



Boletín N°3 del GISE (2025):

PARAGUAY 2025



ENERGÍA EN PARAGUAY, EL CAMINO HACIA EL HUB TECNOLÓGICO DE AMÉRICA LATINA

Paraguay está en un momento crucial de su historia en lo que respecta al sector energético en general, y el sector eléctrico en particular. Con la deuda de Itaipú saldada y una base económica que asegura el manejo de los recursos hasta 2027, las decisiones sobre el uso del superávit de generación de electricidad pueden marcar el futuro del país.

ENERGÍA EN PARAGUAY, EL CAMINO HACIA EL HUB TECNOLÓGICO DE AMÉRICA LATINA

Paraguay está en un momento crucial de su historia en lo que respecta al sector energético en general, y el sector eléctrico en particular. Con la deuda de Itaipú saldada y una base económica que asegura el manejo de los recursos hasta 2027, las decisiones sobre el uso del superávit de generación de electricidad pueden marcar el futuro del país. En un nuevo estudio, realizado por Investigadores del Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos (GISE) de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (FPUNA), se desarrollan elementos para diseñar una estrategia rentable y sostenible para las industrias de centros de datos.

Históricamente, Paraguay ha cedido gran parte de la energía que no es utilizada localmente a los países condóminos de las hidroeléctricas binacionales. En estudios anteriores del GISE, ya se consideraron escenarios de utilización del superávit de electricidad para el desarrollo industrial dentro de Paraguay, con sus correspondientes impactos en el PIB hasta el 2040.

El análisis presentado en este estudio es nuevo y busca contribuir a los anteriores tomando en cuenta una industria en particular, y su impacto directo en el corto plazo. Considerando diversos escenarios, se analizó la posible incidencia sobre el sistema eléctrico paraguayo de utilizar el ingreso generado a partir de la comercialización de electricidad a las industrias de centros de datos. Desde la perspectiva del sistema eléctrico, los centros de datos son una gran demanda intensiva y constituyen una oportunidad para que Paraguay transforme su superávit de generación de electricidad en un nuevo sector de valor agregado.

EL INFORME ANALIZA ALGUNOS DE LOS EVENTUALES IMPACTOS ECONÓMICOS Y ENERGÉTICOS DE DESARROLLAR ESTE ECOSISTEMA, DESTACANDO SU POTENCIAL PARA:

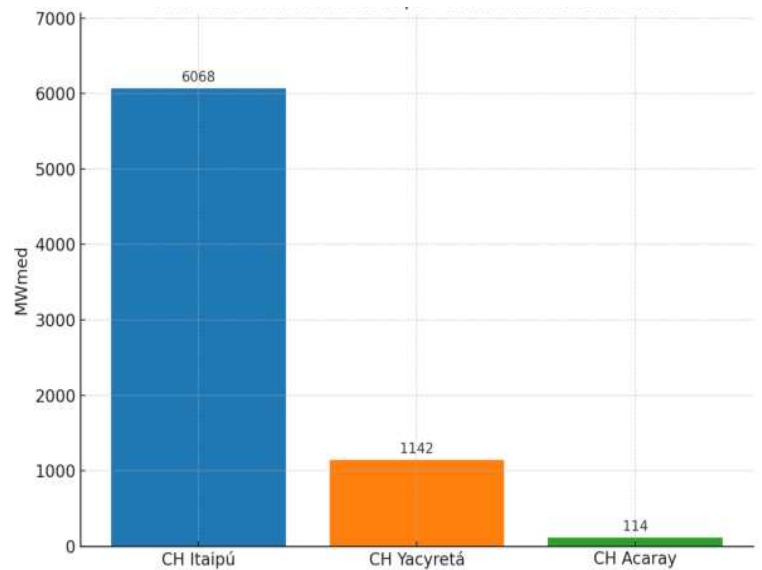
- Disponibilidad de mayores recursos por venta de energía internamente.
- Generar empleo calificado en tecnología e ingeniería.
- Posicionar a Paraguay como un hub tecnológico en América Latina.

Finalmente, se incluye un análisis de trabajos pendientes una vez culminado este estudio.

SITUACIÓN ACTUAL

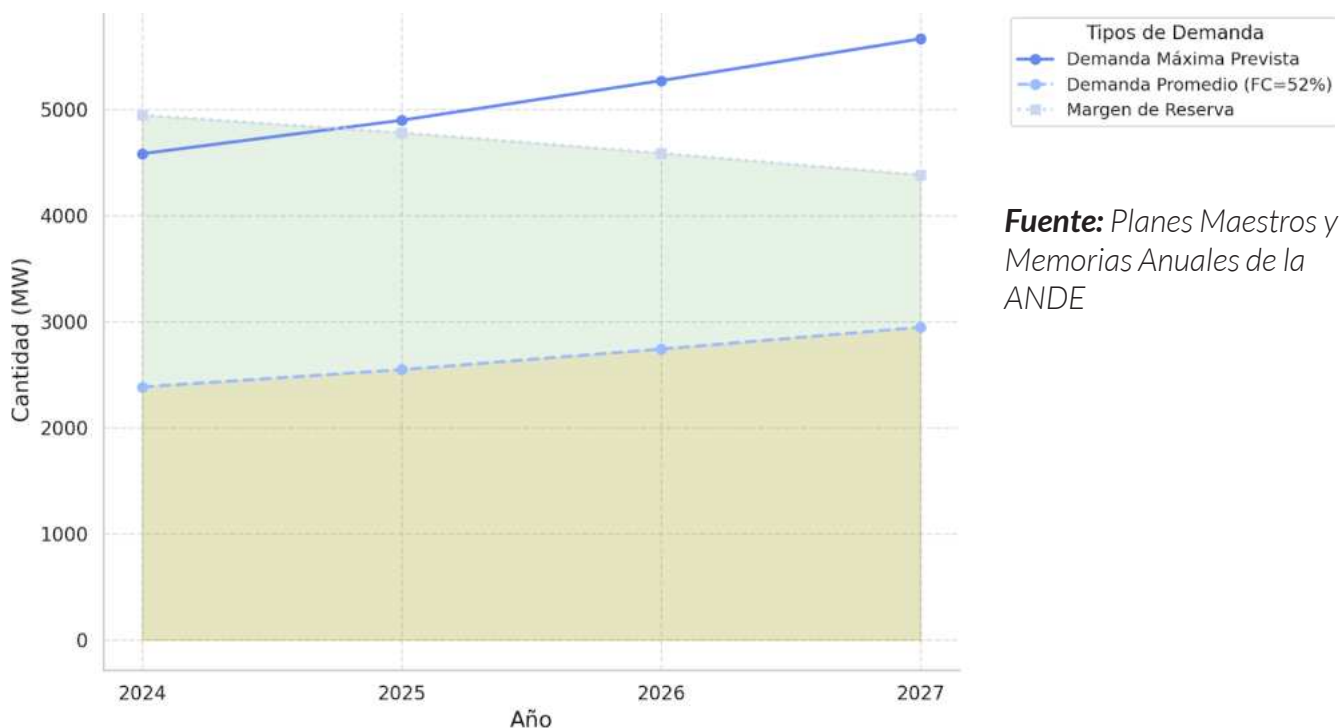
Se realizó una proyección de la demanda eléctrica nacional para el corto plazo, abarcando los años 2024, 2025, 2026 y 2027. La oferta disponible se basa principalmente en la energía generada por las hidroeléctricas de Paraguay, incluyendo la capacidad combinada de Itaipú, Yacyretá y Acaray, que se estima en un promedio constante de 7.323 MW.

El análisis de la demanda considera tres variables: la demanda máxima, la demanda promedio y el margen de reserva, con respecto a la demanda promedio. Así, para 2027, se estima un margen de reserva promedio de 4.379 MW.



Fuente: Planes Maestros y Memorias Anuales de la ANDE

DEMANDA ANUAL PROMEDIO Y MARGEN DE RESERVA PARA EL PERÍODO:



Fuente: Planes Maestros y Memorias Anuales de la ANDE

PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE INDUSTRIA DE CENTROS DE DATOS

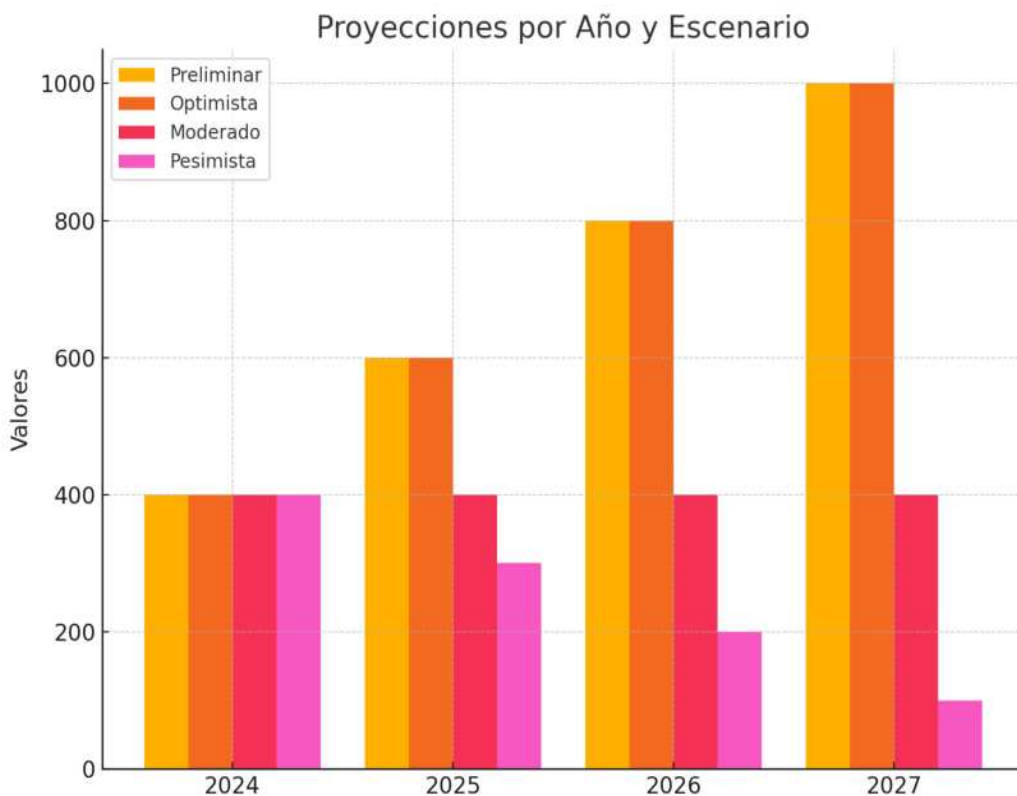
Se plantean cuatro escenarios para contextualizar las oportunidades disponibles en cuanto a crecimiento de la industria de Centros de Datos

1 ESCENARIO PRELIMINAR: supone el escenario de crecimiento de la industria previa al ajuste de tarifas de la ANDE, de 2024.

3 ESCENARIO OPTIMISTA: supone que el crecimiento de la industria se mantendrá igual al anterior a pesar del incremento de tarifas

2 ESCENARIO MODERADO: supone que el crecimiento de la industria se estancará debido al aumento de tarifas, y por tanto su carga se mantendrá estable durante el período

4 ESCENARIO PESIMISTA: supone que el crecimiento de la industria se contraerá y la proyección de demanda se reducirá significativamente durante el período



Fuente: Números consensuados de la CAPAMAD (Cámara Paraguaya de Minería de Activos Digitales)

Observación: Los escenarios de crecimiento son totalmente modificables bajo criterio experto.

ANÁLISIS DE INGRESOS DEBIDOS A LA COMERCIALIZACIÓN DE ELECTRICIDAD

Se han analizado cinco escenarios para evaluar los ingresos de comercialización.

Escenario 1 – Tendencial: supone que todo el margen de reserva será cedido a los países socios de las Centrales Hidroeléctricas Binacionales a una tarifa de referencia de USD 10 /MWh. El ingreso será percibido en su totalidad por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Escenario 2– Preliminar con Tarifa A: supone que la industria de Centros de Datos crecerá según su previsión original previa al incremento de tarifas de junio pasado. Por tanto, la comercialización se dará en los términos de la resolución correspondiente a una tarifa de referencia de USD 39 /MWh a ser percibida por la ANDE. Adicionalmente, se prevé un ingreso del 10% de la comercialización en términos de Impuesto al Valor Agregado (IVA), a ser percibido por el MEF.

Escenario 3–Optimista con Tarifa B: supone que la industria de Centros de Datos crecerá según su previsión original a pesar del incremento de tarifas de junio pasado. Por tanto, la comercialización se dará en los términos de la resolución correspondiente a una tarifa de referencia de USD 44 /MWh a ser percibida por la ANDE. Adicionalmente, se prevé un ingreso del 10% de la comercialización en términos de Impuesto al Valor Agregado (IVA), a ser percibido por el MEF.

Escenario 4 – Moderado con Tarifa B: supone que la industria de Centros de Datos crecerá de forma moderada considerando un incremento a una tarifa de referencia de USD 44 /MWh a ser percibida por la ANDE. Adicionalmente, se prevé un ingreso del 10% de la comercialización en términos de Impuesto al Valor Agregado (IVA), a ser percibido por el MEF.

Escenario 5 – Pesimista con Tarifa B: supone que la industria de Centros de Datos se reducirá significativamente producto de un incremento a una tarifa de referencia de USD 44 /MWh a ser percibida por la ANDE. Adicionalmente, se prevé un ingreso del 10% de la comercialización en términos de Impuesto al Valor Agregado (IVA), a ser percibido por el MEF.

Observación: en todos los casos desde el Escenario 2 al Escenario 5, se considera que la diferencia entre el Margen de Reserva y la proyección de crecimiento de las demandas de Centros de Datos serán cedidas a los países socios de las Centrales Hidroeléctricas Binacionales a una tarifa de referencia de USD 10 /MWh. El ingreso será percibido en su totalidad por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). A modo de ejemplo, se muestran los dos cuadros de proyección de ingresos percibidos en el Escenario 3. Los mismos se obtienen para todos los escenarios.

ESCENARIO 3: COMERCIALIZACIÓN DE INDUSTRIAS DE CENTROS DE DATOS

AÑO / ACTOR	ANDE	ADUANA	MEF TESORO	MEF IMPUESTO
2024	155.308.000	0	0	15.530.800
2025	232.962.000	0	0	23.296.200
2026	310.616.000	0	0	31.061.600
2027	388.270.000	0	0	38.827.000
Total	1.087.156.000	0	0	108.715.600

ESCENARIO 3: CESIÓN A PAÍSES VECINOS - GRACIAS A QUE TODAVÍA EXISTE SUPERÁVIT

AÑO / ACTOR	ANDE	ADUANA	MEF TESORO	MEF IMPUESTO
2024	0	0	397.844.840	0
2025	0	0	365.975.960	0
2026	0	0	331.465.064	0
2027	0	0	295.997.576	0
Total	1.087.156.000	0	1.391.283.440	0

CUADRO COMPARATIVO DE ESCENARIOS

Los ingresos percibidos se totalizan para el período y se organizan en una matriz.

ESCENARIOS	INGRESOS ANDE (VENTA)	INGRESOS MEF (IMPUESTOS)	INGRESOS MEF (CESIÓN)	TOTALES
Escenario 1	0	0	1.636.563.440	1.636.563.440
Escenario 2	956.592.000	95.659.200	1.391.283.440	2.443.534.640
Escenario 3	1.087.156.000	108.715.600	1.391.283.440	2.587.155.040
Escenario 4	621.232.000	62.123.200	1.496.403.440	2.179.758.640
Escenario 5	388.270.000	38.827.000	1.548.963.440	1.976.060.440

CÁLCULO DEL COSTO DE OPORTUNIDAD (CDO)

El CdO se plantea como la relación entre una situación de análisis y otra de referencia. Por ejemplo, el CdO de Escenario 3 respecto al Escenario 1 está dado por el cociente entre los valores del Escenario 3 y los valores del Escenario 1. Aquí planteamos obtener dos tipos de CdO: primero, el CdO respecto al Escenario 1 – Tendencial, y segundo, el CdO respecto al Escenario 2 – Tarifa Anterior. Asimismo, planteamos analizar el CdO respecto a los ingresos potenciales Totales, así como también respecto a los ingresos potenciales de ANDE.

CDO RESPECTO A LOS INGRESOS POTENCIALES TOTALES

Teniendo como referencia el Escenario 1:

Escenario 3: **158,08%**

Escenario 4: **133,19%**

Escenario 5: **120,74%**

Teniendo como referencia el Escenario 2:

Escenario 3: **105,88%**

Escenario 4: **89,21%**

Escenario 5: **80,87%**

CDO RESPECTO A LOS INGRESOS POTENCIALES DE ANDE

Teniendo como referencia el Escenario 1:

Escenario 3: Inf

Escenario 4: Inf

Escenario 5: Inf

Teniendo como referencia el Escenario 2:

Escenario 3: **113,65%**

Escenario 4: **64,94%**

Escenario 5: **40,59%**

INVERSIONES PREVISTAS EN EL PLAN MAESTRO DE ANDE PARA EL PERÍODO (EN MILLONES USD)

AÑO	TRANSMISIÓN	GENERACIÓN	TOTAL
2024	330,00	159,23	489,23
2025	263,00	316,41	579,41
2026	369,00	154,58	523,58
2027	470,00	0,00	470,00
TOTAL	1.432,00	630,21	2.062,21

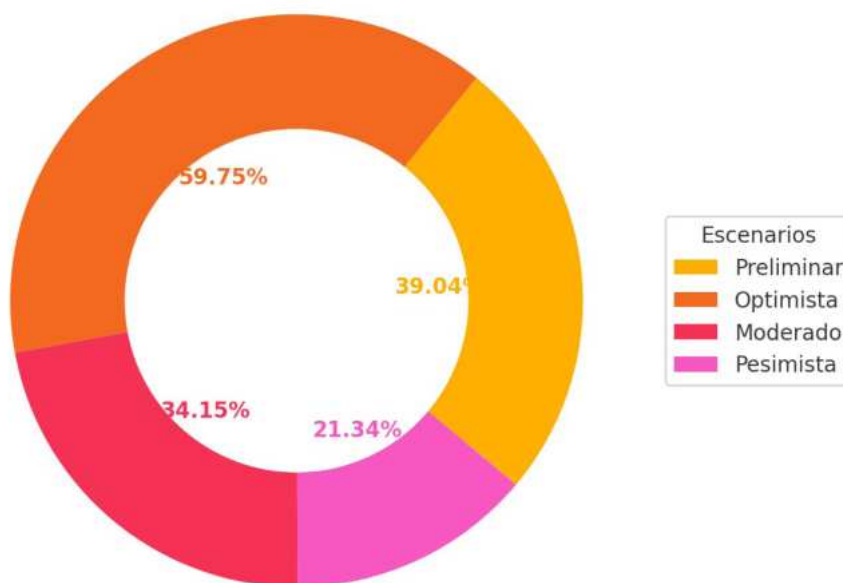
Considerando una estimación de costo equivalente de compra de energía de USD 28,97/MWh, se calcula el margen de la ANDE respecto a la comercialización para las industrias de Centros de Datos en todos los escenarios (en millones de USD):

	PRELIMINAR	OPTIMISTA	MODERADO	PESIMISTA
Venta a Centro de Datos	956.592.000	1.087.156.000	621.232.000	388.270.000
Compra	710.576.160	710.576.160	406.043.520	253.777.200
Margen*	246.015.840	376.579.840	215.188.480	134.492.800

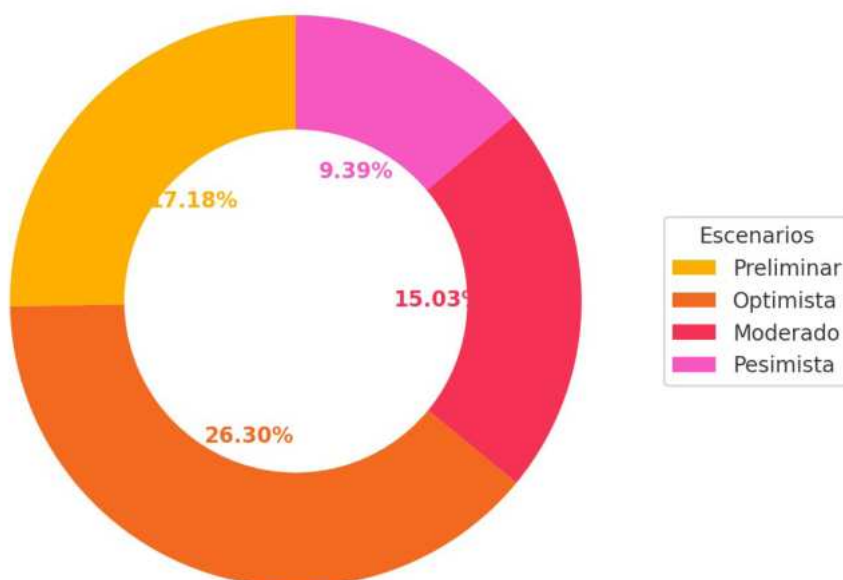
(*) Margen estimativo únicamente luego de la compra de energía de las Centrales Binacionales

Finalmente, se encuentra la relación entre este margen y el presupuesto para inversiones de generación y transmisión del Plan Maestro de ANDE para el período:

Margen / Presupuesto Generación

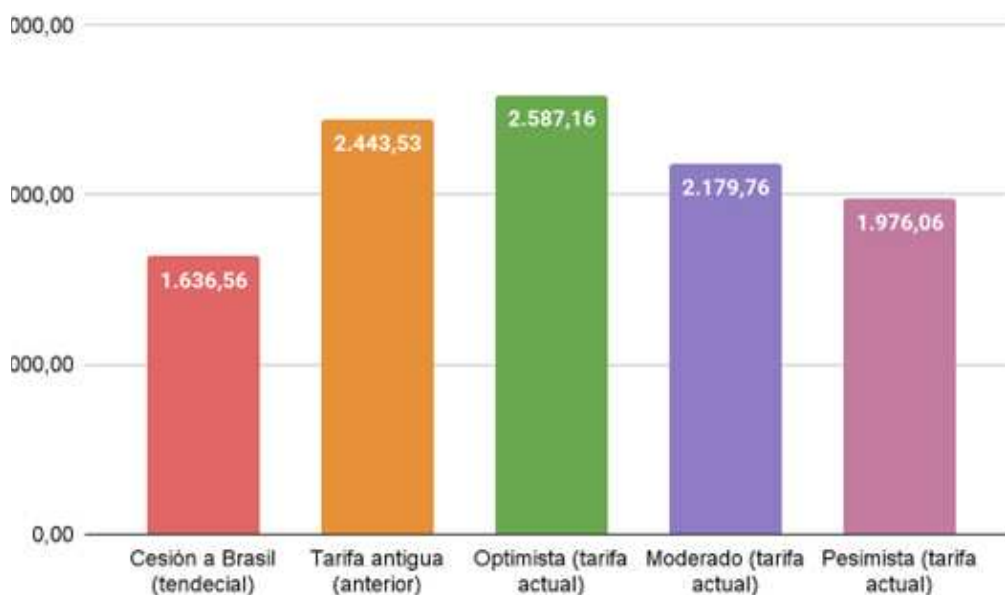


Margen / Presupuesto Transmisión



CONCLUSIONES

El Escenario Optimista con tarifa actual es el más favorable, con ingresos de USD 2.587 millones, superando en USD 144 millones al Escenario Preliminar con tarifa antigua. Esto subraya la rentabilidad de esta opción frente a otra



Luego, entre 2024 y 2027, estos ingresos proyectados podrían financiar:

39% de las inversiones en generación

17% de las inversiones en transmisión

Finalmente, se puede mencionar que el análisis realizado muestra que apostar en las industrias de centros de datos puede contribuir a:

- Genera ingresos significativos a corto plazo.
- Impulsa infraestructura crítica y sostenibilidad.
- Fomenta innovación y empleo calificado.

REVISIÓN CRÍTICA DEL PRESENTE ESTUDIO

Se encontró fuera del alcance del presente análisis y, por tanto, se encuentra pendiente para próximos boletines del GISE, entre otros, la atención a los siguientes puntos:

1.La actualización de las premisas correspondientes a la ANDE, tales como la Memoria Anual y los Planes Maestros, cuya nueva versión abarcando de 2024 a 2043 fue publicada recientemente

2.La estimación de los montos comercializados se basa en promedios equivalentes anuales de oferta y de demanda. Estos parámetros fluctúan de forma natural durante el año atendiendo, entre otras cosas, a la disponibilidad de los recursos energéticos primarios y los hábitos condicionantes de la demanda de electricidad. Se encuentra pendiente el análisis puntual del balance de oferta y demanda en situaciones de carga máxima, donde el sistema de electricidad enfrenta su mayor exigencia y se prioriza el suministro a las cargas esenciales y a la ciudadanía en general. No obstante, los números arrojados constituyen una primera aproximación necesaria para enfocar el análisis.

3.El margen planteado para la ANDE puede no solo considerar obras de generación y transmisión, sino también obras en distribución y telemática, que conforman los demás segmentos del Plan Maestro. Si bien existen industrias de centros de datos que pueden conectarse en alta tensión y requerir obras de alta y muy alta tensión, también existe una gran cantidad de este tipo de industrias conectadas en tensión de distribución. Asimismo, existen otros componentes dentro de la estructura de costos de la ANDE a ser cubiertos por este margen, como por ejemplo los administrativos o los gastos del personal. Finalmente, lo que se muestra como margen constituye una referencia para dimensionar el eventual aporte de este tipo de industrias para futuras obras de expansión del sistema de potencia nacional.

4.Se asumió que el contexto regulatorio es el actual. Posibles variantes del marco, tales como la definición de tarifas y condiciones de suministro con la ANDE, así como también la ejecución de inversiones de refuerzo al Sistema Interconectado Nacional (SIN), más precisamente en los segmentos de generación y transmisión, por parte de empresas privadas, junto con la definición de su correspondiente remuneración y demás condiciones, se dejan para próximos trabajos.

Por último, se vuelve a resaltar que este boletín busca contribuir al hilo de estudios elaborados y presentados previamente por el GISE en la línea de industrialización de Paraguay con base en el uso local del superávit de generación de electricidad:

Boletín N°1: “Electricidad: foco de empleos” (2017)

Boletín N°2: “A 5 años de prender o apagar el país” (2018)

Enlace para descargas: <https://www2.pol.una.py/?q=node/1506>

REFERENCIAS

1. Blanco, G., Amarilla, R., Martinez, A., Llamosas, C., & Oxilia, V. (2017). Energy transitions and emerging economies: A multi-criteria analysis of policy options for hydropower surplus utilization in Paraguay. *Energy Policy*, 108, 312-321.

2. González, A., Ortigoza, E., Llamosas, C., Blanco, G., & Amarilla, R. (2019). Multi-criteria analysis of economic complexity transition in emerging economies: The case of Paraguay. *Socio-Economic Planning Sciences*, 68, 100617.

3. González, A., Ríos, R., Pereira, G., Oxilia, V., Llamosas, C., & Banco, G. (2020, December). Multicriteria analysis of the opportunity cost of the sale of paraguayan energy from itaipu to the brazilian market. In *2020 IEEE Congreso Bienal de Argentina (ARGENCON)* (pp. 1-7). IEEE.

4. ANDE: Planes Maestros de Generación

CONTACTO:

 gise@pol.una.py

 (021) 588 - 7229

 GISE-FPUNA

 @GISE_FPUNA

Facultad Politécnica - Universidad Nacional de
Asunción, Campus Universitario
San Lorenzo, Paraguay

