibilidades de los niveles alternativos de embalse entre las cotas 95 y 130, en tres emplazamientos localizados dentro de un tramo de 59 km del río entre los sitios extremos de Pindo-í e Itacua. Este informe ilustró el proceso de las negociaciones internacionales que culminaron en octubre 19 de 1979 con la celebración del "Acuerdo Tripartito" en que se estableció la cota 105 como nivel normal del embalse. Simultáneamente se procedió con los trabajos complementarios de topografía y geotécnica para seleccionar el emplazamiento, que en setiembre 16 de 1980 culminó con el intercambio de Notas Reversarles entre Paraguay y Argentina en que se selecciona el sitio de Itacuá.

Definidas así las dos características fundamentales del Proyecto se dió comienzo a la tercera fase de los estudios, cuyo programa comprendió sucesivamente la selección del eje y la disposición de sus estructuras, las investigaciones geotecnicas adicionales y la optimización de los varios elementos del diseño. Como resultado de este proceso se ha formulado un Estudio de Factibilidad en 3 Volúmenes que comprenden su texto y los diseños básicos, además de 15 Apéndices sobre sus materias específicas. Este estudio se complementa con un Anteproyecto Avanzado y los Pliegos de Licitación, subdivididos entre un contrato general de obras civiles y 12 contratos de equipos mecánicos y eléctricos.

Investigaciones Básicas

El río Paraná se forma en territorio brasileño y desarrolla una cuenca de 933.000 km² hasta el sitio de Itacuá, que se localiza a 1.597 km de su desembocadura en el Estuario del Plata, en el extremo de un trayecto de 350 km a partir de la presa de Itaipú con disponibilidad de un desnivel de 23 m sobre el futuro embalse de Yacyretá. Esta zona está vinculada por los sistemas vial y ferroviario de los dos países que quedarán conectados por el puente Encarnación-Posadas (ver Anexo 1).

La climatología de la zona del Proyecto se caracteriza por una precipitación anual de unos 1.650 mm y una temperatura medio de 21°C con pronunciadas variaciones estacionales. Su régimen de caudales se define con base en los registros de la estación de Posadas y el efecto regulador de los embalses de la cuenca superior que se identifica por los efluentes de Itaipú. Así se ha determinado el hidrograma de un ciclo de 40 años, con un caudal medio anual de 11.580 m³/seg que sólo se reduce al 60% en el mes más seco. El correspondiente régimen de las crecidas identifica un caudal de desvío de 39.000 m³/seg, con una frecuencia probable de 25 años, y un caudal máximo de 95.000 m³/seg en las condiciones hidrológicas y meteorológicas más críticas. Los aportes sólidos tienen, por el contrario, un efecto poco significativo, que se estima en una reducción del 7% de la capacidad del embalse en cien años.

La topografía del vaso de embalse ha sido establecida mediante un nuevo relevamiento aerofotogramétrico, que unifica los sistemas de coordenadas y niveles de los dos países, en tanto que la zona del emplazamiento ha sido detallada por medio de un levantamiento taquibatómico. Estos elementos cartográficos identifican un canal angosto y profundo en todo el trayecto comprendido entre Iguazú y Pindo-í, que en el tramo siguiente se amplía hasta Itacua. Este sitio se caracteriza por una topografía suavemente ondulada en que el río corre por un cauce relativamente uniforme, exceptuando un canal de unos 280 m de ancho con profundidades hasta de 35 m.

Las condiciones actuales de la navegación del Paraná son adecuadas en su tramo inferior hasta Corrientes, en tanto que en el tramo superior están restringidas por los rápidos de Apipe, en las proximidades del emplazamiento de Yacyreta, que reducen el calado disponible de 10 a 5 pies y limitan la carga a unas 150 toneladas por barcaza. La investigación de su funcionamiento hidráulico ha requerido la calibración de un modelo hidrodinámico procesable por computadora, que permite reproducir las condiciones operativas del tramo entre Itaipú y Yacyretá.

La geología del vaso de embalse ha sido establecida por medio de un reconocimiento que identifica un cauce labrado en la secuencia basáltica de la formación Serra Geral, entre márgenes aterrazadas de suelos y depósitos aluviales, con excepción del tramo comprendido entre Pindo-í y el Arroyo Yabebyry en que el río ha excavado su valle en las areniscas que en el resto de la zona conforman el basamento inferior. Asimismo la estructura del vaso no presenta evidencia de fallas ni indicios de posibles deslizamientos a efectuarse el llenado del embalse.

Por su parte la geotécnica del emplazamiento ha sido investigada en dos campañas sucesivas, mediante 133 perforaciones en roca a profundidad media de 50 m y una amplia investigación de la cubierta sedimentaria de las márgenes, con unos 10.100 ensayos de las características de los suelos y rocas. Esta investigación ha identificado un sustrato de tres coladas basálticas separadas por capas de brecha, que en las márgenes y el canal profundo del río aparece recubierto con material sedimentario. La colada superior consiste de un basalto denso y duro en que la roca se presenta generalmente inalterada, en tanto que los depósitos de las márgenes consisten de arcillas y limos bastante impermeables y el relleno aluvional del canal profundo presenta una formación estratificada con profundidades hasta de 43 m. Complementariamente se efectuó una investigación geosísmica cuyos perfiles comprobaron la homogeneidad de la estructura geológica y la continuidad del canal profundo en un trayecto de 100 km a partir de Pindo-í.

Los materiales de construcción fueron investigados por una extensa campaña de perforaciones y pozos con unos 8.100 ensayos de clasificación de las muestras de suelos y rocas, que ha identificado unas canteras de basalto con características adecuadas y volúmenes ampliamente suficientes en las dos márgenes del emplazamiento, tanto para los agregados de hormigón como para los materiales de los diques. Asimismo, los yacimientos de materiales arcillosos en ambas márgenes presentan calidades y volúmenes suficientes para los elementos impermeables de los diques, en tanto que las arenas pueden extraerse del cauce del río a una distancia no mayor de 33 km del emplazamiento.

Complementariamente se han analizado las características tectónicas regionales, cuyos registros no indican la ocurrencia de movimientos sísmicos con focos de baja profundidad en el área del Proyecto o en sus cercanías.

Características del Proyecto

La disposición general del Proyecto fue objeto de un extensivo análisis de las características del emplazamiento y las condiciones constructivas y funcionales de las obras, mediante la comparación de 22 esquemas en 7 ejes alternativos que determinaron la disposición representada en el Anexo 2. Complementariamente se efectuó la optimización de la potencia instalada, las características de las unidades y su esquema de conexión, para continuar con el proceso de diseño de las estructuras cuya perspectiva se presenta en el Anexo 3. Así se ha configurado un Proyecto con coronamiento a la cota 110 en un eje con 8,5 km de desarrollo, que consta de las siguientes partes funcionales a partir de la margen izquierda:

- a) Una presa lateral 4.350 m de longitud, que en la parte alta se inicia con una sección homogénea de material arcilloso para fundación directa en los suelos de la terraza, y en la parte baja se continúa por una sección de enrocado con núcleo de arcilla para fundación en roca.
- b) Una central de 16 unidades generadoras de 143,3 MW según la disposición clásica para turbinas Kaplan, que incluyen una playa de montaje en cada uno de sus extremos y conforma una estructura de 652 m de longitud, a la cual se vincula un sistema de transferencia de peces con una escala terminal de estanques escalonados.
- c) Un vertedero de 28 vanos que conforman una estructura de 541 m de longitud, equipados con compuertas radiales de 20 m de altura por 15 m de ancho que descargan en un cuenco amortiguador.
- d) Una presa central de 808 m sobre el canal profundo del río, en sección de enrocado con núcleo de arcilla, que en un tramo de 90 m se funda sobre los aluviones mediante una doble pantalla de pilotes que llegan hasta el nivel de la roca.
- e) Una central de 16 unidades generadoras de 143,3 MW y su sistema de transferencia de peces, en una estructura de 652 m de longitud con disposición simétrica a la de la margen opuesta.
- f) Una esclusa de navegación de 238 m de largo por 27 m de ancho, localizada sobre un canal protegido por espigones y muros de guía, con disposición en el costado inferior del eje de la presa mediante cruzamientos por puente levadizo.

- g) Una presa lateral de 1.270 m de longitud, que en la parte baja se inicia por una sección de enrocado con núcleo de arcilla para fundación en roca, y en la parte alta se continúa con una sección homogénea de material arcilloso para fundación directa en los suelos de la terraza.

Como aspectos particulares del diseño se anota que las estructuras de hormigón y los diques de enrocado se localizan sobre el basalto denso de la colada superior, simplificando el tratamiento de las fundaciones. Asimismo, se anota que la traza del dique de la margen izquierda se ha desplazado hacia aguas arriba para permitir la ampliación futura de la central de esta margen con 16 unidades adicionales, que elevarían la potencia instalada de 4.600 a 6.900 MW en cuanto 10 requiera el sistema interconectado.

La disposición de las estructuras ha sido estudiada con referencia a las condiciones de desvío del río, que se concibe en dos etapas. La primera comienza con la ejecución de un recinto de ataguías sobre cada margen, que encierra las estructuras principales dejando una brecha de 600 m para el escurrimiento del río y la navegación en la zona del canal profundo. La segunda etapa se inicia una vez terminada la esclusa y construido el vertedero con el umbral rebajado, mediante el retiro de las ataguías que los cierran a fin de evacuar el río por el vertedero y transferir la navegación a la esclusa. Entonces se da comienzo a las ataguías de cierre de la brecha para formar el recinto de construcción de la presa central. Finalmente se recrece el umbral del vertedero y se retiran las ataguías en la medida necesaria.

El equipamiento de las centrales se especifica con turbinas Kaplan de 9,5 m de diámetro para una potencia de 143,3 MW bajo una caída media de 22,3 m y una velocidad de 73,2 rpm, directamente acopladas a generadores a la tensión de 13,8 KV con frecuencia de 50 ciclos. Estas unidades incluyen los equipamientos mecánicos auxiliares de rejas y compuertas en las tomas de las turbinas para ser operados con grúas-pórtico desde las plataformas exteriores de las centrales, así como los puente-grúas de las salas de máquinas. Adicionalmente la estructura del vertedero incluye una grúa-pórtico para el mantenimiento de las compuertas que facilitará la fase final del desvío.

La evacuación de la energía se concibe por medio de la conexión, de cada generador con un transformador trifásico de 160 MVA, localizados en la plataforma exterior de cada central y conectados a un doble juego de barras en hexafluoruro de azufre, para derivar dos líneas aéreas hacia la subestación de la respectiva margen, Cada subestación consta de una playa de 500 KV, que se interconectan por una doble línea a través de la estrechura de Candelaria, además de una playa de 220 KV en derivación de un transformador trifásico. A estas playas se conectan los sistemas de transmisión de dos países, mediante dos salidas en 220 KV desde la subestación paraguaya, en tanto que desde la subestación argentina se prevén tres salidas principales de 500 KV y dos de 220 KV hacia el sistema regional.

Como fase inicial del Proyecto se requiere la construcción de las villas permanentes para alojar un personal técnico de unas 500 personas de cada margen, que se reducirá al 60% durante el período de explotación. Asimismo, se requiere la ejecución del acceso desde Encarnación, que se localiza a una distancia de 13 km en línea recta, y la adecuación de la Ruta 12 sobre la margen argentina en un tramo de unos 8 km a partir de la estación ferroviaria de Garupá. Estos accesos servirán de vinculación a la carretera proyectada sobre el coronamiento de las estructuras.

Propósitos del Proyecto

La energía y la navegación fluvial constituyen los propósitos principales del Proyecto, además de la pesca y el turismo como beneficios complementarios, puesto que las zonas potenciales de riego se sitúan en condiciones preferenciales de bombeo desde el embalse de Yacyretá.

Para el análisis de esos efectos se ha investigado el funcionamiento hidráulico del vaso con aplicación del modelo hidrodinámico dentro de las condiciones límites estipuladas en el "Acuerdo Tripartito", que para el punto de fronteras admiten una variación horaria de nivel de 0,50 m y una variación diaria de 2,0 m, con posibilidad de incrementarse en un 20% para condiciones hidrológicas desfavorables, sin exceder una velocidad superficial de 2,0 m/seg. El análisis de los respectivos efectos de la operación de Itaipú, asumiendo un diagrama de base con un pico trapezoidal que optimice los parámetros, es indicativo de que sus 18 grupos son susceptibles de operarse con caudales medios superiores a 8.000 m³/seg, en tanto que para caudales medios inferiores hasta un mínimo de 6.000 m³/seg habría restricciones operativas para dos grupos. Por su parte la operación del Proyecto admite hasta 44 grupos en condiciones aceptables dentro de los límites acordados.

El régimen operativo del Proyecto, así investigado, determina una producción media anual de 20.100 GMh con los 4.600 MW de potencia instalada en las primeras 32 unidades, que proporcionan 3.930 MW con 19.040 GWh en los centros de consumo. Las correspondientes condiciones de la navegación son indicativas de que el régimen de velocidades en el trayecto entre Itaipú y Puerto Iguazú se mantendrá muy cerca del límite acordado, en tanto que en el tramo inferior se amortiguará progresivamente por efecto del embalse. Ese mismo efecto amortiguará las variaciones de los niveles actuales en los puertos.

Para la promoción de los beneficios secundarios del Proyecto se prevé la instalación de un laboratorio de piscicultura experimental en cada una de las centrales, en tanto que para estimular el turismo se ha formulado un plan de la infraestructura de servicios y facilidades en las dos márgenes del embalse, que se implementaría como un complejo integrado.

Efectos Regionales

Las alternativas del medio físico y biótico del ecosistema que forma el embalse han motivado una investigación de sus efectos con referencia a la calidad de las aguas y las características de los suelos, la flora de la zona inundable, su fauna nativa y su fauna ictícola, además de los efectos socio-económicos en el desarrollo regional, la salud pública y los incentivos turísticos. Como resulta de estas investigaciones se sugiere formular un programa de preservación del medio ambiente, del que participen los organismos regionales de los dos países, que contemple los siguientes objetivos:

- Mitigar la erosión de las laderas de los tributarios del embalse con la forestación de las áreas críticas e impedir la propagación de la esquistosomiasis mediante la deforestación de la zona inundable de los arroyos Yabebyry y Capiibary.
- Subvencionar un programa básico de salud preventiva con particular atención al control de las esquistosomiasis, que cuente con los medios mecánicos y químicos para la erradicación del camalote en el perilago y las plantas acuáticas en el embalse.

- Controlar la contaminación acuática desde los laboratorios previstos en las escalas de peces, subvencionar los servicios de ictiología y biología pesquera para lograr un desarrollo racional de la pesca promover una legislación unificada sobre descargas industriales y promocionar los programas de sellado de pozos sépticos e instalación de plantas depuradoras de efluentes urbanos.
- Realizar un programa de rescate de la fauna durante el llenado del embalse, mediante un inventario previo de las especies y sus áreas de ubicación, reubicándolas en una reserva natural sobre cada una de las márgenes.
- Contribuir a la preservación y restauración de las ruinas de las Misiones Jesuíticas y estimular la preparación de un inventario arqueológico regional.

Las afectaciones del embalse en materia de viviendas, tierras y obras de infraestructura han sido objeto de una investigación detallada con el doble objetivo de evaluar las indemnizaciones y programar la asistencia necesaria para mitigar sus efectos sociales.

Esa investigación ha indicado un total de 3.260 viviendas afectadas con una población de unos 15.200 habitantes, que se ubican dentro de una superficie de 47.867 has. en que se incluye el área conjuntamente inundada por el embalse de Yacyretá, en tanto que la superficie neta afectada por el Proyecto se reduce a 34.225has que se localizan en el 61% en la margen izquierda y el 39% en la margen derecha. En materia de infraestructura las afectaciones principales comprenden 23 km de rutas pavimentadas y 9 establecimientos industriales grandes, entre los que se cuentan las fábricas de celulosa de la margen izquierda, así como el nuevo puerto paraguayo de Pte. Franco y algunos bienes y servicios de las entidades oficiales.

Presupuesto de Costo

Los estimativos de costo del Proyecto han sido desarrollados con base en las cantidades de obra del anteproyecto avanzado y la especificación de los elementos que integran cada uno de los contratos de equipos electromecánicos, evaluados a precios de julio de 1982 por su valor equivalente en dólares. Complementariamente se han evaluado las obras preparatorias, las relocalizaciones y los costos ecológicos, incluyendo sus gastos operativos durante un período de 10 años. El costo básico de construcción así obtenido se incrementa con un margen de imprevistos y con los recargos por concepto de administración e ingeniería, configurando el siguiente presupuesto en millones de dólares:

Obras preparatorias	112,7
Relocalizaciones	99,9
Costos ecológicos	76,5
Obras civiles principales	1.788,4
Equipos electromecánicos	<u>1.088,9</u>
COSTO BASICO DE CONSTRUCCIÓN	3.166,5
Imprevistos	168,8
Ingeniería y administración	<u>450,3</u>
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	<u>3.785,6</u>

Este presupuesto tiene un valor equivalente a U\$S 823 por KW instalado, que se integra con un 40% de divisas y un 60% de monedas nacionales. Adicionalmente se evalúan las ampliaciones del Sistema interconectado argentino en una cuantía de U\$S 543,7 millones con el carácter de obras complementarias.

Programa de Construcción y Equipamiento

El cronograma de construcción del Proyecto ha sido formulado por medio de una serie de redes de camino crítico que determinan un plazo total de 83 meses para la puesta en servicio del primer grupo de cada central y de 94 meses para completar 14 grupos en servicio, en tanto que el resto de equipamiento se habilita en un plazo adicional de 3 años. El programa de desvío y la disposición de las estructuras implican una división uniforme de los trabajos entre los obradores de las dos márgenes.

La iniciación operativa del Proyecto ha sido establecida en función del análisis del mercado eléctrico y el plan de equipamiento argentino, puesto que la participación paraguaya en los proyectos de Itaipú y Yacyretá bien puede satisfacer su demanda hasta mas allá del primer lustro del próximo siglo. Para esos efectos se ha revaluado la demanda del sistema interconectado argentino con una tasa de crecimiento del 7,9% anual a partir del consumo registrado en 1980, que sitúa su pronóstico en 10.700 MW en 1990 y 21.860 MW hacia el fin del siglo. Para atender este mercado el sistema dispondrá de 12.850 MW al término de las obras en proceso, que podrán abastecer la demanda hasta 1990 con un margen normal de reserva. Para el período subsiguiente se esta implementando un programa prioritario de 4.790 MW integrados por la nuclear de Atucha 11 y las hidroeléctricas de Piedra del Águila y Yacyretá. Pero ya para 1994 se presentaría un déficit de energía, que a partir de ese año se programa cubrir con el Proyecto. Con referencia a este plazo se establecen las siguientes fechas clave del cronograma de construcción que se presenta en el Anexo 4:

- | | |
|---|------------|
| • Iniciación de las obras | Enero 1987 |
| • Operación de 2 unidades con embalse a la cota 97 | Dcbre 1993 |
| • Llenado total del embalse con 14 unidades en servicio | Nvbre 1994 |
| • Terminación del equipamiento | Nvbre 1997 |

La implementación del Proyecto con ese cronograma supone el llamado a concurso para las obras principales en marzo de 1985, una vez cumplidos los tramites procedimentales del caso y la ejecución de las obras preparatorias, según se programa en el Anexo 5.

Evaluación Económica

La factibilidad económica del Proyecto es evaluada globalmente en términos de su energía y de su prioridad dentro del plan de equipamiento argentino, o separadamente en función de sus principales usos.

La evaluación global de la energía se desarrolla en aplicación del procedimiento clásico que relaciona el valor presente de los costos del Proyecto, durante toda su vida útil, con el valor presente de los costos de una solución termo-nuclear alternativa, a título de beneficios. Los resultados de este análisis se expresan por la tasa de retorno interno que iguala los costos y beneficios. Esa tasa equivale al 30,8% a precios de cuenta, que supone eli-

minar los gravámenes e impuestos sobre los insumos y revaluar la mano de obra a los niveles locales de salarios, en tanto que a precios de mercado, o sea, en función del presupuesto de costo, la tasa equivale al 27,3%. Esta tasa es poco sensible a la variación de los parámetros económicos, puesto que el incremento de los costos y el descenso de los beneficios en un 20% solo la reducen al 16,6%. Por el contrario, el aumento en el precio de los combustibles tiene una considerable influencia positiva en la tasa de retorno interno.

La evaluación separada de la navegación fluvial considera el Alto Paraná como un solo conjunto, dentro del principio de que los costos asignables no incluyen la esclusa del Proyecto, puesto que ella cumple la función de conservar abierta la vía navegable en el tramo superior. Esta evaluación se efectúa en función del valor presente de la operación del sistema fluvial en 50 años, en términos comparativos con el valor presente de un sistema mixto con transporte vial en el tramo superior a partir de Itá-Ibaté, o bien a partir del eje Encarnación-Posadas. Esa comparación indica que el costo medio de transporte entre la zona de influencia y Buenos Aires resulta menor con tráfico fluvial que en los dos sistemas mixtos considerados.

Los demás usos tienen una incidencia menor, puesto que los estímulos a la pesca solo constituyen una mitigación de los efectos adversos y los beneficios del turismo solo amortizan la infraestructura necesaria, pero el desarrollo regional puede recibir un significativo impacto durante la ejecución de las obras con un posterior estímulo de las posibilidades industriales.

La prioridad del Proyecto dentro del plan de equipamiento argentino se analiza en aplicación de la metodología normalizada por la Secretaría de Energía, que optimiza el costo de expansión de las instalaciones de generación y transmisión por su valor presente, dando lugar a 3 posibilidades alternativas:

- Que el Proyecto se habilite en la fecha mas temprana, o sea en coincidencia con el cronograma previsto;
- Que el Proyecto se difiera a 1997 mediante la instalación anticipada del aprovechamiento del Paraná Medio Sur, previsto para una potencia de 2.150 MW con 18.300 GWh de energía media anual; y
- Que el Proyecto se excluya del plan de equipamiento.

La prioridad inmediata del Proyecto, que se identifica por la comparación entre la primera y la tercera variante, indica una relación beneficio-costos de 1,16 con una tasa de actualización del 12% anual, en tanto que el diferimiento del Proyecto en 4 años, que se identifica por la comparación entre la segunda y la tercera variante, reduce la relación beneficio-costos a 1,12. Por su parte la prioridad con respecto al aprovechamiento del Paraná Medio Sur, que se identifica por la comparación entre la primera y la segunda variante, indica una relación beneficio-costos de 1,04. Estas ventajas del Proyecto se mantienen hasta un incremento de costo del 70%, así como en el caso de que el presupuesto del Paraná Medio Sur se reduzca en el 40%, lo cual indica que el Proyecto tiene una mayor justificación económica cuanto más pronto ingreso al sistema.

Posibilidades Financieras

El análisis del financiamiento se orienta hacia la formulación de un plan tentativo que defina un esquema en principio, con el cual se identifiquen las fuentes potenciales de crédito y los necesarios niveles de tarifas que estén en capacidad de cubrir los costos de explotación y el servicio de la deuda. Este esquema considera el financiamiento de las inversiones durante el período de la construcción por medio del crédito externo para las divisas y crédito interno para los gastos locales, salvo una pequeña contribución patrimonial, en tanto que las inversiones durante el período de equipamiento se cubren con los ingresos por la venta de energía.

Como fuentes de crédito externo se consideran los Proveedores de Equipos, por el 85% de su valor FOB en un plazo de 10 años a partir de la puesta en servicio; las Agencias Internacionales por el equivalente del valor escalado de los créditos para Yacyretá con 15 años de plazo; y los Bancos Privados Internacionales por el saldo de divisas con 8 años de plazo a partir de la misma fecha. Como fuente preferencial de crédito interno se consideran los Fondos Energéticos de Argentina en condiciones similares de amortización a las autorizadas para Salto Grande y Yacyretá, o sea en un plazo de 12 años que comience a los 10 años de la puesta en servicio. Este esquema tentativo indica que los escalamientos de costos y los gastos financieros incrementarían en un 141% el costo presupuestado a precios de julio de 1982, con las siguientes participaciones de las varias fuentes financieras:

Contribución patrimonial	1,3 %
Crédito externo	37,3 %
Crédito interno	47,9 %
Ingresos por venta de energía	13,5 %

La condición de equilibrio entre las fuentes y los usos de fondos determina una tarifa máxima de USc 3,0 por KWh a precios actuales, a partir del segundo año de explotación, en tanto que la tarifa actual de Salto Grande equivale a USc 3,2 por KWh. Este análisis supone que el servicio de la esclusa sería subvencionado por la energía con miras a incentivar la navegación. Complementariamente se ha evaluado la tasa de retorno financiero en el 15% anual, mediante la condición de equilibrio entre el valor presente de los desembolsos del Proyecto con el de sus beneficios potenciales, valorados para la solución termo-nuclear alternativa o por aplicación de la tarifa de Salto Grande.

Conclusiones

El Proyecto descrito conforma un aprovechamiento hidroeléctrico de primer orden por su adecuada ubicación y concepción armónica, que se respalda en un extenso programa de investigaciones con alcances poco comunes en estudios similares. Su justificación económica esta ampliamente respaldada en una alta tasa de retorno interno y su prioridad dentro del plan de equipamiento argentino, que aumenta con su más pronto ingreso al sistema. Asimismo, su evaluación financiera es indicativa de la posibilidad de implementar un esquema convencional con una tarifa inferior a la de Salto Grande. Consecuentemente puede afirmarse que el Proyecto proporciona una factibilidad técnica, económica y financiera de niveles excepcionales.

ANEXOS

FICHA TECNICA

Emplazamiento

- Lugar : Itacuí (km 1597 Río Paraná)
- Departamento Paraguay: Itapúa
- Provincia Argentina: Misiones
- Ciudades más cercanas: Encarnación (Paraguay)
Posadas (Argentina)
- Río : Paraná

Características Hidrológicas y de Operación de Embalse

- Cota de embalse
 - Nivel máximo extremo 107,5 m
 - Nivel máximo normal 105,0 m
 - Promedio ponderado 104,7 m
- Cota de restitución
 - Nivel máximo extremo 88,4 m
 - Nivel máximo normal(Central a plena operación) 82,7 m
 - Promedio ponderado 82,3 m
- Salto Neto
 - Máximo normal 22,8 m
 - Mínimo 20,8 m
- Área del embalse (para 11.900 m³/s) 575 km²
- Volumen total del embalse 13.000 hm³
- Longitud del embalse 354 km
- Modulo o caudal medio del río 11.900 m³/s
- Crecida de Proyecto 95.000 m³/s

Características Energéticas

- Potencia instalada 4.600 MW
- Potencia firme en bornes de generador 4.300 MW
- Energía Media Anual 20.100 CWh

Presas Principales

- Tipo Mixta (hormigón, materiales sueltos)

- Longitud:
 - Esclusa 56 m
 - Presa intermedia 137 m
 - Central margen derecha 652 m
 - Presa central (enrocado con núcleo central) 808 m
 - Vertedero 541 m
 - Central margen izquierda 652 m

- Volúmenes:
 - Hormigón 4.600.000 m³
 - Cemento 820.000 t
 - Armaduras 280.000 t
 - Materiales sueltos (Presa Central) 3.800.000 m³

Presas Laterales

- Tipo: Materiales sueltos.

- Longitud de coronamiento 5.628 m
- Volumen de material 9.800.000 m³

- Longitud Total de las Obras (cota 110) 8.474 m

Central

- Tipo de central: 2 módulos exteriores con tomas integradas a la presa.

- Longitud (cada módulo) 652 m
- Ancho 87,5 m
- Volumen de hormigón 3.270.000 m³
- Excavación tierra 250.000 m³
- Excavación roca 3.700.000 m³
- Número de unidades generadoras (c/módulo) 16

Turbinas

- Tipo: Kaplan.
- Salto neto nominal 22,3 m
- Rango de caída neta 20,8 -22,8 m
- Caudal nominal turbinado 715 m³/s
- Velocidad de rotación nominal 73,17 rpm
- Diámetro 9,5 m
- Potencia nominal 143,3 MW

Generadores

- Tipo: Síncronico.
- Capacidad nominal 160 MVA
- Tensión nominal 13,8 KV

- Factor de potencia 0,9
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Velocidad nominal 73,17 rpm

Transformadores

- Potencia nominal 160 MVA
- Tensión 13,8 -525 KV

<u>Grúas</u>	<u>Cantidad total</u>	<u>Capacidad (t)</u>
• Puentes grúas principales de centrales	8	360/25
• Puentes grúas auxiliares de centrales	8	40/5
• Grúas pórtico de compuertas de emergencia	2	510
• Grúas pórtico de mantenimiento para tomas	4	45/5
• Grúas pórtico de los tubos de aspiración	2	25

Vertedero

- Tipo: Cresta vertedora.
- Capacidad de descarga (a cota 107,5 m) 96.200 m³/s
- Longitud total incluida pilas 541 m
- Compuertas:
 - Tipo: Radial
 - Numero 28
 - Altura nominal 20 m
 - Ancho 15 m
 - Grúa pórtico (una) 30 t/10 t
 - Tipo dissipador de energía: Cuenco amortiguador.
 - Volumen de hormigón 800.000 m³

Esclusa

- Longitud útil 238 m
- Ancho útil 27 m
- Tirante mínimo 5,5 m
- Tiempo de esclusado completo 42 mino
- Volumen de hormigón 530.000 m³
- Compuertas de Acceso Aguas Arriba:
 - Tipo: Vagón
 - Número: 2 (servicio y mantenimiento)

- Tamaño: 15,64 m x 30,5 m (servicio) y
15,64 m x 8,5 m (mantenimiento) (cada hoja).

Instalación de peces

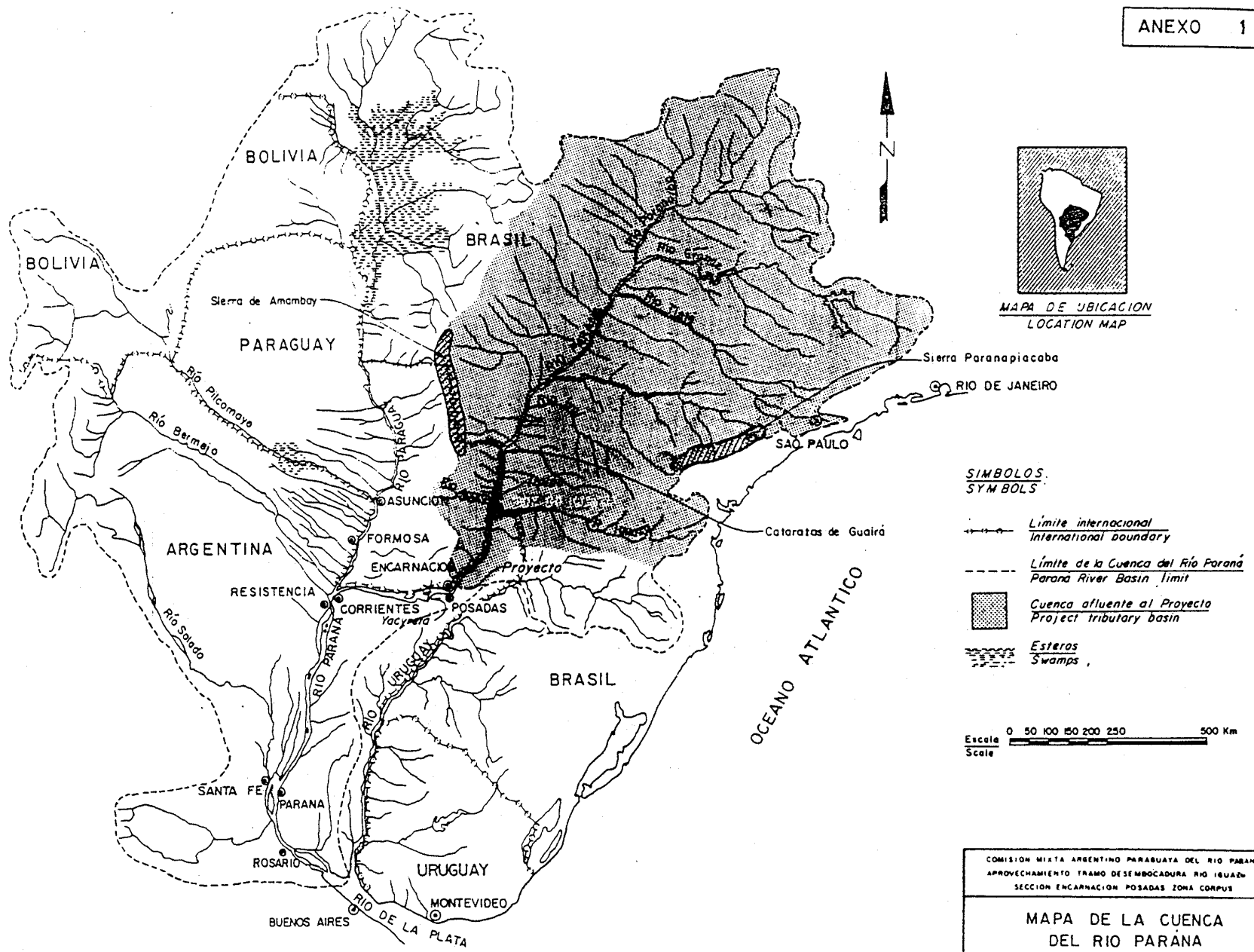
- Cuatro (4) entradas con agua de atracción y dos (2) escalas.

Carretera sobre la Presa





- Tipo: Vial.
- Ancho de calzada 6,70 m

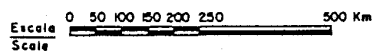
Costo de Construcción

- Costo de construcción a julio de 1982 incluye costos de ingeniería sin líneas de transmisión U\$S 3.785,6 millones



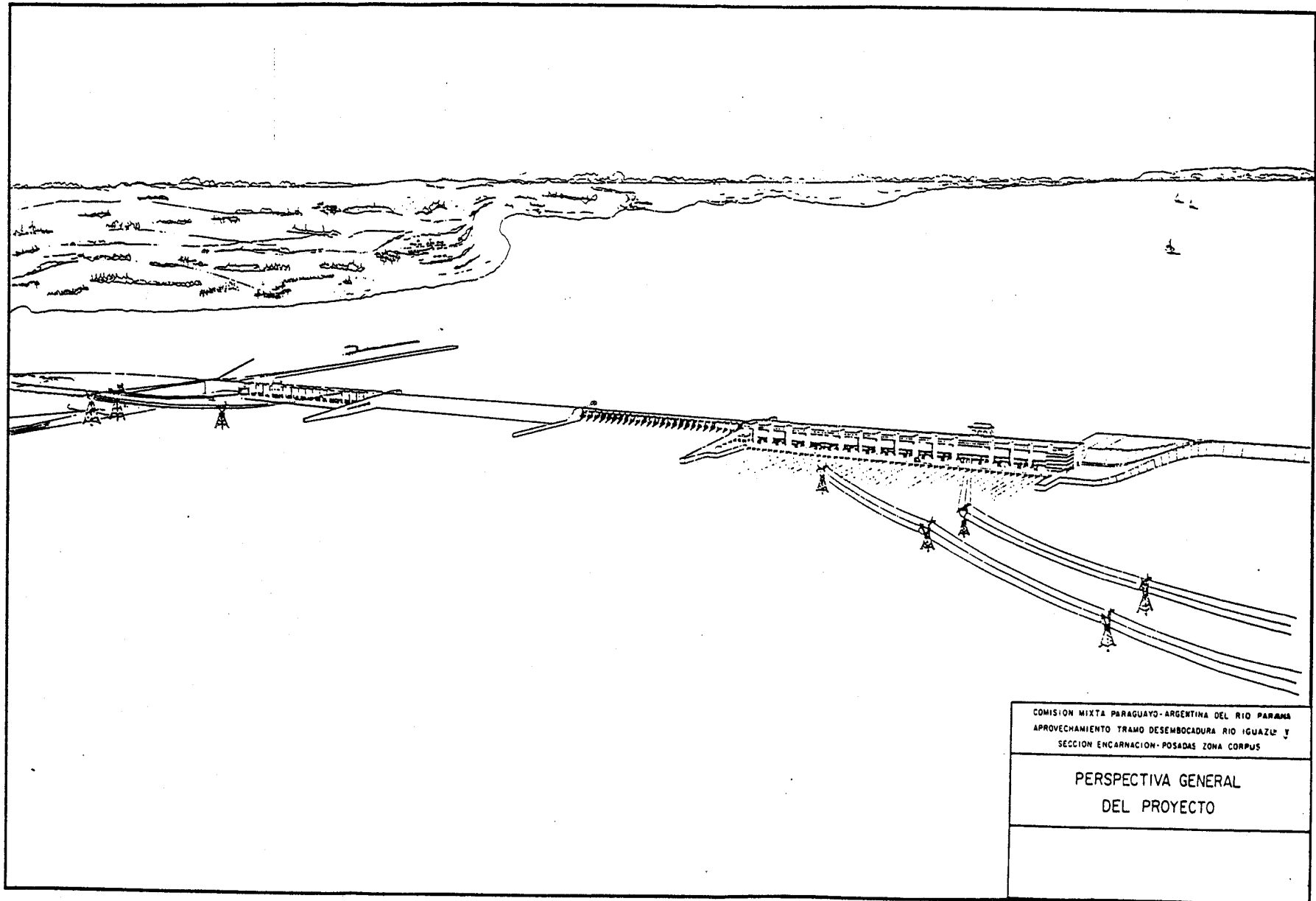
SIMBOLOS
SYMBOLS

-  Límite internacional
International boundary
-  Límite de la Cuenca del Río Parana
Parana River Basin limit
-  Cuenca afluente al Proyecto
Project tributary basin
-  Esteros
Swamps



COMISION MIXTA ARGENTINO PARAGUAYA DEL RIO PARANA
APROVECHAMIENTO TRAMO DESEMBOLADURA RIO IGUAZU Y
SECCION ENCARNACION POSADAS ZONA CORPUS

MAPA DE LA CUENCA
DEL RIO PARANA



COMISION MIXTA PARAGUAYO-ARGENTINA DEL RIO PARANA
APROVECHAMIENTO TRAMO DESEMBOCADURA RIO IGUAZU Y
SECCION ENCARNACION-POSADAS ZONA CORPUS

PERSPECTIVA GENERAL
DEL PROYECTO