GOBIERNO NACIONAL
CON PASO FIRME

GACETA OFICIAL

Edición Digital

AÑO **Panamá, R. de Panamá miércoles 18 de noviembre de 2026** **N° 30655 A**

CONTENIDO

AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Resolución AN N° 22195-Elec
(viernes 16 de octubre 2026)

POR LA CUAL SE APRUEBA EL PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 2025, PRESENTADO POR LA EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A. (ETESA). TOMO II

República de Panamá

AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Resolución AN No. 22195 -Elec **Panamá, 16 de octubre de 2026**

"Por la cual se aprueba el Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional correspondiente al año 2025, presentado por la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA)"

TOMO II

Pág. 201 a pág. 400

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

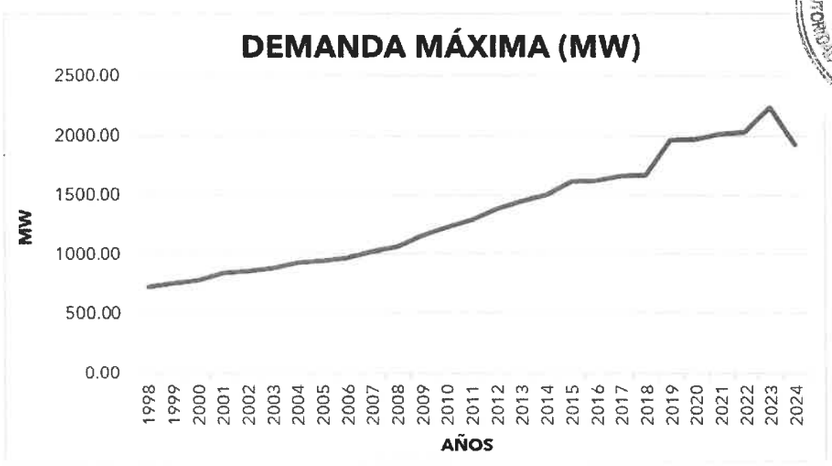


Gráfico 3. 8 Demanda Máxima Del Sistema Eléctrico Panameño – DMG

Factor de Carga (FC)

El factor de carga (FC) eléctrico es la relación entre la carga promedio durante un período de tiempo y la carga máxima registrada en dicho período. Es una medida que indica qué tan eficientemente se utiliza la capacidad instalada de un sistema eléctrico. En otras palabras, un FC alto implica un uso más eficiente de la energía eléctrica.

Este valor se encuentra siempre en un intervalo de 0 a 1, en donde siempre se busca estar cerca o más próximo al uno, ya que esto nos indica que se tiene un uso más eficiente de la energía eléctrica.

A continuación, se puede apreciar la fórmula para calcularla.

$$FC = \frac{\text{ENERGÍA} \times 1000}{\text{DMG} \times 8760\ \text{hr}}$$

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPUBLICA DE PANAMA
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS

El FC de un sistema eléctrico depende de los tipos de consumo que este presenta, usualmente para sistemas con mayores cargas comerciales e industriales, se obtienen mejores valores de FC. Por lo antes mencionado, el FC tiene un rol muy importante ya que este tiene una relación muy cercana a la Tarifa de energía eléctrica. Una de las causas que afecta la tarifa de la energía, es el uso de forma irregular o intermitencia de la energía eléctrica por parte de los consumidores finales, en otras palabras, los problemas son los picos de demanda. Esto conlleva a que se tenga que utilizar generación térmica para cubrir estos picos, encareciendo la tarifa. También se debe contemplar la intermitencia de las plantas solares y eólicas. En el Gráfico 3. 9, se puede apreciar que el factor de carga y la tarifa media guardan una relación inversamente proporcional, donde, al incrementarse el FC, disminuye la Tarifa media y viceversa.

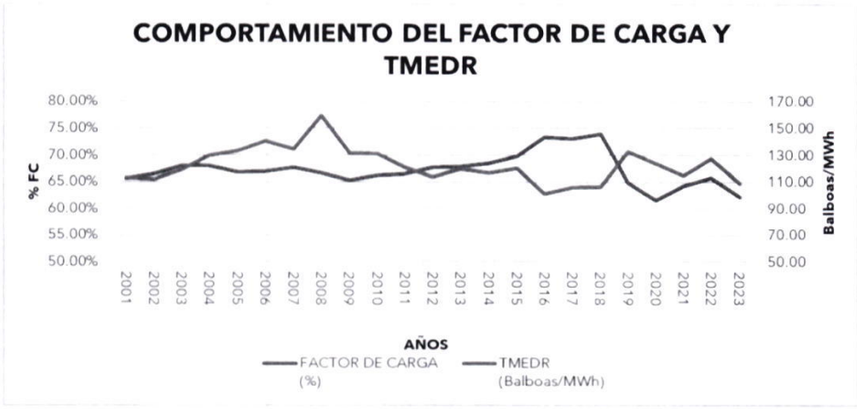


Gráfico 3. 9 Tarifa Media Real y Factor de Carga

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Pérdidas de Energía Eléctrica

El hecho de que cada persona cuente con energía eléctrica en sus casas, trabajos, empresas y negocios, implica un proceso de producción, transmisión y distribución de energía eléctrica ver Figura 3. 2.

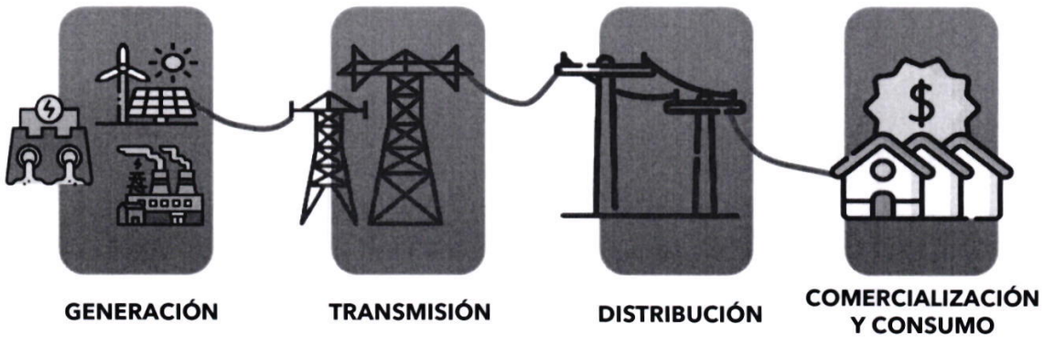


Figura 3. 2 Generación, Transmisión y Distribución de energía eléctrica

Una vez se produce la energía eléctrica, para llevarla de un punto a otro, se utilizan líneas de transmisión, las cuales, con otros equipos, conforman la red de transmisión. Como en todo tipo de transporte se pueden producir pérdidas, en transporte de energía se les conoce como Pérdidas de Energía Eléctrica y se clasifican en técnicas y no técnicas.

El proceso de llevar energía hacia el consumidor final involucra no solo al entre transmisor, sino también, a las distribuidoras que a su vez cuentan con sus pérdidas. En Panamá, las pérdidas totales del sistema, las comprende la suma de las pérdidas de transmisión y las pérdidas de distribución.

PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN

- Son menores que las de distribución.
- Ocurren en altos niveles de voltaje.

VS

- Porcentaje mayor a las de transmisión.
- Niveles más bajos de voltaje y diferente topología.

PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

204

Las pérdidas de transmisión %, véase Gráfico 3. 10. han sido generalmente bajas y estables a lo largo de los años, con valores entre el 2% y el 4%, lo que indica una red eficiente. Aunque ha habido algunas fluctuaciones, como en 2015-2017 y en 2021-2022, la tendencia general muestra una mejora moderada. En 2023, las pérdidas de transmisión fueron del 2.73%, una ligera mejora respecto a los picos anteriores, manteniéndose dentro de un rango bajo.

En cuanto a las pérdidas de distribución, estas continúan representando la mayor parte de las pérdidas totales. A pesar de los avances en la infraestructura, las pérdidas no técnicas y otros problemas operativos siguen afectando su comportamiento. En 2023, las pérdidas de distribución fueron del 13.87%, una mejora respecto a años anteriores, pero aún una parte significativa del total. Para reducir las pérdidas totales, es crucial seguir invirtiendo en la modernización de la red de distribución, manteniendo a su vez la eficiencia en la transmisión.

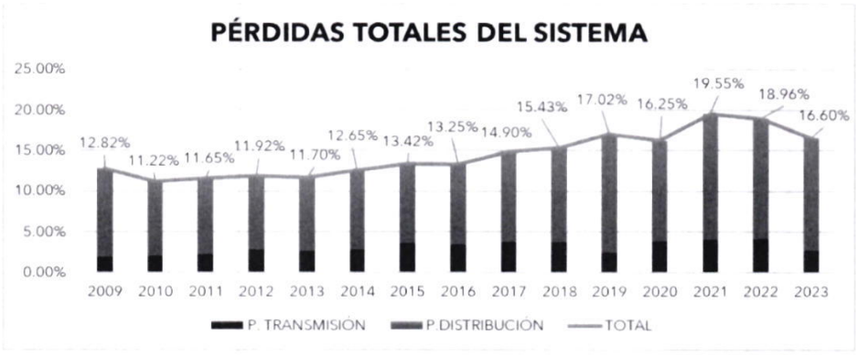


Gráfico 3. 10 Pérdidas Totales del sistema 2009 - 2023

Precios de la Energía Eléctrica

La evolución histórica del precio promedio de la electricidad en Panamá entre 2001 y 2023, véase en el Gráfico 3. 11, muestra un comportamiento mixto, con periodos tanto de crecimiento como de decrecimiento. A lo largo de este período, el precio ha fluctuado debido a diversos factores, incluidos los costos de los combustibles y eventos internacionales.

Desde 2002 hasta 2006, se observa un aumento sostenido del precio, que pasa de 10.98 cent/kWh en 2002 a 14.87 cent/kWh en 2006, con una tasa de crecimiento anual promedio del 7.52%. Este crecimiento continúa entre 2007 y 2008, siendo el más pronunciado del periodo, con un incremento de aproximadamente 27.59% en 2008, lo que lo convierte en el mayor aumento registrado en el período analizado. Entre

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

205

2013 y 2015, se presenta otro ciclo de incremento, con una tasa promedio anual de 6.48%, impulsado por el aumento en los costos de los combustibles.

En contraste, entre 2016 y 2018, los precios de la electricidad registraron una reducción, en parte por la caída de los costos de los combustibles para la generación térmica, influenciada por el desplome de los precios internacionales del crudo. Sin embargo, a partir de 2019, el precio promedio de la electricidad experimentó un incremento del 10.58%, alcanzando los 18.08 cent/kWh.

Entre 2020 y 2021, los precios de electricidad cayeron nuevamente un 11%, debido a la pandemia de COVID-19, que redujo la demanda de electricidad, y la baja en los precios del petróleo. El precio promedio en 2021 fue de 16.27 cent/kWh. Sin embargo, en 2022, el precio volvió a aumentar a 17.42 cent/kWh (un incremento del 7.07%), reflejando el impacto de la crisis energética global derivada de la guerra en Ucrania, que disparó los costos de los combustibles. En 2023, el precio continuó aumentando, alcanzando los 17.89 cent/kWh, con una tasa de crecimiento de 2.70% respecto al año anterior.

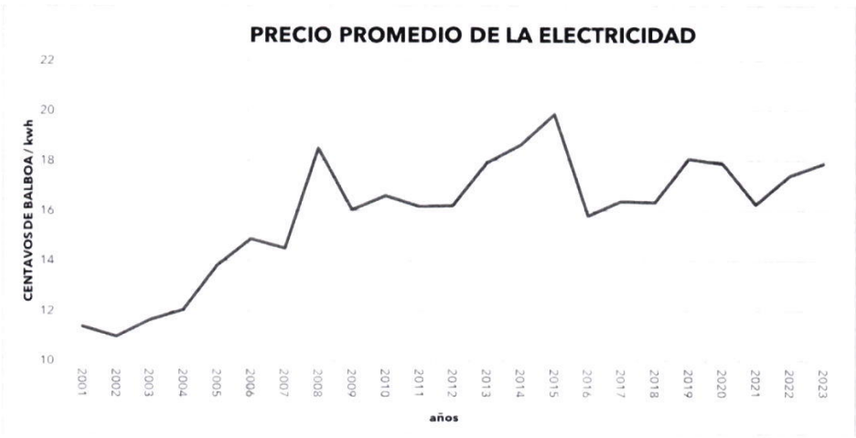


Gráfico 3. 11 Evolución del precio de la electricidad, 1970-2022

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

206

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
207

CAPÍTULO IV

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

208

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

209

CAPÍTULO 4
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

En esta sección se presentan las variables explicativas necesarias para realizar las estimaciones o proyecciones de la demanda eléctrica, basadas en la correlación entre las variables y/o a través de regresiones, entre otros. Además, se presentarán las consideraciones y modelos utilizados para cada variable dependiente proyectada.

VARIABLES GLOBALES

Estas variables son los indicadores socioeconómicos de Panamá, los cuales se correlacionan con la demanda de energía eléctrica. Las variables globales son fundamentales, ya que influyen directamente en los resultados de las proyecciones.

Producto Interno Bruto
PIB

Para la proyección del Producto Interno Bruto (PIB), se utilizó la información presente en la Página del INEC, véase Tabla 4. 1. Los datos trimestrales se convirtieron a datos mensuales utilizando el comportamiento mensual del IMAE, también obtenido del INEC.

**Nota: Año de referencia 2018.*

PIB HISTÓRICO		
AÑO	**MILLONES DE BALBOAS***	**TASA DE INCREMENTO ANUAL**
2006	B/.30,174.10	
2007	B/.34,919.89	15.73%
2008	B/.38,361.38	9.86%
2009	B/.38,838.21	1.24%
2010	B/.41,101.71	5.83%
2011	B/.45,751.85	11.31%
2012	B/.50,225.88	9.78%
2013	B/.53,693.11	6.90%
2014	B/.56,413.60	5.07%
2015	B/.59,647.66	5.73%
2016	B/.62,610.01	4.97%
2017	B/.65,941.63	5.32%
2018	B/.67,294.17	2.05%
2019	B/.69,502.68	3.28%
2020	B/.57,222.72	-17.67%
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.40	7.32%

Tabla 4. 1 Registros históricos del PIB.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

210

PROYECCIÓN PIB - ESCENARIO MODERADO

Modelo Matemático

$$PIB = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
3.86%

Incremento
valor final vs inicial
77.03%

Para la proyección de esta variable (véase Gráfico 4. 1), en el escenario moderado, se utilizó un modelo de tendencia determinística, el cual proyecta la variable dependiente de acuerdo con el paso del tiempo mediante la utilización de un modelo lineal.

En la Tabla 4. 2 se puede observar el crecimiento anual del PIB para este escenario. Destaca el crecimiento del año 2021 y esto se debe a que en este año inicia la recuperación económica postpandemia, viniendo de un decrecimiento abrupto del PIB.

AÑO	PIB MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.93,101.85	4.34%
2028	B/.96,971.85	4.16%
2029	B/.100,841.85	3.99%
2030	B/.104,711.85	3.84%
2031	B/.108,581.85	3.70%
2032	B/.112,451.85	3.56%
2033	B/.116,321.85	3.44%
2034	B/.120,191.85	3.33%
2035	B/.124,061.85	3.22%
2036	B/.127,931.85	3.12%
2037	B/.131,801.85	3.03%
2038	B/.135,671.85	2.94%
2039	B/.139,541.85	2.85%

Tabla 4. 2 PIB - Escenario moderado.

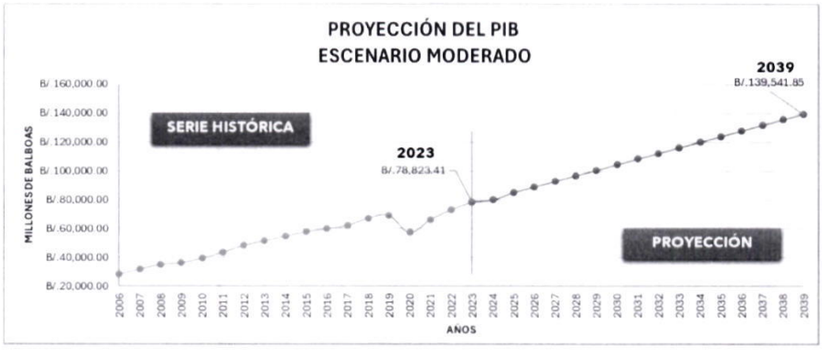


Gráfico 4. 1 Proyección del PIB - Escenario Moderado

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

211

PROYECCIÓN PIB - ESCENARIO BAJO

Modelo Matemático

$$PIB = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio **3.29%**

Incremento **valor final vs inicial** **61.27%**

Para la proyección de esta variable (véase Gráfico 4. 2), en el escenario bajo, se utilizó un modelo de tendencia determinística, el cual proyecta la variable dependiente de acuerdo con el paso del tiempo mediante la utilización de un modelo lineal.

En la Tabla 4. 3 se puede observar el crecimiento anual del PIB para este escenario. Destaca el crecimiento del año 2021 y esto se debe a que en este año inicia la recuperación económica postpandemia, viniendo de un decrecimiento abrupto del PIB.

AÑO	PIB MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.90,451.77	1.37%
2028	B/.92,879.26	2.68%
2029	B/.95,663.14	3.00%
2030	B/.98,601.86	3.07%
2031	B/.101,631.19	3.07%
2032	B/.104,720.58	3.04%
2033	B/.107,852.70	2.99%
2034	B/.111,016.62	2.93%
2035	B/.114,204.94	2.87%
2036	B/.117,412.42	2.81%
2037	B/.120,635.17	2.74%
2038	B/.123,870.23	2.68%
2039	B/.127,115.28	2.62%

Tabla 4. 3 PIB - Escenario bajo.

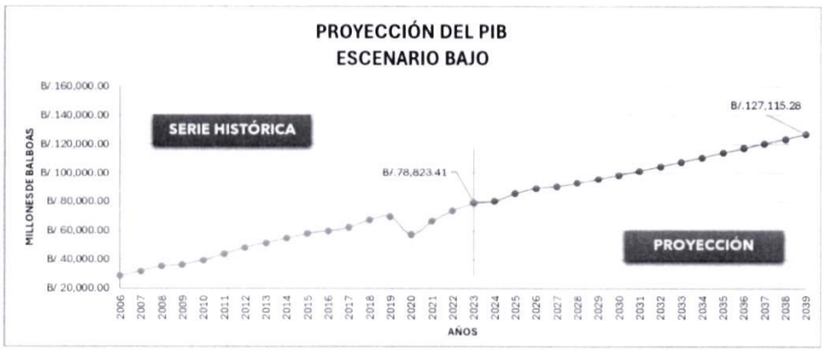


Gráfico 4. 2 Proyección del PIB - Escenario Bajo.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

212

PROYECCIÓN PIB - ESCENARIO ALTO

Modelo Matemático

$$PIB = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
4.46%

Incremento
valor final vs inicial
87.09%

Para la proyección de esta variable (véase Gráfico 4. 3), en el escenario alto, se utilizó un modelo de tendencia determinística, el cual proyecta la variable dependiente de acuerdo con el paso del tiempo mediante la utilización de un modelo lineal.

En la Tabla 4. 4 se puede observar el crecimiento anual del PIB para este escenario. Destaca el crecimiento del año 2021 y esto se debe a que en este año inicia la recuperación económica postpandemia, viniendo de un decrecimiento abrupto del PIB.

AÑO	PIB MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.95,751.93	7.31%
2028	B/.101,064.44	5.55%
2029	B/.106,020.56	4.90%
2030	B/.110,821.84	4.53%
2031	B/.115,532.51	4.25%
2032	B/.120,183.12	4.03%
2033	B/.124,791.00	3.83%
2034	B/.129,367.08	3.67%
2035	B/.133,918.76	3.52%
2036	B/.138,451.28	3.38%
2037	B/.142,968.53	3.26%
2038	B/.147,473.47	3.15%
2039	B/.151,968.42	3.05%

Tabla 4. 4 PIB - Escenario alto.

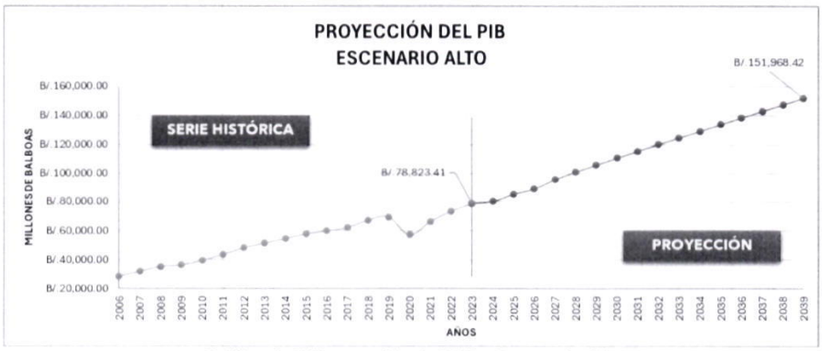


Gráfico 4. 3 Proyección del PIB - Escenario Alto

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

213

Producto Interno Bruto Comercial

PIBCOM

Para proyectar el Producto Interno Bruto comercial (PIBCOM), se utilizó la información disponible en la página del INEC correspondiente a los sectores de servicios y comercio. Esta información se presenta de manera trimestral a precios constantes de comprador con base en 2018 (en millones de dólares), véase Tabla 4. 5. A partir de estos datos trimestrales, se procedió a convertirlos a datos mensuales, incorporando además el comportamiento mensual del IMAE, cuya información también fue obtenida del INEC.

**Nota: Año de referencia 2018.*

PIBCOM HISTÓRICO		
AÑO	**MILLONES DE BALBOAS***	**TASA DE INCREMENTO ANUAL**
2006	B/.6,902.01	
2007	B/.7,559.30	9.52%
2008	B/.8,220.33	8.74%
2009	B/.7,997.99	-2.70%
2010	B/.9,220.21	15.28%
2011	B/.10,436.11	13.19%
2012	B/.11,330.55	8.57%
2013	B/.11,771.82	3.89%
2014	B/.11,771.65	0.00%
2015	B/.12,327.57	4.72%
2016	B/.12,459.17	1.07%
2017	B/.11,684.74	-6.22%
2018	B/.12,344.71	5.65%
2019	B/.12,567.84	1.81%
2020	B/.10,524.73	-16.26%
2021	B/.12,494.42	18.71%
2022	B/.14,525.91	16.26%
2023	B/.15,802.11	8.79%

Tabla 4. 5 Registros históricos del PIBCOM.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

214

PROYECCIÓN PIB COMERCIAL - ESCENARIO MODERADO

AÑO	PIBCOM MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.12,494.42	18.71%
2022	B/.14,525.91	16.26%
2023	B/.15,802.11	8.79%
2024	B/.16,190.29	2.46%
2025	B/.16,903.02	4.40%
2026	B/.17,447.30	3.22%
2027	B/.17,991.58	3.12%
2028	B/.18,535.85	3.03%
2029	B/.19,080.13	2.94%
2030	B/.19,624.41	2.85%
2031	B/.20,168.69	2.77%
2032	B/.20,712.96	2.70%
2033	B/.21,257.24	2.63%
2034	B/.21,801.52	2.56%
2035	B/.22,345.79	2.50%
2036	B/.22,890.07	2.44%
2037	B/.23,434.35	2.38%
2038	B/.23,978.62	2.32%
2039	B/.24,522.90	2.27%

Tabla 4. 6 PIB Comercial en Millones de Balboa - Escenario Moderado.

*Nota: Año de referencia 2018.

Modelo Matemático

$$PIBCOM = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
3.14%

Incremento
valor final vs inicial
55.19%

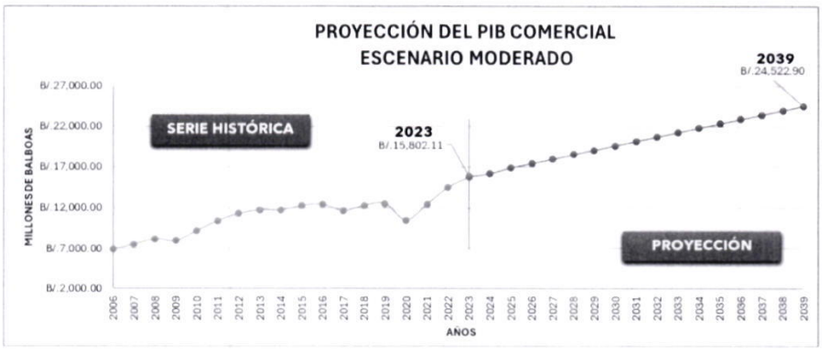


Gráfico 4. 4 Proyección del PIB Comercial - Escenario Moderado.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
215

PROYECCIÓN PIB COMERCIAL- ESCENARIO BAJO

AÑO	PIBCOM MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.12,494.42	18.71%
2022	B/.14,525.91	16.26%
2023	B/.15,802.11	8.79%
2024	B/.16,190.29	2.46%
2025	B/.16,903.02	4.40%
2026	B/.17,447.30	3.22%
2027	B/.17,511.85	0.37%
2028	B/.17,732.83	1.26%
2029	B/.18,047.37	1.77%
2030	B/.18,398.97	1.95%
2031	B/.18,771.87	2.03%
2032	B/.19,158.89	2.06%
2033	B/.19,556.00	2.07%
2034	B/.19,960.71	2.07%
2035	B/.20,371.33	2.06%
2036	B/.20,786.69	2.04%
2037	B/.21,205.91	2.02%
2038	B/.21,628.31	1.99%
2039	B/.22,053.37	1.97%

Tabla 4. 7 PIB Comercial en Millones de Balboa - Escenario Bajo.

*Nota: Año de referencia 2018.

Modelo Matemático

$$PIBCOM = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
2.50%

Incremento
valor final vs inicial
39.56%

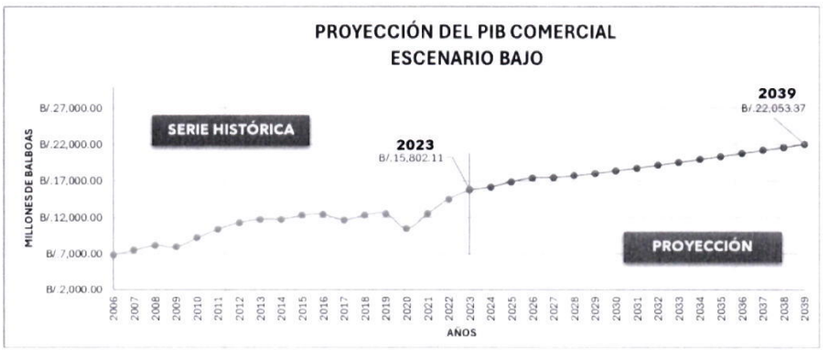


Gráfico 4. 5 Proyección del PIB Comercial - Escenario Bajo.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

PROYECCIÓN PIB COMERCIAL - ESCENARIO ALTO

AÑO	PIBCOM MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.12,494.42	18.71%
2022	B/.14,525.91	16.26%
2023	B/.15,802.11	8.79%
2024	B/.16,190.29	2.46%
2025	B/.16,903.02	4.40%
2026	B/.17,447.30	3.22%
2027	B/.18,471.31	5.87%
2028	B/.19,338.87	4.70%
2029	B/.20,112.89	4.00%
2030	B/.20,849.85	3.66%
2031	B/.21,565.50	3.43%
2032	B/.22,267.04	3.25%
2033	B/.22,958.48	3.11%
2034	B/.23,642.33	2.98%
2035	B/.24,320.25	2.87%
2036	B/.24,993.44	2.77%
2037	B/.25,662.78	2.68%
2038	B/.26,328.94	2.60%

Tabla 4. 8 PIB Comercial en Millones de Balboa - Escenario alto

**Nota: Año de referencia 2018.*

Modelo Matemático

$$PIBCOM = a + b \times x$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
3.72%

Incremento
valor final vs inicial
70.82%

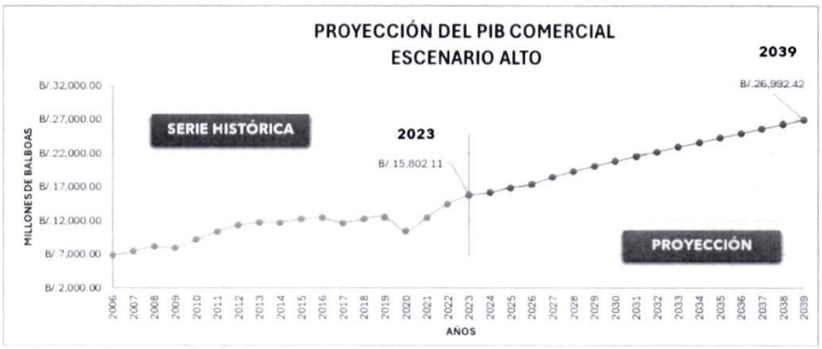


Gráfico 4. 6 Proyección del PIB Comercial- Escenario alto.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Producto Interno Bruto Industrial

PIBIND

Para proyectar el Producto Interno Bruto industrial (PIBIND), se utilizó la información disponible en la página del INEC correspondiente al sector industrial. Esta información se presenta de manera trimestral a precios constantes de comprador con base en 2018 (en millones de dólares), véase Tabla 4. 9. A partir de estos datos trimestrales, se procedió a convertirlos a datos mensuales, incorporando además el comportamiento mensual del IMAE, cuya información también fue obtenida del INEC.

**Nota: Año de referencia 2018.*

PIBIND HISTÓRICO		
AÑO	**MILLONES DE BALBOAS***	**TASA DE INCREMENTO ANUAL**
2006	B/.28,671.32	
2007	B/.32,033.04	11.73%
2008	B/.35,355.65	10.37%
2009	B/.36,486.58	3.20%
2010	B/.39,513.95	8.30%
2011	B/.43,736.03	10.69%
2012	B/.48,403.62	10.67%
2013	B/.51,604.29	6.61%
2014	B/.54,728.06	6.05%
2015	B/.57,889.91	5.78%
2016	B/.59,914.59	3.50%
2017	B/.62,305.26	3.99%
2018	B/.67,294.17	8.01%
2019	B/.69,502.68	3.28%
2020	B/.57,222.72	-17.67%
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%

Tabla 4. 9 Registros históricos del PIBIND

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

PROYECCIÓN PIB INDUSTRIAL - ESCENARIO MODERADO

AÑO	PIB INDUSTRIAL MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2020	B/.57,222.72	-17.67%
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.93,101.85	4.34%
2028	B/.96,971.85	4.16%
2029	B/.100,841.85	3.99%
2030	B/.104,711.85	3.84%
2031	B/.108,581.85	3.70%
2032	B/.112,451.85	3.56%
2033	B/.116,321.85	3.44%
2034	B/.120,191.85	3.33%
2035	B/.124,061.85	3.22%
2036	B/.127,931.85	3.12%
2037	B/.131,801.85	3.03%
2038	B/.135,671.85	2.94%
2039	B/.139,541.85	2.85%

Tabla 4. 10 PIB Industrial en Millones de Balboa - Escenario Moderado

*Nota: Año de referencia 2018.

Modelo Matemático

$$PIBIND = a \times e^{x}$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
3.86%

Incremento
valor final vs inicial
77.03%

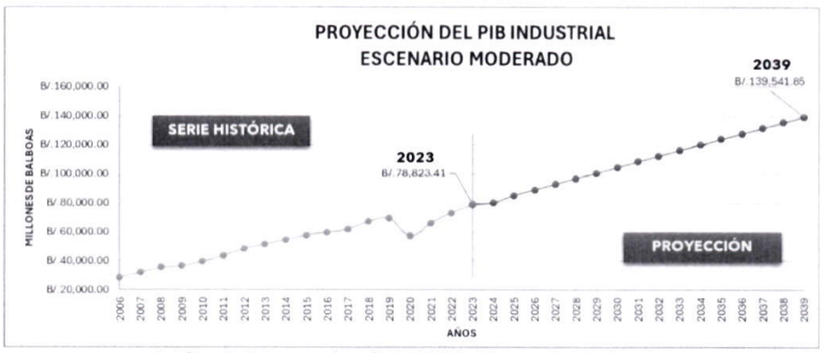


Gráfico 4. 7 Proyección del PIBIND - Escenario Moderado.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

219

PROYECCIÓN PIB INDUSTRIAL - ESCENARIO BAJO

AÑO	PIB INDUSTRIAL MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2020	B/.57,222.72	-17.67%
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.90,451.77	1.37%
2028	B/.92,879.26	2.68%
2029	B/.95,663.14	3.00%
2030	B/.98,601.86	3.07%
2031	B/.101,631.19	3.07%
2032	B/.104,720.58	3.04%
2033	B/.107,852.70	2.99%
2034	B/.111,016.62	2.93%
2035	B/.114,204.94	2.87%
2036	B/.117,412.42	2.81%
2037	B/.120,635.17	2.74%
2038	B/.123,870.23	2.68%
2039	B/.127,115.28	2.62%

Tabla 4. 11 PIB Industrial en Millones de Balboa - Escenario Bajo.

*Nota: Año de referencia 2018.

Modelo Matemático

$$PIBIND = a \times e^{x}$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
3.29%

Incremento
valor final vs inicial
61.27%

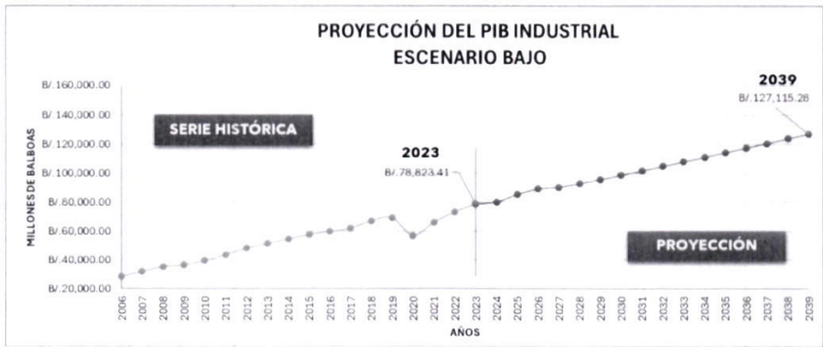


Gráfico 4. 8 Proyección del PIBIND - Escenario Bajo.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

220

PROYECCIÓN PIB INDUSTRIAL - ESCENARIO ALTO

AÑO	PIB INDUSTRIAL MILLONES DE BALBOAS*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2020	B/.57,222.72	-17.67%
2021	B/.66,284.37	15.84%
2022	B/.73,449.29	10.81%
2023	B/.78,823.41	7.32%
2024	B/.80,221.02	1.77%
2025	B/.85,361.85	6.41%
2026	B/.89,231.85	4.53%
2027	B/.95,751.93	7.31%
2028	B/.101,064.44	5.55%
2029	B/.106,020.56	4.90%
2030	B/.110,821.84	4.53%
2031	B/.115,532.51	4.25%
2032	B/.120,183.12	4.03%
2033	B/.124,791.00	3.83%
2034	B/.129,367.08	3.67%
2035	B/.133,918.76	3.52%
2036	B/.138,451.28	3.38%
2037	B/.142,968.53	3.26%
2038	B/.147,473.47	3.15%
2039	B/.151,968.42	3.05%

Tabla 4. 12 PIB Industrial en Millones de Balboa - Escenario Alto.

*Nota: Año de referencia 2018.

Modelo Matemático

$$PIBIND = a \times e^{x}$$

Tasa de Crecimiento anual promedio
4.38%

Incremento
valor final vs inicial
92.80%

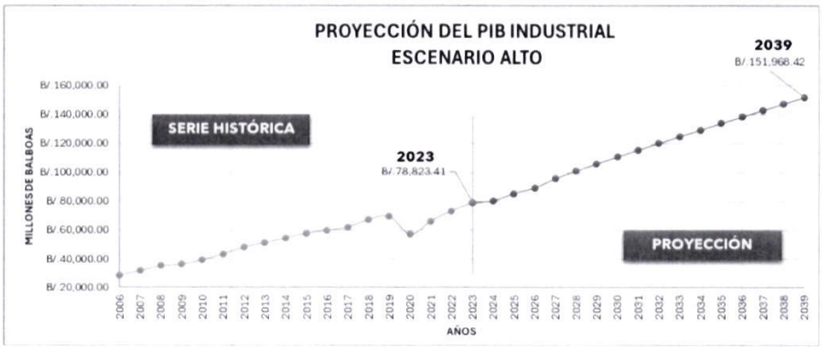


Gráfico 4. 9 Proyección del PIBIND - Escenario Alto.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

221

Índice Mensual de Actividad Económica

IMAE

Para la proyección del IMAE, se utilizó la información disponible en la página del INEC, donde se publica mensualmente este dato.

**Nota: Año de referencia 2018.*

IMAE HISTÓRICO		
AÑO	**IMAE***	**TASA DE INCREMENTO ANUAL**
2006	B/.94.93	
2007	B/.104.18	9.75%
2008	B/.114.72	10.11%
2009	B/.116.50	1.55%
2010	B/.123.63	6.12%
2011	B/.134.30	8.63%
2012	B/.147.27	9.66%
2013	B/.159.61	8.37%
2014	B/.167.34	4.84%
2015	B/.174.34	4.19%
2016	B/.181.95	4.36%
2017	B/.191.40	5.20%
2018	B/.194.68	1.71%
2019	B/.201.14	3.32%
2020	B/.143.66	-28.58%
2021	B/.170.47	18.67%
2022	B/.189.60	11.23%
2023	B/.200.24	5.61%

Tabla 4. 13 Registros históricos del IMAE.

PROYECCIÓN IMAE - ESCENARIO MODERADO

AÑO	IMAE*	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2021	B/.170.47	18.67%
2022	B/.189.60	11.23%
2023	B/.200.24	5.61%
2024	B/.208.12	3.94%
2025	B/.220.32	5.86%
2026	B/.226.41	2.76%
2027	B/.232.49	2.69%
2028	B/.238.57	2.62%
2029	B/.244.65	2.55%
2030	B/.250.73	2.49%
2031	B/.256.81	2.43%
2032	B/.262.90	2.37%
2033	B/.268.98	2.31%
2034	B/.275.06	2.26%
2035	B/.281.14	2.21%
2036	B/.287.22	2.16%
2037	B/.293.31	2.12%
2038	B/.299.39	2.07%
2039	B/.305.47	2.03%

Tabla 4. 14 IMAE- Escenario Moderado y Bajo.

**Nota: Año de referencia 2018.*



Modelo Matemático

$$IMAE = a + b \times x$$



Tasa de Crecimiento anual promedio
2.85%



Incremento
valor final vs inicial
52.55%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

222

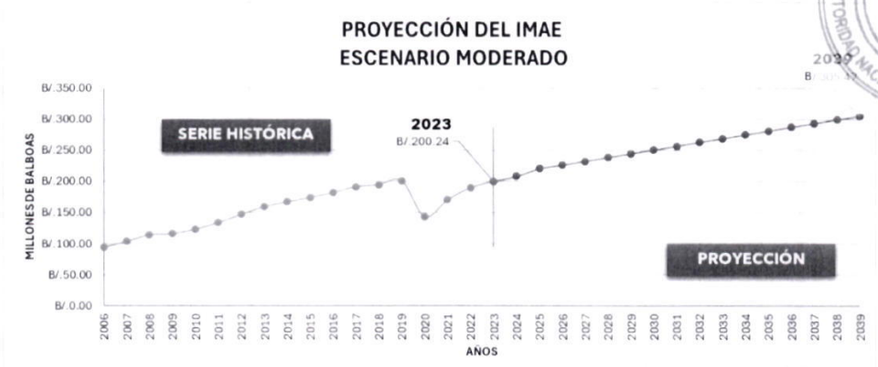


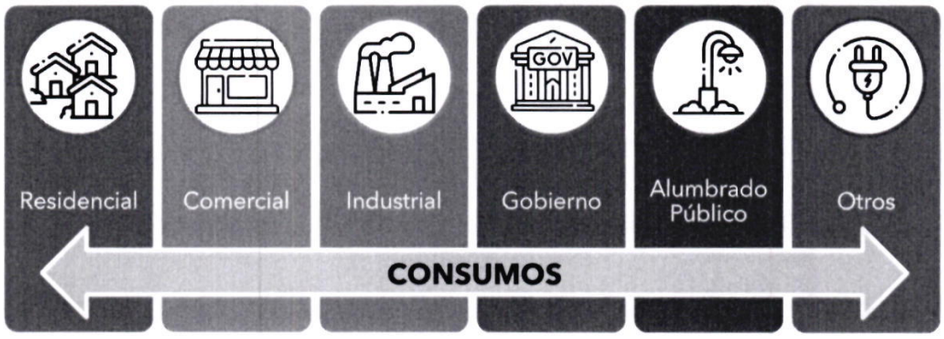
Gráfico 4. 10 Proyección del IMAE - Escenario Moderado, Bajo y Alto.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

223

PRONÓSTICOS DE DEMANDA - DISTRIBUIDORAS

La demanda de energía eléctrica para las distribuidoras se estimó realizando proyecciones de los sectores económicos:



Además, para el cálculo de la demanda de energía eléctrica, se consideran las siguientes variables:

TMEDR	Tarifa Media Real De La Distribuidora
PERT	Pérdidas Técnicas
PERNT	Pérdidas No Técnicas

En los apartados a continuación se presentarán los modelos considerados para la demanda de las tres distribuidoras del país:

EDECHI — **EDEMET** — **ENSA**

Se debe resaltar que los datos de consumo de todas las distribuidoras se presentan en Meh y las pérdidas de energía en % del total de energía.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

224

Empresa de Distribución Eléctrica Chiriquí, S.A. (EDECHI)

CONSUMO RESIDENCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CRES** = a + b x

R^2

• 0.992

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.93%

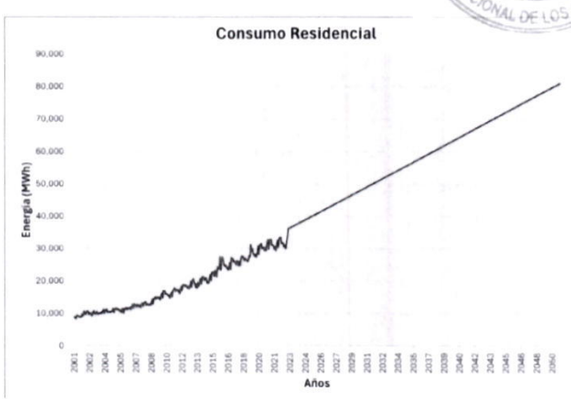


Gráfico 4. 11 Proyección EDECHI - Consumo Residencial.

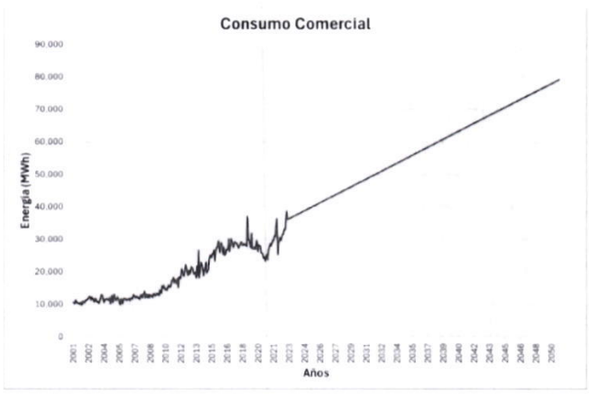


Gráfico 4. 12 Proyección EDECHI - Consumo Comercial.

CONSUMO COMERCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CCOM** = a + b x

R^2

• 0.988

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.85%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

225

CONSUMO INDUSTRIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CIND** = a + b x

R^2

• 0.01

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 1.73%



Gráfico 4. 13 Proyección EDECHI: Consumo Industrial

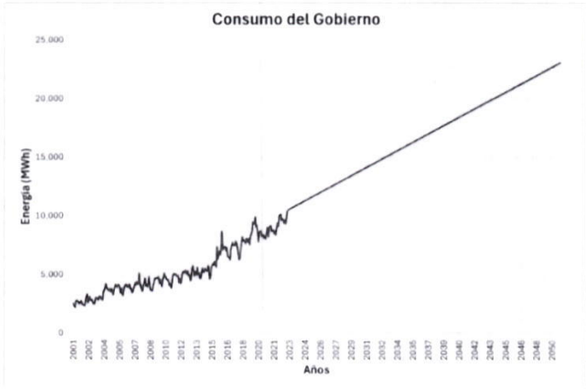


Gráfico 4. 14 Proyección EDECHI: Consumo de Gobierno.

CONSUMO DE GOBIERNO

MODELO MATEMÁTICO

• **CGOB**= a + b x

R^2

• 0.989

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.85%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

226

CONSUMO ALUMBRADO PÚBLICO

MODELO MATEMÁTICO

• **CALP** = a + b x

R^2

• 0.987

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.65%

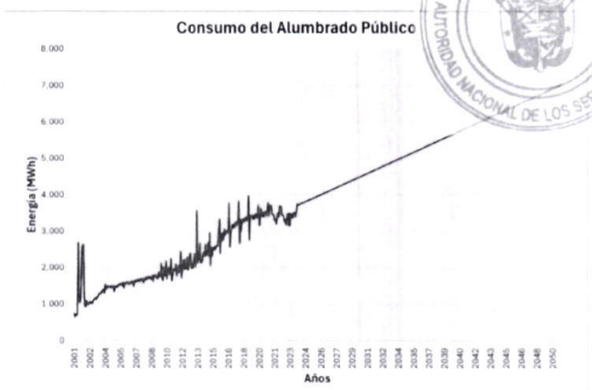


Gráfico 4. 15 Proyección EDECHI: Consumo Alumbrado Público



Gráfico 4. 16 Proyección EDECHI: Consumo Otros

CONSUMO OTROS

MODELO MATEMÁTICO

• **COTR** = a + b x

R^2

• 0.004

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.28%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

227

TARIFA MEDIA

MODELO MATEMÁTICO

• TMEDR = a + b × log(PIBt)

R^2

• 0.03

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• -0.86%

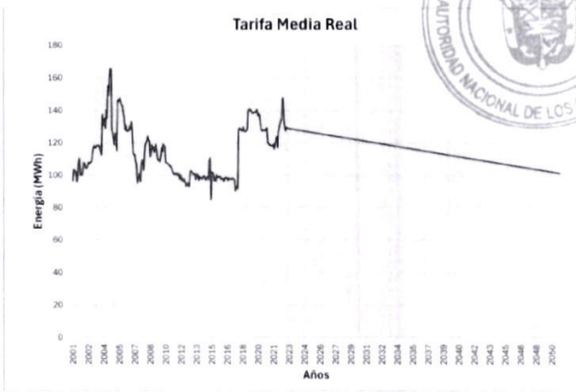


Gráfico 4. 17 Proyección EDECHI: Tarifa Media Real.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

PÉRDIDAS TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.54

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 6.42%

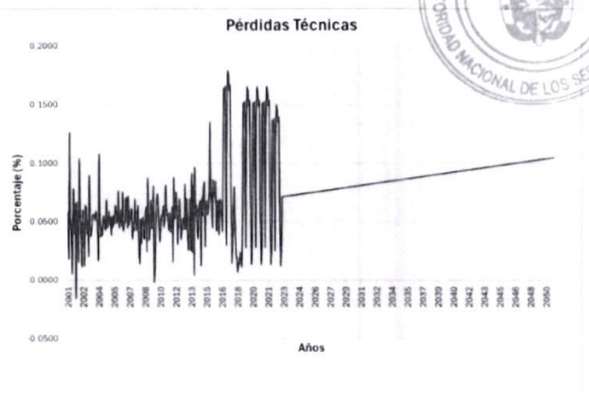


Gráfico 4. 18 Proyección EDECHI: Pérdidas Técnicas.

PÉRDIDAS NO TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.08

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 3.43%

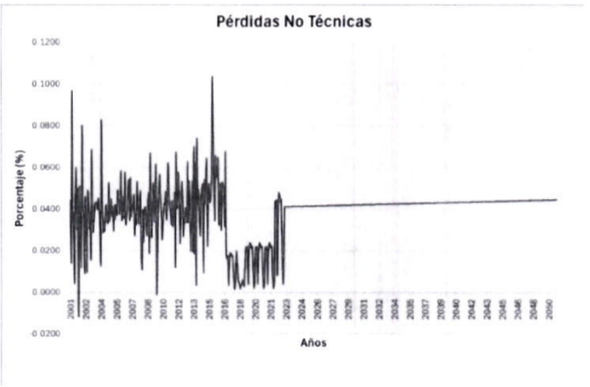


Gráfico 4. 19 Proyección EDECHI: Pérdidas no Técnicas.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

229

Empresa de Distribución Eléctrica Metro - Oeste, S.A. (EDEMET)

CONSUMO RESIDENCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CRES** = a + b ×

R^2

• 0.993

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.71%

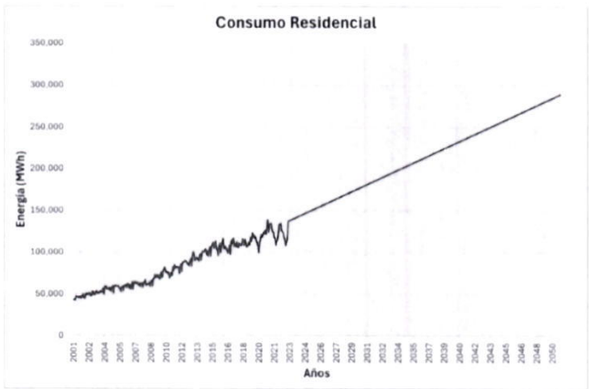


Gráfico 4. 20 Proyección EDEMET: Consumo Residencial

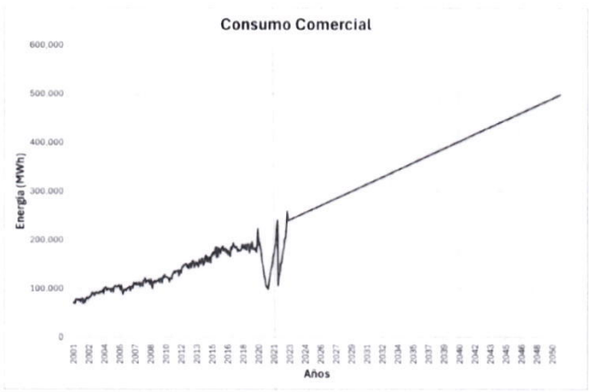


Gráfico 4. 21 Proyección EDEMET: Consumo Comercial.

CONSUMO COMERCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CCOM** = a + b x

R^2

• 0.974

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.65%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

230

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

CONSUMO INDUSTRIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CIND** = a + b x

R^2

• 0.188

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 0.93%



Gráfico 4. 22 Proyección EDEMET: Consumo Industrial

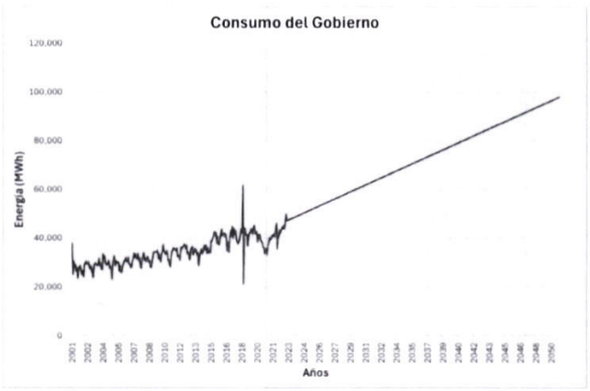


Gráfico 4. 23 Proyección EDEMET: Consumo De Gobierno.

CONSUMO DE GOBIERNO

MODELO MATEMÁTICO

• **CGOB** = a + b x

R^2

• 0.962

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.65%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

231

CONSUMO ALUMBRADO PÚBLICO

MODELO MATEMÁTICO

• **CALP** = a + b x

R^2

• 0.986

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.63%

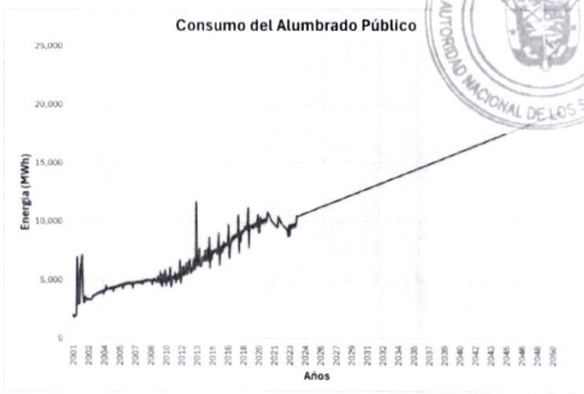


Gráfico 4. 24 Proyección EDEMET: Consumo Alumbrado Público.

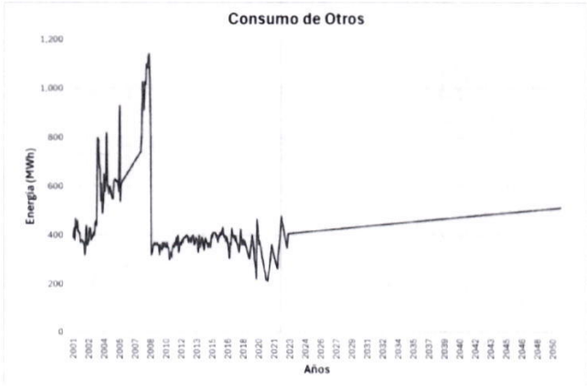


Gráfico 4. 25 Proyección EDEMET: Consumo Otros.

CONSUMO OTROS

MODELO MATEMÁTICO

• **COTR** = a + b x

R^2

• 0.001

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 0.83%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

232

TARIFA MEDIA REAL

MODELO MATEMÁTICO

• **TMEDR** = a + b x

R^2

• 0.163

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• -0.32%

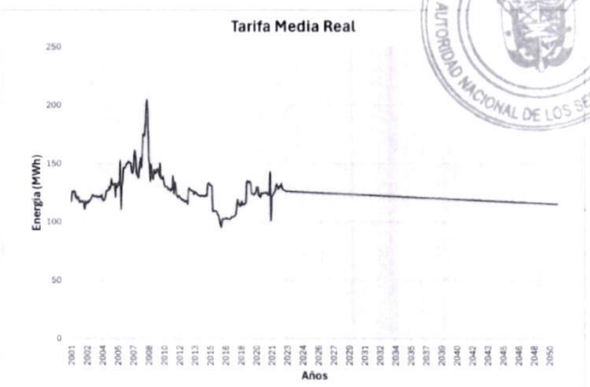


Gráfico 4. 26 Proyección EDEMET: Tarifa Media Real.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

233

PÉRDIDAS TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.70

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 1.44%

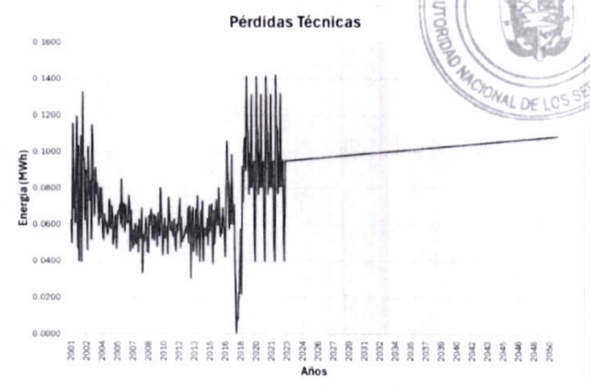


Gráfico 4. 27 Proyección EDEMET: Pérdidas Técnicas.

PÉRDIDAS NO TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.16

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 0.12%

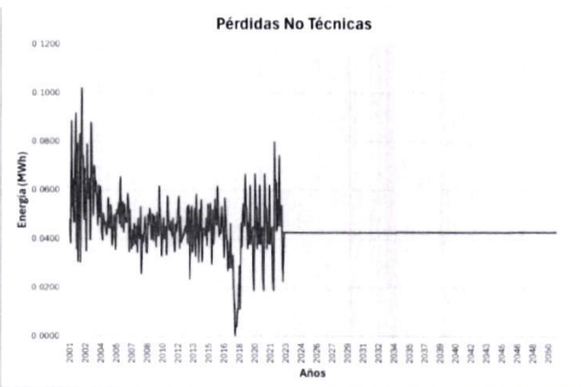


Gráfico 4. 28 Proyección EDEMET: Pérdidas no Técnicas.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

234

Elektra Noreste, S.A. (ENSA)

CONSUMO RESIDENCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CRES** = a + b x

R^2

• 0.986

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 3.19%

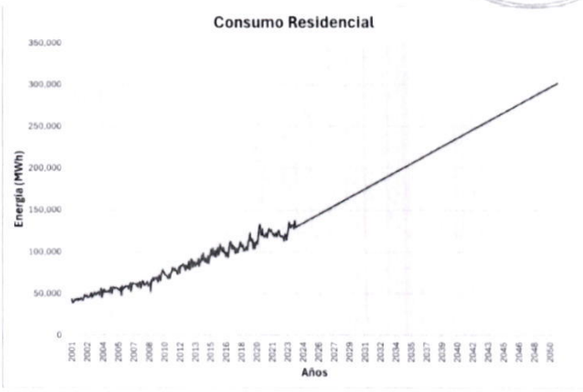


Gráfico 4. 29 Proyección ENSA: Consumo Residencial.

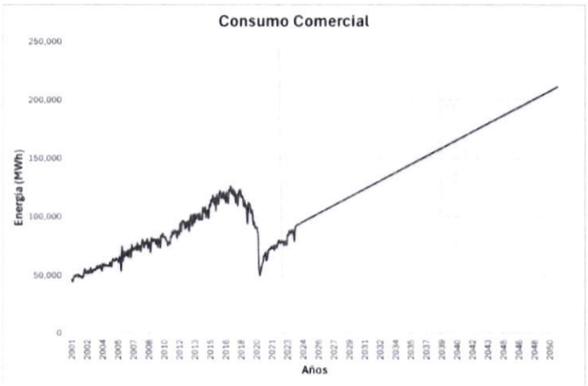


Gráfico 4. 30 Proyección ENSA: Consumo Comercial

CONSUMO COMERCIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CCOM** = a + b x

R^2

• 0.888

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 3.43%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

235

CONSUMO INDUSTRIAL

MODELO MATEMÁTICO

• **CIND** = a + b x

R^2

• 0.580

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 2.98%



Gráfico 4. 31 Proyección ENSA: Consumo Industrial.



Gráfico 4. 32 Proyección ENSA: Consumo de Gobierno.

CONSUMO DE GOBIERNO

MODELO MATEMÁTICO

• **CGOB** = a + b x

R^2

• 0.980

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 3.51%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

236

CONSUMO ALUMBRADO PÚBLICO

MODELO MATEMÁTICO

• **CALP** = a + b x

R^2

• 0.985

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 3.32%



Gráfico 4. 33 Proyección ENSA: Consumo Alumbrado Público.

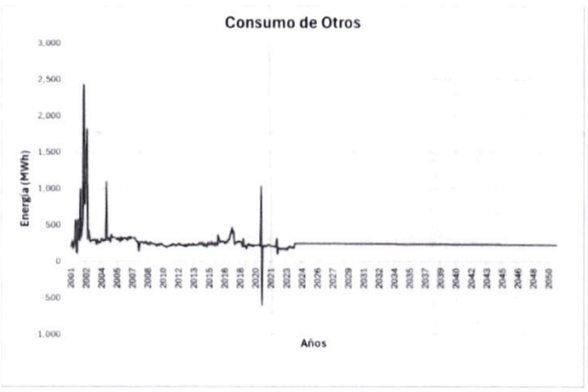


Gráfico 4. 34 Proyección ENSA: Consumo Otros.

CONSUMO OTROS

MODELO MATEMÁTICO

• **COTR** = a + b x

R^2

• 0.061

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 0.90%

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

237

TARIFA MEDIA

MODELO MATEMÁTICO

• TMEDR = a + b x

R^2

• 0.274

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• -0.37%

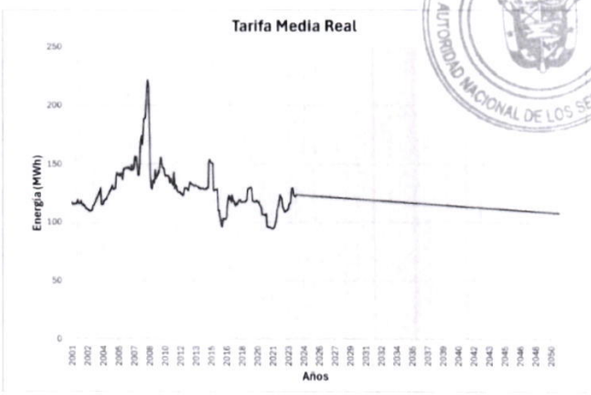


Gráfico 4. 35 Proyección ENSA: Tarifa Media Real.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

238

PÉRDIDAS TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.15

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 1.60%

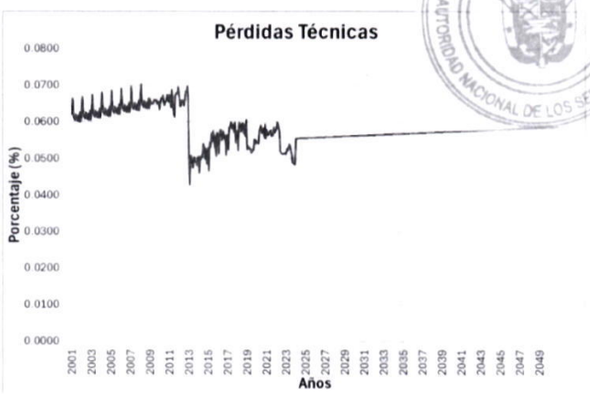


Gráfico 4. 36 Proyección ENSA: Pérdidas Técnicas.

PÉRDIDAS NO TECNICAS

MODELO MATEMÁTICO

• PER=a + b × TEMP

R^2

• 0.42

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO

• 0.02%

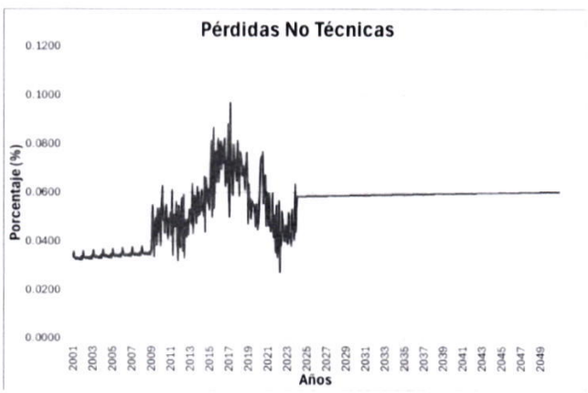


Gráfico 4. 37 Proyección ENSA: Pérdidas No Técnicas.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

239

GRANDES CLIENTES - CONEXIÓN EN ALTA TENSIÓN

Para la proyección de la demanda se analiza de forma individualizada el consumo (MWh) de los Grandes Clientes que se conectan directamente a la Red de Alta Tensión, con niveles de voltaje de 115 kV o superiores. Debido a su ubicación física en el sistema de transmisión y su perfil de carga, los clientes considerados en este apartado son:

- ARGOS PANAMÁ S.A.
- CEMENTO BAYANO S.A. (CEMEX)
- MANZANILLO INTERNATIONAL TERMINAL S.A.

Nota: Otros agentes con categoría comercial de "Grande Cliente" que se conectan en niveles de media tensión se encuentran integrados dentro de la demanda proyectada de su empresa distribuidora correspondiente.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

240

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPUBLICA DE PANAMA
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS
241

CAPÍTULO V

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

242

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

CAPÍTULO 5
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos de la demanda eléctrica total de las distribuidoras, grandes clientes y la demanda total del país. Además, podremos observar lo resultados para la potencia máxima obtenida. Toda esta información se detallará por escenario (moderado, bajo y alto).

DEMANDA DE ENERGÍA

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos de las proyecciones de demanda para cada escenario, incluyendo tanto las proyecciones de energía como de potencia, junto con su tasa de crecimiento (ver Gráfico 5. 1). Para el pronóstico del consumo en Panamá, se utilizó una metodología estadística que permite estimar la demanda futura, sin contemplar las pérdidas de transmisión.

PRONÓSTICO DE DEMANDA 2025-2039

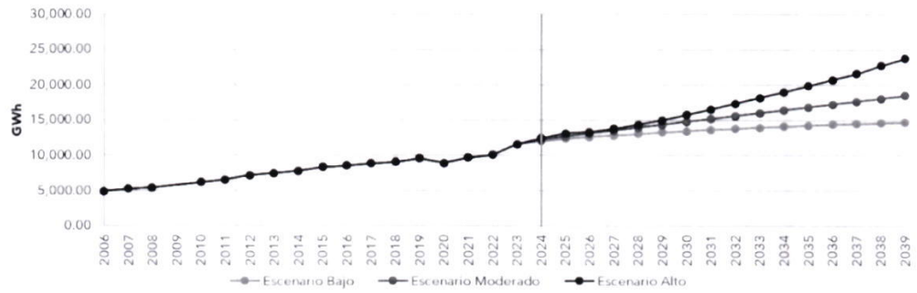


Gráfico 5. 1 Proyección de la demanda total de Panamá – Tres escenarios.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

244

Tabla 5. 1 Proyección de la demanda y potencia eléctrica.

PRONÓSTICOS DE LA GENERACIÓN Y POTENCIA PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA INTECONECTADO NACIONAL 2025 - 2039															
AÑO	Pesimista - Bajo					Moderado - Medio					Optimista - Alto				
	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor
	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC
2025	12,403.26		1,833.50		0.7722	12,726.88		1,895.55		0.7396	13,166.87		1,915.22		0.7375
2026	12,640.07	1.91%	1,896.90	3.46%	0.7607	13,141.32	3.26%	1,983.56	4.64%	0.7300	13,373.33	1.57%	2,018.35	5.38%	0.7274
2027	12,866.35	1.79%	1,959.68	3.31%	0.7495	13,555.75	3.15%	2,072.98	4.51%	0.7203	13,805.48	3.23%	2,130.40	5.55%	0.7177
2028	13,082.08	1.68%	2,021.82	3.17%	0.7386	13,970.19	3.06%	2,163.85	4.38%	0.7077	14,365.51	4.06%	2,252.75	5.74%	0.7048
2029	13,287.28	1.57%	2,083.31	3.04%	0.7281	14,384.62	2.97%	2,256.20	4.27%	0.7009	15,022.89	4.58%	2,385.83	5.91%	0.6977
2030	13,481.94	1.47%	2,144.12	2.92%	0.7178	14,799.05	2.88%	2,350.06	4.16%	0.6900	15,756.98	4.89%	2,528.71	5.99%	0.6867
2031	13,666.06	1.37%	2,204.24	2.80%	0.7077	15,213.49	2.80%	2,445.48	4.06%	0.6865	16,545.06	5.00%	2,678.99	5.94%	0.6830
2032	13,839.64	1.27%	2,263.66	2.70%	0.6979	15,627.92	2.72%	2,542.49	3.97%	0.6870	17,360.94	4.93%	2,833.10	5.75%	0.6832
2033	14,002.68	1.18%	2,322.35	2.59%	0.6883	16,042.36	2.65%	2,641.14	3.88%	0.6900	18,190.65	4.78%	2,989.14	5.51%	0.6863
2034	14,155.19	1.09%	2,380.30	2.50%	0.6789	16,456.79	2.58%	2,741.46	3.80%	0.6899	19,038.22	4.66%	3,147.99	5.31%	0.6860
2035	14,297.16	1.00%	2,437.48	2.40%	0.6696	16,871.22	2.52%	2,843.50	3.72%	0.6813	19,897.85	4.52%	3,308.86	5.11%	0.6771
2036	14,428.58	0.92%	2,493.89	2.31%	0.6605	17,285.66	2.46%	2,947.31	3.65%	0.6807	20,770.82	4.39%	3,472.08	4.93%	0.6764
2037	14,549.47	0.84%	2,549.49	2.23%	0.6515	17,700.09	2.40%	3,052.92	3.58%	0.6840	21,657.09	4.27%	3,637.71	4.77%	0.6796
2038	14,659.83	0.76%	2,604.27	2.15%	0.6426	18,114.52	2.34%	3,160.39	3.52%	0.6747	22,748.39	5.04%	3,838.17	5.51%	0.6703
2039	14,759.64	0.68%	2,658.21	2.07%	0.6338	18,528.96	2.29%	3,269.77	3.46%	0.6809	23,780.80	4.54%	4,029.21	4.98%	0.6762

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Como se observa en la Tabla 5. 1, para el año 2039 la demanda alcanzará un valor de 14,759.64 GWh, 18,528.96 GWh y 23,780.80 GWh en los escenarios bajo, medio y alto, respectivamente. A partir de los resultados alcanzados, se puede apreciar que las tasas de crecimiento en el corto plazo (2025-2028) son de 2.9% para el escenario bajo, 2.75% para el escenario medio y 4.30% para el escenario alto.

Tabla 5. 2 Tasa Anual Acumulativa.

TASA DE CRECIMIENTO Δ%GWh			
ANÁLISIS	ESCENARIO BAJO	ESCENARIO MEDIO	ESCENARIO ALTO
Plazo completo (2025-2039)	1.29%	2.75%	4.30%
Corto Plazo (2025-2028)	1.79%	3.16%	2.95%
Largo Plazo (2029-2039)	1.06%	2.56%	4.70%

POTENCIA MÁXIMA

A continuación, se presentan los resultados de la potencia máxima anual de ETESA (ver Gráfico 5. 2), estimada a partir del factor de carga anual y el consumo de energía, calculada con base en las proyecciones de demanda. Cabe señalar que este valor no considera las pérdidas por transmisión.

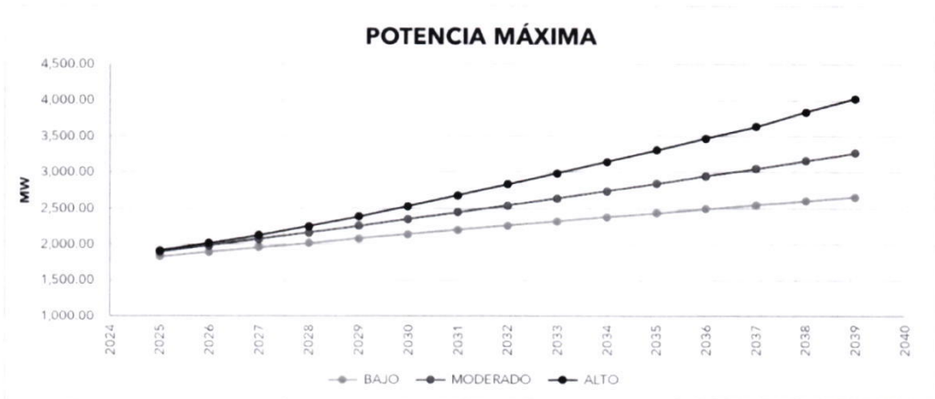


Gráfico 5. 2 Proyección de la potencia máxima anual.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación GO6AFE03190F86C
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA Y POTENCIA MÁXIMA CON PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN

Como se mencionó en las secciones anteriores, los resultados obtenidos para la demanda anual de energía eléctrica no incluyen las pérdidas por transmisión. Por ello, se realizaron los cálculos correspondientes para incorporar dichas pérdidas en los resultados finales, considerando además el consumo de Minera Panamá y de la Autoridad del Canal de Panamá. Véase Tabla 5. 3.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

247

Tabla 5. 3 Proyección de la demanda y potencia, incluyendo pérdidas, ACP y minera Panamá

PRONÓSTICOS DE LA GENERACIÓN Y POTENCIA PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA INTECONECTADO NACIONAL 2025 - 2039 Incluye: Minera Panamá + ACP + Pérdidas*															
AÑO	Pesimista - Bajo					Moderado - Medio					Optimista - Alto				
	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor	GENERACIÓN		POTENCIA		Load Factor
	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC	GWh	Δ%GWh	MW	Δ%MW	FC
2025	13,228.23		1,922.57		0.7854	13,567.76		1,986.45		0.7396	13,991.84		2,004.30		0.7375
2026	13,465.04	1.79%	1,985.98	3.30%	0.7740	13,998.13	3.17%	2,076.27	4.52%	0.7300	14,198.30	1.48%	2,107.43	5.15%	0.7274
2027	13,691.32	1.68%	2,048.76	3.16%	0.7629	14,428.49	3.07%	2,167.51	4.39%	0.7203	14,630.45	3.04%	2,219.48	5.32%	0.7177
2028	13,907.05	1.58%	2,110.90	3.03%	0.7521	14,858.86	2.98%	2,260.20	4.28%	0.7077	15,190.48	3.83%	2,341.83	5.51%	0.7048
2029	14,112.25	1.48%	2,172.39	2.91%	0.7416	15,289.23	2.90%	2,354.36	4.17%	0.7009	15,847.86	4.33%	2,474.90	5.68%	0.6977
2030	14,306.91	1.38%	2,233.20	2.80%	0.7313	15,719.60	2.81%	2,450.05	4.06%	0.6900	16,581.95	4.63%	2,617.79	5.77%	0.6867
2031	14,491.03	1.29%	2,293.32	2.69%	0.7213	16,149.97	2.74%	2,547.28	3.97%	0.6865	17,370.03	4.75%	2,768.07	5.74%	0.6830
2032	14,664.61	1.20%	2,352.74	2.59%	0.7115	16,580.33	2.66%	2,646.12	3.88%	0.6870	18,185.91	4.70%	2,922.18	5.57%	0.6832
2033	14,827.66	1.11%	2,411.43	2.49%	0.7019	17,010.70	2.60%	2,746.58	3.80%	0.6900	19,015.62	4.56%	3,078.21	5.34%	0.6863
2034	14,980.16	1.03%	2,469.38	2.40%	0.6925	17,441.07	2.53%	2,848.72	3.72%	0.6899	19,863.19	4.46%	3,237.07	5.16%	0.6860
2035	15,122.13	0.95%	2,526.56	2.32%	0.6832	17,871.44	2.47%	2,952.58	3.65%	0.6813	20,722.82	4.33%	3,397.94	4.97%	0.6771
2036	15,253.56	0.87%	2,582.97	2.23%	0.6741	18,301.81	2.41%	3,058.21	3.58%	0.6807	21,595.79	4.21%	3,561.15	4.80%	0.6764
2037	15,374.45	0.79%	2,638.57	2.15%	0.6652	18,732.17	2.35%	3,165.64	3.51%	0.6840	22,482.06	4.10%	3,726.79	4.65%	0.6796
2038	15,484.80	0.72%	2,693.35	2.08%	0.6563	19,162.54	2.30%	3,274.93	3.45%	0.6747	23,573.36	4.85%	3,927.25	5.38%	0.6703
2039	15,584.61	0.64%	2,747.28	2.00%	0.6476	19,592.91	2.25%	3,386.13	3.40%	0.6809	24,605.77	4.38%	4,118.29	4.86%	0.6762

Nota: El consumo de Minera Panamá considerado en esta proyección es de aproximadamente 16 MW, ya que, en la actualidad, la mina se encuentra fuera de operación y solo está utilizando energía para sus sistemas auxiliares. Este valor de referencia se basa en las mediciones de flujo entre las Subestaciones Botija y Llano Sánchez.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

248

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
249

CAPÍTULO VI

CURVAS TÍPICAS

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

250

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

CAPÍTULO 6
CURVAS TÍPICAS

Las curvas típicas de carga ilustran la evolución de la demanda de potencia en el tiempo. Los gráficos presentados a continuación se basan en mediciones reales del sistema y corresponden, salvo indicación específica, al día de máxima demanda de 2023, registrado el 30 de agosto.

EDEMET

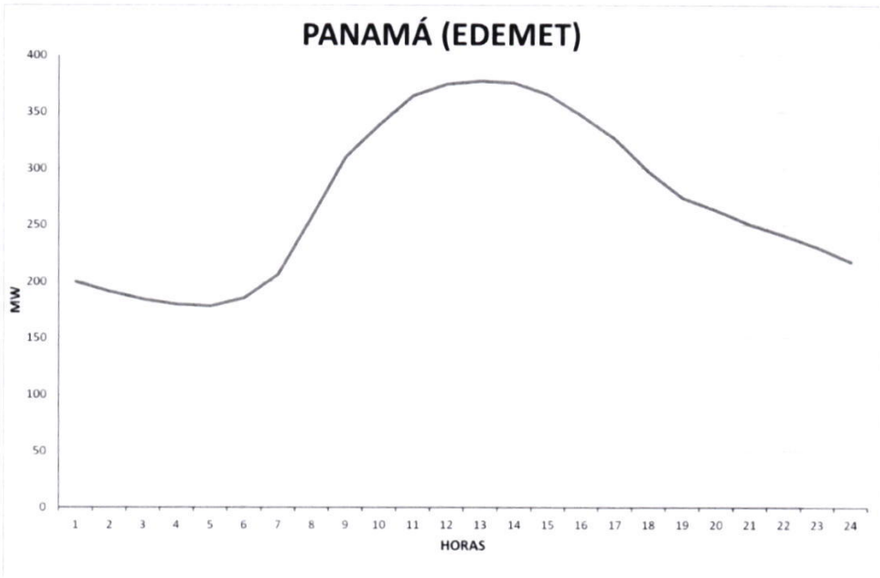


Gráfico 6. 1 Curva Típica de Carga - Panamá EDEMET.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPUBLICA DE PANAMA
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS
252

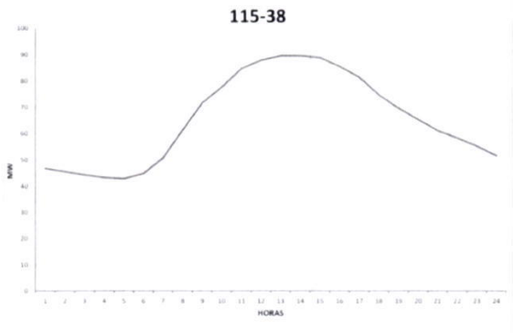


Gráfico 6. 2 Curva Típica de Carga Línea - 115-38

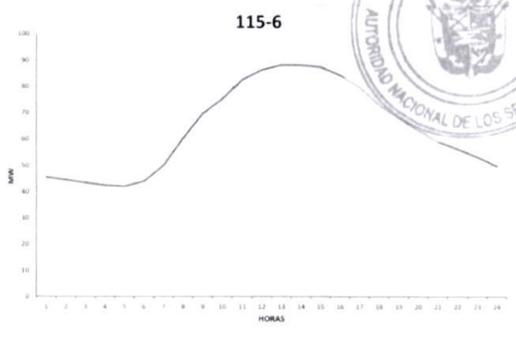


Gráfico 6. 5 Curva Típica de Carga Línea - 115-6

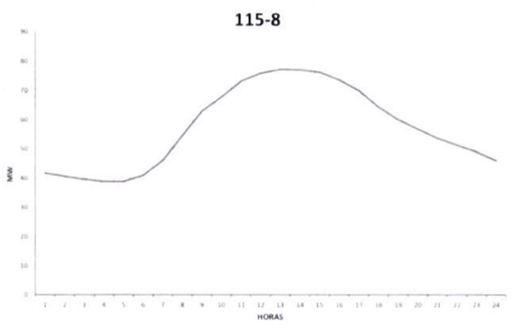


Gráfico 6. 3 Curva Típica de Carga Línea - 115-8

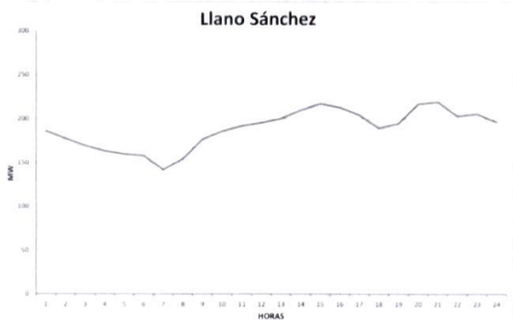


Gráfico 6. 6 Curva Típica de Carga - Llano Sánchez

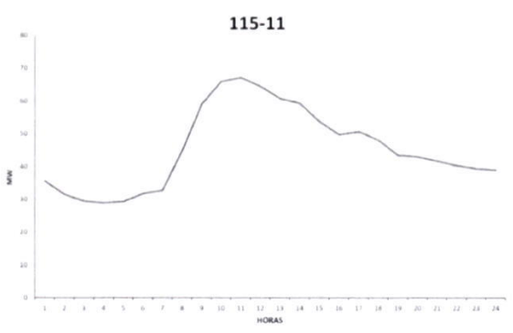


Gráfico 6. 4 Curva Típica de Carga Línea - 115-11

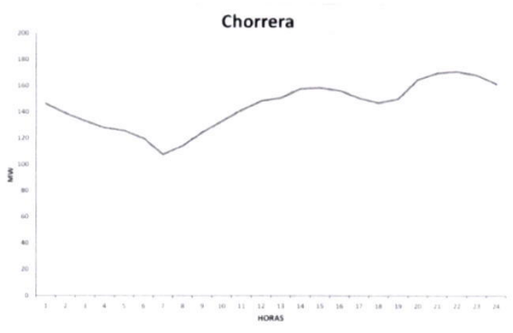


Gráfico 6. 7 Curva Típica de Carga - Chorrera

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPUBLICA DE PANAMA
253
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS

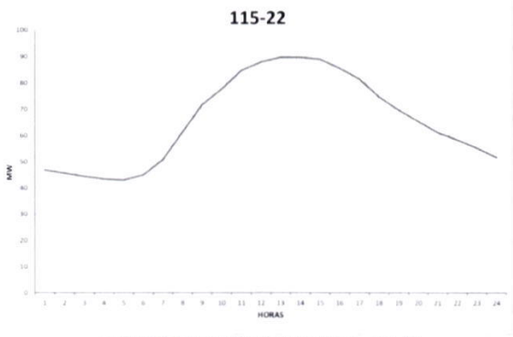


Grafico 6. 8 Curva Tipica de Carga Linea - 115-22

EDECHI



Gráfico 6. 9 Curva Típica de Carga - Mata de Nance

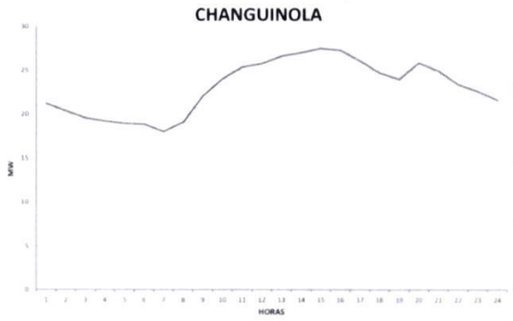


Gráfico 6. 10 Curva Típica de Carga - Changuinola

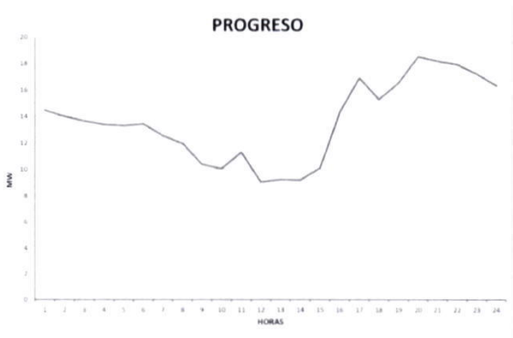


Gráfico 6. 11 Curva Típica de Carga - Progreso

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

254

ENSA

GEEHAN

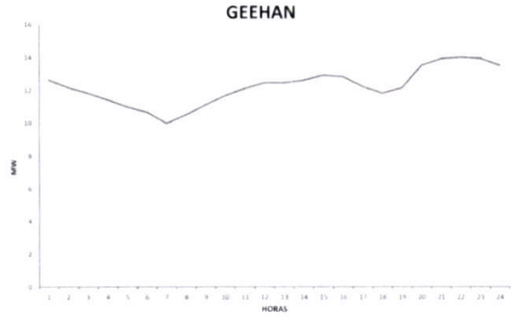


Gráfico 6. 12 Curva Típica de Carga Línea - Geehan

SANTA MARÍA

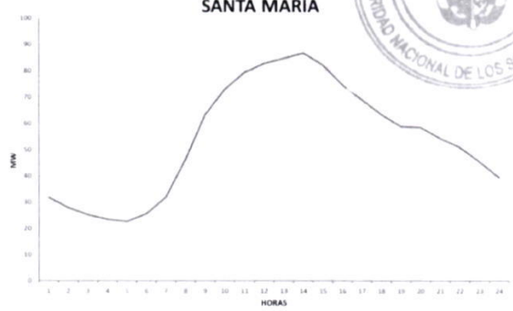


Grafico 6. 15 Curva Típica de Carga - Santa María

24 DE DICIEMBRE

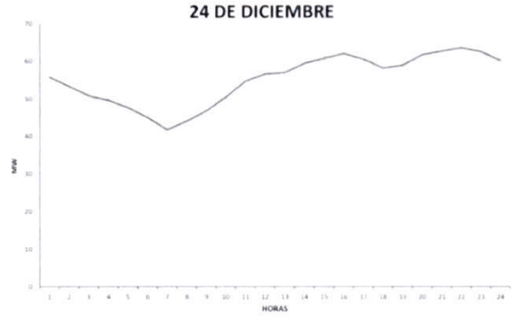


Gráfico 6. 13 Curva Típica de Carga - 24 de diciembre

CHILIBRE

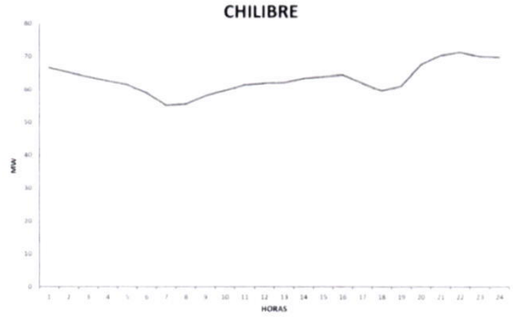


Gráfico 6. 16 - Curva Típica de Carga - Chilibre

Nota: Incluye CEMEX, IDAAN y Calzada Larga (Mediciones 115-3A y 115-3B).

CERRO VIENTO

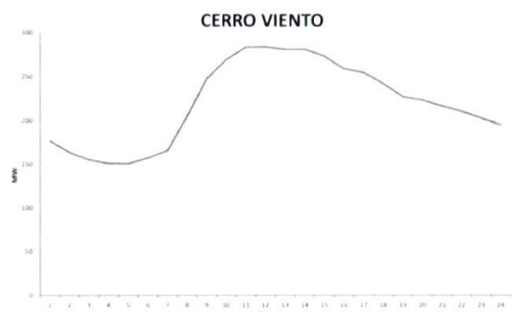


Gráfico 6. 14 Curva Típica de Carga - Cerro Viento

Nota: Incluye Cerro Viento, Llano Bonito y Costa del Este. Se descuenta salida 115-11 a Naturgy.

115-9

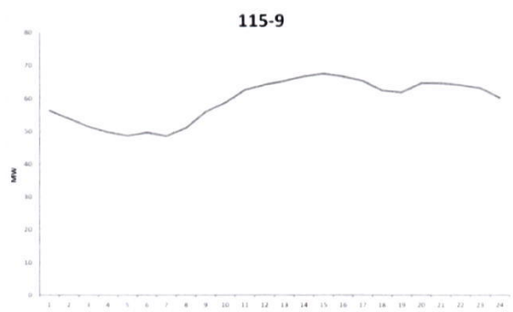


Grafico 6. 17 Curva Típica de Carga Línea - 115-9

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

255
REPUBLICA DE PANAMA
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS

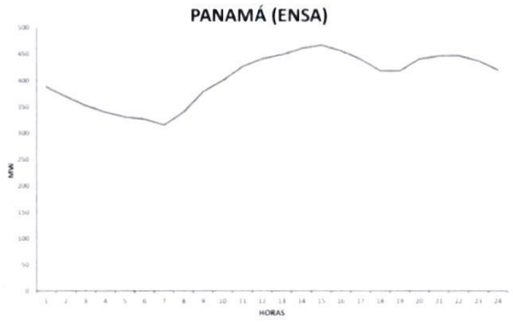


Gráfico 6. 18 Curva Típica de Carga - Panamá

Nota. (Provincia de Panamá - S/E Panamá, S/E Cerro Viento, S/E Geehan, S/E Tocumen, S/E Santa María y S/E 24 de Diciembre).

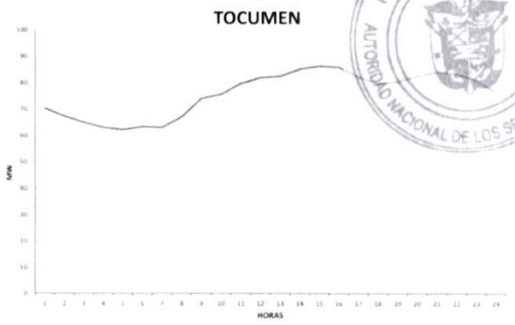


Gráfico 6. 19 Curva Típica de Carga - Tocumen

Nota: Medición total en L115-32 y 115-33; incluye carga del Aeropuerto Internacional.

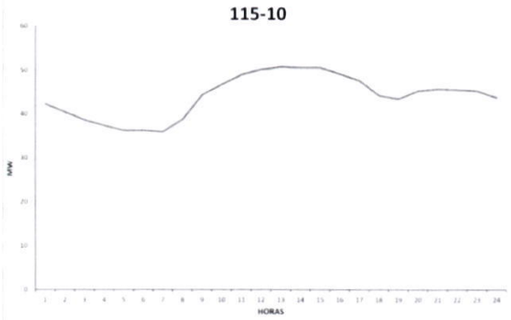


Gráfico 6. 20 Curva Típica de Carga - Línea 115-10

GRANDES CLIENTES

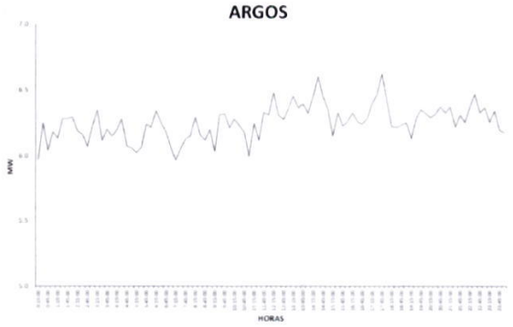


Gráfico 6. 21 Curva Típica de Carga - ARGOS

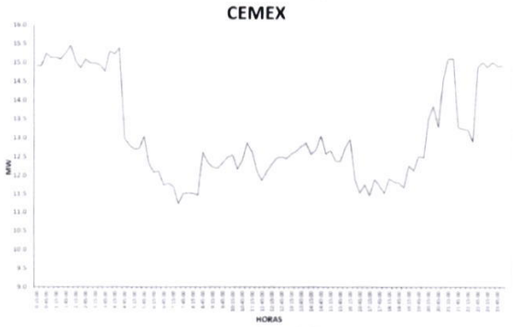


Gráfico 6. 22 Curva Típica de Carga - CEMEX

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

256

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
257

CAPÍTULO VII

DESAGREGACIÓN POR BARRA

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

258

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

259

CAPÍTULO 7
DESAGREGACIÓN POR BARRA

En la siguiente sección se detalla la desagregación de la demanda máxima de generación por participante y barra para el periodo 2024-2038. Este desglose se basa en las proyecciones de demanda y los planes de expansión suministrados por los agentes distribuidores. Los datos se presentan de forma porcentual en la Tabla 7. 1 y la Tabla 7. 2.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

260

ENSA	COD.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Tocumen	TOC	5.48%	5.54%	5.54%	5.53%	5.14%	5.03%	5.11%	5.04%	5.01%	4.90%	4.83%	4.76%	4.7[illegible]		
Cerro Viento	CVI	5.42%	5.41%	5.37%	5.35%	5.18%	5.08%	5.03%	4.98%	4.98%	4.87%	4.80%	4.73%	4.6[illegible]		
Llano Bonito	LBO13	1.72%	1.78%	1.84%	1.91%	1.97%	1.99%	2.05%	2.10%	2.17%	2.20%	2.24%	2.28%	2.3[illegible]		
Santa Maria	SMA	3.67%	3.71%	3.71%	3.74%	3.79%	3.77%	3.81%	3.83%	3.88%	3.86%	3.88%	3.88%	3.8[illegible]		
Monte Oscuro	MOS	3.63%	3.59%	3.53%	3.49%	3.47%	3.38%	3.33%	3.29%	3.27%	3.20%	3.16%	3.11%	3.07%	3.03%	2.99%
Tinajitas	TIN	3.42%	3.38%	3.33%	3.30%	3.19%	3.11%	3.06%	3.02%	3.00%	2.93%	2.89%	2.84%	2.80%	2.76%	2.72%
Geehan	GEE13	1.35%	1.40%	1.46%	1.49%	1.52%	1.53%	1.54%	1.55%	1.57%	1.56%	1.56%	1.56%	1.55%	1.54%	1.53%
Chilibre(Incluye el IDAAN)	CHI115	2.59%	2.61%	2.61%	2.62%	2.65%	2.63%	2.64%	2.65%	2.68%	2.66%	2.66%	2.66%	2.67%	2.67%	2.67%
Calzada Larga	CLA13.8	0.66%	0.66%	0.65%	0.65%	0.66%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.64%	0.64%	0.63%	0.62%	0.62%	0.61%
France Field	FF13.8	3.92%	4.01%	4.35%	4.39%	4.45%	4.43%	4.45%	4.47%	3.79%	3.77%	3.78%	3.78%	3.79%	3.80%	3.79%
Bahía Las Minas	LM.13B	1.26%	1.27%	1.28%	1.29%	1.30%	1.30%	1.30%	1.30%	1.32%	1.31%	1.32%	1.32%	1.32%	1.32%	1.32%
Bahía Las Minas 44 kV (anillo 44 kV: carga SE COL+ SE MH)	MHOPE	1.37%	1.38%	1.38%	1.27%	1.26%	1.23%	1.22%	1.23%	1.23%	1.21%	1.20%	1.18%	1.17%	1.16%	1.15%
24 de Diciembre	24DIC13	3.14%	3.20%	3.23%	3.31%	3.36%	3.31%	3.30%	3.29%	3.31%	3.28%	3.27%	3.25%	3.24%	3.23%	3.22%
S/E Costa del Este	CDE	2.64%	2.68%	2.71%	2.73%	2.77%	2.76%	2.74%	2.73%	2.74%	2.71%	2.69%	2.68%	2.66%	2.65%	2.63%
Nueva S/E Gonzalillo	GON13.8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.05%	1.14%	1.22%	1.26%	1.25%
Nueva S/E Cativá	CAT513	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.75%	0.75%	0.76%	0.76%	0.77%	0.77%
TOTAL ENSA		40.28%	40.64%	40.98%	41.06%	40.72%	40.20%	40.23%	40.12%	39.60%	39.85%	40.72%	40.58%	40.45%	40.28%	39.99%

EDEMET		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Llano Sánchez 115 KV - Pocrí	LSA115-14	2.09%	2.07%	1.81%	1.81%	1.82%	1.80%	1.80%	1.80%	1.81%	1.81%	1.81%	1.82%	1.83%	1.83%	1.84%
Llano Sánchez 115 KV - Arena	LSA115-13	4.02%	4.00%	3.49%	3.49%	3.51%	3.47%	3.46%	3.47%	3.49%	3.48%	3.49%	3.51%	3.53%	3.54%	3.56%
Llano Sánchez 115 KV - Santiago	LSA115-27	3.80%	3.78%	3.31%	3.30%	3.32%	3.28%	3.27%	3.28%	3.30%	3.29%	3.30%	3.32%	3.33%	3.34%	3.36%
Llano Sánchez 34.5 KV - Divisa	LSA34	0.37%	0.37%	0.32%	0.32%	0.33%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%
El Higo	EHIG34	2.26%	2.24%	2.23%	2.23%	2.24%	2.21%	2.21%	2.21%	2.22%	2.22%	2.22%	2.23%	2.24%	2.25%	2.26%
El Coco	PEN2	1.21%	1.20%	1.19%	1.19%	1.20%	1.18%	1.18%	1.18%	1.19%	1.19%	1.19%	1.20%	1.20%	1.21%	1.22%
Chorrera	CHO34	6.25%	6.21%	6.18%	6.16%	6.19%	6.12%	6.11%	6.11%	6.16%	6.13%	6.15%	6.18%	6.20%	6.22%	6.25%
San Francisco	SFR	5.69%	5.65%	5.62%	5.61%	5.64%	5.57%	5.56%	5.56%	5.60%	5.58%	5.60%	5.63%	5.65%	5.66%	5.69%
Loceria	LOC	5.21%	5.18%	5.15%	5.14%	5.16%	5.10%	5.09%	5.10%	5.14%	5.12%	5.13%	5.16%	5.18%	5.19%	5.22%
Marañón	MAR	4.62%	4.59%	4.57%	4.56%	4.59%	4.54%	4.53%	4.53%	4.57%	4.56%	4.57%	4.60%	4.61%	4.63%	4.66%
Centro Bancario	CBA	4.21%	4.18%	4.16%	4.16%	4.18%	4.13%	4.13%	4.13%	4.16%	4.15%	4.17%	4.19%	4.20%	4.22%	4.24%
Burunga	BUR34	3.19%	3.93%	3.90%	3.90%	3.92%	3.87%	3.87%	3.87%	3.91%	3.89%	3.91%	3.93%	3.94%	3.96%	3.98%
El Tomo	TOR13.8	1.12%	1.11%	1.11%	1.10%	1.11%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.11%	1.11%	1.12%	1.12%	1.13%
Nueva S/E Bella Vista	BVI13	1.74%	1.73%	1.71%	1.71%	1.73%	1.71%	1.71%	1.71%	1.73%	1.73%	1.74%	1.75%	1.76%	1.78%	1.79%
Nueva S/E La Floresta	FLO13.8	0.70%	0.69%	0.68%	0.68%	0.68%	0.67%	0.67%	0.67%	0.68%	0.67%	0.67%	0.68%	0.68%	0.68%	0.69%
Nueva S/E Santiago 2	STG234	0.00%	0.00%	1.23%	1.23%	1.24%	1.22%	1.22%	1.22%	1.23%	1.23%	1.23%	1.24%	1.25%	1.25%	1.26%
TOTAL EDEMET		46.49%	46.94%	46.68%	46.59%	46.85%	46.29%	46.22%	46.27%	46.64%	46.48%	46.64%	46.96%	47.05%	47.21%	47.47%

Tabla 7. 1 Desagregación por Barra (Parte 1)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

261

EDEMET (SERVICIO B)		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	203		
Miraflores	MIR44	1.77%	1.02%	1.01%	1.01%	1.02%	1.01%	1.01%	1.01%	1.02%	1.02%	1.03%	1.03%	1.0		
Balboa	BAL44	0.80%	0.78%	0.78%	0.78%	0.79%	0.78%	0.77%	0.77%	0.78%	0.77%	0.78%	0.78%	0.7		
Summit	SUM44	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.0		
Gamboa	GAM2	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.0		
Howard	HOW12	0.90%	0.14%	0.15%	0.15%	0.15%	0.14%	0.14%	0.15%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.15		
Nueva S/E Howard 115 KV	HOW115	0.00%	0.75%	0.75%	0.74%	0.75%	0.74%	0.74%	0.74%	0.75%	0.75%	0.75%	0.75%	0.75%	0.76%	0.76%
TOTAL SERVICIO B		3.56%	2.82%	2.80%	2.81%	2.82%	2.76%	2.78%	2.78%	2.81%	2.80%	2.82%	2.82%	2.83%	2.84%	2.86%

EDECHI		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Caldera 115 KV	CAL115	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Progreso 34.5 KV	PRO34.41	0.75%	0.74%	0.74%	0.74%	0.74%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.72%	0.72%	0.72%	0.72%	0.72%
	PRO34.42	0.57%	0.57%	0.57%	0.57%	0.57%	0.56%	0.56%	0.56%	0.56%	0.56%	0.56%	0.55%	0.55%	0.55%	0.55%
Progreso 115 KV	PRO115	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Mata de Nance 34.5 KV - Chiriqui	MDN34.9	0.32%	0.28%	0.28%	0.28%	0.28%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%
Mata de Nance 34.5 KV - Valbuena	MDN34.10	1.70%	1.49%	1.49%	1.48%	1.50%	1.47%	1.46%	1.46%	1.47%	1.46%	1.46%	1.45%	1.45%	1.45%	1.45%
Mata de Nance 34.5 KV - David	MDN34.11	1.20%	1.05%	1.05%	1.05%	1.05%	1.04%	1.03%	1.03%	1.04%	1.03%	1.03%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%
Mata de Nance 34.5 KV - Tijera	MDN34.15	1.55%	1.36%	1.35%	1.35%	1.36%	1.34%	1.33%	1.33%	1.34%	1.33%	1.33%	1.32%	1.32%	1.33%	1.32%
San Cristobal	SAC34	1.21%	1.20%	1.19%	1.19%	1.19%	1.18%	1.17%	1.17%	1.18%	1.17%	1.17%	1.16%	1.16%	1.16%	1.16%
Cañazas (PTP)	CAN34	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%	0.12%
Changuinola + Isla Colon	CHA34	1.40%	1.39%	1.38%	1.38%	1.39%	1.37%	1.36%	1.36%	1.37%	1.36%	1.36%	1.35%	1.35%	1.36%	1.35%
Boqueron III	BOQ34	0.84%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.82%	0.82%	0.81%	0.82%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%
Veladero	VEL34	0.00%	0.56%	0.56%	0.56%	0.56%	0.56%	0.55%	0.55%	0.56%	0.55%	0.55%	0.55%	0.55%	0.55%	0.55%
Boqueron IV	BOQ4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Charco Azul	CHZ34	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
TOTAL EDECHI		9.65%	9.61%	9.55%	9.55%	9.62%	9.47%	9.41%	9.39%	9.48%	9.39%	9.37%	9.35%	9.35%	9.36%	9.34%

GRANDES CLIENTES		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Argos	CPA115	0.38%	0.36%	0.35%	0.33%	0.32%	0.32%	0.31%	0.29%	0.30%	0.31%	0.31%	0.30%	0.29%	0.28%	0.27%
Cemex	CEMEX	1.11%	1.06%	1.03%	1.00%	0.97%	0.93%	0.91%	0.88%	0.86%	0.83%	0.82%	0.79%	0.77%	0.75%	0.74%
Manzanillo International Terminal	MIT	0.43%	0.41%	0.39%	0.38%	0.36%	0.35%	0.33%	0.32%	0.31%	0.30%	0.29%	0.28%	0.27%	0.26%	0.25%
Minera Panama	BOT34	0.84%	0.81%	0.77%	0.74%	0.71%	0.68%	0.65%	0.63%	0.60%	0.58%	0.56%	0.54%	0.52%	0.51%	0.49%
ACP	ACP	1.54%	1.47%	1.41%	1.35%	1.29%	1.24%	1.19%	1.15%	1.10%	1.06%	1.03%	0.99%	0.96%	0.92%	0.89%

Tabla 7. 2 Desagregación por Barra (Parte 2)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

262

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

263

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

CAPÍTULO VIII

ESTÁNDARES TECNOLÓGICOS Y COSTOS DE TRANSMISIÓN

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

264

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

265

CAPÍTULO 8
ESTÁNDARES TECNOLÓGICOS Y COSTOS DE TRANSMISIÓN

INTRODUCCIÓN

En todo proceso de planificación de un sistema eléctrico, es fundamental que, al proponer o evaluar alternativas, se consideren ciertos criterios predefinidos relacionados con el tipo de instalación (tecnología, materiales, métodos constructivos, etc.), siempre adaptados a las características específicas del sistema bajo análisis.

Por esta razón, surge la necesidad de definir, para el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión, criterios constructivos basados en un análisis técnico-económico previo, considerando variables como el mercado, la ubicación física de la obra, la densidad de carga, la calidad del servicio, los niveles de contaminación y otros aspectos ambientales.

El objetivo de los estudios de planificación a mediano y largo plazo es determinar la alternativa de expansión más adecuada. Para ello, es crucial contar con cálculos de costos precisos que permitan valorar correctamente las diferencias entre las alternativas. Además, dado que estos costos deben integrarse a un esquema tarifario, es necesario determinar el costo real de las instalaciones, aproximándose lo más posible a su valor en el mercado.

Este enfoque también exige un análisis detallado de los elementos de costo involucrados en las obras propuestas, considerando todos los ítems y los gastos asociados hasta su puesta en operación comercial.

En consecuencia, el informe a continuación presenta de manera detallada los criterios tecnológicos más recientes aplicados en las líneas de transmisión y subestaciones, con el fin de garantizar que se cumplan los estándares de calidad y suministro. Además, se exponen las metodologías utilizadas para el cálculo de los costos de los componentes de transmisión, elementos clave para una planificación efectiva y eficiente del sistema.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

266

CRITERIOS TECNOLÓGICOS GENERALES

Esta sección tiene como finalidad señalar aquellos criterios a utilizar en las instalaciones que se propongan para la expansión del sistema de transmisión, tomando en consideración las características del sistema actualmente en operación.

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Generalidades

El Sistema de Transmisión Eléctrica de Panamá, propiedad de ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.), está compuesto por líneas de transmisión que operan a dos niveles de voltaje: 230 kV y 115 kV.

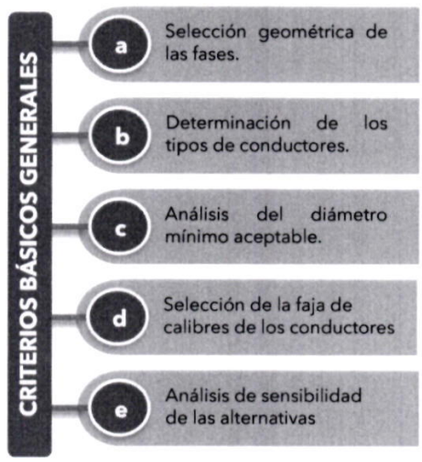
Actualmente, la longitud total de las líneas de transmisión de 230 kV es de 2,838.09 km, de las cuales 2,744.44 km corresponden a líneas de doble circuito (es decir, con dos circuitos de transmisión en paralelo) y 93.85 km son líneas de circuito sencillo (con un solo circuito de transmisión).

Por otro lado, la longitud total de las líneas de transmisión de 115 kV es de 312.32 km, distribuidas en 272.33 km de líneas de doble circuito y 39.99 km de líneas de circuito sencillo.

Tipos De Conductores

El crecimiento de la demanda eléctrica, la ubicación de los recursos hídricos, el clima tropical húmedo, la geografía estrecha de Panamá y su posición costera son factores clave en el diseño de las líneas de transmisión. Es necesario considerar:

- La capacidad de transporte para las nuevas centrales de generación.
- Los efectos térmicos sobre los conductores.
- La compatibilidad de nuevas tecnologías con el sistema existente.
- La corrosión salina de los conductores.
- La longitud de las líneas y las características de la carga.



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

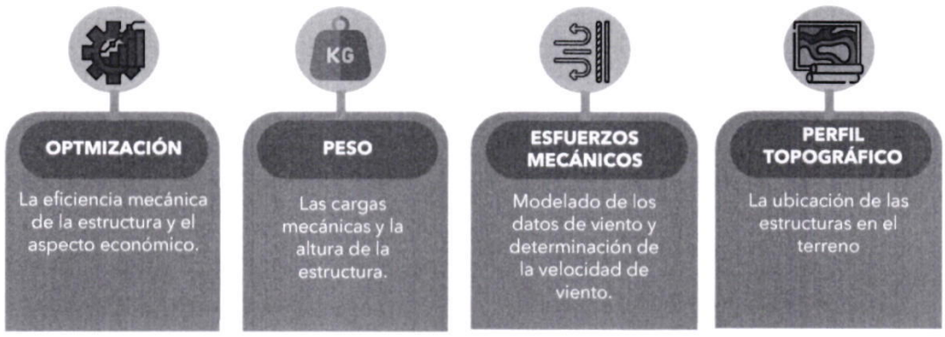
267

A partir de diversos estudios realizados, ETESA ha implementado para las líneas de transmisión de 230 KV y 115KV el conductor ACAR - Conductor de Aluminio Reforzado con Aleación de Aluminio – 1200kcmil (24/13), el conductor ACAR 750 kcmil (18/19) y el conductor ACSR/AW - Conductor de Aluminio Reforzado con Acero Revestido de Aluminio - 636 kcmil (26/7), GROSBEAK/AW, respectivamente. En los últimos años se ha incluido la utilización de consultores de alta temperatura de operación, como el 605 kcmil ACSS y el 713 kcmil ACCC.

En el Anexo IV del Tomo I de este capítulo se detallan los criterios básicos generales para la selección óptima del conductor que garantizan la optimización de los conductores.

Estructuras

Varias familias de estructuras han sido consideradas para cubrir los requerimientos de las líneas de transmisión de ETESA, incluyendo estructuras de diversos tipos constructivos para uno y dos circuitos.
Las estructuras de acero galvanizados, auto soportantes, con silueta del tipo tronco-piramidal y de base cuadrada son las de mayor aplicación en Panamá.
La nueva tendencia en el diseño de las líneas, respecto a las estructuras a utilizar, estipula considerar ciertos aspectos como lo son:



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

268

CONSIDERACIONES DEL TERRENO

- Distancias de seguridad verticales para las condiciones de potencia máxima y de emergencia.
- Distancias laterales de seguridad y el límite de la franja de servidumbre.
- Separación entre líneas en el tramo de paralelismo.
- Características de aplicación geométrica de las estructuras: ángulo en la línea, vanos adyacentes, alturas.
- Distancias eléctricas en la estructura, ángulos de balance de la cadena, ángulo de salida de la grapa del conductor.
- Límites de ángulo de inclinación del conductor e hilos de guarda en la salida de la grapa.
- Mejor ubicación de cada estructura con confirmación a través de inspección de campo.
- Cargas mecánicas de las cadenas de aisladores

Aislamientos de las Líneas

De acuerdo con las características electromecánicas de los aisladores, ETESA ha implementado en sus líneas de transmisión aisladores de porcelana o vidrio ANSI 52-5 para las líneas de 230 kV y ANSI 52-3 para las de 115 kV, con la única diferencia en la cantidad de aisladores utilizados. Para las líneas de 500 kV, se está evaluando el uso de aisladores de vidrio templado ANSI 52-5, ANSI 52-8 y ANSI 52-11.

Además, recientemente se ha comenzado a utilizar tecnología de polímero en zonas urbanas con limitaciones de servidumbre, debido a la flexibilidad estructural de los aisladores de polímero, su adaptabilidad al tamaño requerido y su mejor desempeño frente a la contaminación.

CONSIDERACIONES

a **CRITERIO DE SOBRE VOLTAJE 60 HZ:** Distancia conductor-estructura en condición de viento extremo, determinar el tipo y cantidad de aisladores.

b **IMPULSO DE MANIOBRA:** estudios de simulación a condiciones de viento moderado por interrupción de fallas, energización y des-energización de líneas.

c **DESCARGAS ATMOSFÉRICAS:** Estudio minucioso del comportamiento de los rayos sobre las líneas de transmisión a condiciones de viento mínimo.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

269

Herrajes y Accesorios

Existe una gran variedad de herrajes y accesorios que pueden ser usados en las líneas de transmisión. Su selección dependerá principalmente de los siguientes factores:



EN ETESA

Se normalizó la utilización de los herrajes largos denominados *"herrajes para el mantenimiento de línea en caliente"*.

Hilo de Guarda

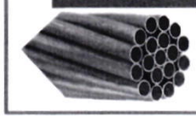
La función principal de los hilos de guarda en una línea de transmisión es proteger los conductores de las descargas atmosféricas (rayos). Como función secundaria, los hilos de guarda actúan como retorno para las corrientes de secuencia cero, especialmente durante las fallas fase-tierra. Este efecto tiene un impacto directo en el dimensionamiento de las mallas de tierra de las subestaciones, ya que la corriente de retorno a través de los hilos de guarda, en el primer vano cercano a la subestación, ayuda a aliviar la malla de tierra, lo que resulta en menores tensiones de paso y toque.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

270



EN ETESA



Acero revestido de aluminio, un material ampliamente empleado en las líneas de transmisión actuales, bajo la marca Alumoweld (registrada por Copperweld).

Hilo de Guarda OPGW – Optical Power Ground Wire

La tendencia actual en la selección de hilos de guarda va más allá de cumplir con sus funciones tradicionales de protección, abriendo nuevas posibilidades que aseguren la confiabilidad y seguridad del sistema. Entre estos nuevos focos, se incluyen aplicaciones como comunicación, transmisión de datos, teleprotección, telecomandos, entre otros.

En este contexto, ETESA ha incorporado recientemente el uso del hilo de guarda OPGW (Optical Power Ground Wire) en sus proyectos. Este hilo tiene un doble propósito: además de proporcionar las características físicas y eléctricas de un hilo de guarda convencional, también ofrece capacidades de transmisión de datos y comunicación mediante fibra óptica.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

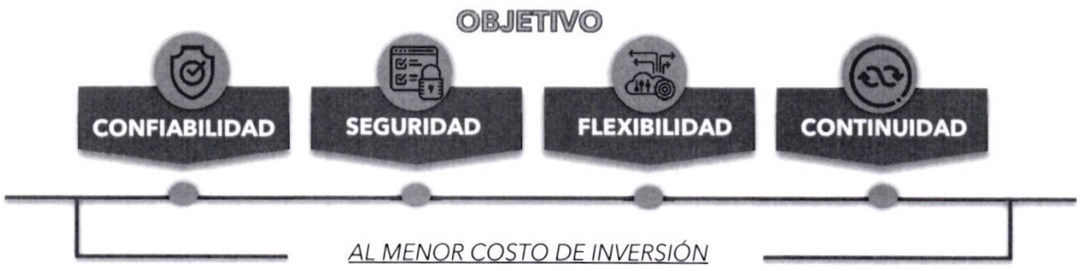
REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

271

SUBESTACIONES

Generalidades

Como parte integral del sistema de transmisión, las subestaciones funcionan como un punto de conexión y/o transformación para las líneas de transmisión, los alimentadores de sub-transmisión, las plantas de generación y los transformadores de elevación y reducción.



SUBESTACIONES EN PANAMÁ

TRANSFORMADORAS Y SECCIONADORAS				SECCIONADORAS PURAS	
230/115/34.5	**115/34.5**	**230/115/13.8**	**VOLTAJE (kV)**	**115**	**230**
Chorrera Llano Sánchez Mata de Nance Progreso Changuinola Boquerón 3 San Bartolo	Caldera	Panamá Panamá II		Cáceres Santa Rita	Guasquitas Veladero Cañazas El Higo Sabanitas Panamá 3
	115/4.16				
	Charco azul				
☑ Cerca del centro de carga ☑ Terreno plano, alto y de fácil acceso			**UBICACIÓN**	☑ No necesita estar cerca del centro de carga ☑ Terreno plano, alto y de fácil acceso	

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

La selección de la configuración del sistema determina el arreglo eléctrico y físico del equipo electromecánico y de la subestación tomando en cuenta, factores como la confiabilidad, la economía, seguridad y simplicidad del sistema.

CONFIGURACIÓN BARRA SENCILLA

- Menor costo debido a su simplicidad.
- Requiere des energizar la subestación para realizar mantenimiento.
- Brindan muy poca confiabilidad

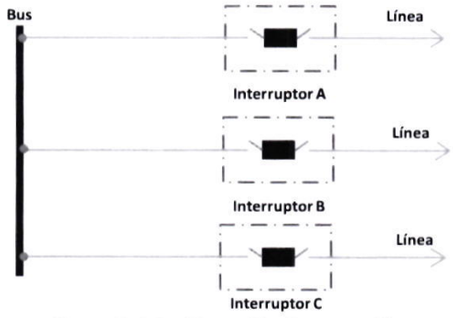


Figura 8. 1 Configuración Barra sencilla.

EN ETESA

Subestación de Charco Azul y el patio de 34.5 KV de la Subestación Llano Sánchez.

CONFIGURACIÓN INTERRUPTOR Y MEDIO

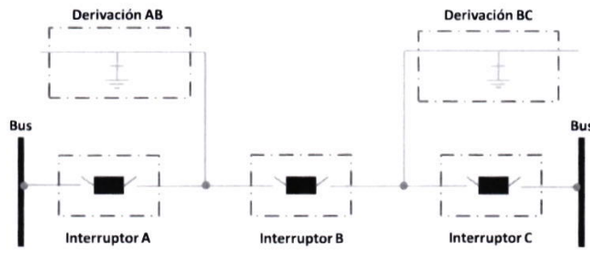


Figura 8. 2 Configuración Interruptor y medio.

- Configuración más comúnmente utilizada.
- Brinda flexibilidad, confiabilidad y posibilidad de transferir carga.
- Mayor costo debido a la necesidad de más equipo.

EN ETESA

Todos los patios de 230, 115 y 34.5 KV de las distintas subestaciones, a excepción del patio de 34.5 KV la S/E Llano Sánchez y la S/E Charco Azul.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

273

CONFIGURACIÓN BARRA PRINCIPAL Y DE TRANSFERENCIA.

- Bajo costo inicial y flexibilidad de mantenimiento.
- Permite usar equipos de protección en la barra principal.
- Desenergización de la subestación entera debido a fallas producidas en la barra. o

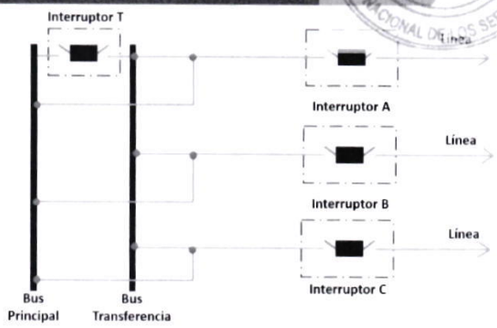


Figura 8. 3 Configuración Barra principal y de transferencia.

EN ETESA

La única subestación que cuenta con este tipo de esquema es la Subestación Cáceres.

Tipos de Interruptores

TECNOLOGÍA GAS SF6

- Menor posibilidad de contaminación ambiental.
- Menor costo de obras civiles.
- Facilidad de transporte.
- Menor tiempo de instalación.
- Más económicos.
- Requiere mantenimientos menores.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

274

PROPIEDADES CLAVE

A — Posee una constante de tiempo térmico baja, alta estabilidad química y mayor capacidad en la extinción de los arcos eléctricos.

El gas tiene una excelente fuerza dieléctrica. — B

EN ETESA

Mecanismo de operación por resorte: principio de almacenamiento de energía, extremadamente fiable, permite que siempre esté disponible la energía suficiente para cerrar el interruptor y con ello tensar el resorte de disparo.

Protecciones

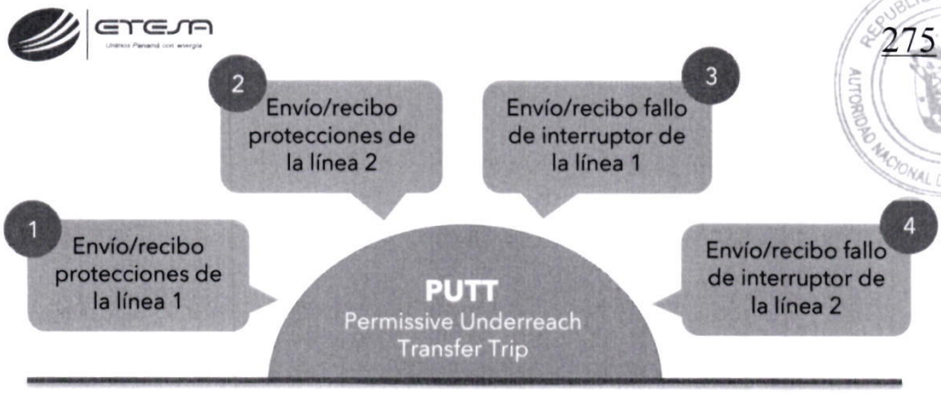


Cada línea cuenta con dos niveles de protección, una primaria y otra secundaria, completamente independientes. Esto se debe a consideraciones de confiabilidad, ya que, si en algún momento una de las protecciones queda fuera de servicio, la otra continuará operando. Son independientes porque están alimentadas por núcleos distintos del mismo CT (Transformador de Corriente) y PT (Transformador de Voltaje), cuentan con circuitos separados para disparo, inicio de recierre, envío y recepción de tono, alarmas y secuencia de eventos.

El recerrador debe programarse para realizar recierres monofásicos. Este debe bloquearse cada vez que se produzca un disparo tripolar, ya que, según las normas de seguridad de operación, ETESA no permite el recierre tripolar.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

275



- ☑ Requiere de un canal de comunicación para enviar y recibir el permisivo de disparo.
- ☑ Como respaldo de las protecciones de las líneas adyacentes se usa el esquema de fallo de interruptor remoto.

EN ETESA

Relevadores con microprocesadores: Cuentan con opción de programar las funciones lógicas, un menor requerimiento de mantenimiento, facilidad de contar con registros de fallas y de eventos, acceso vía remoto, entre otras

En el Anexo IV del Tomo I, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes y requerimientos técnicos mínimos de las protecciones utilizadas por ETESA en los diseños de líneas de transmisión y subestaciones.

Compensaciones

DEMANDA MÁXIMA		DEMANDA MÍNIMA
BANCO DE CAPACITORES		BANCO DE REACTORES
Verificar si los voltajes de las barras están dentro del Reglamento	VS	Verificar si los voltajes de las barras están dentro del Reglamento
Verificar que las unidades generadoras se encuentren proporcionando el reactivo necesario de acuerdo con su curva de capacidad.		Verificar que generadoras del sistema estén absorbiendo el reactivo de acuerdo con lo especificado.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

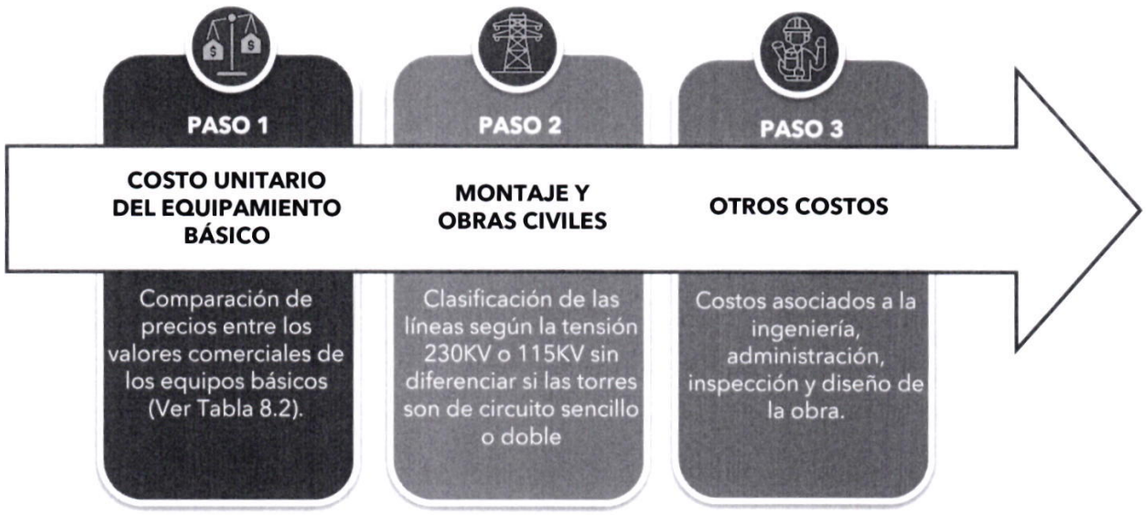
276

COSTOS DE COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN

LÍNEAS

Para estimar los costos de los componentes de las líneas de transmisión, se tomarán como referencia los últimos precios presentados en las licitaciones adjudicadas por ETESA.

Debido a la relación entre el tamaño y peso del conductor, los tipos de estructuras, las características del diseño de la línea (circuito sencillo o doble) y el nivel de tensión definido, podemos concluir que las estimaciones de costos dependerán directamente del tipo de conductor seleccionado, la tensión y el diseño establecido.



Estos costos unitarios de las líneas fueron actualizados al año 2020, tomando en cuenta la variación del acero, aluminio y zinc, de acuerdo con sus costos internacionales. El costo del acero y zinc se actualizó según el Steel Review, publicación de MEPS, sección World Carbon Steel Price Index, Structural Section and Beams; el aluminio, según el London Metal Exchange y también de acuerdo con el Índice de Precios al Consumidor para Bienes y Servicios Diversos en los Distritos de Panamá y San Miguelito.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

277

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (Miles de B/.)
1	**Costo de Torres de Acero**	
	Torres de Cto. Sencillo	
	Linea 636 ACSR 115 kV	73.99
	Linea 750 ACAR 230 kV	174.55
	Torres de Doble Cto.	
	Linea 636 ACSR 115 kV	135.74
	Linea 636 ACSR 230 kV	127.83
	Linea 750 ACAR 230 kV	127.83
	Linea 1200 ACAR 230 kV	164.42
	Linea 1200 ACAR 230 kV 2 cond. por fase*	219.17
2	**Costo de Aisladores y Herrajes**	
	115 kV	16.28
	230 kV	28.38
	230 kV 2 cond. por fase*	14.28
3	**Costo de Conductores**	
	Conductor 636 ACSR	65.59
	Conductor 750 ACAR	68.40
	Conductor 1200 ACAR	82.95
	230 kV 2 cond. por fase	47.96
4	**Costo de Hilo de Guarda y Accesorios**	
	7No.8	2.96
	OPGW	10.22
5	**Costo de Sistema de Puesta a Tierra**	
	115 kV	4.55
	230 kV	5.80
	230 kV 2 cond. por fase*	5.91

Tabla 8. 1 Costo Unitario de los Equipos Básicos de Lineas de Transmisión (En B./ Km.).

**Nota: Los costos de referencia para estos ítems aún no han sido actualizados.*

La referencia de costos para la Tabla 8. 1 proviene del cálculo del VNR 2024.

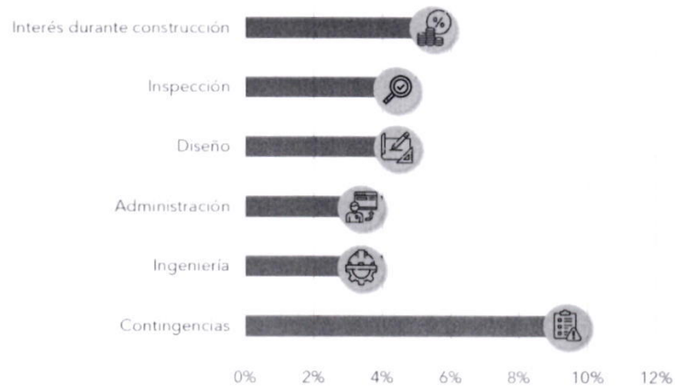
DETALLE	Torres para Circuito Sencillo o Doble		Circuito Sencillo con Torres previstas para Doble	
	115 KV	230 KV	115 KV	230 KV
	%			
Montaje	0.22	0.28	0.28	0.28
Obras Civiles	0.25	0.26	0.32	0.26

Tabla 8. 2 Detalle porcentual asociados a los costos de Montaje y Obras Civiles.

La referencia de costos para la Tabla 8. 2 proviene del cálculo del VNR 2024.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

278



COSTOS UNITARIOS DE LÍNEAS B/./km (Miles)	
Líneas	**Plan 2024**
115 KV	
Circuito Sencillo Cond. 636 ACSR	298.16
Circuito Sencillo Cond. 636 ACSR en torres para doble cto.	387.17
Doble Circuito Cond. 636 ACSR	422.00
230 KV	
Doble Circuito Cond. 636 ACSR	494.23
Circuito Sencillo Cond. 750 ACAR	291.05
Doble Circuito Cond. 750 ACAR	447.03
Doble Circuito Cond. 1200 ACAR	663.24
Circuito Sencillo Cond. 1200 ACAR en torres para doble cto.*	523.82

Tabla 8. 3 Costo Unitario de las líneas de transmisión

**Nota: Los costos de referencia para estos ítems aún no han sido actualizados.*

La referencia de costos para la Tabla 8. 3 proviene del cálculo del VNR 2024.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

279

SUBESTACIONES

Con el objetivo de evaluar los costos de los componentes de las subestaciones, se adoptó una metodología que consiste en la estimación del costo de los equipos o instalaciones considerados, como si necesitáramos construirlos en la actualidad, es decir, su Valor Nuevo de Reemplazo (VNR).



Cálculo de Costos de Equipos Unitarios

Además del análisis de los costos reales de obras de suministro, montaje y obras civiles para subestaciones adjudicadas en las licitaciones realizadas en los últimos años, ETESA utilizó un proceso denominado "benchmarking", el cual involucra un estudio de mercado para identificar los precios de los componentes de las instalaciones más competitivos, sin degradar el estándar de calidad de los mismos (ver Tabla 8. 4).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

280

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	Costo Unitario Suministro
1	Autotransformador 100 MVA 230/115 kV	4,757,641.74
2	Autotransformador 100 MVA 230/115/34.5 kV	4,757,641.74
3	Autotransformador 120 MVA 230/22.2 kV	3,620,402.62
4	Autotransformador 150 MVA 230/115/34.5 kV	4,013,761.34
5	Autotransformador 175 MVA 230/115/13.8 kV	3,582,225.73
6	Autotransformador 175 MVA 230/115/34.5 kV	3,582,225.73
7	Autotransformador 350 MVA 230/115 kV	4,451,344.78
8	Autotransformador 350 MVA 230/115/13.8 kV	4,451,344.78
9	Autotransformador 50 MVA 230/115/34.5 kV	2,085,688.44
10	Autotransformador 62.5 MVA 115/34.5 kV	2,373,249.36
11	Autotransformador 70 MVA 230/115/34.5 kV	1,975,511.63
12	Banco de Capacitores 20 MVAR 115 kV	356,921.78
13	Banco de Capacitores 30 MVAR 230 kV	535,382.67
14	Cuchilla Manual Monopolar 230 kV	19,422.69
15	Cuchilla Manual Monopolar 34.5 kV	17,667.88
16	Cuchilla Manual Tetrapolar 115 kV	10,244.85
17	Cuchilla Motorizada Tetrapolar PT 115 kV	22,771.57
18	Cuchilla Manual Tetrapolar 230 kV	16,043.38
19	Cuchilla Motorizada Tetrapolar PT 230 kV	27,502.94
20	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar 115 kV	14,517.17
21	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar PT 115 kV	22,048.58
22	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar 13.8 kV	8,480.07
23	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar 230 kV	19,422.69
24	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar PT 230 kV	23,307.23
25	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar 34.5 kV	17,667.88
26	Cuchilla Manual Trifásico Tripolar PT 34.5 kV	16,274.71
27	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar 115 kV	20,134.45
28	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar PT 115 kV	19,217.07
29	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar 22.2 kV	10,313.60
30	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar PT 22.2 kV	12,376.32
31	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar 230 kV	27,502.94
32	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar PT 230 kV	49,690.22
33	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar 34.5 kV	11,344.62
34	Cuchilla Motorizada Trifásico Tripolar PT 34.5 kV	13,613.54
35	Cuchilla Motorizada GIS Trifásico Tripolar 192 kV	70,328.25
36	Cuchilla Motorizada GIS Trifásico Tripolar 230 kV	77,625.00
37	Cuchilla Motorizada GIS Trifásico Tripolar PT 230 kV	97,031.25
38	Interruptor de Gabinete Trifásico Tripolar 13.8 kV	38,214.47
39	Interruptor GIS Monopolar 230 kV	428,442.49

Tabla 8. 4 Costos Unitarios de Equipos de Subestaciones

La referencia de costos para la Tabla 8. 4 proviene del cálculo del VNR 2024.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	Costo Unitario Suministro B/.
40	Interruptor Tanque Muerto Monopolar 230 kV	275,142.97
41	Interruptor Tanque Muerto Trifásico Tripolar 115 kV	205,952.19
42	Interruptor Tanque Muerto Trifásico Tripolar 230 kV	142,098.52
43	Interruptor Tanque Muerto Trifásico Tripolar 34.5 kV	121,272.18
44	Interruptor Tanque Vivo Monopolar 115 kV	161,710.62
45	Interruptor Tanque Vivo Monopolar 230 kV	156,209.09
46	Interruptor Tanque Vivo Trifásico Tripolar 115 kV	98,769.93
47	Interruptor Tanque Vivo Trifásico Tripolar 22.2 kV	68,757.35
48	Interruptor Tanque Vivo Trifásico Tripolar 230 kV	142,098.52
49	Interruptor Tanque Vivo Trifásico Tripolar 34.5 kV	68,757.35
50	Pararrayo 192 kV	5,264.00
51	Pararrayo 22.2 kV	1,682.26
52	Pararrayo 34.5 kV	1,603.71
53	Pararrayo 96 kV	2,044.82
54	Reactor 20 MVAR 115 kV	1,077,398.56
55	Reactor 20 MVAR 230 kV	1,077,398.56
56	Reactor 20 MVAR 34.5 kV	985,813.84
57	Reactor 30 MVAR 230 kV	1,616,097.85
58	Reactor 60 MVAR 22.2 kV	2,957,441.53
59	Reactor ONAN 20 MVAR 230 kV	1,077,398.56
60	STATCOM 60 MVAR 22.2 kV	2,957,441.53
61	Transformador de Corriente 115 kV	9,989.24
62	Transformador de Corriente 22.2 kV	11,336.86
63	Transformador de Corriente 230 kV	21,631.11
64	Transformador de Corriente 34.5 kV	18,791.85
65	Transformador de Potencia 24 MVA 4.16/115 kV	1,063,055.52
66	Transformador de Potencia 83.33 MVA 230/34.5 kV	2,351,705.49
67	Transformador de Tierra 19.9 MVA 34.5 kV	871,897.58
68	Transformador de Tierra 25.4 kVA 22.2 kV	2,032.00
69	Transformador de Tierra 5 MVA 34.5 kV	262,883.69
70	Transformador de Tierra 5976 kVA 34.5 kV	262,883.69
71	Transformador de Voltaje 115 kV	10,962.69
72	Transformador de Voltaje 22.2 kV	11,131.48
73	Transformador de Voltaje 230 kV	17,092.30
74	Transformador de Voltaje 34.5 kV	14,360.57
75	Transformador de Potencia 83.33 MVA 230/34.5 kV	2,351,705.49
76	Transformador GIS de Corriente 230 kV	20,948.54
77	Transformador GIS de Voltaje 230 kV	17,092.30

Tabla 8. 5 Costos Unitarios de Equipos de Subestaciones (Continuación)

La referencia de costos para la Tabla 8. 5 proviene del cálculo del VNR 2024.

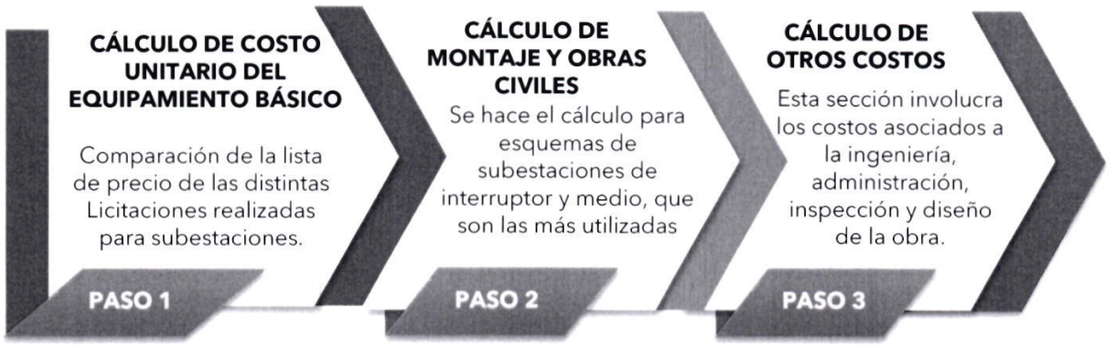
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

282

Cálculo de Costos de Equipos Tipo Lote

Debido a que las subestaciones de ETESA se pueden clasificar según su funcionalidad en subestaciones seccionadoras y transformadoras, y que estas últimas contienen equipos de alto costo en comparación con las primeras, es importante evidenciar que la relación del ítem por lotes aplicada de manera generalizada a todas las subestaciones produciría un VNR alejado de los valores estándares.

Por tal motivo, en esta sección se presenta una metodología para el cálculo de las relaciones porcentuales de los ítems mostrados en la Tabla 8. 6 para cada uno de estos grupos.



DETALLE	% Sobre ítemes de Costos Unitario Sin Equipos de Transformación y Regulación
Sistema de puesta a tierra	5.00
Servicios auxiliares	12.00
Herrajes, Estructuras y Soportes	50.00
Equipo de Protección, Control y Monitoreo	70.00
Equipo de Comunicaciones	15.00
Cables, conductores, ductos, etc.	25.00

Tabla 8. 6 Relación Porcentual de los Costos de Equipos por Lote

La referencia de costos para la Tabla 8. 6 proviene del cálculo del VNR 2024.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Cálculo de Montaje y Obras Civiles

Para el cálculo de los ítems se tabuló de la lista de precios analizados, los costos totales para suministro, montaje y obras civiles. Posteriormente, se realizó una sumatoria entre las últimas licitaciones realizadas por ETESA bajo el mismo criterio utilizado durante la sección anterior, obteniéndose como resultado una relación porcentual que representa el porcentaje de montaje y obras civiles con respecto al suministro.

DETALLE	% sobre Subtotal Suministro
Montaje	15.00
Obras Civiles Generales	25.00

Tabla 8. 7 Relación porcentual del Montaje y Obras Civiles

La referencia de costos para la Tabla 8. 7 proviene del cálculo del VNR 2024.

Cálculo de Otros Costos

Para el caso de los ítems se empleó la relación porcentual utilizada comúnmente por ETESA para este tipo de proyectos:

DETALLE	% sobre Total Costo Base
Contingencias	5.00
Diseño	5.00
Ingeniería	4.00
Administración	4.00
Inspección	5.00
IDC	6.00
EIA	0.19

Tabla 8. 8 Relación Porcentual de Otros Costos.

La referencia de costos para la Tabla 8. 8 proviene del cálculo del VNR 2024.

Cálculo de Costos de Terreno

Los costos para los terrenos de cada Subestación se obtuvieron de la información presentada en el Estudio de Actualización de Activos 2003.

En el Anexo IV del Tomo I se presenta el detalle de los costos de líneas de transmisión y subestaciones, así como los criterios básicos para la selección óptima de conductores y requerimientos de protecciones de líneas y subestaciones.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

284

Cálculo del VNR para las Subestaciones

PASO 1

SUBTOTAL DE EQUIPOS DE COSTOS UNITARIOS
Se obtiene a partir de una suma-producto de todas las cantidades de los equipos por subestación ya definidas con los costos unitarios.

PASO 2

SUBTOTAL DE COSTOS UNITARIOS SIN EQUIPOS DE TRANSFORMACIÓN Y REGULACIÓN
Se obtiene a partir de la resta del valor obtenido en el paso 1 y el monto de los equipos de transformación.

PASO 3

SUBTOTAL DE SUMUNISTROS
Se obtiene al aplicarle los porcentajes descritos en la Tabla 8.5 al subtotal obtenido en el paso 2 y se suman los valores de los equipos por lote y el subtotal del paso 1.

PASO 4

TOTAL COSTO BASE
Se obtiene al aplicarle los porcentajes descritos en la Tabla 8.6 al Subtotal obtenido en el paso 3. Luego se suman los valores obtenidos junto con el Subtotal del paso 3.

PASO 5

COSTO TOTAL O VNR
Se obtiene al aplicarle los porcentajes descritos en la Tabla 8.7 al Subtotal obtenido en el paso 4. Luego se suman estos valores obtenidos junto con el Subtotal del paso 4.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

285

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

286

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

287

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

CAPÍTULO 9
CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

CONCLUSIONES

La proyección de la demanda eléctrica de Panamá muestra una disminución, principalmente debido a la reducción del consumo por parte de la Minera Panamá. Sin embargo, esta demanda está influenciada por diversos factores, como el crecimiento económico, la actividad industrial, las condiciones climáticas, los precios de la electricidad y la eficiencia energética. Es crucial monitorear de cerca la evolución de estos factores para ajustar las proyecciones de demanda, considerando además el impacto de tecnologías emergentes y políticas regulatorias que puedan afectar el consumo energético en el país.

Las revisiones de las variables económicas indican que, en el escenario de referencia, el PIB de Panamá registrará una tasa de crecimiento promedio del 4.06% para el periodo 2024-2038, con un crecimiento del 15.84% en 2021, 10.81% en 2022 y 7.32% en 2023. Se observa una caída del -17.67% en 2020 debido a la pandemia, seguida de una recuperación gradual con tasas de crecimiento moderadas en los años posteriores.

La proyección de la demanda eléctrica es crucial para la toma de decisiones en el sector energético, especialmente en la planificación de proyectos de generación y transmisión. Para realizar estas proyecciones, se consideraron diversas variables socioeconómicas, como el Producto Interno Bruto, la población y el Índice Mensual de Actividad Económica.

Según los análisis realizados, se espera que el crecimiento de la demanda eléctrica en el corto plazo (2025-2028) varíe entre un 1.79% y un 2.95%. En el largo plazo (2029-2039), la demanda podría aumentar entre un 1.06% y un 4.70%.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

289

REFERENCIAS

1. Banco Mundial. (s.f.). Inflación, precios al consumidor (% anual) - Panamá, América Latina y el Caribe. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicador/FP.CPI.TOTL.ZG?end=2023&locations=PA&name_desc=false&start=2006&view=chart
2. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2023). Cuadro 5. Índice de precios al consumidor nacional urbano y poder adquisitivo del balboa: años 2013-2023. Recuperado de https://www.inec.gob.pa/avance/Default2.aspx?ID_CATEGORIA=2&ID_CIFRAS=10&ID_IDIOMA=1
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (s.f.). Población con ingresos inferiores a 2.15, 3.65 y 6.85 dólares PPA por día. Recuperado de https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=2207&area_id=131&lang=es
4. Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL). (2019). Decreto No. 424 de 31 de diciembre de 2019, Fija nuevas tasas de salario mínimo en todo el territorio nacional. Recuperado de https://www.mitradel.gob.pa/el-salario-minimo-en-panama/
5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (s.f.). *Tasa de desocupación por sexo*. Recuperado de https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=127&area_id=634&lang=es
6. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2024). *Informe Económico y Social 2023*. Recuperado de https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2024/06/MEF-DAES.-Informe-Economico-y-Social-anual-2023.pdf
7. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2024). *Cuadro 1. Nacimientos vivos y defunciones fetales en la República: Años 2000-2022*. https://www.inec.gob.pa/archivos/P07055475202401031239 02Cuadro%201.pdf
8. INEC. (2023). *Cuadro 9. Población en la República, por provincia y comarca indígena: Censos de 1911 a 2023*. https://www.inec.gob.pa/archivos/P00453527620231009162255CUADRO%209.pdf
9. INEC. (2024). *Cuadro 3. Índice de precios al consumidor nacional urbano y variación porcentual: Diciembre 2023 y enero-octubre 2024*. https://www.inec.gob.pa/archivos/A05334242024111511595 9Cuadro3.pdf
10. INEC. (2024). *Cuadro 5. Índice de precios al consumidor nacional urbano y poder adquisitivo del balboa: Años 2013-2023*. https://www.inec.gob.pa/archivos/A05334242024011515220 4Cuadro5.pdf
11. INEC. (2024). *PIB Trimestral*. Instituto Nacional de Estadística y Censo. https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default2.aspx?ID_CATEGORIA=4&ID_SUBCATEGORIA=73
12. INEC. (2024). Producto Interno Bruto Trimestral, series preliminares a precios corrientes y constantes con año de referencia 2018: Años 2018-22, primer, segundo y tercer trimestre de 2023. Instituto Nacional de Estadística y Censo. https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=1210&ID_CATEGORIA=4&ID_SUBCATEGORIA=26

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

13. Centro Nacional de Despacho. (2024). *Sección de estadísticas*. Centro Nacional de Despacho. Recuperado de https://www.cnd.com.pa/index.php/estadisticas
14. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP). (s.f.). Página principal. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. Recuperado de https://www.asep.gob.pa
15. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP). (s.f.). *Estadísticas de electricidad*. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. Recuperado de https://asep.gob.pa/direcciones/services/estadisticas-de-electricidad/
16. https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/electricidad/estadisticas/2023/segundo_semestre/precios.pdf
17. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP). (2023). *Precios de electricidad: Segundo semestre de 2023*. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. Recuperado de https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/electricidad/estadisticas/2023/segundo_semestre/precios.pdf

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

291

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

292

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ANEXO I

SALIDAS DEL ESCENARIO REFERENCIA

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

293

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

294

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A1. 1 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 5
Tabla A1. 2 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 5
Tabla A1. 3 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 6
Tabla A1. 4 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 6
Tabla A1. 5 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 7
Tabla A1. 6 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 7
Tabla A1. 7 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 8
Tabla A1. 8 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)..... 9
Tabla A1. 9 Costos Marginales del Escenario Referencia A1 10
Tabla A1. 10 Informe Final de Generación del Escenario Referencia A1..... 11

ÍNDICE DE GRÁFICOS

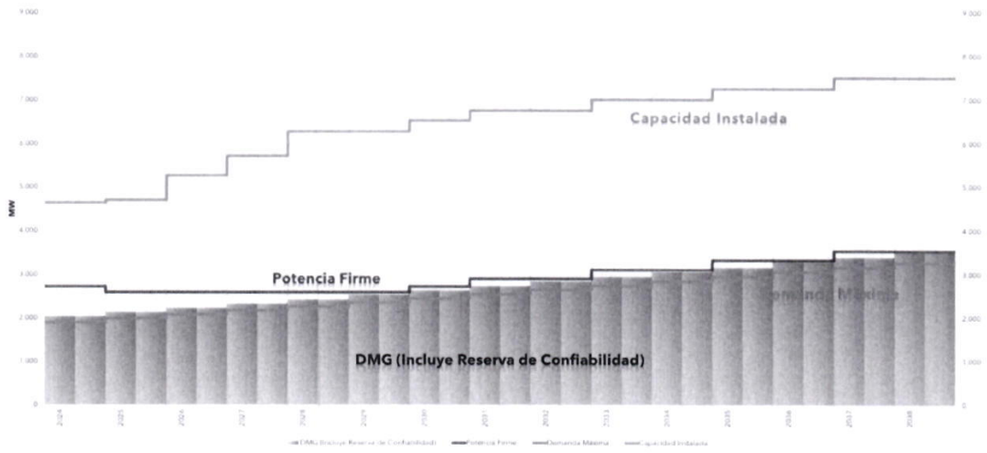
Gráfico A1. 1 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario Referencia A1..... 4
Gráfico A1. 2 Costos Marginales del Escenario Referencia A1 10
Gráfico A1. 3 Costos Marginales del Escenario Referencia A1 10

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
295

ANEXO I
ESCENARIO REFERENCIA A1

Gráfico A1. 1 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario Referencia A1



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

296

Tabla A1. 1 Capacidad Firme Escenario Referencia A1

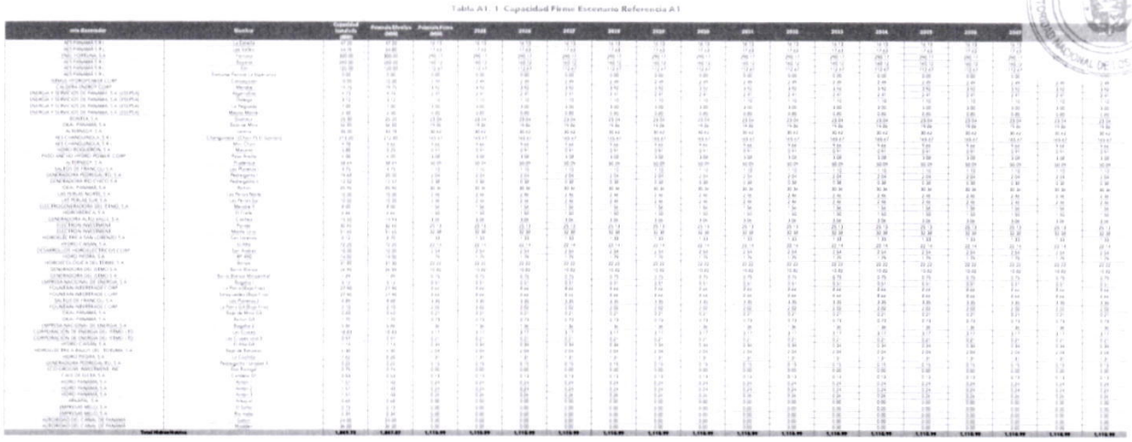
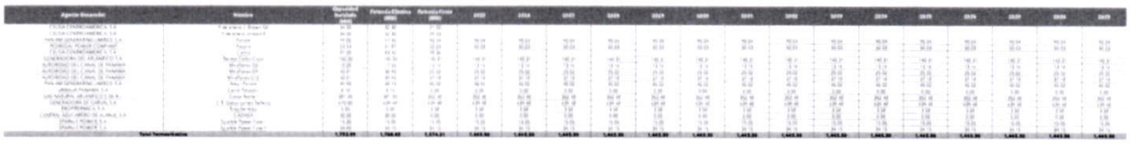


Tabla A1. 2 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A1. 3 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)

Tabla A1. 4 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)

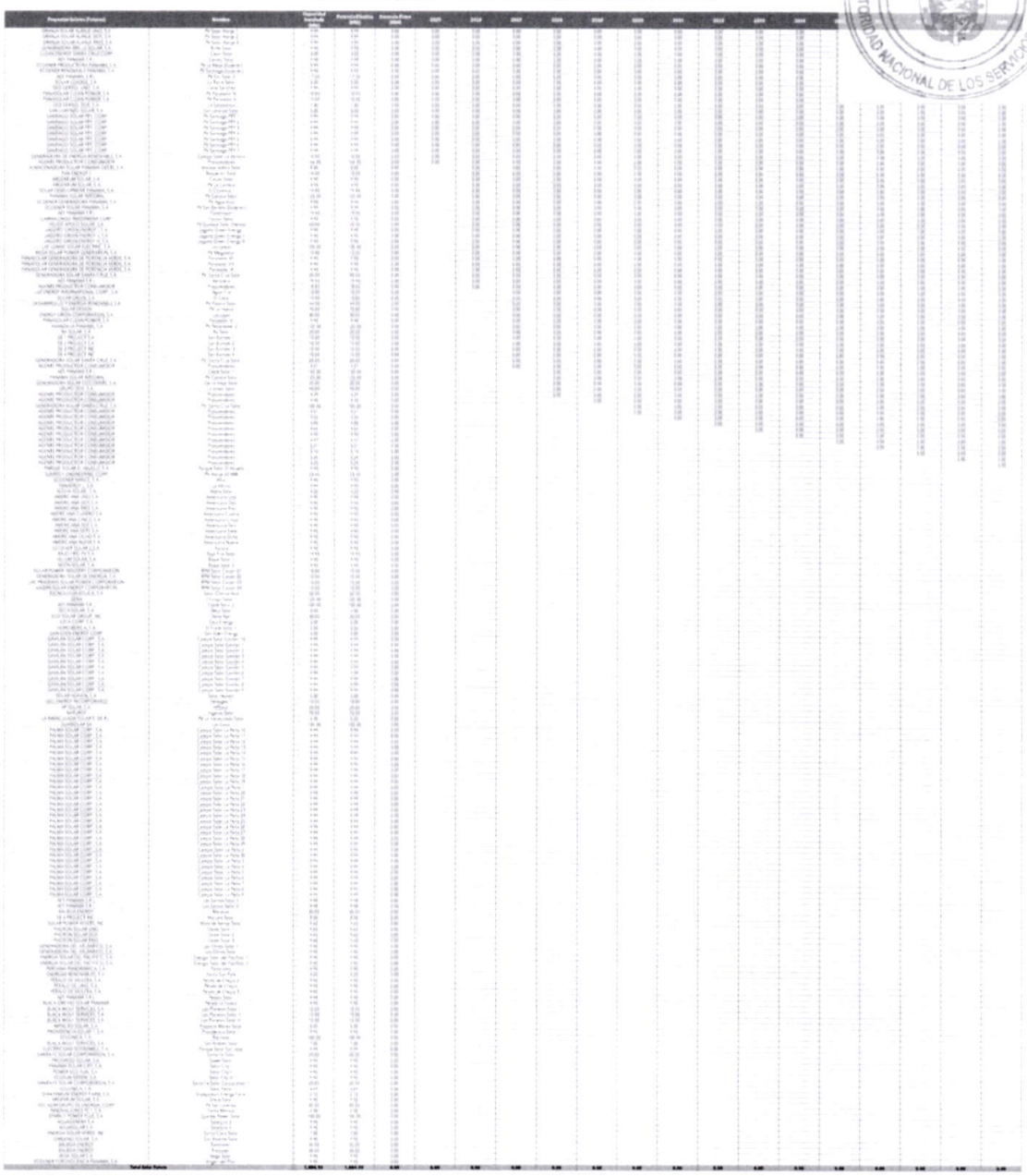
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A1. 5: Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)

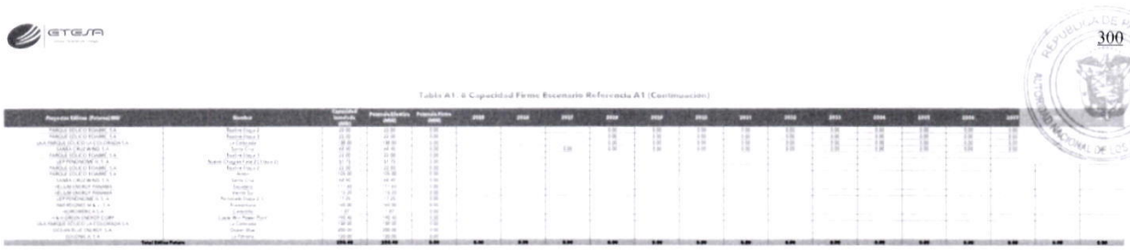
Proyecto Generación Térmica (Nuevo)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]													

299

Tabla A1. 7 Capacidad Firme Escenario Referencia A1 (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

301

Gráfico A1. 2 Costos Marginales del Escenario Referencia A1

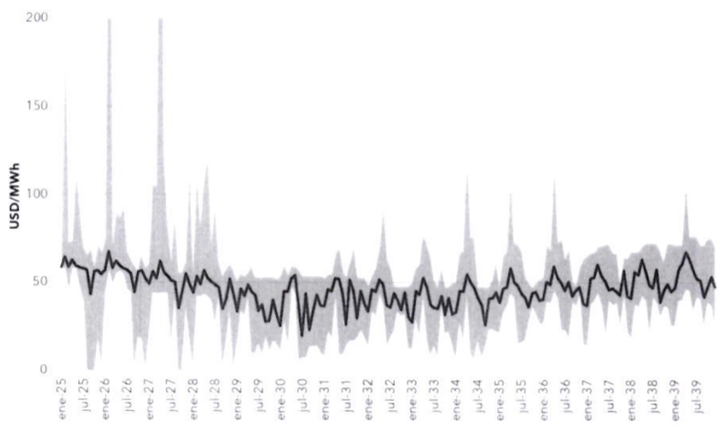


Gráfico A1. 3 Costos Marginales del Escenario Referencia A1

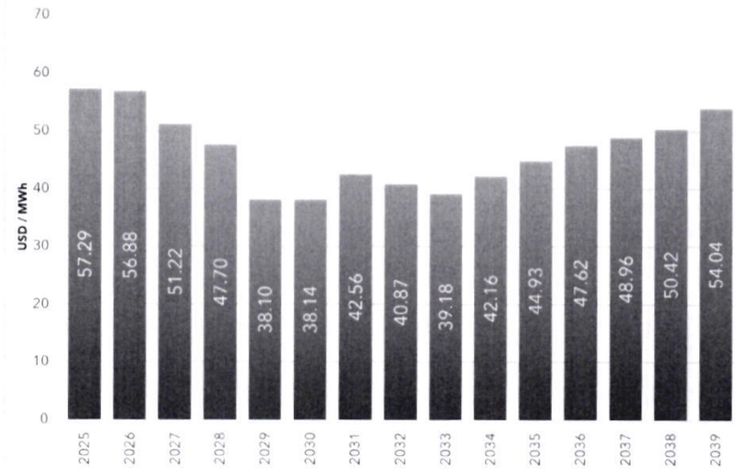


Tabla A1. 9 Costos Marginales del Escenario Referencia A1

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	58.51	64.58	58.62	62.62	59.31	58.61	57.76	57.05	43.14	56.07	56.57	54.64	57.29
2026	56.87	67.43	58.06	62.00	59.28	57.90	57.00	55.03	44.51	55.81	56.59	52.06	56.88
2027	49.13	56.12	52.23	62.08	55.89	53.80	50.92	50.28	35.30	45.03	55.00	48.84	51.22
2028	44.06	53.28	48.87	56.73	52.24	50.42	48.69	47.15	34.97	40.65	52.07	43.25	47.70
2029	33.48	46.30	42.35	48.74	44.78	42.78	33.83	37.40	27.87	28.07	40.00	31.66	38.10
2030	25.34	44.70	44.74	52.27	53.88	37.14	19.69	43.53	22.98	33.86	42.94	36.59	38.14
2031	36.43	46.04	44.98	52.23	51.84	43.75	25.86	51.42	45.37	29.69	45.14	37.92	42.56
2032	33.48	45.86	44.87	51.53	48.82	36.98	35.95	43.81	40.03	34.28	44.22	30.56	40.87
2033	27.44	44.95	43.19	52.37	47.10	37.19	35.45	35.25	42.36	31.58	41.25	31.99	39.18
2034	33.00	45.11	45.06	54.74	50.00	46.98	41.12	37.44	25.89	40.95	41.07	44.49	42.16
2035	38.73	46.54	47.45	58.29	50.18	47.99	43.70	41.54	36.12	43.73	44.82	40.02	44.93
2036	40.60	50.46	48.96	58.93	52.82	49.88	45.66	50.46	42.33	45.65	47.36	38.30	47.62
2037	37.06	52.16	52.99	60.13	54.05	50.69	46.09	46.92	45.19	43.00	56.94	42.29	48.96
2038	41.25	56.13	54.60	63.19	56.90	48.84	47.18	57.70	39.23	45.60	49.25	45.20	50.42
2039	47.16	57.43	61.06	67.74	62.91	57.39	52.44	51.25	42.21	47.85	53.30	47.70	54.04

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

302

Tabla A1. 10 Informe Final de Generación del Escenario Referencia A1

Planta	Informe Final de Generación														
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
La Estrella	293.39	268.47	271.94	266.30	270.84	271.18	266.27	275.67	271.87	271.41	265.83	26			
Los Valles	349.61	325.17	325.70	322.12	328.03	325.48	319.19	331.22	326.96	325.87	320.07	32			
Fortuna	1,640.57	1,673.96	1,600.75	1,556.79	1,551.04	1,606.04	1,629.66	1,666.24	1,648.02	1,575.31	1,570.35	1,62			
Bayano	500.13	662.50	731.32	582.05	628.41	680.97	690.66	613.96	625.00	658.07	679.32	65			
Esti	470.81	471.54	464.35	459.37	452.13	461.41	459.67	460.55	458.98	455.80	457.64	46			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.59	26.75	25.85	25.51	25.96	27.34	24.80	25.65	24.92	26.64	25.18	25			
Mendre	134.53	131.13	131.69	129.00	130.42	131.17	127.45	131.51	130.56	130.60	129.94	12			
Algarrobos	51.58	48.22	47.34	45.77	47.38	48.02	46.64	49.93	48.87	47.87	47.75	47.34	48.04	48.41	48.34
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.26	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	105.37	105.03	103.87	102.80	101.14	102.67	102.25	102.94	102.86	101.76	102.22	103.30	101.86	101.38	102.68
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	133.45	133.01	131.42	130.01	127.80	129.84	129.26	130.21	130.10	128.63	129.22	130.69	128.76	128.11	129.84
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,531.30	1,430.61	1,441.48	1,430.78	1,443.45	1,389.26	1,410.28	1,423.69	1,458.02	1,451.42	1,451.26	1,412.50	1,418.20	1,452.03	1,422.64
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.02	0.02	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	207.07	205.95	203.96	201.05	198.94	201.01	198.88	201.46	201.58	198.98	200.13	201.42	199.00	197.96	201.45
Los Planetas I	30.93	30.43	30.51	29.88	30.11	30.03	29.69	29.84	29.93	30.29	30.04	29.85	30.49	30.00	30.46
Pedregalito I	54.41	50.82	48.74	48.10	49.21	52.51	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.17	25.48	24.09	23.83	24.56	26.50	23.25	24.39	23.10	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.69	17.74	17.58	18.04	19.21	17.06	17.73	17.14	18.64	17.42	17.85	19.75	17.96	19.19
Las Perlas Sur	14.73	14.00	13.20	13.00	13.46	14.50	12.61	13.23	12.74	14.02	12.96	13.34	14.94	13.37	14.48
Mendre II	45.20	43.93	44.13	43.13	43.66	43.94	42.54	44.07	43.72	43.73	43.47	43.48	43.52	43.41	44.34
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	64.98	63.15	62.50	60.73	61.33	63.32	59.78	61.40	63.27	62.26	61.47	61.19	61.67	61.95	64.77
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.21	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP-490	10.22	9.33	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Bonyic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.05	108.47	109.92	106.31	104.80	109.09	103.87	106.11	108.64	106.73	106.68	108.93	106.70	103.81	111.85
Barro Blanco Minicentral	14.64	14.50	14.36	14.09	14.13	14.58	14.47	14.59	14.42	14.55	14.61	14.56	14.60	14.41	14.63
Bugaba I	21.01	20.82	20.67	20.30	20.48	20.54	20.30	20.39	20.64	20.80	20.65	20.48	20.37	20.11	20.93
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.74	83.23	79.10	82.39	82.89	80.01	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.94	78.96	85.47
Salsipuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.51	54.80	55.27	55.02	54.20	54.54	54.77	55.55	54.90	54.47	55.71	54.85	55.54
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.20	0.90	1.07	1.42	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.45	13.60	13.93	13.08	13.93	13.94	12.22	13.70	14.95	13.18	12.66	12.25	12.89	12.19	14.06
Las Cruces	68.62	62.45	64.42	63.48	61.12	64.42	58.46	58.07	62.16	63.75	62.41	64.74	61.75	59.58	66.93
Las Cruces Und 3	7.51	7.21	6.97	6.80	6.90	7.04	7.07	7.03	6.91	7.14	7.21	7.29	7.25	7.09	7.35
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuspa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4- Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	893.49	972.83	983.65	963.19	919.53	918.97	940.64	992.26	941.99
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.65	20.55	22.28	27.72	29.94	25.25	25.86	20.51	17.93
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP-550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco-Tizingal	6.57	6.57	6.55	6.48	6.51	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.32	61.17	55.53	50.46	23.83	8.25	61.70	61.80	63.82	57.36	57.32	57.07	57.36	57.36	57.32
Hidroeléctrica	**7,911.74**	**7,871.63**	**7,854.14**	**7,543.75**	**7,620.01**	**7,688.48**	**8,615.89**	**8,753.51**	**8,808.58**	**8,738.13**	**8,674.01**	**8,663.24**	**8,775.42**	**8,702.67**	**8,809.33**
Diesel	1.93	1.93	1.94	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	0.56	3.09	4.45	1.87	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.99	0.04	0.39	0.00	0.00	0.18
Carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	3,447.49	3,461.89	2,767.83	2,861.91	1,129.48	1,276.68	1,646.99	1,663.33	1,705.86	2,274.79	2,375.52	3,049.49	3,802.25	3,679.37	4,061.52
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.45	54.86	52.99	53.22	54.28	55.36	55.54	55.45	55.22	56.19	56.03	56.01	55.92	56.31
Termoeléctrica	**3,503.49**	**3,520.37**	**2,829.08**	**2,918.70**	**1,184.62**	**1,332.91**	**1,704.28**	**1,720.79**	**1,763.23**	**2,332.92**	**2,433.68**	**3,107.83**	**3,860.17**	**3,737.21**	**4,119.94**
Eólico	583.40	583.26	704.93	955.00	1,012.22	1,016.82	1,024.07	1,018.06	1,017.70	1,017.05	1,023.56	1,017.50	1,017.34	1,017.35	1,023.82
Solar	1,595.28	2,127.62	3,272.93	3,766.80	4,111.75	4,328.24	4,353.11	4,342.09	4,348.68	4,350.98	4,377.29	4,366.82	4,373.79	4,382.35	4,406.32
Renovables	**2,178.68**	**2,710.88**	**3,977.86**	**4,721.80**	**5,123.97**	**5,345.06**	**5,377.18**	**5,360.15**	**5,366.38**	**5,368.03**	**5,400.85**	**5,384.32**	**5,391.13**	**5,399.70**	**5,430.14**
Baterías	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Inyección	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Total de Generación	**13,593.91**	**14,102.87**	**14,661.07**	**15,184.25**	**13,928.61**	**14,366.45**	**15,697.35**	**15,834.45**	**15,938.20**	**16,439.08**	**16,508.55**	**17,155.39**	**18,026.72**	**17,839.58**	**18,359.41**
Exceso de Generación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Importación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,703.57**	**2,130.22**	**1,847.88**	**2,014.30**	**2,257.60**	**2,237.72**	**2,431.80**	**2,393.81**	**2,204.03**	**2,498.64**	**2,500.59**
Exportación	**26.19**	**104.75**	**232.56**	**325.39**	**283.60**	**698.57**	**1,327.57**	**1,193.82**	**1,106.43**	**1,157.56**	**985.05**	**1,165.42**	**1,421.92**	**1,088.86**	**1,180.24**
Pérdidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**59.38**	**78.49**	**67.71**	**74.59**	**78.65**	**78.16**	**83.84**	**82.01**	**76.68**	**86.81**	**86.85**
Demanda	**13,567.72**	**13,998.13**	**14,428.51**	**14,858.86**	**15,289.20**	**15,719.61**	**16,149.95**	**16,580.34**	**17,010.72**	**17,441.08**	**17,871.46**	**18,301.77**	**18,732.15**	**19,162.55**	**19,592.91**
Demanda Interrumpida	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Deficit	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

303

ANEXO II

SALIDAS DE LOS ESCENARIOS B, C, D, E Y F

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

304

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

305

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A2. 1 Capacidad Firme Escenario B 6
Tabla A2. 2 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 6
Tabla A2. 3 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 7
Tabla A2. 4 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 7
Tabla A2. 5 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 8
Tabla A2. 6 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 8
Tabla A2. 7 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 9
Tabla A2. 8 Capacidad Firme Escenario B (Continuación) 10
Tabla A2. 9 Costos Marginales del Escenario B 11
Tabla A2. 10 Informe Final de Generación del Escenario B 12
Tabla A2. 11 Capacidad Firme Escenario C 14
Tabla A2. 12 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 14
Tabla A2. 13 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 15
Tabla A2. 14 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 15
Tabla A2. 15 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 16
Tabla A2. 16 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 16
Tabla A2. 17 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 17
Tabla A2. 18 Capacidad Firme Escenario C (Continuación) 18
Tabla A2. 19 Costos Marginales del Escenario C 19
Tabla A2. 20 Informe Final de Generación del Escenario C 20
Tabla A2. 21 Capacidad Firme Escenario D 22
Tabla A2. 22 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 22
Tabla A2. 23 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 23
Tabla A2. 24 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 23
Tabla A2. 25 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 24
Tabla A2. 26 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 24
Tabla A2. 27 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 25
Tabla A2. 28 Capacidad Firme Escenario D (Continuación) 26
Tabla A2. 29 Costos Marginales del Escenario D 27
Tabla A2. 20 Informe Final de Generación del Escenario D 28
Tabla A2. 21 Capacidad Firme Escenario E 30
Tabla A2. 22 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 30
Tabla A2. 23 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 31
Tabla A2. 24 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 31
Tabla A2. 25 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 32
Tabla A2. 26 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 32
Tabla A2. 27 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 33
Tabla A2. 28 Capacidad Firme Escenario E (Continuación) 34
Tabla A2. 29 Costos Marginales del Escenario E 35
Tabla A2. 20 Informe Final de Generación del Escenario E 36
Tabla A2. 21 Capacidad Firme Escenario F 38
Tabla A2. 22 Capacidad Firme Escenario F (Continuación) 38
Tabla A2. 23 Capacidad Firme Escenario F (Continuación) 39
Tabla A2. 24 Capacidad Firme Escenario F (Continuación) 39
Tabla A2. 25 Capacidad Firme Escenario F (Continuación) 40

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

306

Tabla A2. 26 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)..... 40
Tabla A2. 27 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)..... 41
Tabla A2. 28 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)..... 42
Tabla A2. 29 Costos Marginales del Escenario F 43
Tabla A2. 20 Informe Final de Generación del Escenario F..... 44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

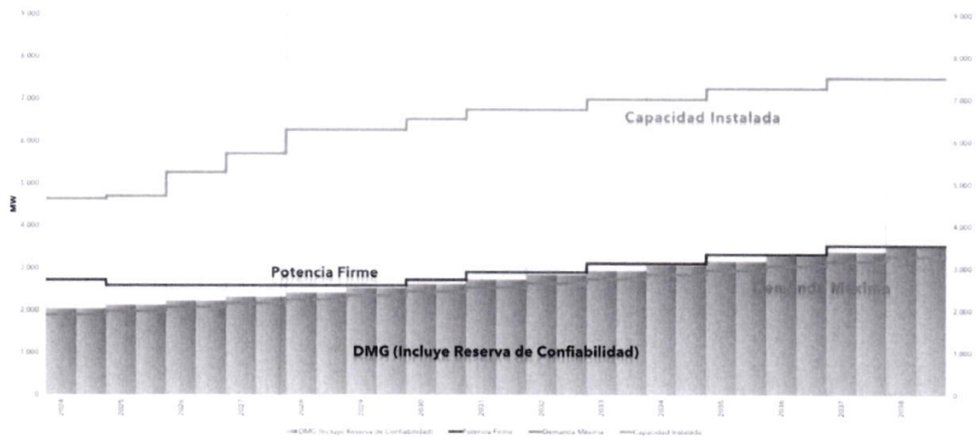
Gráfico A2. 5 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario B..... 5
Gráfico A2. 6 Costos Marginales del Escenario B 11
Gráfico A2. 7 Costos Marginales del Escenario B 11
Gráfico A2. 9 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario C 13
Gráfico A2. 10 Costos Marginales del Escenario C..... 19
Gráfico A2. 11 Costos Marginales del Escenario C..... 19
Gráfico A2. 12 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario D..... 21
Gráfico A2. 13 Costos Marginales del Escenario D..... 27
Gráfico A2. 14 Costos Marginales del Escenario D..... 27
Gráfico A2. 12 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario D..... 29
Gráfico A2. 13 Costos Marginales del Escenario E 35
Gráfico A2. 14 Costos Marginales del Escenario E 35
Gráfico A2. 12 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario F..... 37
Gráfico A2. 13 Costos Marginales del Escenario F 43
Gráfico A2. 14 Costos Marginales del Escenario F 43

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

307

ANEXO I
ESCENARIO B

Gráfico A2. 1 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario B



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2 - 1 Capacidad Firme Escenario B

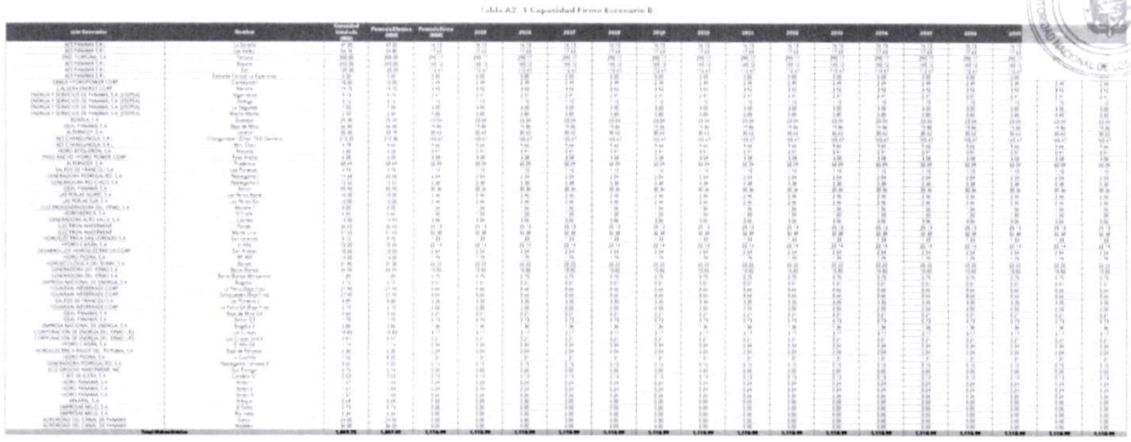
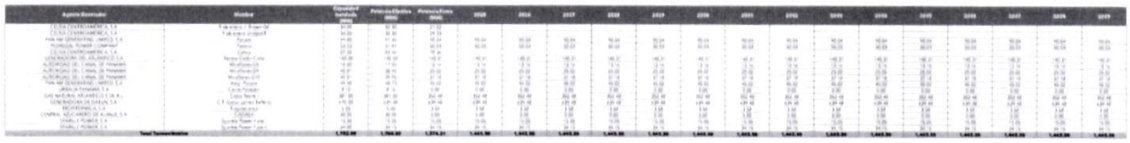


Tabla A2 - 2 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

309

Tabla A2 - 3 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
Total Nuevo																				

Tabla A2 - 4 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047

Tabla A2. 5 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)

Propietario/Administrador (Natural)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]													

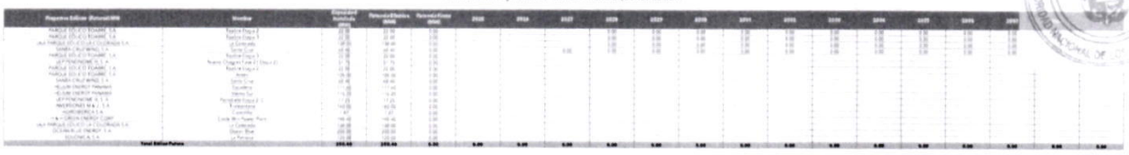
311

Tabla A2. 7 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2 - 8 Capacidad Firme Escenario B (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

313

Grafico A2. 2 Costos Marginales del Escenario B

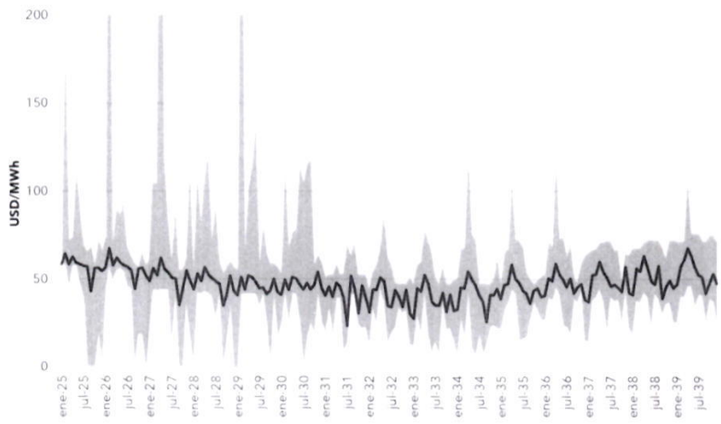


Grafico A2. 3 Costos Marginales del Escenario B

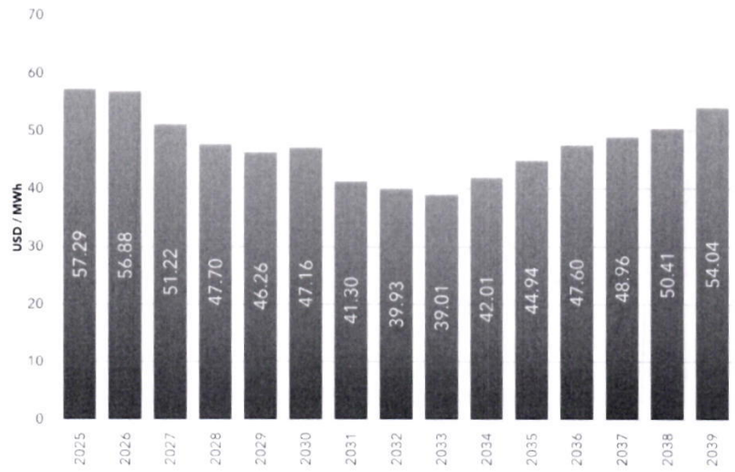


Tabla A2. 9 Costos Marginales del Escenario B

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	58.51	64.58	58.62	62.62	59.31	58.61	57.76	57.05	43.14	56.07	56.57	54.64	57.29
2026	56.87	67.43	58.06	62.00	59.28	57.90	57.00	55.03	44.51	55.81	56.59	52.06	56.88
2027	49.13	56.12	52.23	62.08	55.89	53.80	50.92	50.28	35.30	45.03	55.00	48.84	51.22
2028	44.06	53.28	48.87	56.73	52.24	50.42	48.69	47.15	34.97	40.65	52.07	43.25	47.70
2029	40.89	50.99	44.16	51.92	51.21	48.49	44.68	45.12	41.40	43.34	50.21	42.72	46.26
2030	41.37	49.63	44.02	51.15	50.61	46.91	44.25	47.87	44.33	46.63	54.04	45.12	47.16
2031	40.74	45.65	40.12	47.79	45.79	39.55	23.30	51.72	44.63	30.56	46.35	39.35	41.30
2032	30.97	44.00	44.00	50.75	48.65	34.76	34.07	43.70	39.95	34.17	43.99	30.17	39.93
2033	27.37	44.73	43.10	52.15	47.12	36.97	35.11	34.90	42.23	31.46	41.08	31.88	39.01
2034	32.98	44.96	44.90	54.24	49.80	46.72	41.00	37.44	25.62	40.95	41.04	44.45	42.01
2035	38.71	46.59	47.36	58.28	50.12	47.99	43.70	41.74	36.11	43.76	44.86	40.04	44.94
2036	40.58	50.45	48.96	58.90	52.82	49.88	45.66	50.41	42.26	45.64	47.34	38.30	47.60
2037	37.06	52.16	52.99	60.13	54.02	50.69	46.09	46.93	45.19	43.00	56.95	42.29	48.96
2038	41.25	56.17	54.58	63.19	56.75	48.84	47.18	57.70	39.23	45.60	49.27	45.20	50.41
2039	47.16	57.44	61.07	67.74	62.91	57.39	52.44	51.25	42.21	47.85	53.28	47.70	54.04

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

314

Tabla A2. 10 Informe Final de Generación del Escenario B

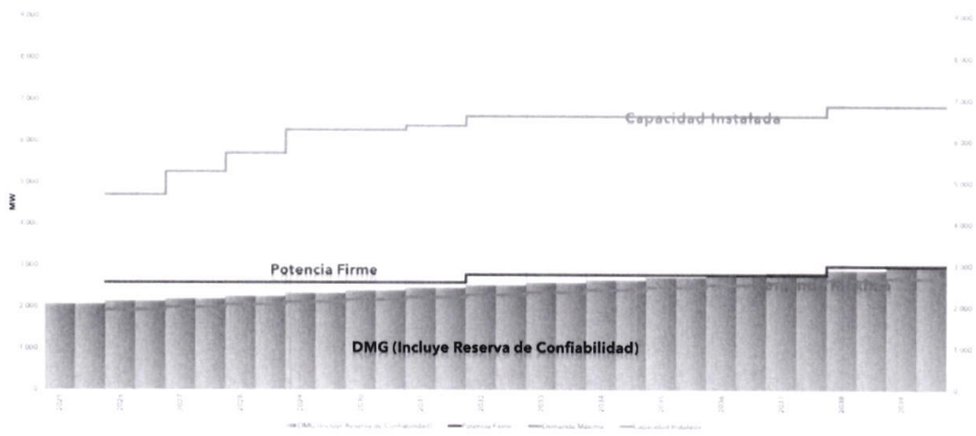
Planta	Informe Final de Generación														
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	20	37	38	039
La Estrella	293.39	268.47	271.94	266.30	267.52	267.29	265.50	275.67	271.95	271.43	265.79	26		267.2	
Los Valles	349.61	325.17	325.70	322.12	326.68	323.67	319.03	331.22	327.02	325.88	320.05	32		3.14	
Fortuna	1,640.57	1,673.96	1,600.75	1,556.79	1,578.22	1,604.89	1,602.30	1,664.73	1,648.14	1,575.59	1,571.11	1,62			
Bayano	500.13	662.50	731.32	582.05	675.08	647.31	666.83	591.54	627.22	660.82	679.29	65			
Esti	470.81	471.54	464.35	459.37	455.95	459.27	454.04	460.08	458.80	456.01	457.69	46			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.59	26.75	25.85	25.51	25.91	27.32	24.80	25.65	24.92	26.64	25.18	25			
Mendre	134.53	131.13	131.69	129.00	129.78	130.12	127.31	131.75	130.63	130.59	129.94	12			
Algarrobos	51.58	48.22	47.34	45.77	45.71	45.58	46.04	49.93	48.83	47.87	47.75	47.34	48.03	48.40	48.33
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.25	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	105.37	105.03	103.87	102.80	101.90	102.24	101.14	102.85	102.83	101.81	102.23	103.30	101.86	101.38	102.68
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	133.45	133.01	131.42	130.01	128.81	129.27	127.77	130.08	130.05	128.68	129.24	130.68	128.76	128.12	129.83
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,531.30	1,430.61	1,441.48	1,430.78	1,444.61	1,386.81	1,403.35	1,420.74	1,459.05	1,452.03	1,451.35	1,412.82	1,418.15	1,452.29	1,422.59
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.02	0.02	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	207.07	205.95	203.96	201.05	200.36	200.21	196.79	201.29	201.51	199.05	200.15	201.42	199.00	197.96	201.45
Los Planetas I	30.93	30.43	30.51	29.88	29.95	29.83	29.64	29.84	29.93	30.29	30.04	29.85	30.49	30.00	30.46
Pedregalito I	54.41	50.82	48.74	48.10	49.20	52.51	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.17	25.48	24.09	23.83	24.55	26.50	23.25	24.39	23.10	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.69	17.74	17.58	17.96	19.14	17.05	17.73	17.14	18.64	17.42	17.85	19.75	17.96	19.19
Las Perlas Sur	14.73	14.00	13.20	13.00	13.38	14.44	12.60	13.23	12.74	14.02	12.96	13.34	14.94	13.37	14.48
Mendre II	45.20	43.93	44.13	43.13	43.43	43.55	42.48	44.16	43.74	43.73	43.47	43.48	43.52	43.41	44.34
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	64.98	63.15	62.50	60.73	58.62	59.56	58.99	61.40	63.27	62.27	61.47	61.19	61.66	61.95	64.78
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.71	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP-490	10.22	9.33	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Boryic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.05	108.47	109.92	106.31	105.47	110.09	104.03	106.11	108.64	106.73	106.68	108.93	106.70	103.81	111.85
Barro Blanco Minicentral	14.64	14.50	14.36	14.09	13.41	13.51	14.29	14.59	14.42	14.55	14.61	14.56	14.60	14.41	14.63
Bugaba I	21.01	20.82	20.67	20.30	20.44	20.50	20.30	20.39	20.64	20.80	20.65	20.48	20.37	20.11	20.93
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.74	83.23	79.10	82.39	82.90	80.02	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.94	78.96	85.47
Salsipuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.51	54.80	55.18	54.87	54.18	54.54	54.77	55.55	54.90	54.47	55.71	54.85	55.54
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.20	0.90	1.07	1.41	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.45	13.60	13.93	13.08	14.64	15.07	12.63	13.74	14.94	13.18	12.66	12.24	12.88	12.19	14.06
Las Cruces	68.62	62.45	64.42	63.48	61.60	65.00	58.54	58.11	62.17	63.75	62.41	64.74	61.75	59.58	66.93
Las Cruces Und 3	7.51	7.21	6.97	6.80	6.42	6.45	6.99	7.00	6.90	7.14	7.21	7.29	7.25	7.09	7.35
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuspa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4- Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	893.50	969.01	984.15	963.02	919.51	918.98	940.73	992.27	941.94
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.06	21.37	22.47	27.81	30.01	25.27	25.82	20.43	17.93
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP-550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco-Tizingal	6.57	6.57	6.55	6.48	6.38	6.39	6.56	6.56	6.56	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.32	61.17	55.53	50.46	23.52	8.19	61.46	61.80	63.82	57.36	57.32	57.07	57.36	57.36	57.32
Hidroeléctrica	**7,911.74**	**7,871.63**	**7,854.14**	**7,543.75**	**7,691.83**	**7,634.23**	**8,547.39**	**8,723.15**	**8,812.49**	**8,742.12**	**8,674.90**	**8,664.48**	**8,775.35**	**8,702.93**	**8,809.23**
Diesel	1.93	1.93	1.94	1.92	1.93	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	0.56	3.09	4.45	1.87	3.55	2.22	0.00	0.00	0.00	0.99	0.07	0.39	0.00	0.00	0.18
Carbon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	3,447.49	3,461.89	2,767.83	2,861.91	2,888.34	3,117.67	1,438.02	1,489.67	1,687.98	2,266.67	2,372.26	3,044.30	3,801.65	3,678.90	4,061.63
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.45	54.86	52.99	48.85	48.13	53.93	55.01	55.40	55.23	56.18	56.02	56.01	55.92	56.31
Termoeléctrica	**3,503.49**	**3,520.37**	**2,829.08**	**2,918.70**	**2,942.67**	**3,169.94**	**1,493.87**	**1,546.60**	**1,745.31**	**2,324.82**	**2,430.44**	**3,102.64**	**3,859.57**	**3,736.73**	**4,120.05**
Eolico	583.40	583.26	704.93	955.00	997.68	993.90	1,022.38	1,017.91	1,017.79	1,017.17	1,023.64	1,017.44	1,017.35	1,017.36	1,023.82
Solar	1,595.28	2,127.62	3,272.93	3,766.80	4,004.03	4,186.65	4,334.72	4,342.14	4,348.43	4,350.99	4,377.24	4,366.82	4,373.68	4,382.33	4,406.33
Renovables	**2,178.68**	**2,710.88**	**3,977.86**	**4,721.80**	**5,001.71**	**5,180.54**	**5,357.11**	**5,360.04**	**5,366.22**	**5,368.16**	**5,400.89**	**5,384.26**	**5,391.03**	**5,399.69**	**5,430.15**
Baterías	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Inyección	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Total de Generación	**13,593.91**	**14,102.87**	**14,661.07**	**15,184.25**	**15,636.21**	**15,984.71**	**15,398.37**	**15,629.79**	**15,924.01**	**16,435.09**	**16,506.23**	**17,151.38**	**18,025.95**	**17,839.35**	**18,359.44**
Exceso de Generación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Importación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,410.96**	**1,989.23**	**2,256.14**	**2,235.69**	**2,432.90**	**2,392.25**	**2,203.81**	**2,497.45**	**2,499.27**
Exportación	**26.19**	**104.75**	**232.56**	**325.39**	**347.02**	**265.10**	**610.79**	**964.09**	**1,090.91**	**1,151.53**	**983.79**	**1,159.82**	**1,420.91**	**1,087.45**	**1,178.93**
Pérdidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**48.58**	**74.59**	**78.51**	**78.17**	**83.88**	**82.05**	**76.69**	**86.80**	**86.86**
Demanda	**13,567.72**	**13,998.13**	**14,428.51**	**14,858.86**	**15,289.19**	**15,719.61**	**16,149.95**	**16,580.34**	**17,010.72**	**17,441.08**	**17,871.46**	**18,301.77**	**18,732.15**	**19,162.55**	**19,592.91**
Demanda Interrumpida	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Déficit	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

315

ESCENARIO C

Gráfico A2. 4 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario C



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

316

Tabla A2. 11 Capacidad Firme Escenario C

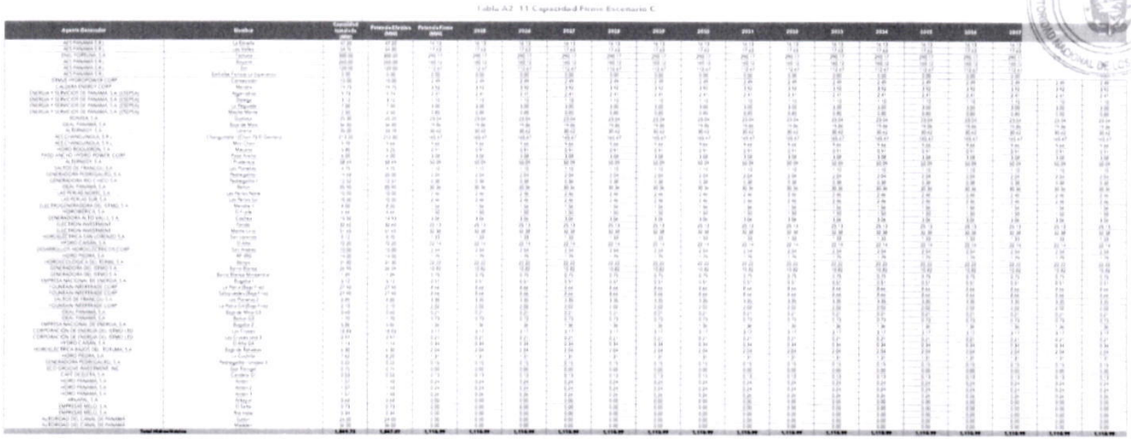
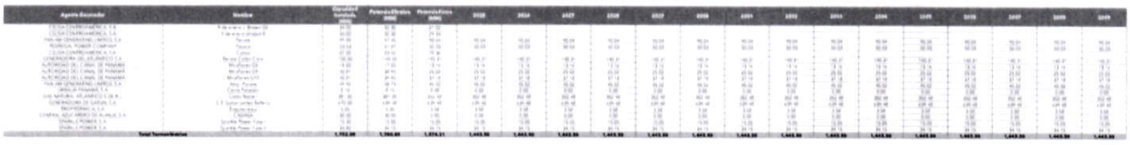


Tabla A2. 12 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

317

Tabla A2 - 13 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla A2 - 14 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2 - 15 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)

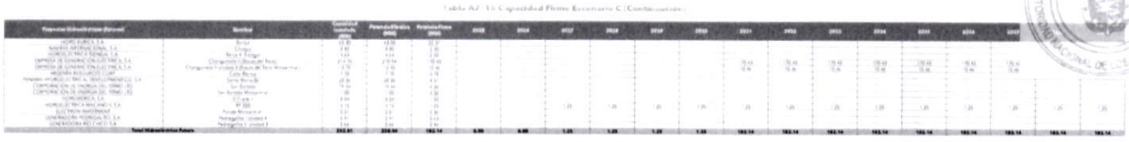
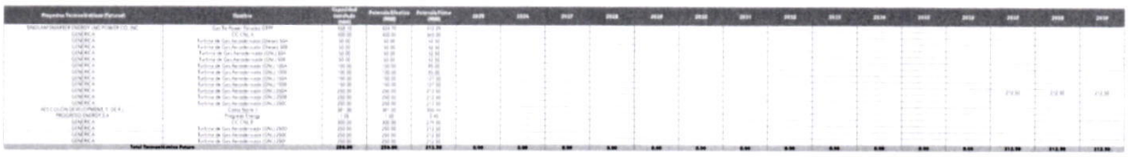


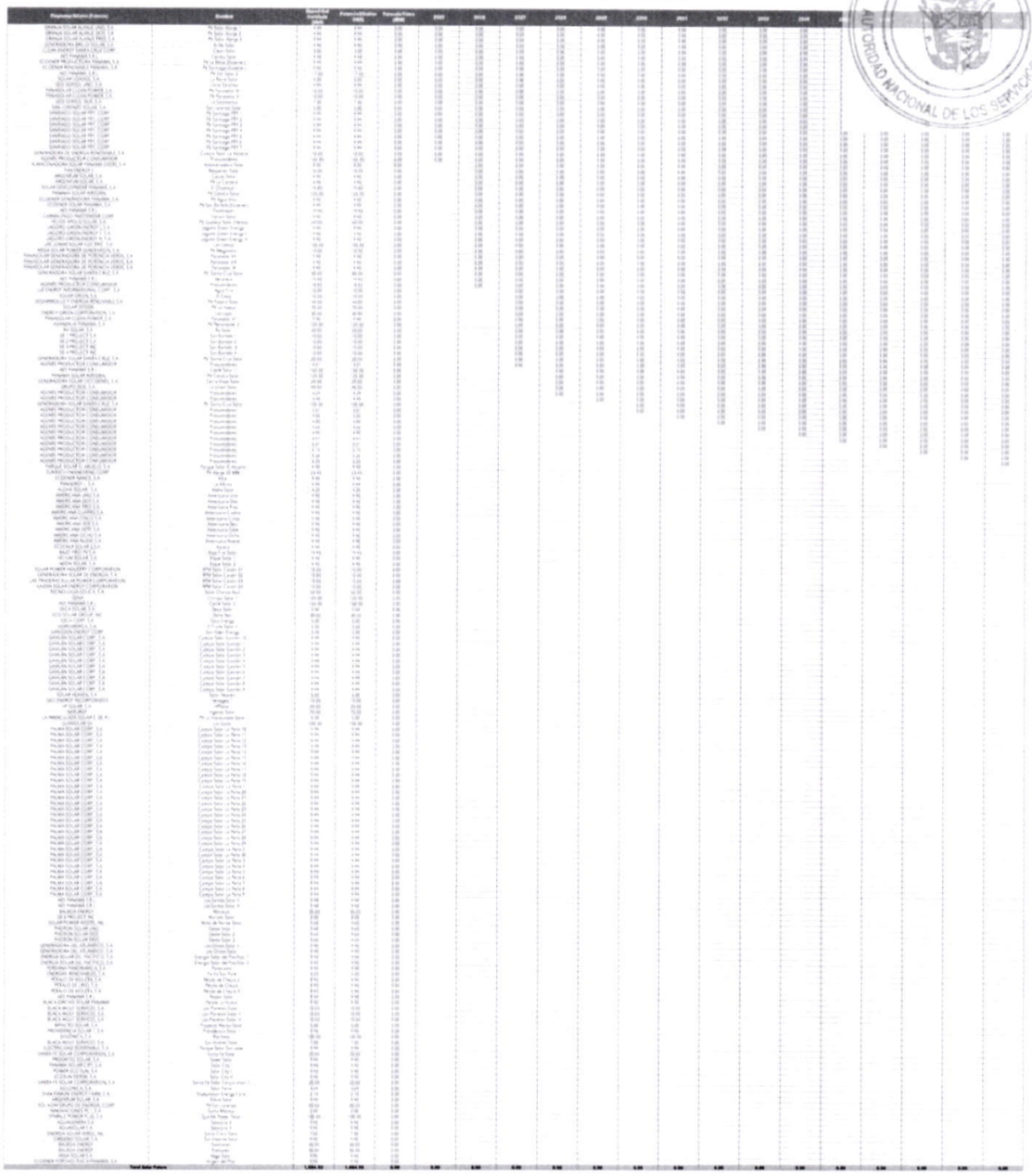
Tabla A2 - 16 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
319

Tabla A2. 17 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2-10 Capacidad Firme Escenario C (Continuación)

Proyecto Eólico (Privado)	Unidad	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Parque Eólico 1	22.50	22.50	5.85							
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Parque Eólico 2	22.50	22.50	5.85							
ALA PARQUE EÓLICO COLORADA S.A.	La Colorada	58.80	58.80	5.85							
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Parque Eólico 3	22.50	22.50	5.85							
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Parque Eólico 4	22.50	22.50	5.85							
AT PENONOME II, S.A.	Viento Cruces Fase 2 Etapa II	51.75	51.75	5.85							
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Parque Eólico 5	22.50	22.50	5.85							
PARQUE EÓLICO PESUR, S.A.	Aguila	58.80	58.80	5.85							
CHIRIQUI CALDERAS, S.A.	Cerro Viento	48.40	48.40	5.85							
ALIAN ENERGY PANAMA	Escudero	11.40	11.40	5.85							
ALIAN ENERGY PANAMA	Viento Sur	11.40	11.40	5.85							
AT PENONOME II, S.A.	Penonome Etapa II	11.05	11.05	5.85							
NEOENERGIA PANAMA, S.A.	Tonosi	10.20	10.20	5.85							
NEOENERGIA PANAMA, S.A.	Tonosi	10.20	10.20	5.85							
ALA GREEN ENERGY CORP	Cerro Pelado Fase I	50.40	50.40	5.85							
ALA PARQUE EÓLICO LA COLORADA S.A.	La Colorada	58.80	58.80	5.85							
OCEANOLIA ENERGY, S.A.	Ocean Blue	200.00	200.00	5.85							
ELECTRON, S.A.	La Pintada	200.00	200.00	5.85							
Total Eólico Privado		1,014.00	1,014.00	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

321

Grafico A2. 5 Costos Marginales del Escenario C

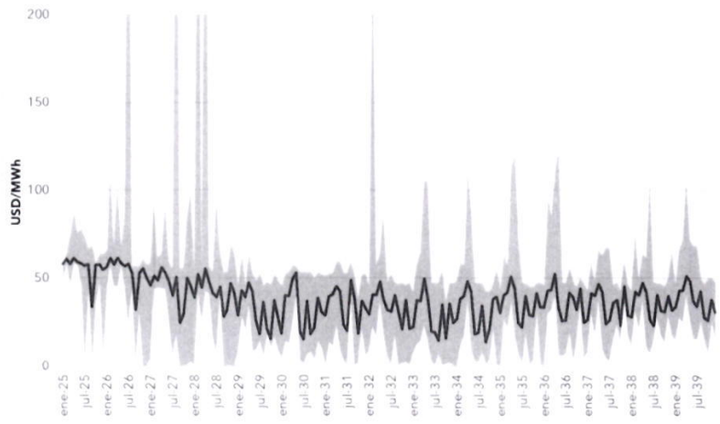


Grafico A2. 6 Costos Marginales del Escenario C

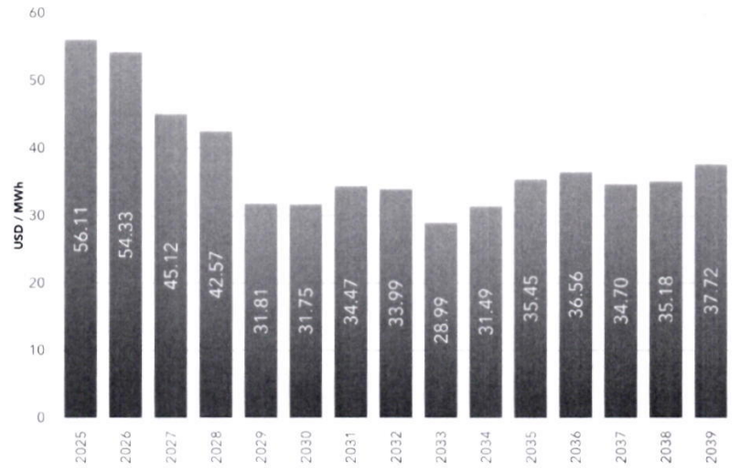


Tabla A2. 19 Costos Marginales del Escenario C

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	57.97	60.87	57.94	61.19	59.16	58.27	57.17	57.53	33.52	57.29	57.66	54.77	56.11
2026	56.16	61.23	57.55	61.23	58.32	56.69	58.03	52.71	31.97	52.82	55.32	49.98	54.33
2027	45.79	51.11	48.70	55.77	52.74	47.81	40.02	50.36	24.48	29.49	49.94	45.23	45.12
2028	38.93	51.92	44.64	55.16	47.44	41.28	39.05	44.69	28.13	31.54	46.95	41.17	42.57
2029	28.75	42.78	39.08	47.15	42.07	25.38	18.35	36.18	21.04	15.63	37.49	27.76	31.81
2030	18.41	40.05	39.78	49.24	52.77	19.74	15.22	36.79	18.23	21.83	38.44	30.53	31.75
2031	28.56	39.38	40.52	45.01	42.50	23.22	20.17	48.60	38.03	18.46	36.70	32.51	34.47
2032	29.38	40.43	40.34	47.79	37.31	31.79	30.89	40.14	30.41	20.91	37.33	21.10	33.99
2033	22.24	37.38	36.71	49.57	37.73	19.83	19.20	14.81	34.80	15.77	35.34	24.55	28.99
2034	26.67	37.95	39.86	48.04	42.27	18.12	19.12	34.05	13.65	20.91	38.02	39.24	31.49
2035	30.29	40.04	41.78	50.86	44.02	24.55	22.09	39.66	29.05	28.45	41.24	33.33	35.45
2036	33.26	42.81	43.45	52.26	33.68	25.72	25.87	41.48	39.23	32.09	43.96	24.91	36.56
2037	26.33	41.21	40.02	46.55	41.94	24.06	25.93	35.96	37.44	23.06	45.10	28.79	34.70
2038	27.70	42.00	40.26	47.18	41.93	26.46	22.92	40.26	31.37	30.73	39.80	31.53	35.18
2039	33.54	42.63	42.95	50.94	47.96	36.89	33.63	42.41	27.61	25.89	37.66	30.49	37.72

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

322

Tabla A2. 20 Informe Final de Generacion del Escenario C

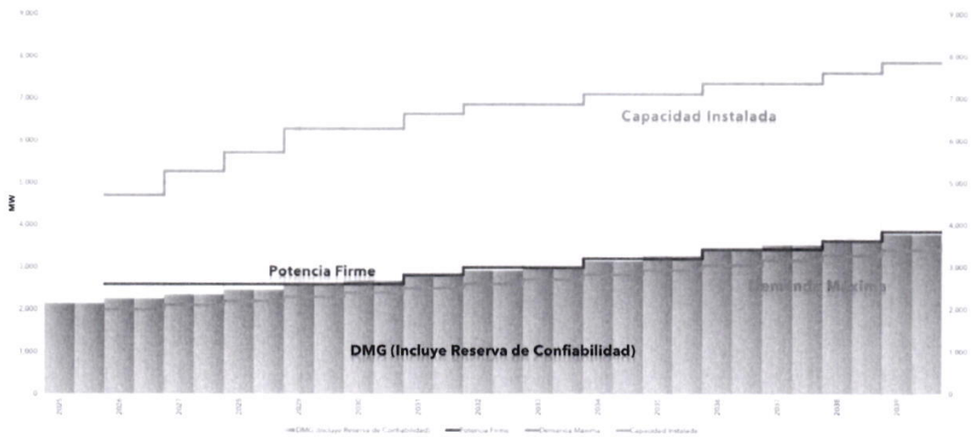
Planta	Informe Final de Generación														
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	20	37	2038	2039
La Estrella	293.11	267.95	270.72	264.47	269.26	270.33	266.17	275.11	271.33	270.98	265.17	266		266.31	
Los Valles	349.59	325.13	325.52	321.87	327.36	325.16	319.27	331.22	326.90	325.77	319.94	32		8.42	
Fortuna	1,760.11	1,620.04	1,609.05	1,568.69	1,554.95	1,578.39	1,726.75	1,687.99	1,631.74	1,565.95	1,614.07	1,56			
Bayano	513.08	672.64	725.88	607.83	560.50	679.43	668.56	620.63	493.48	632.57	602.14	61			
Esti	477.09	464.87	457.91	454.05	451.66	454.90	453.81	450.18	447.19	449.35	452.78	45			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.58	26.73	25.80	25.49	25.95	27.34	24.80	25.64	24.92	26.63	25.17	25			
Mendre	133.92	130.77	130.93	128.22	129.94	130.80	127.23	131.18	129.93	130.31	129.40	12			
Algarrobos	51.50	47.92	46.28	44.60	46.58	47.46	46.40	49.63	48.58	47.62	47.38	46.95	47.25	47.88	47.37
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.25	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	106.61	103.71	102.59	101.74	101.05	101.38	101.09	100.89	100.53	100.49	101.26	101.43	101.33	100.55	102.65
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	135.12	131.24	129.71	128.60	127.67	128.12	127.71	127.45	126.97	126.92	127.93	128.18	128.05	127.00	129.80
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,533.69	1,426.15	1,445.15	1,429.38	1,436.83	1,389.49	1,382.74	1,414.64	1,429.92	1,418.54	1,412.71	1,401.83	1,394.35	1,438.80	1,414.45
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.04	0.04	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	209.41	203.47	201.57	199.07	198.76	198.60	196.70	197.60	197.19	196.57	198.32	197.91	198.01	196.40	201.40
Los Planetas I	30.93	30.42	30.43	29.75	30.06	29.97	29.64	29.81	29.91	30.25	29.97	29.79	30.40	29.91	30.36
Pedregalito I	54.40	50.81	48.73	48.10	49.21	52.50	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.16	25.47	24.09	23.83	24.56	26.50	23.25	24.39	23.09	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.65	17.67	17.53	18.01	19.20	17.05	17.72	17.13	18.63	17.40	17.83	19.72	17.94	19.17
Las Perlas Sur	14.72	13.97	13.13	12.95	13.44	14.49	12.60	13.21	12.74	14.01	12.95	13.32	14.91	13.35	14.46
Mendre II	44.98	43.80	43.84	42.84	43.48	43.81	42.45	43.95	43.48	43.62	43.27	43.41	43.41	43.31	44.21
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	64.41	62.45	60.44	58.25	60.08	62.13	59.03	60.79	62.88	61.52	60.16	60.08	60.11	60.29	62.21
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.71	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP 490	10.21	9.31	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Bonyic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.05	108.50	110.21	106.78	105.16	109.34	104.08	106.28	108.81	106.95	107.06	109.19	107.17	104.34	112.47
Barro Blanco Minicentral	14.64	14.47	14.06	13.59	13.75	14.31	14.24	14.41	14.24	14.32	14.21	14.29	14.10	13.84	13.96
Bugaba I	21.00	20.81	20.64	20.27	20.46	20.53	20.30	20.38	20.64	20.79	20.64	20.47	20.36	20.09	20.90
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.75	83.23	79.10	82.39	82.89	80.01	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.95	78.96	85.48
Salsipuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.46	54.71	55.25	54.99	54.17	54.52	54.75	55.52	54.88	54.44	55.66	54.79	55.48
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.19	0.90	1.07	1.42	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.34	13.77	14.36	13.56	14.24	14.30	12.80	13.72	14.88	13.23	12.79	12.73	13.58	12.95	15.01
Las Cruces	68.65	62.56	64.75	63.87	61.44	64.64	58.80	58.35	62.47	64.05	62.78	65.04	62.13	59.97	67.40
Las Cruces Und 3	7.48	7.09	6.63	6.40	6.59	6.83	6.73	6.76	6.60	6.84	6.83	6.98	6.87	6.69	6.87
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuspa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4 Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	908.87	992.79	995.30	973.36	932.57	939.76	923.64	1,007.90	959.89
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.07	15.69	12.50	14.45	14.63	12.52	23.86	15.31	12.85
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP 550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco-Tizingal	6.57	6.55	6.53	6.39	6.46	6.54	6.56	6.53	6.54	6.54	6.54	6.54	6.51	6.50	6.51
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.34	61.07	55.34	50.13	23.57	8.25	61.59	61.78	63.81	57.35	57.15	57.05	57.15	57.27	57.22
Hidroeléctrica	**8,056.25**	**7,809.04**	**7,843.11**	**7,563.17**	**7,543.36**	**7,644.33**	**8,658.40**	**8,766.86**	**8,610.57**	**8,653.43**	**8,587.33**	**8,550.12**	**8,673.17**	**8,646.02**	**8,862.53**
Diesel	1.92	1.93	1.94	1.94	1.92	1.92	1.93	1.93	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	0.00	2.76	1.74	2.85	0.00	0.10	0.00	0.07	0.78	0.74	1.58	3.31	0.00	0.22	0.59
Carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	2,972.80	3,021.29	2,179.59	2,075.80	678.83	695.67	784.36	741.99	797.69	1,035.48	913.43	1,200.40	1,563.25	1,307.38	1,366.08
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.33	52.67	49.60	50.55	52.45	54.05	53.87	54.05	53.37	53.85	53.14	53.10	52.61	52.11
Termoeléctrica	**3,028.24**	**3,079.30**	**2,235.93**	**2,130.18**	**731.31**	**750.14**	**840.33**	**797.86**	**854.44**	**1,091.51**	**970.78**	**1,258.77**	**1,618.28**	**1,362.13**	**1,420.71**
Eólico	583.40	583.04	701.96	946.94	1,003.25	1,013.50	1,022.79	1,016.47	1,015.52	1,013.33	1,018.56	1,013.10	1,009.46	1,007.91	1,010.45
Solar	1,595.45	2,125.38	3,241.03	3,706.95	4,067.85	4,311.52	4,341.32	4,330.07	4,333.91	4,333.67	4,347.17	4,341.56	4,320.32	4,320.59	4,320.61
Renovables	**2,178.85**	**2,708.42**	**3,942.99**	**4,653.89**	**5,071.10**	**5,325.02**	**5,364.12**	**5,346.54**	**5,349.43**	**5,347.00**	**5,365.73**	**5,354.66**	**5,329.77**	**5,328.50**	**5,331.06**
Baterías	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Inyección	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Total de Generación	**13,263.33**	**13,596.76**	**14,022.02**	**14,347.25**	**13,345.77**	**13,719.50**	**14,862.85**	**14,911.26**	**14,814.44**	**15,091.95**	**14,923.85**	**15,163.55**	**15,621.23**	**15,336.65**	**15,614.30**
Exceso de Generación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Importación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,168.11**	**1,437.13**	**1,144.08**	**1,257.20**	**1,305.55**	**1,359.81**	**1,414.75**	**1,360.17**	**1,388.80**	**1,372.63**	**1,363.53**
Exportación	**35.06**	**131.69**	**330.74**	**440.20**	**352.79**	**783.88**	**1,462.09**	**1,446.01**	**1,234.32**	**1,413.41**	**1,154.33**	**1,208.35**	**1,574.60**	**1,160.46**	**1,330.28**
Pérdidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**48.86**	**65.86**	**53.79**	**57.84**	**58.05**	**58.18**	**62.17**	**61.81**	**60.94**	**64.01**	**62.94**
Demanda	**13,228.27**	**13,465.07**	**13,691.29**	**13,907.05**	**14,112.22**	**14,306.89**	**14,491.05**	**14,664.61**	**14,827.62**	**14,980.16**	**15,122.10**	**15,253.56**	**15,374.49**	**15,484.80**	**15,584.61**
Demanda Interrumpida	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Déficit	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

323

ESCENARIO D

Grafico A2. 7 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario D



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2. 21 Capacidad Firme Escenario D

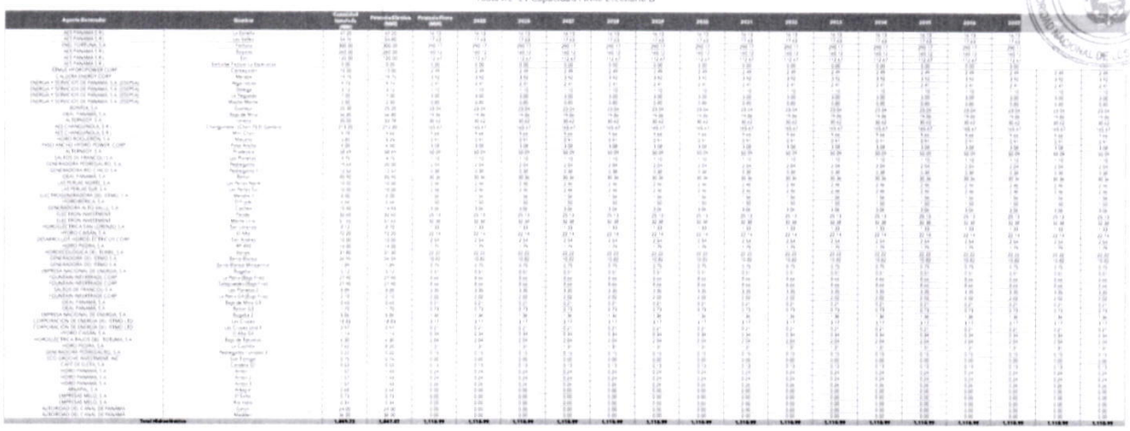
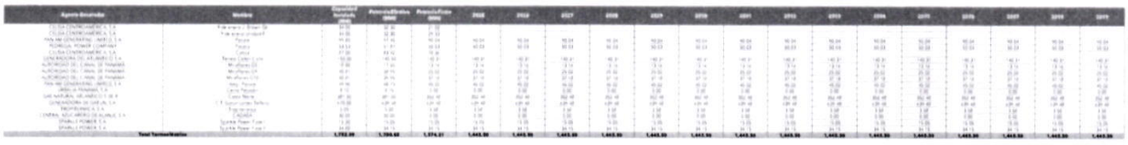


Tabla A2. 22 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2- 23 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Disponible (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla A2- 24 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Disponible (MW)	Potencia Firme (MW)	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2 - 25 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)

Propietario/Empresa/Nombre (Patrimonial)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Total Hidroeléctrico Fluyente		1,022.87	1,018.87	1,018.19	0.00	0.00	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28

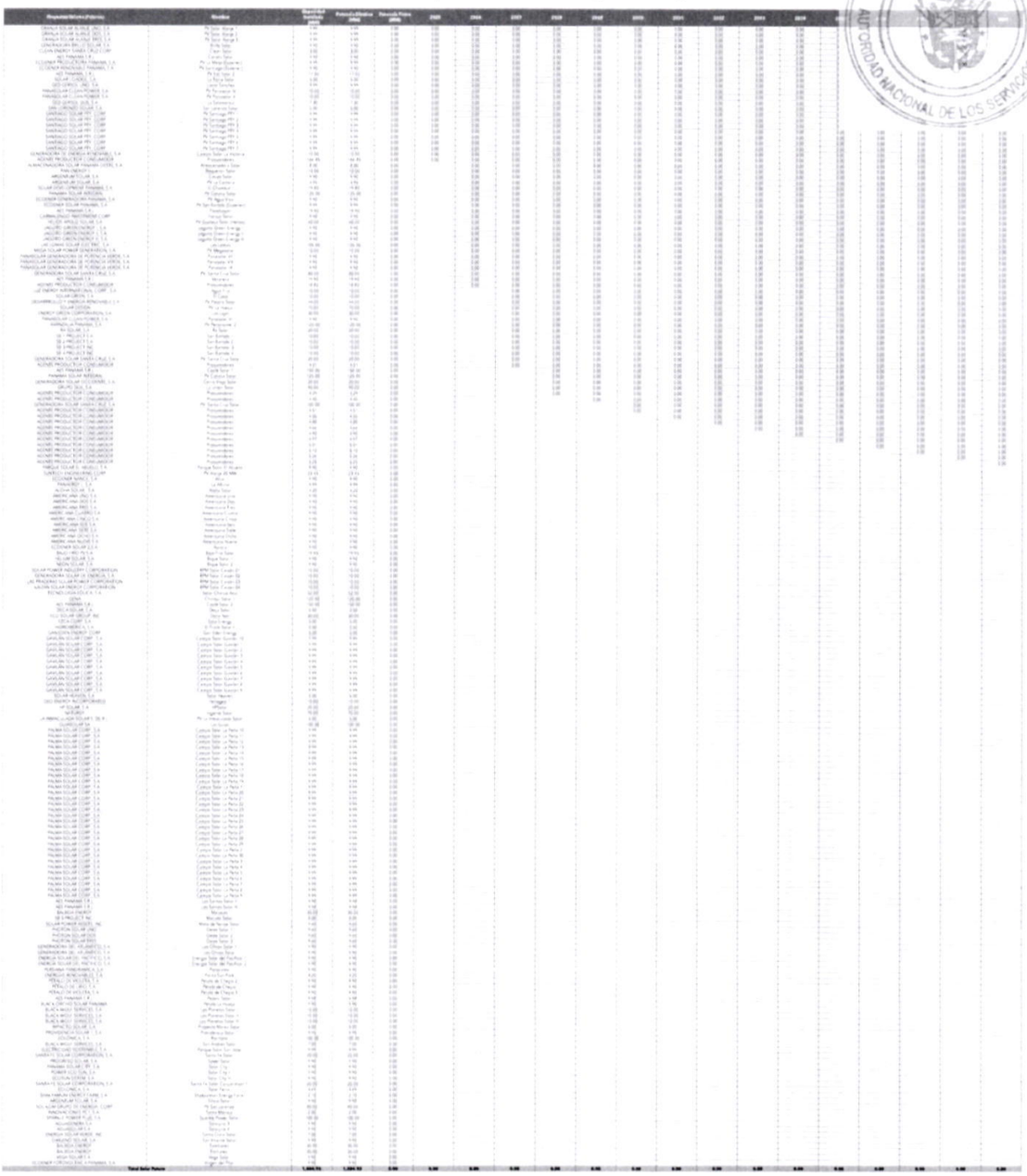
Tabla A2 - 26 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)

Propietario/Empresa/Nombre (Patrimonial)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Total Térmico/Fuente Fósiles		1,294.00	1,294.00	1,164.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.00	212.00	212.00	425.00	425.00	637.00	637.00	850.00	1,062.00	1,062.00

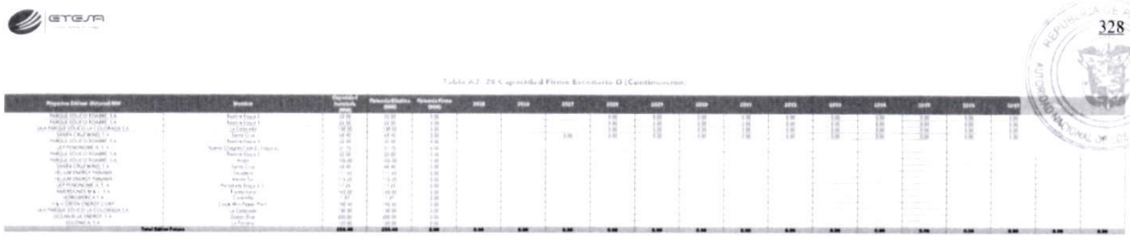
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
327

Tabla A2. 27 Capacidad Firme Escenario D (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

329

Grafico A2. 8 Costos Marginales del Escenario D

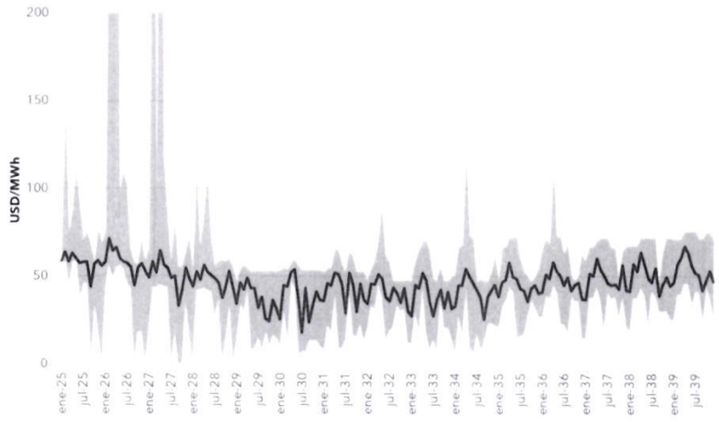


Grafico A2. 9 Costos Marginales del Escenario D

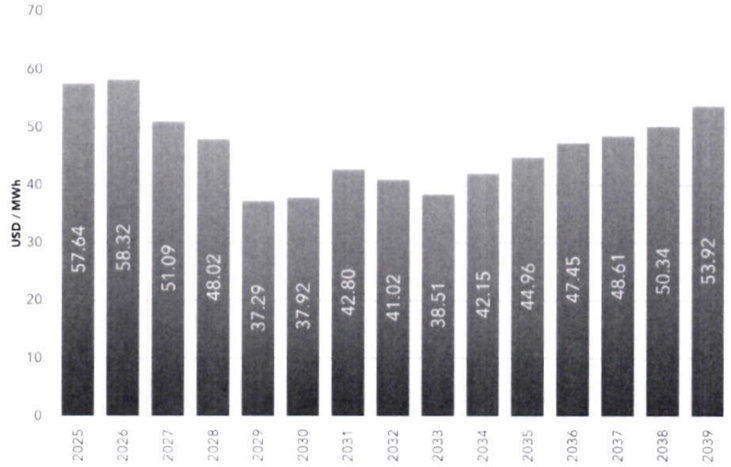


Tabla A2. 29 Costos Marginales del Escenario D

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	58.39	63.48	58.27	63.07	60.02	57.31	57.90	58.01	43.92	56.65	58.87	55.75	57.64
2026	57.91	71.27	64.49	66.34	59.89	58.33	57.22	55.16	44.73	55.08	56.94	52.47	58.32
2027	49.30	58.35	52.02	64.37	56.50	54.54	49.02	50.13	33.16	42.32	54.60	48.77	51.09
2028	44.15	52.47	48.20	56.05	52.13	50.43	48.81	46.23	37.56	43.49	52.74	43.93	48.02
2029	34.31	46.28	42.49	48.86	43.27	42.98	31.99	38.29	26.08	24.67	36.60	31.63	37.29
2030	25.81	44.74	44.35	52.24	53.61	37.40	18.24	43.23	23.97	33.53	41.38	36.58	37.92
2031	35.93	46.00	44.88	51.91	51.00	45.55	29.07	52.02	45.28	29.78	45.75	36.42	42.80
2032	34.36	45.78	45.43	51.06	48.72	38.36	35.77	43.60	40.68	35.00	43.33	30.19	41.02
2033	27.43	45.21	43.41	51.90	47.43	35.08	27.51	36.75	42.44	32.05	41.23	31.67	38.51
2034	33.23	44.73	45.06	54.50	49.75	46.34	42.38	38.31	25.77	38.66	42.06	45.05	42.15
2035	38.55	46.64	48.16	57.84	49.85	48.66	43.19	42.26	35.74	43.20	44.97	40.52	44.96
2036	41.23	50.97	49.04	58.37	53.24	50.51	45.24	49.62	42.09	45.48	46.57	37.06	47.45
2037	37.02	51.75	50.47	60.23	54.16	50.59	46.20	45.09	45.84	42.92	56.76	42.33	48.61
2038	41.79	57.45	53.03	63.98	57.04	49.37	46.87	54.93	39.21	45.64	49.95	44.82	50.34
2039	46.88	57.26	60.98	67.35	63.45	56.80	52.35	50.95	42.40	47.84	53.41	47.38	53.92

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

330

Tabla A2. 30 Informe Final de Generacion del Escenario D

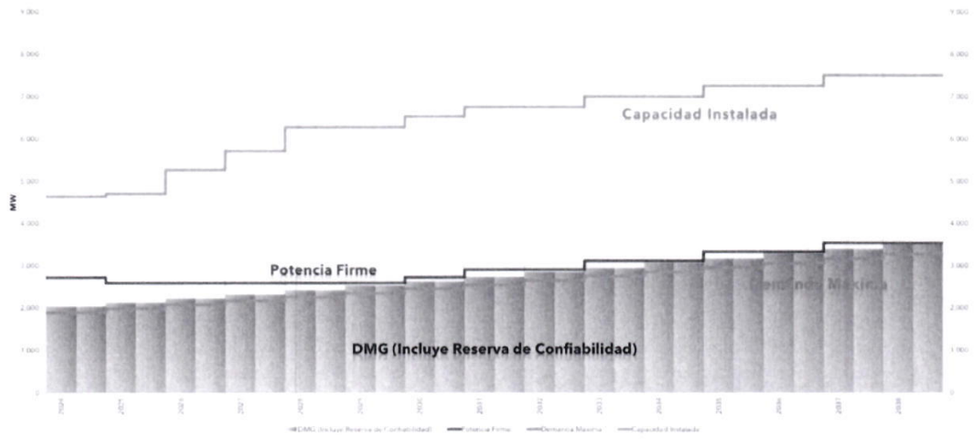
Planta	Informe Final de Generación														
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	20	37	38	39
La Estrella	293.43	268.58	272.04	266.64	270.63	271.15	266.29	275.68	271.94	271.36	265.89	26		267.3	
Los Valles	349.59	325.26	325.80	322.28	327.98	325.47	319.18	331.26	326.97	325.83	320.12	32		3.15	
Fortuna	1,728.54	1,619.88	1,599.20	1,586.25	1,526.29	1,624.60	1,636.15	1,625.57	1,658.93	1,597.67	1,575.38	1,58			
Bayano	489.05	674.28	707.00	669.65	617.01	687.44	694.91	600.81	637.04	658.71	692.17	64			
Esti	472.15	462.24	463.27	460.38	451.91	461.49	459.76	458.73	459.46	456.52	457.53	46			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.59	26.75	25.85	25.50	25.96	27.34	24.80	25.65	24.92	26.64	25.18	25			
Mendre	134.31	130.97	131.64	128.67	130.38	131.02	127.41	131.54	130.68	130.62	129.81	12			
Algarrobos	51.61	48.22	47.28	45.83	47.33	48.02	46.62	49.97	48.87	47.87	47.80	47.34	48.01	48.40	48.29
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.26	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	105.63	103.19	103.65	103.00	101.10	102.68	102.27	102.58	102.96	101.91	102.20	103.16	102.71	101.31	102.22
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	133.81	130.54	131.14	130.28	127.74	129.86	129.29	129.72	130.23	128.82	129.19	130.49	129.89	128.02	129.22
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,535.04	1,432.46	1,444.01	1,432.06	1,441.61	1,389.57	1,403.23	1,429.28	1,461.53	1,460.15	1,449.45	1,417.43	1,425.81	1,452.13	1,423.68
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.02	0.02	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	207.56	202.48	203.56	201.43	198.86	201.04	198.92	200.79	201.76	199.24	200.09	201.15	200.59	197.82	200.59
Los Planetas I	30.94	30.43	30.51	29.89	30.12	30.03	29.69	29.85	29.93	30.30	30.04	29.85	30.49	30.00	30.46
Pedregalito I	54.41	50.82	48.74	48.10	49.21	52.51	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.17	25.48	24.10	23.83	24.56	26.50	23.25	24.39	23.10	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.68	17.74	17.59	18.03	19.21	17.06	17.73	17.14	18.64	17.42	17.85	19.75	17.96	19.20
Las Perlas Sur	14.73	14.00	13.20	13.01	13.45	14.50	12.61	13.23	12.74	14.02	12.96	13.34	14.94	13.37	14.49
Mendre II	45.12	43.87	44.11	43.01	43.65	43.89	42.52	44.08	43.76	43.74	43.42	43.45	43.55	43.40	44.33
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	65.05	63.19	62.53	60.95	61.21	63.29	59.82	61.48	63.26	62.27	61.39	61.16	61.75	61.98	64.76
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.71	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP 490	10.23	9.33	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Bonyic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.04	108.47	109.92	106.30	104.80	109.09	103.86	106.10	108.64	106.73	106.67	108.94	106.71	103.81	111.85
Barro Blanco Minicentral	14.65	14.50	14.37	14.09	14.13	14.57	14.47	14.59	14.42	14.55	14.62	14.55	14.60	14.41	14.63
Bugaba I	21.01	20.82	20.66	20.30	20.47	20.54	20.30	20.39	20.65	20.79	20.65	20.48	20.37	20.11	20.93
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.74	83.23	79.10	82.39	82.89	80.01	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.94	78.96	85.47
Salsipuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.52	54.81	55.27	55.02	54.20	54.55	54.77	55.56	54.90	54.47	55.71	54.85	55.54
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.20	0.90	1.07	1.42	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.25	13.64	13.78	12.85	13.90	13.91	12.51	13.78	14.97	13.11	12.60	12.32	12.96	12.24	14.09
Las Cruces	68.61	62.44	64.41	63.46	61.13	64.41	58.46	58.07	62.16	63.74	62.41	64.74	61.75	59.57	66.93
Las Cruces Und 3	7.52	7.22	6.97	6.82	6.90	7.05	7.07	7.03	6.91	7.15	7.20	7.28	7.25	7.09	7.35
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuspa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4- Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	903.56	966.56	974.48	962.37	917.87	913.41	949.86	988.08	948.20
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.03	21.93	25.14	27.89	30.98	29.24	25.30	19.93	17.45
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP 550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco-Tizingal	6.57	6.56	6.55	6.48	6.51	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58	6.57	6.56	6.57	6.59
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.33	61.19	55.45	50.61	23.83	8.25	61.71	61.80	63.82	57.36	57.33	57.07	57.36	57.36	57.32
Hidroeléctrica	7,994.48	7,814.18	7,828.70	7,604.25	7,581.05	7,713.66	8,628.46	8,697.38	8,829.87	8,770.41	8,689.08	8,617.76	8,821.01	8,698.97	8,806.01
Diesel	1.92	1.96	1.95	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	0.37	5.36	3.66	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00
Carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	3,362.97	3,513.98	2,799.40	2,797.95	1,189.78	1,269.16	1,646.80	1,638.17	1,722.19	2,243.18	2,351.94	3,112.44	3,784.27	3,697.14	4,083.05
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.49	55.02	52.98	53.19	54.27	55.39	55.56	55.40	55.25	56.25	56.07	55.99	55.98	56.24
Termoeléctrica	3,418.79	3,574.80	2,860.03	2,853.93	1,244.89	1,325.36	1,704.13	1,695.65	1,729.51	2,301.34	2,410.13	3,170.70	3,840.18	3,755.04	4,141.22
Eólico	583.39	583.33	704.90	955.55	1,011.90	1,016.98	1,024.01	1,018.04	1,017.65	1,016.93	1,023.95	1,017.17	1,017.31	1,017.44	1,024.01
Solar	1,595.50	2,127.65	3,271.97	3,770.82	4,112.87	4,328.06	4,353.15	4,341.96	4,348.26	4,351.33	4,377.41	4,367.56	4,373.08	4,381.61	4,405.96
Renovables	2,178.89	2,710.98	3,976.88	4,726.37	5,124.77	5,345.04	5,377.17	5,360.01	5,365.91	5,368.26	5,401.35	5,384.73	5,390.39	5,399.05	5,429.97
Baterías	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inyección	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de Generación	13,592.16	14,099.95	14,665.60	15,184.54	13,950.71	14,384.05	15,709.75	15,753.04	15,975.30	16,440.02	16,500.54	17,173.19	18,051.57	17,853.06	18,377.19
Exceso de Generación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Importación	0.00	0.00	0.00	0.00	1,685.72	2,123.63	1,818.40	2,098.82	2,234.87	2,244.65	2,442.67	2,387.90	2,202.39	2,498.43	2,496.24
Exportación	22.93	99.80	234.46	322.40	284.36	704.99	1,305.28	1,188.50	1,114.14	1,156.65	978.13	1,166.87	1,433.45	1,088.80	1,178.88
Pérdidas	0.00	0.00	0.00	0.00	58.89	78.37	67.40	76.63	77.92	78.59	84.17	81.82	76.45	86.84	86.86
Demanda	13,569.23	14,000.15	14,431.14	14,862.14	15,293.18	15,724.33	16,155.48	16,586.74	17,018.12	17,449.44	17,880.91	18,312.41	18,744.07	19,175.85	19,607.70
Demanda Interrumpida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Déficit	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

331

ESCENARIO E

Grafico A2. 10 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario D



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

332

Tabla A2 - 31 Capacidad Firme Escenario E

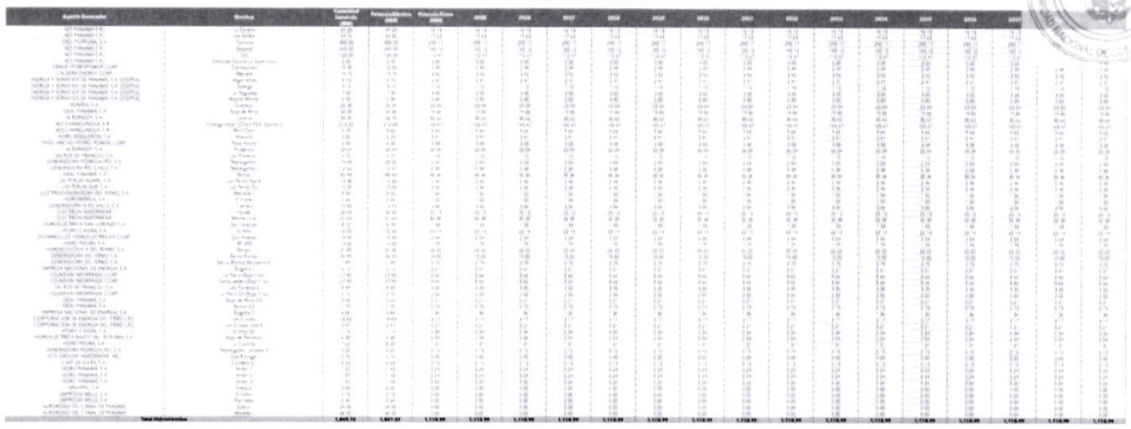
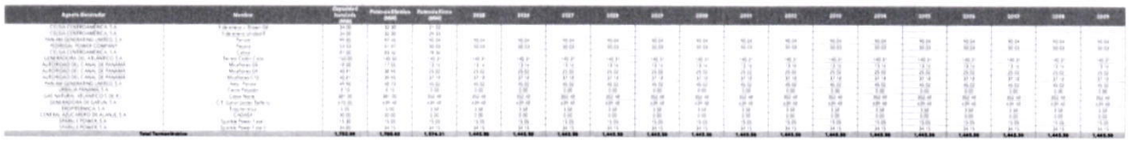


Tabla A2 - 32 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

333

Tabla A2 -33 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla A2 -34 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)

Agente Generador	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

334

Tabla A2 - 35 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)

Proyecto (Nombre Unidad/Barra)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Total Hidroeléctricas Futuras		822.81	808.94	783.14	0.00	0.00	1.28	1.28	1.28	1.28	783.14	783.14	783.14	783.14	783.14	783.14	783.14

Tabla A2 - 36 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)

Proyecto Termoeléctricas (Futuras)	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Total Termoeléctricas Futuras		964.00	964.00	945.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.00	127.00	127.00	945.00	945.00	945.00	945.00	945.00

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

335

Tabla A2. 37 Capacidad Firme Escenario E (Continuacion)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A7.18 Capacidad Firme Escenario E (Continuación)

Proyecto Eólico (Sitio)/MW	Modelo	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037

337

Grafico A2. 11 Costos Marginales del Escenario E

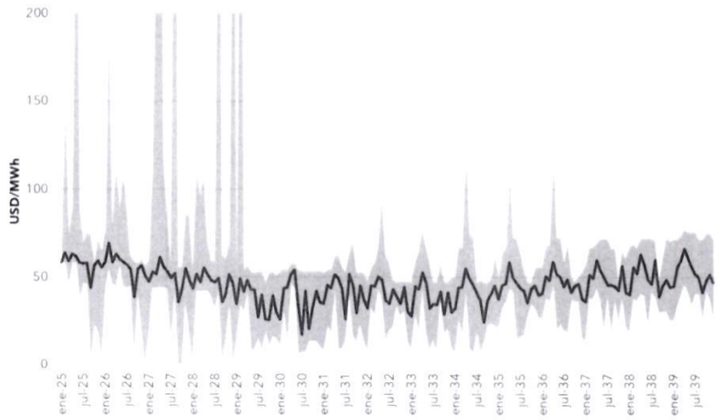


Grafico A2. 12 Costos Marginales del Escenario E

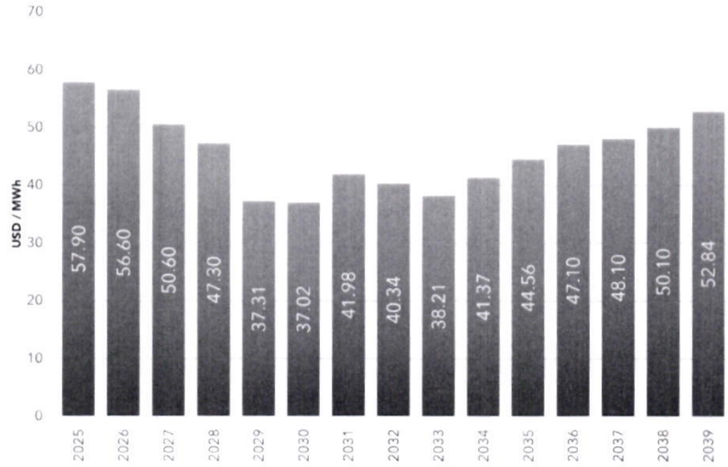


Tabla A2. 39 Costos Marginales del Escenario E

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	58.31	63.59	59.11	63.09	61.88	58.32	57.74	57.98	43.92	56.32	59.03	55.55	57.90
2026	58.44	69.15	58.46	63.13	59.97	58.39	57.15	54.40	38.72	54.56	56.47	50.40	56.60
2027	47.63	52.96	51.66	61.29	55.79	53.11	49.72	51.94	35.89	43.93	54.84	48.47	50.60
2028	43.64	51.66	47.15	55.23	51.51	47.98	47.14	49.29	35.95	39.94	51.42	46.70	47.30
2029	34.53	49.12	41.81	48.18	43.02	42.72	27.11	40.16	26.08	25.63	39.46	29.83	37.31
2030	26.07	43.73	44.26	51.68	54.07	34.18	17.27	42.10	20.73	32.68	42.00	35.52	37.02
2031	35.03	45.49	43.81	51.38	49.36	43.56	26.09	51.68	45.30	29.71	45.16	37.20	41.98
2032	32.24	45.19	44.86	50.24	48.36	36.61	34.85	43.03	39.27	35.09	44.33	30.05	40.34
2033	27.93	44.66	43.20	52.45	46.70	32.27	34.73	34.39	41.86	29.04	41.16	30.15	38.21
2034	32.31	43.88	44.52	55.06	49.18	45.77	41.10	36.87	24.38	37.11	41.08	45.18	41.37
2035	37.68	45.50	46.25	58.40	49.68	46.93	43.87	42.29	35.42	43.29	45.36	40.03	44.56
2036	40.90	50.61	48.47	58.80	52.09	50.28	44.87	48.59	41.52	45.17	46.40	37.51	47.10
2037	36.15	51.41	49.52	59.78	53.70	49.83	45.68	45.74	44.93	42.70	56.35	41.40	48.10
2038	40.32	55.93	52.31	62.98	56.95	48.64	46.45	59.89	38.99	45.39	48.81	44.50	50.10
2039	45.23	55.88	59.81	66.14	60.78	56.41	52.03	49.77	41.63	47.74	51.58	47.13	52.84

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

338

Tabla A2. 40 Informe Final de Generación del Escenario E

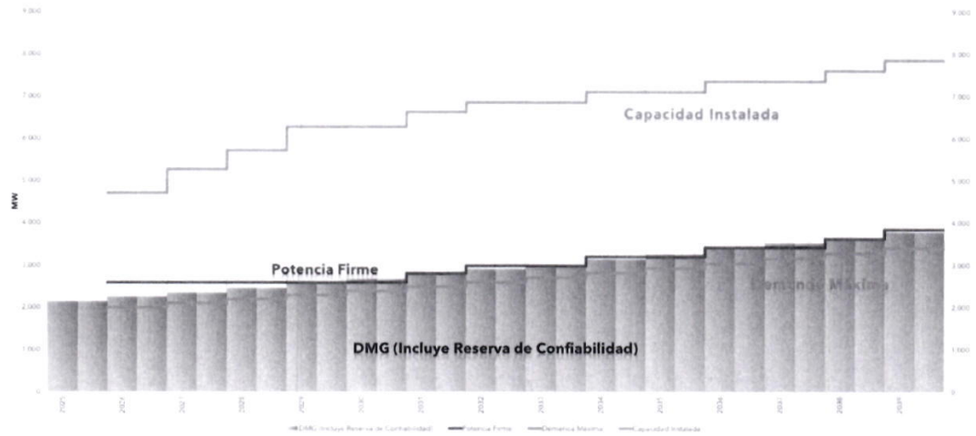
Informe Final de Generación															
Planta	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	20	37	38	039
La Estrella	293.49	268.15	271.88	265.68	270.13	271.18	266.23	275.49	271.72	271.21	265.79	26		267.21	
Los Valles	349.60	325.07	325.72	321.91	327.69	325.59	319.19	331.18	326.93	325.75	320.08	32		325.42	
Fortuna	1,744.10	1,555.92	1,657.59	1,558.65	1,548.18	1,588.02	1,631.51	1,664.13	1,630.57	1,555.34	1,607.73	1,58			
Bayano	508.85	663.30	701.12	617.69	607.98	684.56	687.21	603.36	626.26	664.79	684.63	621			
Esti	472.29	462.32	464.26	457.35	449.50	453.71	459.69	460.25	458.21	457.37	462.85	46			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.59	26.74	25.84	25.51	25.96	27.34	24.80	25.65	24.92	26.64	25.18	25			
Menidre	134.26	130.94	131.65	128.70	130.22	131.07	127.47	131.66	130.63	130.74	129.97	12		124.93	
Algarrobos	51.62	48.12	47.09	45.59	47.20	47.90	46.58	49.86	48.78	47.79	47.78	47.32	48.03	48.36	48.30
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.26	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	105.66	103.21	103.85	102.40	100.62	101.14	102.26	102.88	102.71	102.07	103.26	103.04	102.25	101.87	103.30
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	133.85	130.56	131.40	129.47	127.10	127.79	129.27	130.13	129.90	129.04	130.60	130.33	129.27	128.77	130.67
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,533.97	1,430.51	1,445.29	1,432.30	1,437.98	1,389.54	1,405.94	1,429.28	1,449.55	1,448.72	1,447.81	1,424.14	1,417.03	1,435.12	1,422.92
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.02	0.04	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	207.62	202.52	203.93	200.29	197.96	198.15	198.89	201.35	201.29	199.56	202.07	200.92	199.72	198.87	202.62
Los Planetas I	30.94	30.42	30.50	29.87	30.10	30.02	29.69	29.83	29.93	30.29	30.04	29.84	30.49	30.00	30.46
Pedregalito I	54.41	50.81	48.74	48.10	49.21	52.51	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.17	25.47	24.10	23.83	24.56	26.50	23.25	24.39	23.10	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.67	17.72	17.57	18.03	19.21	17.05	17.73	17.14	18.64	17.42	17.85	19.75	17.96	19.20
Las Perlas Sur	14.73	13.99	13.18	12.99	13.46	14.50	12.60	13.23	12.74	14.02	12.96	13.34	14.94	13.37	14.49
Menidre II	45.10	43.86	44.11	43.02	43.59	43.91	42.54	44.13	43.74	43.78	43.48	43.47	43.59	43.48	44.39
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	65.07	62.42	62.22	60.24	61.03	63.01	59.70	61.41	63.10	62.18	61.20	60.98	61.54	61.82	64.60
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.71	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP 490	10.23	9.31	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Bonyic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.04	108.50	109.99	106.41	104.89	109.14	103.88	106.12	108.66	106.75	106.71	108.95	106.72	103.85	111.87
Barro Blanco Minicentral	14.65	14.47	14.29	13.98	14.04	14.53	14.45	14.57	14.40	14.53	14.58	14.54	14.58	14.37	14.60
Bugaba I	21.01	20.81	20.66	20.30	20.47	20.54	20.30	20.39	20.64	20.80	20.64	20.47	20.36	20.11	20.92
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.74	83.23	79.10	82.39	82.89	80.01	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.94	78.96	85.47
Salsipuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.51	54.80	55.27	55.02	54.20	54.54	54.77	55.54	54.90	54.46	55.71	54.85	55.53
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.20	0.90	1.07	1.42	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.24	13.79	14.05	13.16	13.95	14.05	12.19	13.78	14.90	13.18	12.58	12.40	12.96	12.33	14.36
Las Cruces	68.61	62.50	64.49	63.54	61.19	64.46	58.49	58.11	62.20	63.77	62.44	64.75	61.76	59.60	66.96
Las Cruces Und 3	7.52	7.16	6.89	6.73	6.84	7.00	7.04	7.00	6.87	7.12	7.17	7.27	7.24	7.07	7.32
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chispa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4- Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	889.22	981.00	981.07	957.19	925.40	922.10	942.78	992.43	942.49
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.66	21.13	24.55	25.61	26.00	28.26	23.41	17.12	17.97
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP 550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco-Tizingal	6.57	6.57	6.54	6.46	6.49	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.33	61.18	55.35	50.53	23.70	8.25	61.70	61.80	63.82	57.35	57.32	57.07	57.36	57.36	57.32
Hidroeléctrica	**8,029.05**	**7,735.96**	**7,883.70**	**7,577.23**	**7,584.44**	**7,659.81**	**8,604.54**	**8,754.61**	**8,781.80**	**8,716.64**	**8,724.40**	**8,621.02**	**8,802.51**	**8,437.99**	**8,834.29**
Diesel	1.93	1.93	1.95	1.94	1.93	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	0.50	4.49	2.82	2.28	0.17	0.02	0.00	0.06	0.00	0.79	0.12	0.76	0.00	0.00	0.00
Carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	3,327.35	3,480.71	2,642.98	2,729.53	1,174.00	1,287.80	1,569.41	1,588.58	1,657.44	2,189.56	2,216.83	2,991.21	3,676.18	3,627.06	3,927.16
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.40	53.89	52.09	52.45	53.82	55.15	55.32	55.20	55.03	55.95	56.02	55.83	55.73	56.00
Termoeléctrica	**3,383.29**	**3,540.53**	**2,701.64**	**2,785.85**	**1,228.55**	**1,343.56**	**1,626.49**	**1,645.88**	**1,714.56**	**2,247.30**	**2,274.83**	**3,049.99**	**3,733.93**	**3,684.71**	**3,985.09**
Eolico	583.39	583.24	704.24	953.76	1,011.37	1,016.60	1,024.02	1,017.95	1,017.55	1,016.45	1,023.45	1,017.21	1,017.13	1,017.13	1,023.72
Solar	1,595.49	2,252.54	3,389.89	3,884.99	4,236.01	4,462.39	4,492.42	4,484.29	4,493.31	4,499.87	4,529.77	4,522.74	4,532.10	4,544.10	4,571.66
Renovables	**2,178.88**	**2,835.77**	**4,094.13**	**4,838.75**	**5,247.38**	**5,479.00**	**5,516.44**	**5,502.24**	**5,510.86**	**5,516.32**	**5,553.22**	**5,539.95**	**5,549.23**	**5,561.23**	**5,595.39**
Baterías	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Inyección	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Total de Generación	**13,591.22**	**14,112.26**	**14,679.46**	**15,201.83**	**14,060.37**	**14,482.36**	**15,747.48**	**15,902.73**	**16,007.22**	**16,480.26**	**16,552.45**	**17,210.89**	**18,085.67**	**17,883.93**	**18,414.76**
Exceso de Generación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Importación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,579.90**	**2,016.92**	**1,773.43**	**1,952.63**	**2,196.23**	**2,194.22**	**2,386.20**	**2,341.00**	**2,159.83**	**2,451.76**	**2,444.26**
Exportación	**23.49**	**114.14**	**250.96**	**342.99**	**293.93**	**703.12**	**1,304.25**	**1,201.60**	**1,115.02**	**1,155.80**	**984.10**	**1,168.89**	**1,437.61**	**1,086.95**	**1,180.26**
Pérdidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**57.16**	**76.55**	**66.71**	**73.43**	**77.71**	**77.60**	**83.09**	**81.22**	**75.75**	**86.18**	**85.85**
Demanda	**13,567.73**	**13,998.12**	**14,428.51**	**14,858.83**	**15,289.19**	**15,719.61**	**16,149.95**	**16,580.34**	**17,010.72**	**17,441.08**	**17,871.46**	**18,301.77**	**18,732.15**	**19,162.55**	**19,592.91**
Demanda Interrumpida	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Déficit	**0.00**	**0.02**	**0.01**	**0.03**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

339

ESCENARIO F

Grafico A2. 13 Balance de Potencia vs Demanda del Escenario F



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Tabla A2-41 Capacidad Firme Existente F

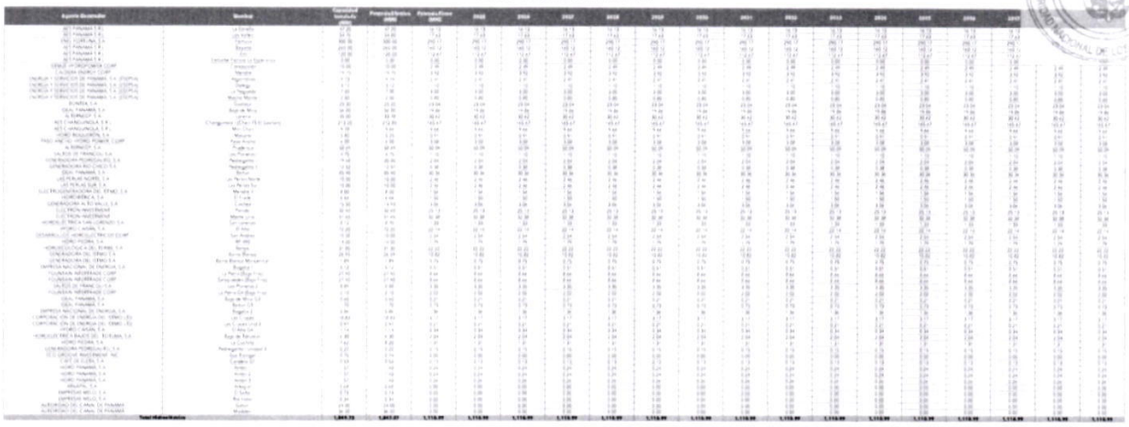
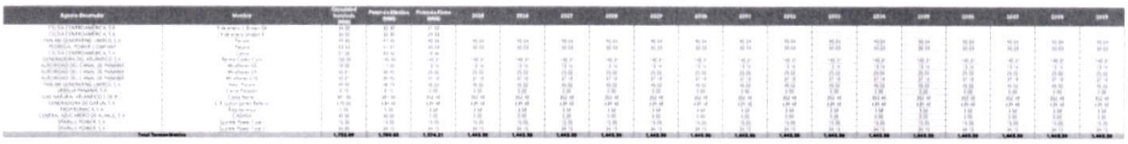


Tabla A2-42 Capacidad Firme Existente F (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

341

Tabla A2-43 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)

Agente Ejecutor	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla A2-44 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)

Agente Ejecutor	Nombre	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Firme (MW)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

342

Tabla A2 - 45 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)

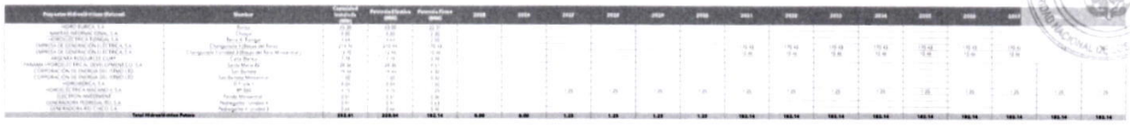


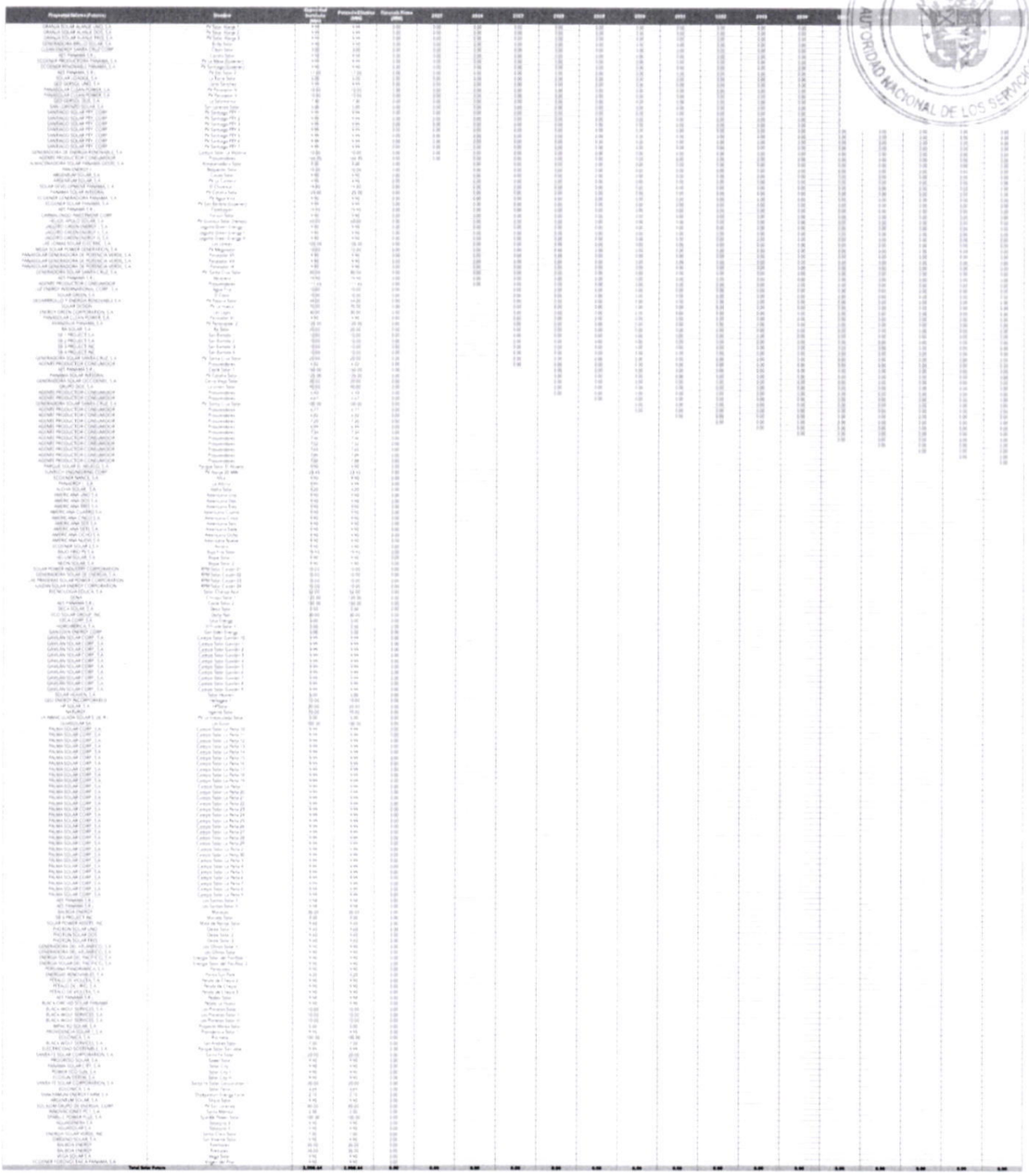
Tabla A2 - 46 Capacidad Firme Escenario F (Continuación)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

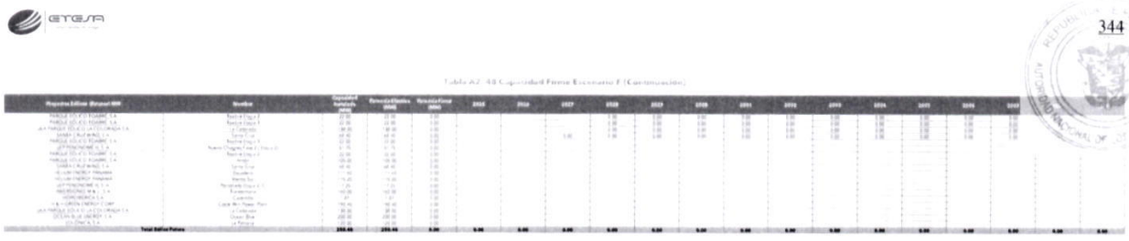
343

Tabla A2. 47 Capacidad Firme Escenario F (Continuacion)



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

344



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

345

Grafico A2. 14 Costos Marginales del Escenario F

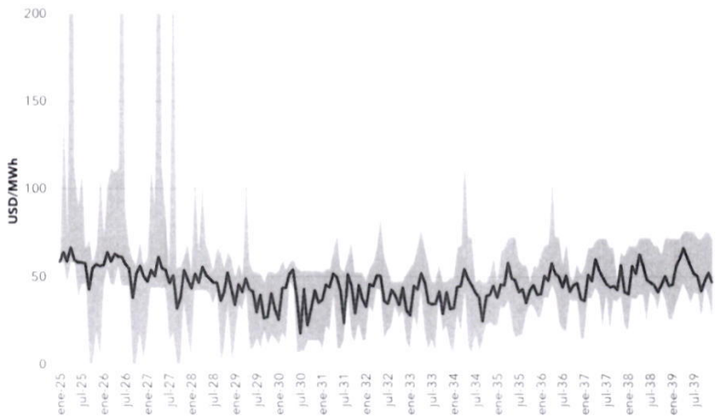


Grafico A2. 15 Costos Marginales del Escenario F

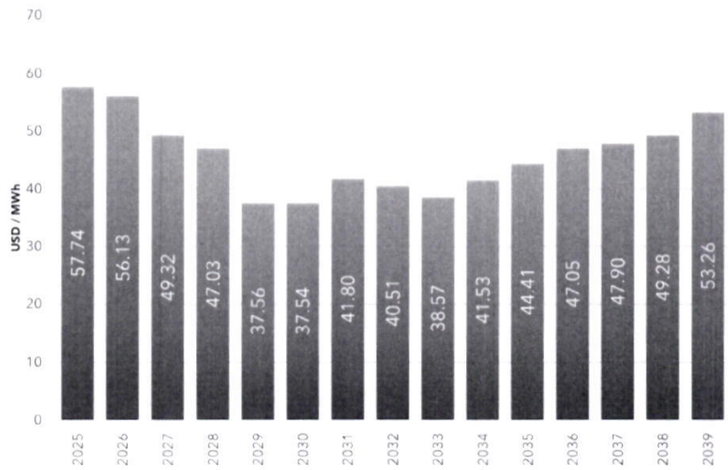


Tabla A2. 49 Costos Marginales del Escenario F

Costo Marginal de Demanda $/MWh													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Prom**
2025	58.59	63.84	58.79	66.44	59.75	58.32	58.22	57.68	43.08	55.00	57.03	56.10	57.74
2026	56.69	63.86	58.76	62.94	61.43	61.25	57.32	54.53	38.26	52.06	56.25	50.21	56.13
2027	47.45	53.73	50.51	61.35	54.81	53.64	46.65	50.87	32.07	38.67	53.89	48.24	49.32
2028	43.47	51.77	46.82	55.56	50.97	48.84	46.79	46.61	36.38	41.29	52.35	43.56	47.03
2029	34.05	45.66	41.52	48.87	43.13	41.60	29.96	39.75	26.64	27.17	40.75	31.61	37.56
2030	25.83	43.73	44.02	51.67	54.02	38.46	18.10	42.90	22.50	31.71	42.39	35.18	37.54
2031	36.80	45.54	44.33	51.53	49.88	41.98	23.62	51.34	44.98	29.32	45.16	37.16	41.80
2032	32.75	45.55	44.82	50.79	50.53	36.03	34.62	42.83	39.31	34.14	43.89	30.82	40.51
2033	27.96	44.74	43.02	52.07	47.01	35.40	34.39	34.52	41.82	28.91	41.15	31.82	38.57
2034	32.37	44.19	44.82	54.41	48.95	45.36	41.22	38.37	24.76	39.14	40.11	44.70	41.53
2035	38.10	45.80	45.50	58.03	49.39	48.15	41.62	43.03	35.26	42.57	45.37	40.11	44.41
2036	40.37	50.44	48.18	57.58	51.94	50.13	44.07	50.84	41.74	45.39	46.50	37.42	47.05
2037	36.37	51.11	47.91	59.95	53.65	49.55	45.91	44.25	44.83	42.78	56.84	41.64	47.90
2038	40.38	56.04	52.01	62.85	56.20	48.53	46.91	45.49	41.58	45.73	50.61	45.09	49.28
2039	45.74	56.32	60.27	66.40	61.21	56.85	52.09	50.58	42.22	47.86	52.24	47.34	53.26

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

346

Tabla A2. 50 Informe Final de Generacion del Escenario F

Informe Final de Generación															
Planta	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	20	37	38	39
La Estrella	293.37	268.04	271.61	265.92	270.50	271.16	266.28	275.56	271.75	271.29	265.72	26		267.13	
Los Valles	349.58	325.02	325.56	322.04	327.92	325.56	319.23	331.23	326.96	325.81	320.03	32		321.46	
Fortuna	1,739.72	1,540.19	1,651.53	1,561.97	1,565.43	1,618.55	1,646.75	1,635.86	1,642.96	1,565.93	1,574.62	1,59			
Bayano	503.05	675.51	694.25	614.34	613.09	685.84	698.07	628.57	601.33	647.22	675.94	65			
Esti	472.64	466.10	465.60	459.21	455.14	460.49	456.35	455.32	457.03	456.20	461.21	46			
Embalse Ficticio La Esperanza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
Concepción	28.59	26.73	25.83	25.51	25.95	27.34	24.80	25.65	24.92	26.64	25.18	25			
Mendre	134.26	130.92	131.75	128.70	130.35	131.02	127.27	131.50	130.63	130.63	129.95	12		129.86	
Algarrobos	51.59	48.09	46.99	45.66	47.15	47.93	46.57	49.94	48.77	47.81	47.74	47.28	48.02	48.40	48.32
Dolega	23.84	23.37	23.51	23.17	23.26	23.31	23.18	23.14	23.02	23.39	23.26	23.17	23.42	23.25	23.48
La Yeguada	27.05	25.38	26.24	25.58	24.96	25.92	25.09	24.85	25.42	25.70	25.50	25.33	25.01	24.73	26.45
Macho Monte	15.28	13.56	12.51	11.86	11.29	11.72	12.05	12.02	11.59	11.58	11.39	11.65	11.98	11.90	12.21
Gualaca	105.73	103.95	104.12	102.76	101.74	102.48	101.60	101.91	102.48	101.84	102.93	103.52	102.71	101.91	102.47
Bajo de Mina	201.21	197.33	196.25	189.49	195.48	193.92	189.77	192.37	196.89	196.73	194.91	194.02	193.65	188.71	198.86
Lorena	133.94	131.56	131.76	129.97	128.59	129.59	128.38	128.82	129.58	128.73	130.17	130.98	129.89	128.82	129.56
Changuinola I (Chan-75 El Gavilan)	1,534.06	1,426.80	1,443.78	1,431.40	1,439.06	1,390.12	1,408.26	1,429.95	1,451.98	1,451.94	1,436.04	1,408.56	1,422.38	1,456.66	1,417.11
Mini Chan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macano	0.02	0.04	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Paso Ancho	34.42	32.53	32.32	30.68	31.74	31.61	31.08	32.62	32.76	32.02	32.13	31.40	31.49	32.03	32.01
Prudencia	207.75	203.92	204.43	200.99	200.06	200.67	197.65	199.52	200.85	199.12	201.46	201.83	200.59	198.95	201.06
Los Planetas I	30.94	30.42	30.49	29.86	30.10	30.02	29.68	29.83	29.93	30.29	30.04	29.84	30.49	30.00	30.46
Pedregalito I	54.41	50.81	48.74	48.10	49.21	52.51	47.09	49.13	46.78	50.61	48.01	48.80	53.61	49.10	51.94
Pedregalito II	27.17	25.47	24.10	23.83	24.56	26.50	23.25	24.39	23.10	25.36	23.90	24.16	27.04	24.38	26.12
Baitun	313.94	306.39	305.27	293.14	303.78	301.70	294.70	297.64	306.10	305.06	302.97	299.56	298.39	291.48	310.54
Las Perlas Norte	19.91	18.65	17.72	17.58	18.02	19.20	17.05	17.73	17.14	18.64	17.42	17.85	19.75	17.97	19.20
Las Perlas Sur	14.73	13.97	13.18	13.00	13.45	14.50	12.60	13.23	12.74	14.02	12.96	13.34	14.94	13.37	14.49
Mendre II	45.10	43.85	44.15	43.02	43.64	43.89	42.47	44.07	43.74	43.74	43.47	43.50	43.60	43.43	44.34
El Fraile	29.72	28.25	28.56	28.44	27.66	28.43	27.90	28.86	28.93	28.72	27.85	28.78	26.32	28.27	28.87
Cochea	64.94	62.35	62.13	60.26	61.00	63.06	59.63	61.41	63.12	62.17	61.31	61.02	61.57	61.94	64.64
Pando	174.59	167.13	164.67	158.47	163.32	162.62	159.26	165.80	166.57	166.04	164.81	163.00	162.62	162.42	165.17
Monte Lirio	266.54	258.97	255.63	247.27	255.20	253.33	248.24	257.19	257.02	257.99	255.96	252.96	255.21	252.00	256.22
San Lorenzo	47.77	41.82	42.06	40.68	41.39	42.12	39.82	42.09	41.84	41.49	41.10	42.46	41.42	40.73	43.26
El Alto	260.69	253.27	251.77	241.69	250.85	249.90	243.21	247.14	252.79	251.78	249.20	247.24	247.74	241.13	256.78
San Andres	40.50	39.71	39.29	38.87	39.18	39.00	38.77	39.29	39.32	39.43	39.33	39.07	39.10	38.57	39.70
RP 490	10.22	9.30	9.10	8.93	9.14	9.95	8.79	9.11	8.69	9.50	8.94	9.09	10.12	9.18	9.84
Bonyic	155.17	155.63	159.53	154.54	155.42	154.28	154.46	159.80	157.41	157.24	154.04	150.00	154.90	159.96	152.50
Barro Blanco	109.04	108.50	110.00	106.42	104.89	109.13	103.89	106.11	108.66	106.75	106.70	108.96	106.71	103.83	111.87
Barro Blanco Minicentral	14.65	14.46	14.27	13.97	14.03	14.53	14.45	14.59	14.40	14.53	14.59	14.53	14.59	14.39	14.61
Bugaba I	21.01	20.81	20.66	20.30	20.47	20.54	20.30	20.39	20.64	20.80	20.64	20.47	20.36	20.11	20.93
La Potra (Bajo Frio)	86.32	83.74	83.23	79.10	82.39	82.89	80.01	80.68	83.54	83.31	82.14	80.74	80.94	78.96	85.47
Salispuedes (Bajo Frio)	74.57	72.40	72.03	68.11	71.17	71.46	69.06	69.32	72.23	71.87	70.80	69.60	69.77	67.91	74.06
Los Planetas 2	56.11	55.45	55.50	54.80	55.26	55.01	54.19	54.54	54.77	55.55	54.90	54.46	55.71	54.85	55.53
La Potra G4 (Bajo Frio)	1.33	1.07	1.19	0.90	1.07	1.42	1.00	1.10	1.29	1.16	1.14	0.89	1.03	0.93	1.38
Bajo de Mina G3	0.76	0.73	0.71	0.65	0.73	0.76	0.69	0.66	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68	0.63	0.80
Baitun G3	1.38	1.43	1.44	1.23	1.36	1.50	1.17	1.28	1.34	1.32	1.30	1.21	1.25	1.15	1.55
Bugaba 2	14.29	13.79	14.04	13.09	13.85	14.03	12.33	13.67	15.01	13.29	12.66	12.51	12.99	12.21	14.05
Las Cruces	68.61	62.50	64.51	63.54	61.19	64.45	58.50	58.09	62.20	63.77	62.43	64.75	61.77	59.57	66.96
Las Cruces Und 3	7.52	7.15	6.88	6.73	6.84	7.01	7.03	7.01	6.86	7.12	7.19	7.27	7.23	7.09	7.32
Bajo de Totumas	30.23	30.48	30.56	29.17	30.08	29.18	29.11	31.00	30.53	30.37	30.37	29.77	31.01	30.42	30.78
La Cuchilla	52.41	49.39	46.90	45.36	44.73	46.30	45.66	45.56	44.50	45.90	44.61	45.90	47.69	45.56	46.59
El Alto G4	0.76	0.63	0.73	0.58	0.67	0.85	0.63	0.63	0.73	0.69	0.65	0.54	0.63	0.51	0.85
Burica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuspa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Terra 4- Tizingal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Changuinola II (Bocas del Toro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	881.20	988.93	974.74	967.10	916.44	921.96	942.76	1,001.71	942.40
Changuinola II Unidad 3 (Bocas del Toro Minicer	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.77	18.63	23.74	26.99	24.98	25.14	25.21	14.75	17.17
Santa Maria 82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Bartolo Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Fraile II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RP 550	0.00	0.00	1.10	1.14	1.12	1.22	1.08	1.18	1.05	1.17	1.11	1.13	1.22	1.16	1.18
Pando Minicentral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito I Unidad 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedregalito II Unidad 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caña Blanca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eco Tizingal	6.57	6.56	6.53	6.46	6.50	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58	6.56	6.56	6.56	6.58
Oferta ACP1 (CH Madden + CH Gatun)	61.34	61.15	55.42	50.69	23.66	8.25	61.70	61.80	63.81	57.36	57.32	57.07	57.36	57.36	57.32
Hidroeléctrica	**8,019.34**	**7,735.30**	**7,871.19**	**7,580.31**	**7,618.78**	**7,704.59**	**8,623.78**	**8,748.45**	**8,762.55**	**8,722.15**	**8,657.88**	**8,434.09**	**8,797.33**	**8,746.67**	**8,779.16**
Diesel	1.93	1.93	1.94	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.93
Bunker	1.14	5.63	3.12	1.24	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00
Carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GNL	3,340.61	3,486.30	2,666.52	2,731.14	1,109.94	1,231.39	1,618.20	1,657.05	1,700.65	2,217.23	2,300.41	2,992.30	3,673.62	3,506.20	3,990.17
Metano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bagazo	53.52	53.42	53.84	52.11	52.49	53.85	55.17	55.41	55.19	55.03	56.04	55.97	55.81	55.74	56.03
Termoeléctrica	**3,397.20**	**3,547.28**	**2,725.41**	**2,786.41**	**1,164.60**	**1,287.17**	**1,675.30**	**1,714.38**	**1,757.76**	**2,274.90**	**2,358.38**	**3,050.37**	**3,731.35**	**3,563.86**	**4,048.13**
Eólico	583.40	583.21	704.05	953.83	1,010.88	1,016.48	1,024.11	1,018.04	1,017.55	1,016.93	1,023.23	1,017.29	1,017.29	1,017.42	1,023.55
Solar	1,595.49	2,251.28	3,387.53	3,886.02	4,235.59	4,463.01	4,492.50	4,484.17	4,493.41	4,499.59	4,530.46	4,522.21	4,531.17	4,544.57	4,572.48
Renovables	**2,178.89**	**2,834.49**	**4,091.58**	**4,839.85**	**5,246.47**	**5,479.49**	**5,516.61**	**5,502.20**	**5,510.96**	**5,516.52**	**5,553.69**	**5,539.50**	**5,548.46**	**5,562.00**	**5,596.03**
Baterías	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Inyección	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Total de Generación	**13,595.43**	**14,117.07**	**14,688.19**	**15,206.57**	**14,029.85**	**14,471.25**	**15,815.69**	**15,965.04**	**16,031.27**	**16,513.57**	**16,569.95**	**17,225.96**	**18,077.14**	**17,872.53**	**18,423.32**
Exceso de Generación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Importación	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,615.77**	**2,037.92**	**1,707.35**	**1,895.08**	**2,178.53**	**2,172.42**	**2,379.09**	**2,336.00**	**2,155.64**	**2,474.11**	**2,454.09**
Exportación	**26.21**	**116.90**	**257.03**	**344.42**	**294.55**	**707.83**	**1,302.67**	**1,200.94**	**1,114.23**	**1,159.48**	**985.26**	**1,148.55**	**1,412.90**	**1,084.24**	**1,183.64**
Pérdidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**57.90**	**77.00**	**64.89**	**72.44**	**77.45**	**77.07**	**82.87**	**81.00**	**75.82**	**86.56**	**86.06**
Demanda	**13,569.22**	**14,000.18**	**14,431.16**	**14,862.14**	**15,293.18**	**15,724.33**	**16,155.48**	**16,586.74**	**17,018.12**	**17,449.44**	**17,880.91**	**18,312.41**	**18,744.07**	**19,175.85**	**19,607.70**
Demanda Interrumpida	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
Déficit	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

347

ANEXO III

COSTO VARIABLE DE PRODUCCIÓN DE CENTRALES

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

348

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A4. 1 Sistema de Generación Existente 4

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico A4. 1 Costo Variable de Producción Plantas de Diésel Plan Indicativo de Generación 2025-2039 5
Gráfico A4. 2 Costo Variable de Producción Plantas de Bunker C Plan Indicativo de Generación 2025-2039 6
Gráfico A4. 3 Costo Variable de Producción Plantas de Bagazo y Metano Plan Indicativo de Generación 2025-2039 7
Gráfico A4. 4 Costo Variable de Producción Plantas de Gas Natural Plan Indicativo de Generación 2025-2039 8
Gráfico A4. 5 Factor de Planta de las Plantas Térmicas del Escenario de Referencia A1 9

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

350

ANEXO IV
COSTO VARIABLE DE PRODUCCIÓN DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

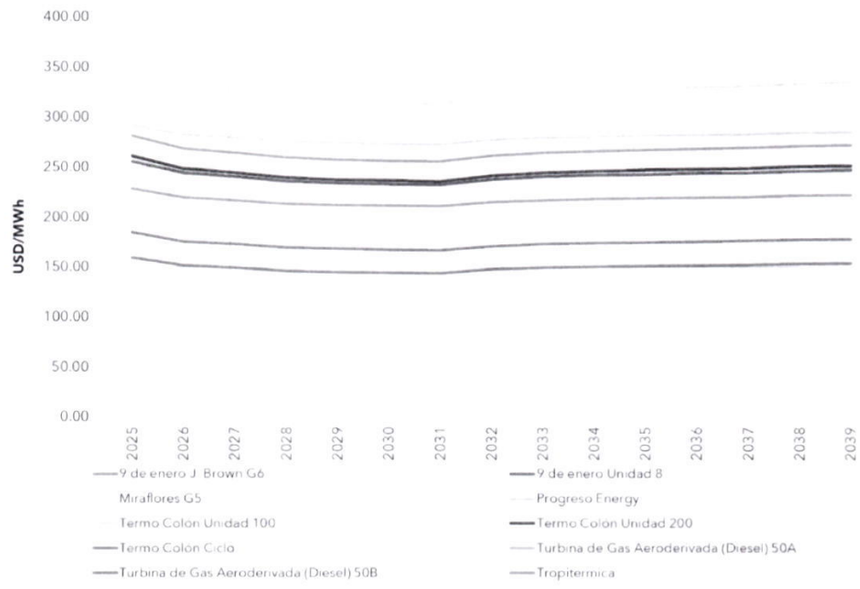
Tabla A4. 1 Sistema de Generación Existente

Agente	Nombre	Tipo	Capacidad Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Media (MW)	Potencia Firme (MW)	Observación
CELSIA CENTROAMÉRICA, S.A.	9 de enero J. Brown G6	Turbina de Gas (Diesel)	34.00	32.30	26.73	21.02	
CELSIA CENTROAMÉRICA, S.A.	9 de enero Unidad 8	Turbina de Gas (Diesel)	34.00	32.30	30.31	29.33	
PAN AM GENERATING LIMITED, S.A.	Panam	Motor de Media Velocidad (Bunker)	99.80	97.45	82.59	90.04	
PEDREGAL POWER COMPANY	Pacora	Motor de Media Velocidad	53.53	51.87	48.81	50.03	
CELSIA CENTROAMÉRICA, S.A.	Cativa	Motor de Media Velocidad (Bunker)	87.00	83.42	78.36	78.36	
GENERADORA DEL ATLANTICO S.A.	Termo Colón Ciclo	Ciclo Combinado (Diesel)	150.00	145.50	140.13	140.31	
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ	Miraflores G5	Turbina de Gas (Diesel)	18.00	17.55	13.24	13.16	
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ	Miraflores G9	Motor de Baja Velocidad (Bunker)	40.81	38.95	23.11	25.02	
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ	Miraflores G10	Motor de Baja Velocidad (Bunker)	40.81	39.95	22.10	37.18	
PAN AM GENERATING LIMITED, S.A.	Amp. Panam	Motor de Media Velocidad (Bunker)	49.90	48.73	43.12	45.02	
URBALIA PANAMÁ, S.A.	Cerro Patacón	Motor de Media Velocidad (Metano)	8.10	8.15	7.66	0.00	
GAS NATURAL ATLANTICO S DE R.L.	Costa Norte I	Ciclo Combinado (Gas Natural)	381.00	381.00	352.58	352.48	
MINERA PANAMÁ, S.A.	Cobre Panamá - PACO Power Plant Und1	Turbina de Vapor (Carbón)	150.00	150.00	150.00	0.00	Autogenerador
MINERA PANAMÁ, S.A.	Cobre Panamá - PACO Power Plant Und2	Turbina de Vapor (Carbón)	150.00	150.00	150.00	0.00	Autogenerador
GENERADORA DE GATUN, S.A.	C.T. Gatun (antes Telfers)	Ciclo Combinado (Gas Natural)	670.00	639.48	639.48	639.48	
TROPITERMICA, S.A.	Tropitermica	Motor de Media Velocidad (Diesel)	5.05	5.00	4.66	3.58	
CENTRAL AZUCARERO DE ALANJE, S.A.	CADASA	Turbina de Vapor (Bagazo)	30.00	30.00	30.00	0.00	Autogenerador
SPARKLE POWER, S.A.	Sparkle Power Fase I	Motor de Media Velocidad (Bunker)	15.30	15.05	15.05	15.05	
SPARKLE POWER, S.A.	Sparkle Power Fase II	Motor de Media Velocidad (Bunker)	34.80	34.15	34.15	34.15	
			2,052.09	**2,000.85**	**1,892.09**	**1,574.21**	

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

351

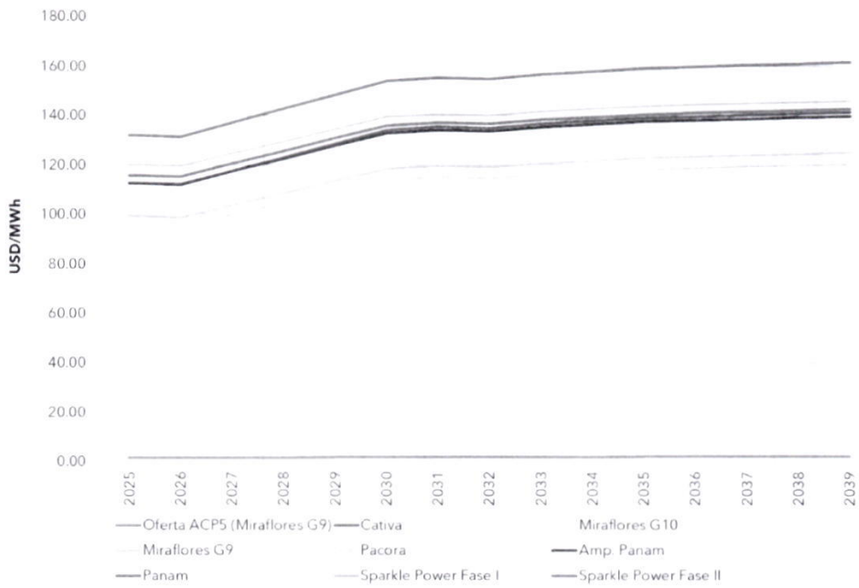
Grafico A4. 1 Costo Variable de Producción Plantas de Diesel Plan Indicativo de Generación 2025-2039



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

352

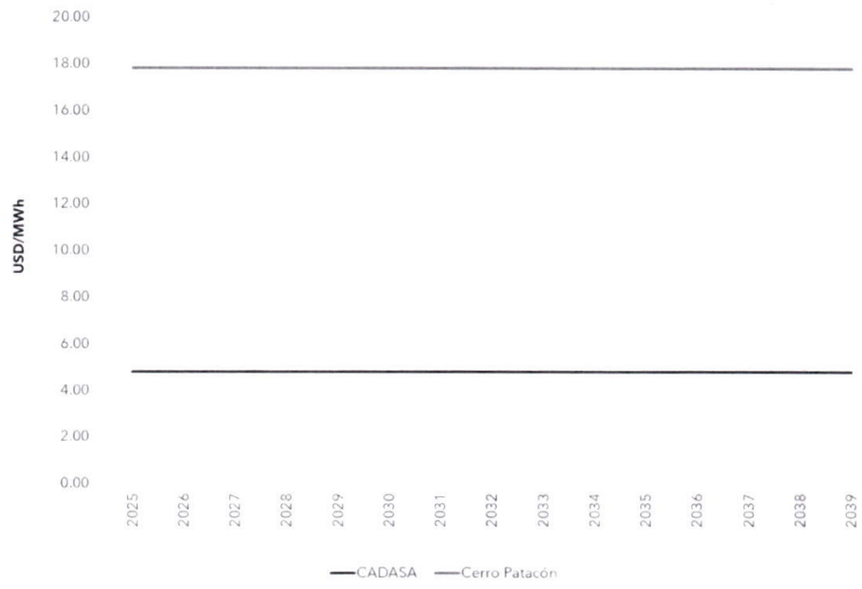
Gráfico A4. 2 Costo Variable de Producción Plantas de Bunker C Plan Indicativo de Generación 2025-2039



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

353

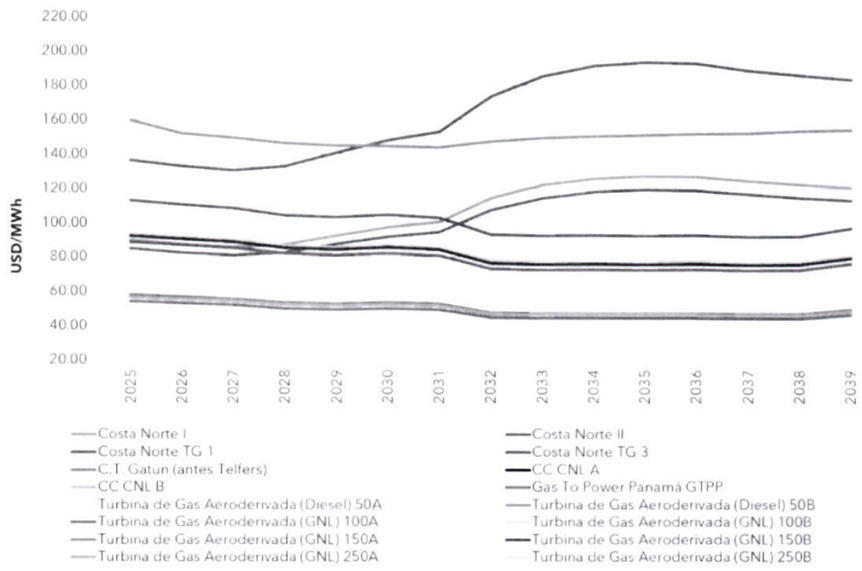
Gráfico A4. 3 Costo Variable de Producción Plantas de Bagazo y Metano Plan Indicativo de Generación 2025-2039



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

354

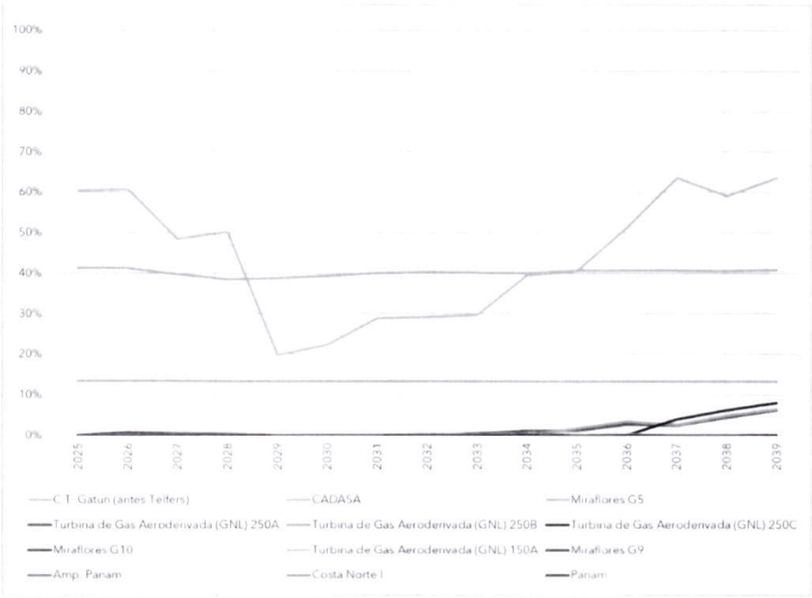
Grafico A4. 4 Costo Variable de Producción Plantas de Gas Natural Plan Indicativo de Generación 2025-2039



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

355

Gráfico A4. 5 Factor de Planta de las Plantas Térmicas del Escenario de Referencia A1



Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

356

ANEXO IV

DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

357

ETESA
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

358

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de Sistemas de Baterías por su Potencia y Energía Almacenada 89
Tabla 2: Comparación de Tecnologías de Almacenamiento. 90
Tabla 3: Comparación de Baterías por Tecnología 91
Tabla 4: Aplicaciones de los Almacenamientos de Energía 92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principio de operación de una central hidroeléctrica 6
Figura 2: Central hidroeléctrica con turbina tipo tornillo de Arquímedes 7
Figura 3: Modelo de generación hídrica para ríos y canales de poca diferencia de altura 8
Figura 4: Rueda de agua Breadtshot en Verolengo, Italia y su modelo el laboratorio 9
Figura 5: Vista de la turbina ensamblada, medidor de torque en línea y generador de inducción 10
Figura 6: Central nuclear con reactor de agua presurizada 14
Figura 7: Central nuclear con reactor de agua hirviendo 15
Figura 8: Central nuclear con reactor de agua pesada 16
Figura 9: Paneles Fotovoltaicos. 18
Figura 10: Modelo panel Solar Sunflower 19
Figura 11: Sistema de paneles fotovoltaicos flotantes 20
Figura 12: Células solar incrustada en carretera 21
Figura 13: Esquema gráfico de una celda fotovoltaica 22
Figura 14: Proyecto Termosolar 23
Figura 15: Sistema de Concentración Solar utilizando espejos 24
Figura 16 : Central de concentración solar con reflectores Fresnel 25
Figura 17: Ejemplo de reflectores Fresnel 25
Figura 18 : Central de concentración solar con torre solar 26
Figura 19: Central de concentración solar con discos solares 27
Figura 20: Ejemplo de Sistema de Generación Solar Espacial. 28
Figura 21: Funcionamiento de colector solar inflable 29
Figura 22: Diseño HELIOtube de la empresa Heliovis 29
Figura 23: Recubrimientos solares para ventana (luminiscente) 30
Figura 24: Parque eólico con turbinas de viento de eje horizontal 31
Figura 25 : Resumen de diferentes fundaciones fijas disponibles para turbinas de viento en alta mar 32
Figura 26: Componentes de transmisión de eólica marina 33
Figura 27: Modelos de turbinas de viento de eje vertical 34
Figura 28 : Prototipo de una turbina de viento flotante 35
Figura 29: Representación de modelo de turbina de viento sin aspas 36
Figura 30: Sistema de turbina aerotransportada 37
Figura 31: Turbina Canalizada SHEERWIND INVELOX 38
Figura 32: Clasificación de técnicas de generación de energía Undimotriz 39
Figura 33 : Convertidores de energía Undimotriz por desbordamiento 40

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Figura 34: Convertidores de energía undimotriz con cuerpos oscilantes 41
Figura 35: Convertidores de energía Undimotriz con columnas de agua oscilantes. 41
Figura 36 : Esquema de una central mareomotriz con generación unidireccional 42
Figura 37: Turbinas de instalación subterránea 43
Figura 38: Ciclo operativo de una central maremotérmica 44
Figura 39: Ciclo operativo de una central osmótica por presión invertida..... 46
Figura 40: Diagrama Lineal de temperatura de agua y vapor geotérmico recomendado para diversas aplicaciones 48
Figura 41: Usos directos del recurso geotérmico: Rangos de temperatura de algunos procesos industriales y aplicaciones agrícolas 49
Figura 42: Central geotérmica accionada por vapor seco..... 50
Figura 43 : Central geotérmica accionada por destello de vapor de una etapa 52
Figura 44 : Central geotérmica de ciclo binario de una etapa 54
Figura 45: Baldosa piezoeléctrica Pavegen 55
Figura 46 : Capacidad Global de almacenamiento de Energía por Uso y Tecnología. 57
Figura 47 : Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica 58
Figura 48: Curva de madurez de tecnologías de almacenamiento de energía eléctrica 58
Figura 49: Gráfico de Comparación de Tiempos de Descarga por Tecnología 59
Figura 50: Comparación mediante densidades de energía y potencia por Tecnología 59
Figura 51: Central Hidroeléctrica con Bombeo de agua dulce Rocky Mountain (1095 MW), ubicada en el estado de Georgia, Estados Unidos. 61
Figura 52: Central con almacenamiento por compresión diabática de aire. 62
Figura 53: Central con almacenamiento por compresión adiabática de aire. 63
Figura 54 : Sistema de almacenamiento de energía por compresión submarina de aire. 64
Figura 55 : Almacenamiento de Aire comprimido Isotérmico de la Compañía SustainX 65
Figura 56: Volante de inercia de cuarta generación. 66
Figura 57: Sistema de Almacenamiento de 20MW ubicado en Abu Dhabi. 67
Figura 58: Interior de un módulo de baterías (izquierda) y módulo inversor (derecha). 67
Figura 59: Estructura interna de una batería de plomo ácido 68
Figura 60: Banco de baterías de plomo ácido 68
Figura 61 : Banco de baterías de níquel cadmio..... 69
Figura 62: Funcionamiento de Batería de Ion Litio. 70
Figura 63 : Batería de zinc aire 71
Figura 64 : Principio de funcionamiento de una batería de litio aire..... 72
Figura 65: Estructura de una celda de NaS..... 73
Figura 66: Batería de Titanato de Litio con encapsulado tipo botella..... 74
Figura 67: Componentes de una batería de flujo tipo redox. 76
Figura 68: Ciclo operativo de un sistema de almacenamiento con hidrógeno. 78
Figura 69: Central de almacenamiento de hidrógeno en Noruega. 78
Figura 70: Centro de carga para vehículos con celdas de hidrógeno. 79

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Figura 71: Concepto global del uso de hidrógeno y gas natural sintético como portadores de energía ... 80
Figura 72: Ejemplo de Supercondensadores. ... 81
Figura 73: Ciclo de carga y descarga de un supercapacitor. ... 82
Figura 74: Almacenamiento de energía aprovechando el fenómeno de superconductividad ... 83
Figura 75: Esquema de Sistema de Almacenamiento de Calor Sensible. ... 85
Figura 76: Principio de funcionamiento de materiales de cambio de fase ... 86
Figura 77: Principio de funcionamiento de materiales de cambio de fase ... 87
Figura 78: Comparación de tecnologías de almacenamiento de energía: potencia nominal, energía y tiempo de descarga ... 88
Figura 79: Tiempo de descarga según aplicación en la Red Eléctrica. ... 93
Figura 80: Generación de Energía Renovable y Almacenamiento en Rampa ... 94
Figura 81: Curva de Duración de la Demanda ... 95
Figura 82: Curva de duración de la demanda eléctrica de Panamá 2024 ... 96
Figura 83: Ejemplo de aplicaciones de los Sistemas de Almacenamiento en la Red Eléctrica. ... 101
Figura 84: Aspectos considerados en un Análisis de Ciclo de Vida para un recurso energético ... 104
Figura 85: Huellas de Carbono de diferentes tecnologías de Generación ... 105

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

ANEXO V
DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Una revisión del estado del arte actual sobre las diferentes tecnologías en la generación y almacenamiento de energía eléctrica es presentada en este capítulo; también se hace mención a los impactos ambientales que causan dichas tecnologías.

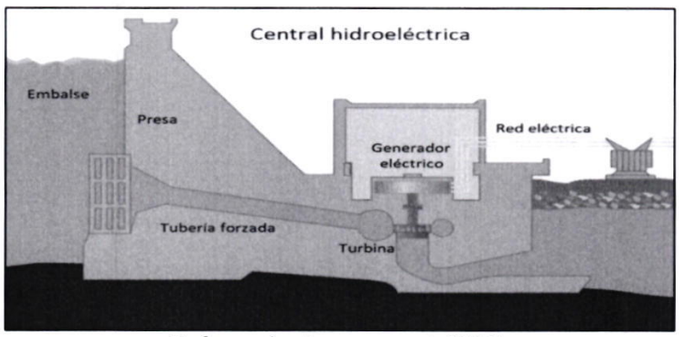
Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica

Hidroeléctrica

La energía hidráulica o hídrica, aprovecha la energía cinética y potencial de los saltos, las mareas y las corrientes de agua. Se conoce como central hidroeléctrica a la infraestructura que utiliza la energía hidráulica para generar energía eléctrica (Pérez Porto, 2014). Dependiendo de las características de cada sitio, caída, caudal, si existe embalse o si es a filo de agua, existen distintos tipos de turbinas apropiadas para cada escenario.

Su funcionamiento está basado en un salto de agua que genera dos niveles de un cauce: cuando el agua cae del nivel superior al inferior, pasa por una turbina hidráulica que transmite la energía a un generador y la transformar en energía eléctrica (Pérez Porto, 2014). En la Figura 1 se explica el funcionamiento de una central hidroeléctrica.

Figura 1: Principio de operación de una central hidroeléctrica



Referencia: (Ingeoexpert, 2018).

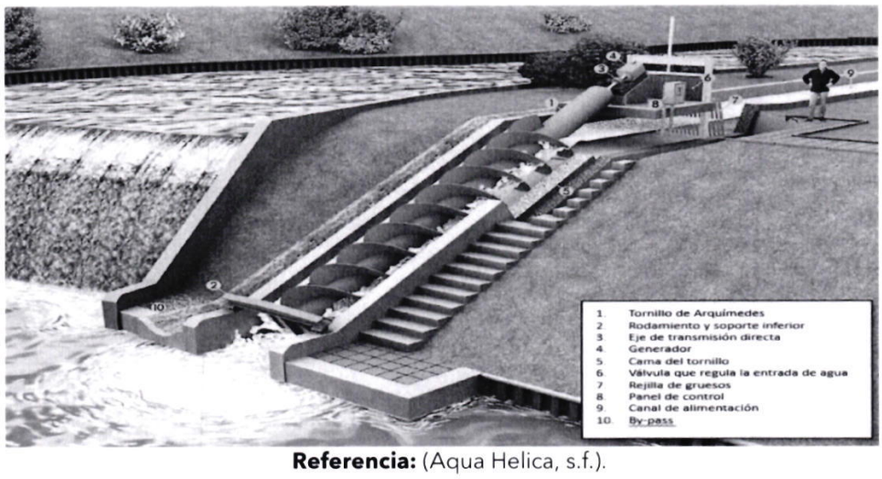
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

362

Recientemente se han diseñado e implementado turbinas hidráulicas de baja presión para aprovechar la energía potencial de aguas en ríos no muy caudalosos y con bajas cabezas hidráulicas (usualmente menores a 10 metros). Las turbinas se asemejan y funcionan con el principio del tornillo de Arquímedes: el agua ingresa al tornillo y mientras hace su recorrido su peso mueve los álabes e impulsa la turbina. En la parte inferior del tornillo el agua es desfogada, mientras que en la parte superior se encuentra la caja de cambios y el generador eléctrico. En la Figura 2 se puede observar en funcionamiento esta turbina.

La principal ventaja de este diseño es que esta tecnología puede implementarse para generación distribuida sin afectar considerablemente la fauna y el ecosistema. Los peces pueden navegar por las turbinas sin ninguna complicación ya que las velocidades de estas son relativamente bajas. Además de esto, debido a que las cabezas de agua y caudales son relativamente bajos, no es requerido crear ninguna represa.

Figura 2: Central hidroeléctrica con turbina tipo tornillo de Arquimedes



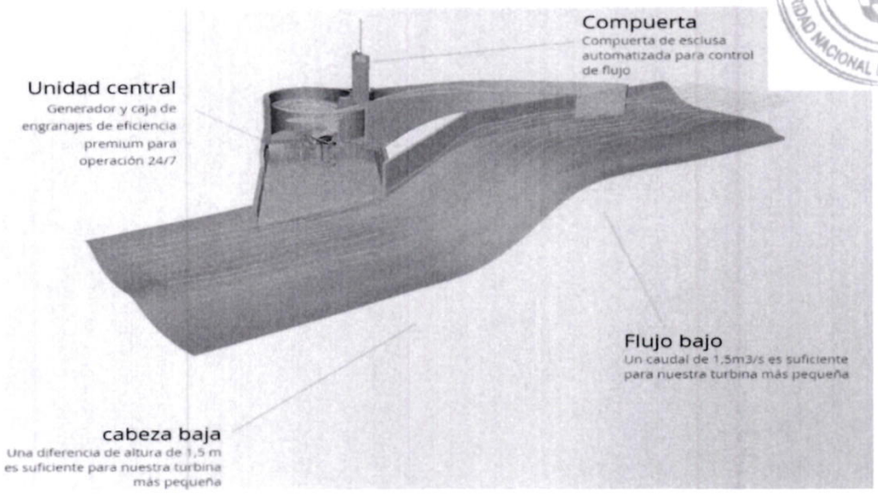
Referencia: (Aqua Helica, s.f.).

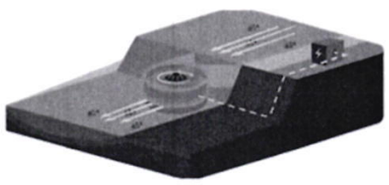
Por esta misma línea, se puede aplicar la misma idea sin represar el agua del cauce de un cuerpo de agua, realizando una instalación más puntualizada desviando parte del cauce para que pase por una turbina y se regrese al canal principal, estos diseños son más puntualizados y pequeños, pero pueden realizarse a lo largo de un cuerpo de agua sin tener que represar el agua, evitando que el pasaje de los peces se vea afectado, mejorando el modelo amigable evitando la posible migración de estos por la presencia de la presa, se puede observar un ejemplo de esto en la Figura 3.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

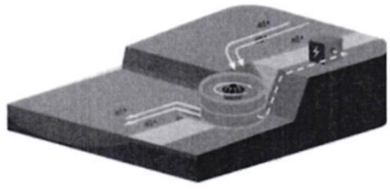
363

Figura 3: Modelo de generación hídrica para ríos y canales de poca diferencia de altura





En el río



En tierra,
derivación/caída corta



En tierra,
desvío largo

Referencia: (Turbulent, 2022)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

364

La eficiencia hidráulica máxima de las máquinas de gravedad puede superar el 80%, pero los valores típicos de la eficiencia global oscilan entre el 50% y el 70%. Por otro lado, las ruedas hidráulicas operan según las diferencias de altura y el caudal máximo por metro de ancho. El costo de las ruedas hidráulicas es del 33% al 60% del de las turbinas Kaplan y más bajo que el de los tornillos hidrodinámicos. Las ruedas hidráulicas son ventajosas cuando es posible renovar las estructuras civiles existentes, como los antiguos molinos de agua, convirtiéndose en lugares atractivos educativos, turísticos y recreativos. El sistema de toma de fuerza (PTO) es un aspecto importante para mejorar. La velocidad de rotación de las ruedas hidráulicas es generalmente baja y requiere una caja de cambios que coincida con la frecuencia del generador. Esto da como resultado una toma de fuerza muy cara. Se han realizado trabajos preliminares para superar este déficit, probando un nuevo sistema de transmisión, ya que los generadores de imanes permanentes podrían utilizarse en estas situaciones, pero requieren una electrónica de potencia razonablemente compleja. Un enfoque adicional probó el uso de estructuras de flujo de entrada ajustables que se pueden gestionar en función del caudal. Ya se han realizado algunos estudios para ruedas de agua por gravedad (Kougias, 2019). En Figura 4 se observa una rueda de agua Breadtshot en Verolengo, Italia y su modelo del laboratorio.

Figura 4: Rueda de agua Breadtshot en Verolengo, Italia y su modelo el laboratorio



Referencia: (Kougias, 2019)

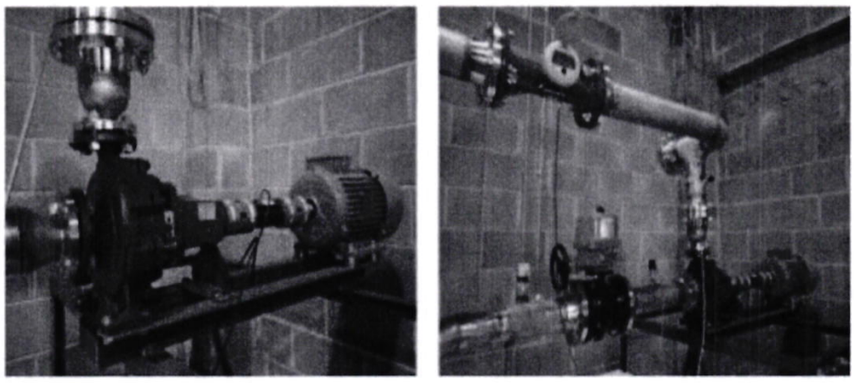
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

365

Bombas como turbinas

Las bombas como turbinas (PAT) son bombas hidráulicas que funcionan en modo inverso como turbinas, por lo que producen energía en lugar de consumirla mediante un motor de inducción conectado que funciona como generador. En la Figura 5 se muestra un PAT centrífugo estándar vinculado a un medidor de par y un generador de inducción. Las bombas hidráulicas se fabrican en masa a nivel mundial y las principales ventajas de su aplicación como turbinas incluyen dimensiones compactas, tiempo de entrega corto, fácil mantenimiento y disponibilidad de repuestos, y costos de instalación reducidos (Kougias, 2019).

Figura 5: Vista de la turbina ensamblada, medidor de torque en línea y generador de inducción



Referencia: (Kougias, 2019)

Termoeléctricas

Las centrales termoeléctricas involucran el aprovechamiento de la energía térmica producto de la combustión de una fuente de energía o insumo para la generación de energía eléctrica. La gran mayoría de las fuentes de energía usadas son de origen fósil, aunque recientemente se ha estado incursionando en el uso de desechos de materias orgánicas. En centrales de carbón, el contenido energético de diferentes fuentes de carbón es aprovechado en las calderas para producir vapor y utilizar el ciclo termodinámico Rankine y sus variantes para impulsar una turbina de vapor. El más reciente es la turba: tiene un porcentaje alto de humedad (hasta 90%), bajo poder calorífico (menos de 2000 kcal/kg) y poco carbono (menos de un 50%). Se debe secar antes de su

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

366

uso. Se encuentra en zonas pantanosas. Centrales termoeléctricas que operan con motores de combustión interna usan productos derivados del petróleo. En general, los motores diésel utilizan un destilado ligero del petróleo denominado diésel (Fuel oil No. 2); por otra parte, los modelos más recientes pueden quemar diferentes combustibles como el gas natural, gas asociado a petróleo crudo, combustibles vegetales, emulsiones de residuos pesados y Búnker C (fuel oil No. 6). Otro producto comúnmente utilizado en la producción de energía eléctrica es el gas natural. Al igual que el carbón y el crudo, yacimientos de gas natural son encontrados en grandes cantidades debajo de la corteza terrestre y son el resultado de la descomposición de animales y plantas de hace millones de años atrás, sometidos a altas presiones y temperaturas. Además de su presencia en yacimientos fósiles, el gas natural puede obtenerse a partir de la descomposición de los restos orgánicos. Este proceso es promovido en plantas de tratamiento especializadas que producen el denominado biogás. Centrales que aprovechan este recurso utilizan turbinas de gas con el ciclo termodinámico Brayton. Por último, la biomasa consiste en la combustión de desechos orgánicos tales como cañas de azúcar, madera, bambú, cáscaras de arroz, tusa de mazorca de maíz, algas, aserrín, hojas y ramas de árboles, desechos de animales de granja. En otros casos, se almacenan los desechos para producir biogás, el cual es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico).

Nucleares

Una central nuclear es una central termoeléctrica en la que actúa como caldera un reactor nuclear. La energía térmica se origina por las reacciones nucleares de fisión en el combustible nuclear formado por un compuesto de uranio (Nuclenor, 2007). La fisión es una reacción nuclear que se lleva a cabo en los núcleos atómicos de los elementos químicos y consiste en la separación de núcleos pesados en unos más pequeños.

Reacciones de este tipo liberan grandes cantidades de energía en forma de calor y radiación, por lo que la materia que se encuentre alrededor del espacio en donde se produce la fisión se calentará.

El combustible nuclear se encuentra en el interior de una vasija herméticamente cerrada, junto con un sistema de control de la reacción nuclear y un fluido refrigerante constituyendo lo que se llama un reactor nuclear. El calor generado en el combustible del reactor

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

367

y transmitido después a un refrigerante se emplea para producir vapor de agua, que acciona el conjunto turbina-alternador, generando la energía eléctrica.

La central se ha realizado con un diseño específico que prevé estructuras civiles adecuadas, sistemas duplicados que responden al fallo previsto de uno de ellos y coeficientes de sobredimensionamiento para resistir el sismo máximo esperable, proteger contra las radiaciones ionizantes, prevenir los accidentes posibles y mitigar sus consecuencias. Por este motivo, los edificios de una central nuclear en comparación con una convencional de similar potencia son mucho más robustos y grandes para alojar los sistemas redundantes instalados (Nuclenor, 2007).

Los elementos de una central nuclear son: el circuito primario donde se produce la reacción nuclear, el circuito secundario para la generación de electricidad, el sistema de refrigeración y el sistema de seguridad. El circuito primario contiene el reactor nuclear, el combustible fisible (uranio 235 o el plutonio 239), las barras de control que ayudan a acelerar o frenar las reacciones en cadena de liberación de neutrones; todos estos elementos se albergan dentro de una estructura de contención hecha de hormigón designada para impedir que la radiactividad sea liberada al ambiente.

En un reactor nuclear, cuando un neutrón libre es bombardeado hacia las barras de combustible, el núcleo lo absorbe y se produce una versión inestable del átomo; posteriormente se lleva a cabo la separación de núcleo en varios fragmentos, que a su vez chocan con átomos vecinos y producen una reacción en cadena.

La energía liberada en forma de calor gracias a este proceso es utilizada para la producción de vapor, y dicho vapor es usado de igual manera que en un ciclo termodinámico de centrales termoeléctricas.

Existen distintas configuraciones de reactores: de agua presurizada, de agua hirviendo, de agua pesada y grafito-gas. Estos diseños utilizan agua (ya sea de río o de mar) como medio de enfriamiento; sin embargo, el aprovechamiento de la propiedad intensiva del agua varía a cada caso. Reactor de agua presurizada (PWR): El combustible se encuentra dentro de un recipiente con agua, y las altas presiones dentro del reactor impiden que el agua se convierta en vapor pero que sí aumente su temperatura. La energía contenida en el agua a altas temperaturas es transferida en forma de calor al circuito de agua, el cual cambia de fase de líquido a vapor y es usado para impulsar las turbinas. Reactor de agua hirviendo (AWR): El arreglo es similar al del reactor de agua presurizada, excepto que la presión del reactor es menor; por consiguiente, se le permite al agua cambiar de fase líquida a vapor, el cual es utilizada directamente para impulsar las turbinas. Reactor de agua pesada (HWR): este tipo de arreglo permite utilizar como combustible el uranio natural sin necesidad de enriquecimiento, ofreciendo así un grado de dependencia energética. Aunque requiere la necesidad de instalaciones de producción de agua pesada (D2O).

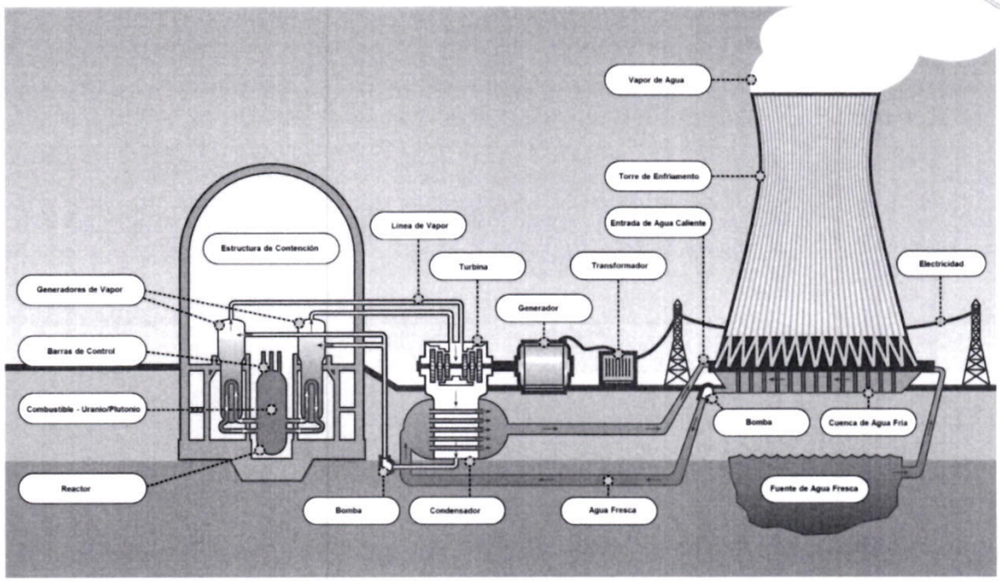
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

Reactor de Grafito-Gas: este tipo de reactores usan grafito como moderador y CO2 como refrigerante. Mientras que los primeros reactores de este tipo emplearon uranio natural en forma metálica, los actuales denominados avanzados de gas (AGR) utilizan óxido de uranio enriquecido. La gran ventaja de las centrales nucleares es que debido a la gran cantidad de energía que producen, éstas son utilizadas como centrales base para suplir la demanda del sistema; además, no producen emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente ya que el combustible utilizado no es de origen fósil. A pesar de ello, tiene la gran desventaja de producir grandes cantidades de residuos radiactivos nocivos para la salud y, por consiguiente, su manejo y descarte es muy delicado. Otra gran preocupación que surge con la dependencia de centrales nucleares es la posible pérdida del refrigerante, el cual conllevaría a que el reactor se funda y la radiación contenida en él se libere hacia el ambiente. En la Figura 6, Figura 7 y la Figura 8 muestran los ciclos de operación de centrales nucleares.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

369

Figura 6: Central nuclear con reactor de agua presurizada

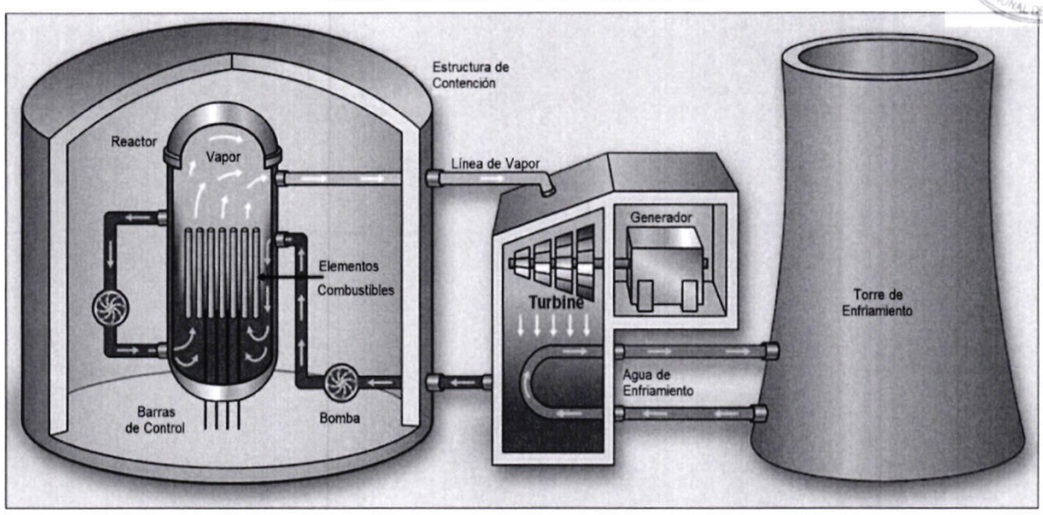


Referencia: (Nuclear Power, 2014).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

370

Figura 7: Central nuclear con reactor de agua hirviendo

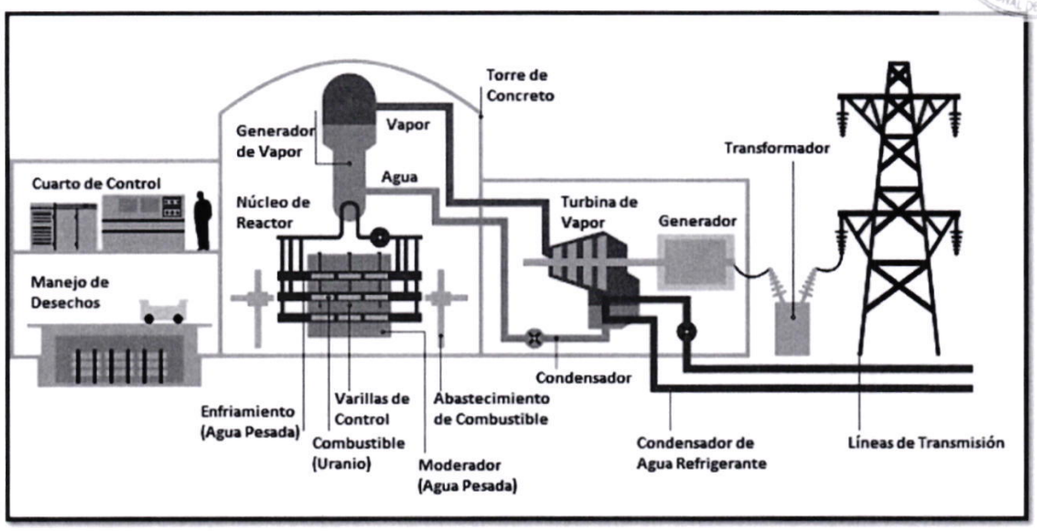


Referencia: (Nuclear Power, 2014).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

371

Figura 8: Central nuclear con reactor de agua pesada



Referencia: (Reactor Heavy Water, 2016).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

372

Solares

El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Se trata de un tipo de energía renovable. La energía contenida en el Sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia.

La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite (Formosa, 2018).

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de energía, a menudo se la denomina directamente energía fotovoltaica. Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las celdas fotovoltaicas. El material base para la fabricación de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar genera una corriente eléctrica (ML-Ingesol, 2023).

Las celdas fotovoltaicas pueden configurarse para crear módulos que a su vez pueden conectarse en serie y/o paralelo para incrementar el voltaje y/o corriente y conectarse a la red eléctrica, o bien en sitios aislados, por medio de sistemas que incluyen baterías.

A la fecha se pueden definir claramente tres generaciones de desarrollo tecnológico:

1. Placas planas de silicio cristalino.
2. Láminas delgadas hechas con silicio amorfo o materiales sin silicio.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

373

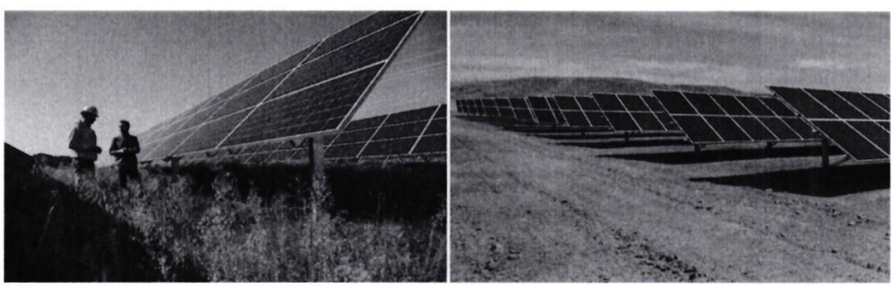
Tecnologías emergentes e innovadoras, tales como la concentración fotovoltaica (espejos o lentes plásticos dirigen rayos solares a celdas fotovoltaicas), celdas fotovoltaicas orgánicas, láminas delgadas diseñadas con impresoras de tinta y plásticos conductivos, etc.

Dependiendo de la construcción, los módulos fotovoltaicos pueden producir electricidad a partir de una gama concreta de frecuencias de la luz, pero en general no puede cubrir toda la gama solar (en concreto, la luz ultravioleta, infrarroja y baja o difusa).

Por tanto, otro concepto de diseño es la de dividir la luz en diferentes longitudes de onda y dirigir los haces en diferentes células sintonizadas en estos rangos. Esto ha sido proyectado para ser capaz de elevar la eficiencia en un 50%. Científicos de Spectrolab, una filial de Boeing, informaron del desarrollo de células solares multi-unión con una eficiencia de más del 40%, un nuevo récord mundial de células solares fotovoltaicas. Los científicos de Spectrolab también predicen que las células solares de concentración podrían llegar eficiencias de más de 45% o incluso 50% en el futuro, con eficiencias teóricas de alrededor del 58% en las células con más de tres uniones (Memarsa, 2023).

En base a lo observado con el transcurso de los años se espera que se siga invirtiendo aún más en investigación y mejoramiento de esta. La producción de energía eléctrica mediante fuentes solares fotovoltaicas será más competitiva en comparación con fuentes de energía convencionales en términos de precio, vida útil y eficiencia. Un ejemplo de estos paneles se muestra en la Figura 9.

Figura 9: Paneles Fotovoltaicos.



Referencia: (Laboratory National Renewable Energy, 2019).

Los módulos fotovoltaicos tradicionales están formados por un grupo de celdas de silicio conectadas entre sí en serie, por lo tanto, la pérdida causada por cualquier daño, incluso microgrietas, en cada celda individual se multiplica a través del sistema. De manera similar, al amanecer y al anochecer, algunas celdas que se encuentran en la sombra (luz difusa) provocan pérdidas que la tecnología tradicional no puede soportar (Energy Review, 2020). Eso ni siquiera tiene en cuenta la pérdida estándar del 3-5% en la conversión de energía. Para resolver esto se idea una arquitectura modificada de grafeno, la cual responde significativamente mejor tanto a la luz dispersa como a la baja, e

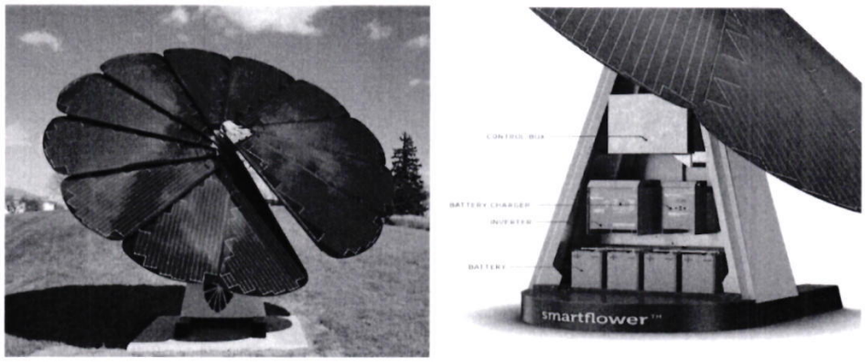
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

374

incluso cuando algunas celdas están en la sombra profunda, no afecta la sensibilidad del resto del módulo activo, como lo hace en la tecnología tradicional. Además, su proceso de fabricación a baja temperatura significa que hay menos daño inadvertido en las etapas de producción e instalación: no más soldadura por calor significa menos estrés térmico y menos casos de grietas en las células de silicio. Eso significa una vida más larga para los módulos, nuevamente, ahorrando significativamente en costos de producción en curso (Energy Review, 2020).

El área efectiva que ocupa un panel convencional implica un papel fundamental a la hora de evaluar la generación por área ocupada unitaria por panel, esto ha hecho que se evalúen distintas maneras a la hora de diseñar los módulos fotovoltaicos, una de las nuevas maneras que se ha desarrollado es la Solar Sunflower, un dispositivo que se abre y se cierra detectando los rayos del sol y rastreando la irradiancia vertical del sol, no solo es una fuente limpia de energía, sino que también produce un 40% más de energía que los paneles solares normales, un ejemplo de esta se muestra en la Figura 10.

Figura 10: Modelo panel Solar Sunflower



Referencia: (Solar Reviews, 2022)

De igual manera se están realizando estudios para saber qué tan viable es la instalación de paneles solares flotantes en cuerpos de agua, específicamente embalses, ya sean de uso humano (agua potable) o de uso propiamente energético, la preocupación principal con este sistema es la creación de patógenos y la lixiviación potencial que estos sistemas tengan sobre dichos cuerpos, esto se está estudiando obteniendo resultados positivos tanto para la fauna habitante del embalse como para el consumo humano después de un proceso de tratamiento de agua en los peores casos simulados.

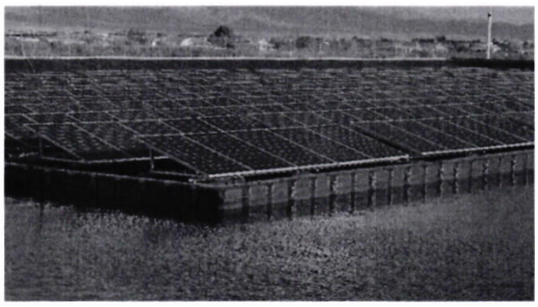
La autoridad del Canal de Panamá lleva adelante pruebas con este sistema desde el 2016 en un área aproximada de 400 metros cuadrados con 88 paneles de 250 W cada uno, en un pequeño lago en Lake View (contigua al Lago Miraflores), se desarrolla el proyecto con la premisa de que la producción de una planta fotovoltaica flotante debe ser como mínimo igual a la de una planta tradicional sobre tierra, sin embargo, estudios

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ
AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

indican que se puede obtener hasta un 10% de producción adicional por el efecto de refrescamiento del módulo al estar sobre un cuerpo de agua. El tema más importante por cuidar es el crecimiento de la vegetación acuática en los alrededores de la estructura flotante, esta no es muy complicada de remover ya que sus raíces no tienen suelo donde formarse, en cuanto a la fauna no se ven afectaciones por parte de estos a la estructura. Se espera que este proyecto de la ACP sirva de base para que otros proyectos más grandes puedan ser puestos en marcha en el mismo Canal como en el resto del país. Este sistema se puede observar en la Figura 11.

Figura 11: Sistema de paneles fotovoltaicos flotantes



Referencia: (Betsolar, 2023)

Otro de los enfoques que se está desarrollando es el de la inclusión de infraestructura solar sobre las carreteras, desarrollando sistemas de células solares incrustados en una estructura de material compuesto que se puede usar de superficie de una carretera bajo condiciones severas, ya que durante todo el día la infraestructura de transporte recibe energía solar de los rayos del sol, almacenando gran parte de ellos como calor que se disipa en la noche, recolectando energía de una infraestructura ya existente evaluando paneles de estructura rígida y flexibles, esta tecnología se ha venido desarrollando en países como Francia, China, sin tener el despegue esperado, ya que arroja resultados desalentadores por su ineficiencia en producción de energía, específicamente en 2016 en Normandía, Francia se inauguró este proyecto de 2.8 km de paneles solares Wattway, dando al primer año la mitad de la producción esperada, y al segundo un cuarto de la producción esperada, y para junio del 2020 una octava parte de la producción esperada como consecuencia del tráfico pesado de la zona, deteriorando y ensuciando de tal forma que salía muy caro su mantenimiento, de igual manera en 2014 en Indiegogo se ideaba para aceras y carriles de bicicletas, pero el proyecto se no despego gracias a numerosas rupturas de los módulos ideados de paneles solares hexagonales y su mal funcionamiento con la lluvia. Por otro lado, en China se levantó una carretera solar para alimentar 800 viviendas, se dieron problemas de vandalismo, con la desaparición de bloques de módulos.

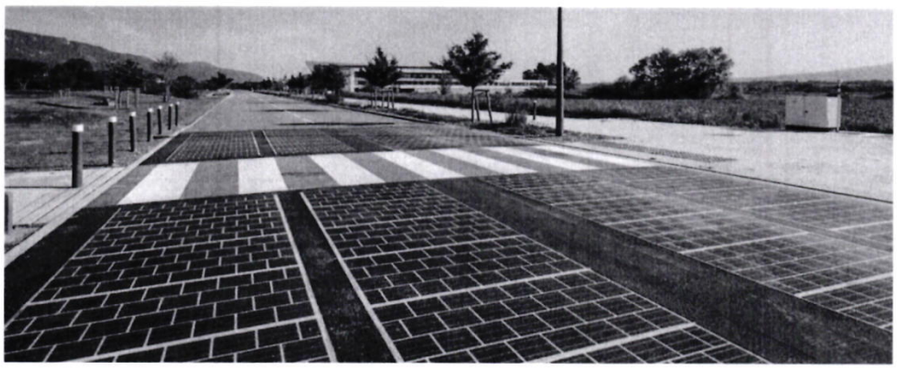
Uno de los proyectos que promete ser bastante seguro es desarrollado en

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

376

Holanda instalando 150 metros de carriles para bicicleta fotovoltaicos integrados a bloques de hormigón en el año 2019, de igual manera se sigue buscando mejorar la eficiencia y la rentabilidad de estos proyectos con varios enfoques de este. Un ejemplo de este tipo de tecnología se puede observar en la Figura 12.

Figura 12: Células solar incrustada en carretera



Referencia: (Wind for Future Magazine, 2020)

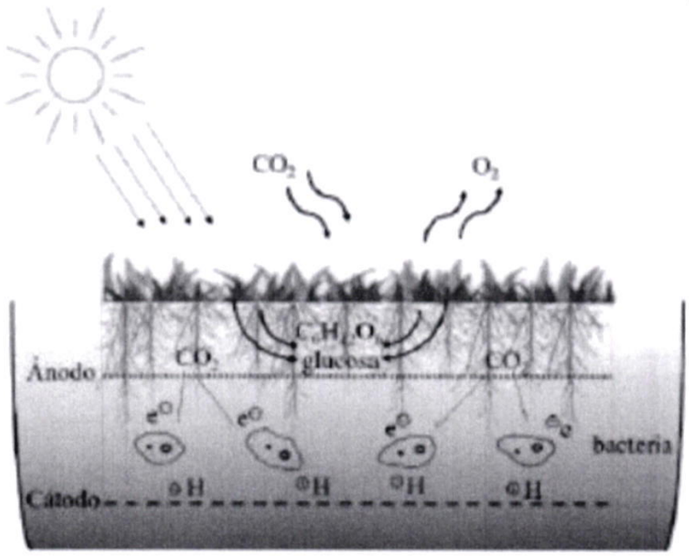
Celda bio-fotovoltaica

Por otra parte, también se están desarrollando celdas bio-fotovoltaicas, la cual utilizan el proceso natural de la fotosíntesis para generar energía eléctrica. La planta produce materia orgánica a partir de la luz solar y el CO_2 a través de la fotosíntesis. Esta materia orgánica puede ser oxidada por bacterias que viven en y alrededor de las raíces, liberando CO_2, protones y electrones, como se observa en la Figura 13. Los electrones son donados por las bacterias al ánodo y está acoplado a través de una carga externa a un cátodo. Los protones que se liberaron en el lado del ánodo viajan a través de una membrana hacia el cátodo (Salgado, Zepeda, Prado, Villalobos, & Cruz, 2019). Además de que se estudian celdas fotovoltaicas con compuestos bilógicos de membranas tilacoides y bilirrubina oxidasa, carbono poroso hibridado con carburo de tungsteno, derivados de clorofila, todos estos realizando reacciones redox, creando una diferencia de potencial entre sus placas.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

377

Figura 13: Esquema gráfico de una celda fotovoltaica



Referencia: (Salgado, Zepeda, Prado, Villalobos, & Cruz, 2019)

Energía Solar Térmica

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire.

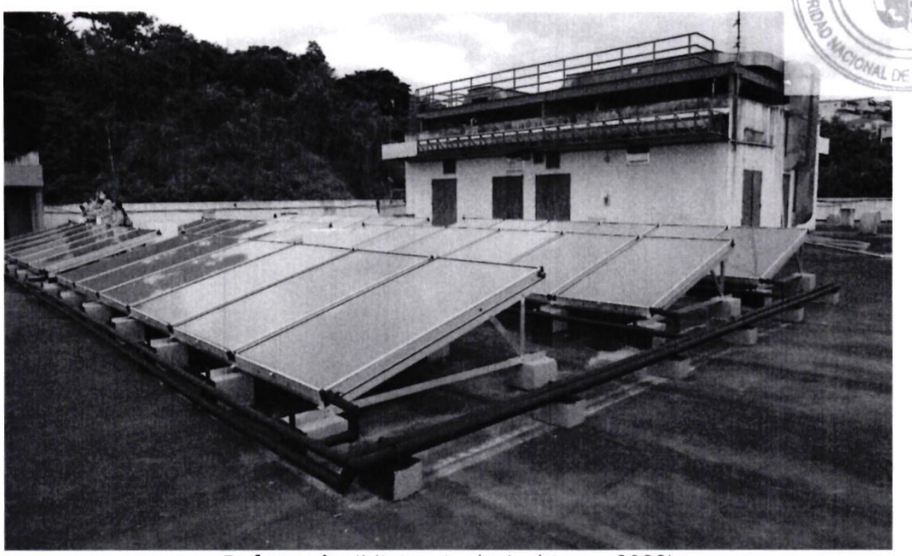
Entre las distintas aplicaciones de la energía solar térmica existe la posibilidad de generar energía eléctrica. La tecnología actual permite calentar un fluido con la luz solar para luego producir vapor y posteriormente obtener energía eléctrica (Yuba, 2015).

Panamá actualmente cuenta con 103 proyectos piloto de energía solar térmica con el proyecto Termosolar Panamá, como se observa en la Figura 14, de los cuales 46 se encuentran en el sector hotelero, 23 en el sector gubernamental, 23 en residencial y 11 en agroindustrias (ITSE, 2020).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS
378

Figura 14: Proyecto Termosolar



Referencia: (Ministerio de Ambiente, 2022)

Concentración Solar

En este tipo de centrales se aprovecha directamente la energía proveniente del sol. La radiación solar es recolectada a una zona en específico, provocando que un fluido de trabajo se caliente, que a su vez será utilizado para mover una máquina térmica y un generador eléctrico vía ciclo termodinámico convencional con el objetivo de producir energía eléctrica; como beneficio adicional, puede aprovecharse la energía térmica del fluido para usos directos, tales como calefacción, enfriamiento y procesos industriales entre muchos otros. El calentamiento del fluido se hace por lo general por medio de dispositivos ópticos (espejos) que concentran la radiación solar, logrando altas temperaturas.

Las centrales de concentración solar tienen la ventaja adicional de que pueden permitir, mediante inversiones adicionales, almacenar la energía en forma de calor, de manera que es posible generar electricidad aun cuando no hay radiación solar, incluyendo días con alta nubosidad y/o después del ocaso. Cuando se cuenta con un sistema de almacenamiento térmico, permite:

- Evitar fluctuaciones en el suministro.
- Continuar la producción en horas de ausencia de radiación solar, en las que no es posible la generación directa.
- Trasladar los picos de producción de acuerdo con las necesidades de la demanda.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

379

Por ejemplo, si se utiliza un fluido con alta capacidad térmica para almacenar la energía solar durante las horas de mayor incidencia, dicha energía puede aprovecharse en las horas de la noche mediante la producción de electricidad.

Centrales con almacenamiento de energía obtienen mejores factores de planta en comparación con aquellos que no cuentan con dicho almacenamiento.

Hasta la fecha se han diseñado e implementado cuatro configuraciones de concentradores solares, los cuales serán presentados en las siguientes secciones.

Canal Parabólico

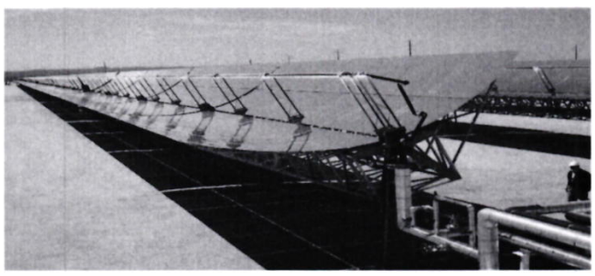
Un colector solar cilíndrico parabólico (CCP) está compuesto por un canal cuyo perfil tiene forma de parábola. Esta geometría permite que la radiación solar que incide paralela al eje focal de la parábola se concentre en el foco de la misma (LACYQS, 2015). El sistema cuenta con un sistema de seguimiento solar automático. En el foco de la parábola se extiende como una línea focal a lo largo de todo el canal.

Sobre esta línea se coloca un tubo receptor que contiene un fluido térmico (generalmente aceite) que se calienta cuando el tubo absorbe la radiación solar. Las tuberías están pintadas con un recubrimiento para maximizar la absorción de energía y minimizar la radiación infrarroja. adicionalmente, para reducir las pérdidas de calor por convección hacia el ambiente, las tuberías operan dentro de un tubo de vacío de vidrio.

Estos sistemas suelen trabajar por encima de los 100°C, y pueden acoplarse a un ciclo Rankine de agua vapor para producir electricidad. El sistema en su conjunto tiene 3 componentes: el sistema de concentración, el generador de vapor, y el sistema de potencia.

Por ser la primera configuración desarrollada a nivel mundial, esta representa la tecnología más madura. Se puede observar un ejemplo de esta en la Figura 15.

Figura 15: Sistema de Concentración Solar utilizando espejos



Referencia: (Reve, 2012)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

380

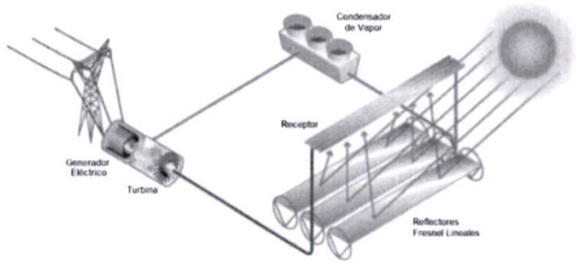
Reflectores Fresnel

Son una nueva tecnología que pretende abrirse camino en competencia directa con los captadores de tipo cilindro-parabólicos. Son sistemas de foco lineal, es decir, concentran la radiación solar a lo largo de una línea, que corresponde a un tubo de absorción por el que circula un fluido térmico (ETSI). Son orientados a diferentes ángulos de inclinación con la finalidad de concentrar la energía solar en un receptor fijo ubicado a varios metros de altura por encima del campo de espejos.

El sistema concentrador está constituido por superficies reflectoras con un elevado radio de curvatura que interceptan, concentran y reflejan la radiación solar dirigiéndola hacia el tubo receptor, situado en un plano diferente al de reflexión. (ETSI)

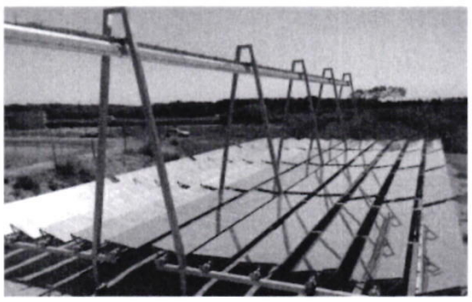
Las eficiencias ópticas obtenidas son menores en comparación con centrales parabólicas; sin embargo, este tipo de centrales son más simples que las primeras, por lo que la hacen económicamente más viable. Esta tecnología la vemos reflejada en la Figura 16 y la Figura 17.

Figura 16 : Central de concentración solar con reflectores Fresnel



Referencia: (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2013).

Figura 17: Ejemplo de reflectores Fresnel



Referencia: (Millennium Energy Systems, 2016)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

381

Torres Solares

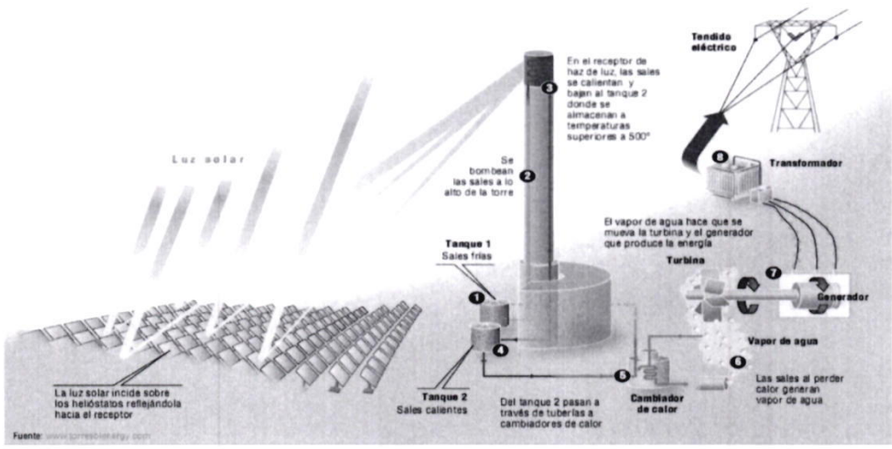
Una central solar de torre central es un tipo de calentador solar que utiliza una torre para captar la luz solar de manera concentrada. Utiliza un conjunto de espejos planos, móviles (llamados heliostatos) para concentrar los rayos del sol sobre una torre colectora.

Los diseños iniciales usaban estos rayos enfocados para calentar agua y utilizan el vapor resultante para impulsar una turbina, con nuevos diseños implementados a lo largos de los años, se ha demostrado que utilizando un fluido diferente (sodio líquido) o fluidos de trabajo de sales fundidas, se obtiene un mejor rendimiento. Implementando sistemas de almacenamiento de energía, con este tipo de tecnología es posible seguir produciendo energía eléctrica en horas de la noche. (Wikipedia, 2023)

Con los helióstatos se pueden conseguir temperaturas de operación mucho más elevadas que con centrales parabólicas y de reflectores Fresnel; por consiguiente, esta alternativa posee la ventaja de altas eficiencias, mejor almacenamiento térmico y altos factores de planta (Figura 18).

Sin embargo, la principal desventaja de centrales con torres solares es el alto costo de inversión y mantenimiento por el uso de los helióstatos.

Figura 18 : Central de concentración solar con torre solar



Referencia: (Ingemecánica)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

382

Discos Solares

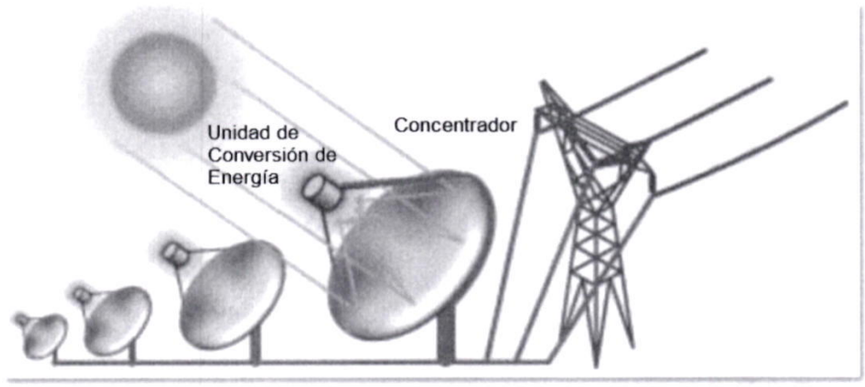
Los sistemas de generación con esta configuración disponen de concentradores con forma parabólica, parecidos a los discos satelitales, con el objetivo de dirigir la radiación solar a un receptor ubicado exactamente en el punto focal del disco.

Como toda tecnología de concentración solar, la reflexión de la componente directa de la radiación solar se consigue a través de una superficie de alta calidad óptica para disminuir posibles errores, el receptor puede ser una máquina Stirling o una microturbina. Dado a la naturaleza de su configuración, esta variante tiene la gran ventaja de modularidad, lo cual es ideal para generación distribuida; sin embargo, sistemas seguidores de rayos solares de dos ejes son requeridos para obtener altos factores de concentración y por consiguiente altas temperaturas de operación. Este elemento es aquel en el que se proyecta el flujo concentrado. Por tanto, se trata de un elemento donde se presentan muy elevadas temperaturas y que hace la función de captar la máxima energía térmica posible incidente para hacerla pasar al motor

Esta opción ha sido implementada exitosamente y se han reportado altas eficiencias y resulta una alternativa prometedora, el sistema no ha sido implementado a grandes niveles comerciales. En la Figura 19

se muestra un esquema de esta configuración.

Figura 19: Central de concentración solar con discos solares



Referencia: (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2013).

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

383

Espacial

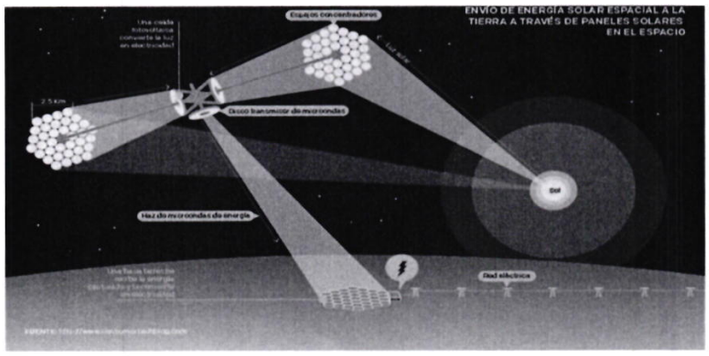
La principal limitación de las centrales fotovoltaicas instaladas en tierra consiste en la cantidad de horas en el día en el que se puede obtener el recurso solar y, si con suerte, el día no se encuentra demasiado nublado para su máximo aprovechamiento.

Por tal motivo se ha considerado la alternativa de obtener continuamente la energía solar mediante la instalación de concentradores de rayos solares en el espacio y enviarlos hacia los módulos fotovoltaicos instalados en los campos solares en la superficie terrestre.

Los satélites enviados al espacio tienen varios reflectores y un transmisor de potencia de microondas o láser. Los reflectores y espejos se encargan de recolectar los rayos solares y son dirigidos hacia el transmisor de potencia para convertir la energía solar en un rayo láser o de microonda. El rayo es orientado ininterrumpidamente hacia centrales receptoras de potencia, donde reciben el rayo y realizan posteriormente la conversión de energía eléctrica.

Como es de esperarse, esta tecnología resulta tener altos costos por los envíos de los satélites al espacio y la construcción de los elementos. A pesar de que se ha probado exitosamente en fase de experimentación la transmisión de 10 kW de potencia en tierra, aún le falta mucha inversión en desarrollo para ser implementada a nivel comercial. En la Figura 20 se muestra el modelo conceptual de esta tecnología.

Figura 20: Ejemplo de Sistema de Generación Solar Espacial.



Referencia: (Carrera por Energía Solar Espacial, 2017)

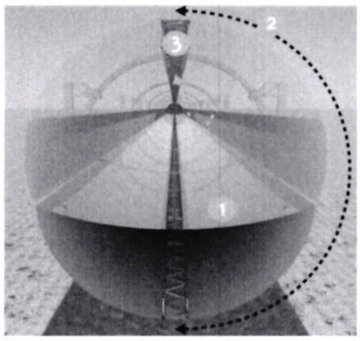
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

384

Colector solar inflable

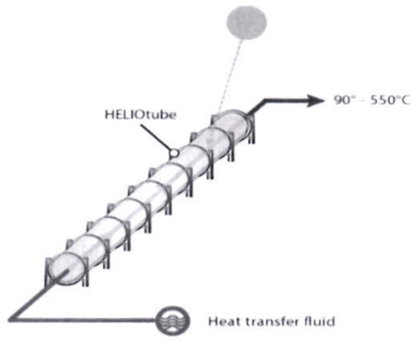
Es un concentrador cilíndrico inflable hecho de tres películas de plástico probadas en la industria, una película base, una película transparente y una película de espejo. La película de espejo divide el concentrador en dos cámaras herméticas que recorren longitudinalmente el tubo. Pequeñas diferencias de presión entre las cámaras superior e inferior arquean la película del espejo hacia abajo. Así, se crea un canal de espejo que concentra los rayos del sol en un receptor térmico en la cámara superior como se muestra en la Figura 21 , este calor se puede aplicar ampliamente para calor solar con fines industriales y electricidad, como por ejemplo generación con almacenamiento térmicos y turbinas de vapor hasta las 24 horas del día. Un diseño de esta tecnología es realizado por la empresa Heliovis como se muestra en la Figura 22.

Figura 21: Funcionamiento de colector solar inflable



Referencia: (Heliovis, 2020)

Figura 22: Diseño HELIOtube de la empresa Heliovis



Referencia: (Heliovis, 2020)

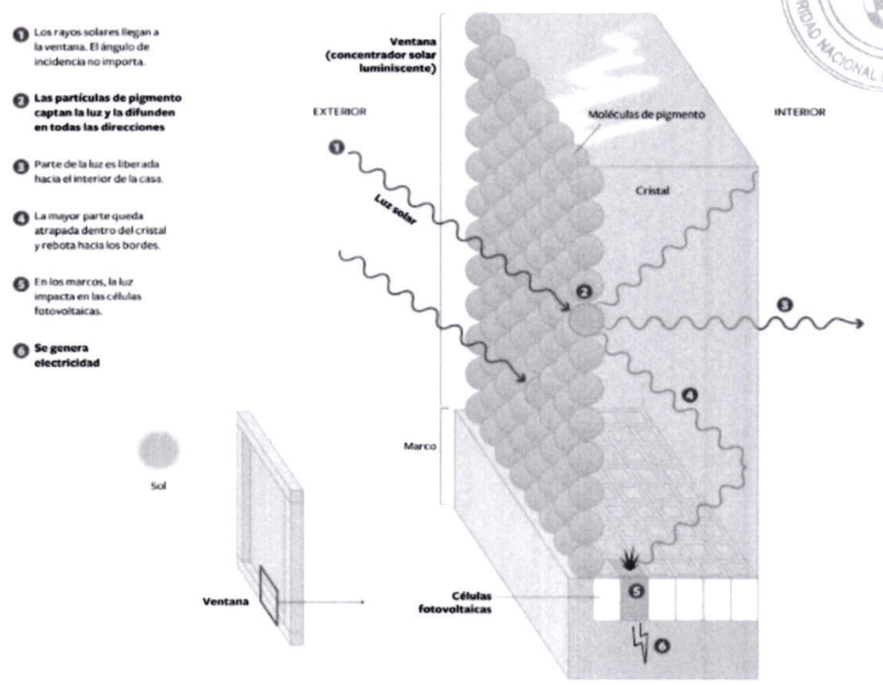
Recubrimientos solares para ventanas (Luminiscente)

A diferencia de los sistemas solares fotovoltaicos (PV) convencionales, los revestimientos de las ventanas de energía solar, como en la Figura 23, se pueden aplicar a todos los lados de torres altas o rascacielos, para generar electricidad en condiciones de luz muy diversas. Los recubrimientos han sido diseñados científicamente para funcionar tanto bajo la luz solar natural como con luz artificial. Pero lo realmente especial es que podemos llevar la tecnología al interior y la luz que hay dentro de su oficina se puede utilizar para generar electricidad. La otra característica única de esta tecnología es que la luz no tiene que ser directa, puede ser indirecta, sombreada, difusa o incluso reflejada.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

385

Figura 23: Recubrimientos solares para ventana (luminiscente)



Referencia: (OVACEN, 2022)

Eólicas

La energía eólica es una energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, correspondientes a "molinos de viento" de tamaño variable que utilizan sistemas de conversión para transformar la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino. El potencial eólico se calcula en función de la distribución de la velocidad del viento. Las variables que definen el régimen de vientos en un punto determinado son:

- Situación geográfica
- Características climáticas
- Estructura topográfica
- Irregularidades del terreno
- Altura sobre el nivel del suelo

Para clasificar las centrales eólicas existen tres criterios: orientación de las turbinas (horizontal/ vertical),

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

386

características de la instalación (en tierra / mar) y conectividad a la red (conectadas / no conectadas). A continuación, detallaremos la diferencia entre turbinas de eje horizontal y vertical (Generadoras de Chile, 2021).

No obstante, gracias al ingenio y creatividad del ser humano, en los últimos años la tecnología de las turbinas eólicas ha ido evolucionando drásticamente, causando que se desarrollen nuevas configuraciones y que sus costos sean igual de competitivos con las tecnologías convencionales. Las siguientes secciones complementan con más información el avance de las configuraciones mencionadas.

Turbinas de Eje Horizontal Instaladas en Tierra

Las primeras centrales eólicas fueron construidas bajo este principio, por lo que existen comercialmente en todas partes del mundo. El eje es montado de manera paralelo al flujo del viento y del suelo y las aspas están diseñadas de tal forma que se aprovecha al máximo la captura de la energía del viento para convertirla a energía mecánica rotacional, esto se observa en la Figura 24. El movimiento rotacional producido es transmitido y multiplicado mediante un multiplicador de velocidad (caja de cambio) hasta un generador que es el que se encarga de producir la energía eléctrica. Una caja de cambios es una caja con arreglos de engranajes que hace la función de amplificador de velocidad baja a alta para el generador.

El número de aspas también juega un papel muy importante en la eficiencia del generador; tres resulta ser el número adecuado ya que otorgan mejor balance a las fuerzas giroscópicas ejercidas a la turbina.

Figura 24: Parque eólico con turbinas de viento de eje horizontal



Referencia: (Energy Sources and Energy Use, 2018)

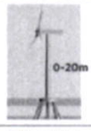
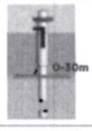
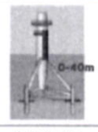
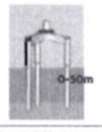
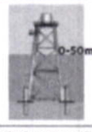
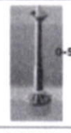
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

387

Turbinas de Eje Horizontal Instaladas en Alta Mar

Esta tecnología surge debido a que en alta mar las velocidades del viento son mucho más estables y mayores que en tierra firme. Otra diferencia significativa es el tipo de fundación diseñada: las de tierra firme son de concreto mientras que las de alta mar pueden estar en el agua (tipo flotante) o fijadas en el suelo marino. La Figura 25 muestra una gama de diseños utilizados en proyectos eólicos junto con sus características, ventajas y desventajas.

Figura 25 : Resumen de diferentes fundaciones fijas disponibles para turbinas de viento en alta mar

	Pilar alto con tapa	Monopilar	Base de gravedad de concreto	Trípode	Tres pilares	Estructura Metálica	Cubeta de succión
Diseño							
Ejemplo	**Sakata (JP)**	**Kamisu (JP)**	**Choshi (JP)**	**Longyuan Rudong intertidal (CH)**	**Bard Off-shore 1 (DE)**	**Kitakyushu (JP)**	**Dogger Bank (UK)**
Ventajas	• Tapa protege contra colisiones	• Diseño sencillo	• Económicas • No requiere de perforaciones	• Más estable que monopilares	• Pueden ser instaladas con barcazas convencionales de elevación	• Estabilidad • Liviana	• Menos acero • No requiere de perforaciones
Desventajas	• Profundidad de agua limitada • Fabricación compleja	• Diámetro aumenta significativamente con la profundidad • Perforaciones	• Preparación del fondo del mar es requerida	• Instalación más compleja	• Costos	• Costos	• No es aplicable en fondos de mar sólidos
Comentarios	• Muy común en industrias de tierra firme	• Tipo de fundación más común • Limitaciones en la profundidad del agua	• Instaladas actualmente en aguas poco profundas	• Altos costos de producción debido a la complejidad de la estructura y peso	• Altos costos de producción debido a la complejidad de la estructura y peso	• Comercialmente atractivo > 35m por su flexibilidad y bajo peso (40-50% menos acero que monopilares)	• Aún a desplegarse a escala

Referencia: (Energy Techonology Systems Analysis Programme & International Renewable Energy Agency, 2016).

Según lo recopilado mediante investigación, la configuración más sencilla y comúnmente usada es la monopilar; sin embargo, dicha configuración solamente puede ser instalada en aguas de hasta 30 metros de profundidad. Las fundaciones flotantes han sido instaladas usualmente en aguas con profundidades mayores a los 50 metros debido a que los costos requeridos para una fundación en el suelo marino son extremadamente altos; no obstante, tales estructuras se encuentran en fase de demostración.

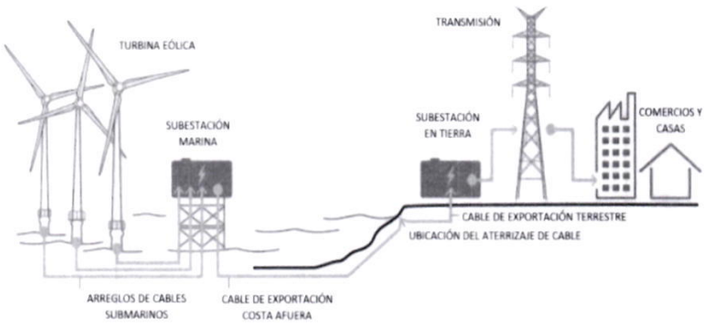
De acuerdo con el estudio presentado por la Organización de Nuevas Energías y Desarrollo Tecnológico Industrial NEDO en 2013, las pérdidas energéticas en el proceso de conversión son las siguientes: entre un 50% a 60% de la energía aerodinámica en las aspas y rotor de la turbina, 4% de

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

388

la energía mecánica en la caja de cambios y un 6% de la energía en el generador. En la Figura 26 podemos observar este tipo de tecnologías y como la energía eléctrica es transportada hasta tierra.

Figura 26: Componentes de transmisión de eólica marina



Referencia: (Department of Energy U.S., s.f.)

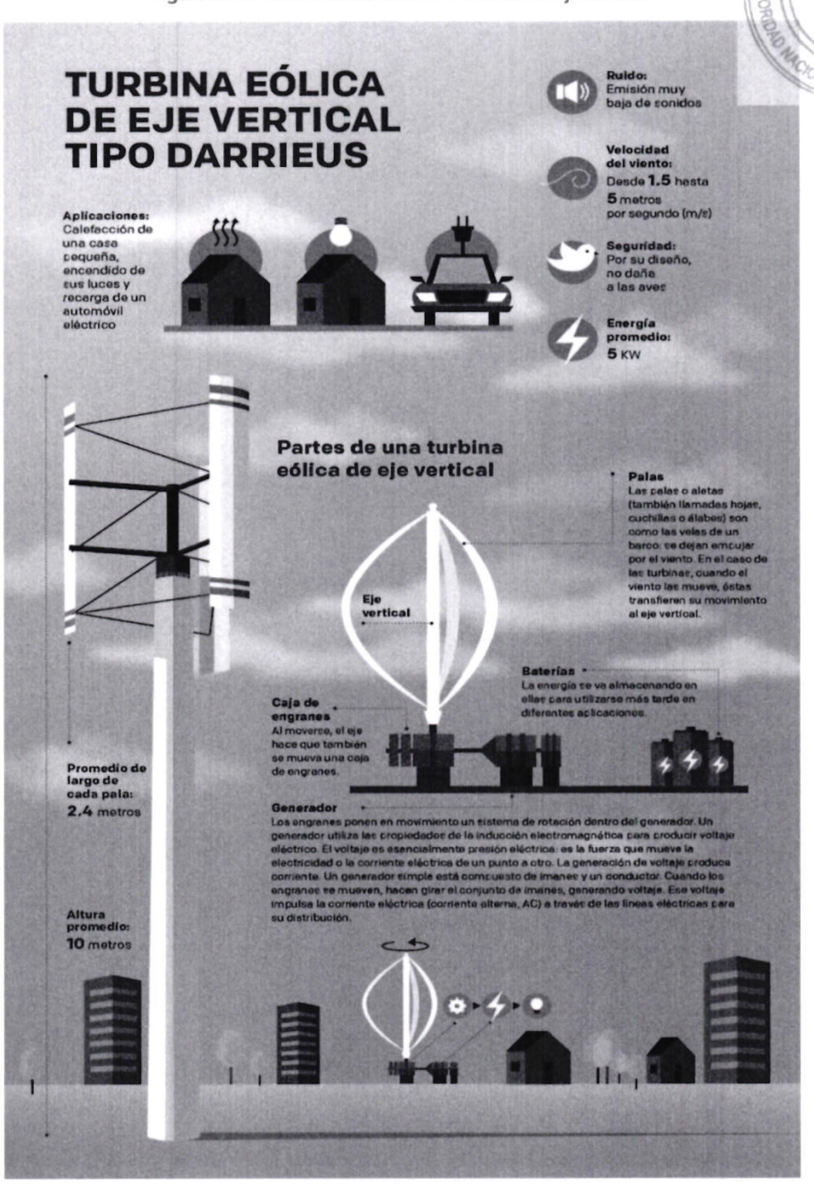
Turbinas de Ejes Verticales

Esta configuración corresponde a una de las modalidades más modernas en la actualidad y, por sus resultados obtenidos a la fecha, tiene un potencial muy prometedor para competir con fuentes de producción convencionales. En comparación con las turbinas de generación de eje horizontal, estas requieren menos espacio por lo que permiten la instalación de más generadores, además de ser más fácil la fabricación y transporte de los elementos. Otros beneficios de esta configuración son: la reducción considerable de ruido, un mantenimiento más sencillo del generador debido a que éste se encuentra en el suelo, y el efecto sombra o de atenuación de la fuerza del viento es beneficioso. Finalmente, estas pueden instalarse tanto en tierra firme como en alta mar; sin embargo, por ser una tecnología relativamente nueva, sus costos de inversión son muy elevados y varios proyectos de este tipo se encuentran en fase experimental. Puede notarse en la Figura 27 el espacio reducido requerido para la instalación de un parque eólico con esta tecnología. De forma general podemos decir que el rendimiento de los aerogeneradores de eje vertical se encuentra por debajo de la mitad que el correspondiente a aerogeneradores de eje horizontal, hecho que ha dirigido la industria al desarrollo de esto últimos frente al primero.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

389

Figura 27: Modelos de turbinas de viento de eje vertical



Referencia: (ProyectoFSE, 2018)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

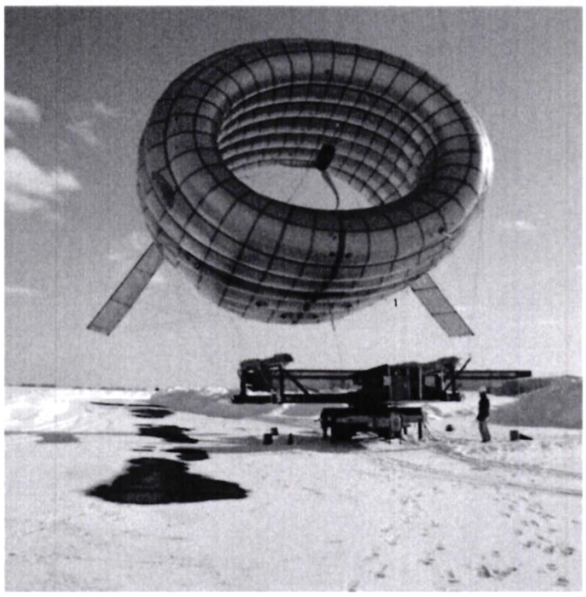
390

Turbinas de Viento Flotantes

Un aerogenerador flotante es un concepto de diseño para un aerogenerador con un rotor soportado en el aire sin una torre, que se beneficia de opciones más mecánicas y aerodinámicas, la mayor velocidad y la persistencia del viento en grandes altitudes, al tiempo que evita el gasto de la construcción de la torre.

Esta tecnología surge por el hecho de que a mayor altura la instalación de la turbina de viento, mayor será la velocidad de los vientos y por consiguiente una mayor potencia podrá ser extraída del mismo. Combina las propiedades de una turbina de viento de eje horizontal y las de un dirigible. El dirigible se infla con helio y es mantenido en su posición con cuerdas y estructuras fijadas en el suelo para soportar las fuerzas del viento a elevadas alturas. Ya que estos dispositivos se encuentran a gran altitud, el ruido producido por las aspas es despreciable y requiere de poco mantenimiento. Un prototipo de esta tecnología es mostrado en la Figura 28.

Figura 28 : Prototipo de una turbina de viento flotante



Referencia: (geologiaymedioambiente, 2015)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

391

Turbinas sin aspas

Una de las tecnologías eólicas que se está desarrollando hoy en día son los aerogeneradores basados en la resonancia aero-elástica, básicamente, una turbina eólica sin palas, esta consiste en un cilindro fijo vertical sobre una varilla elástica que se empotra en el suelo. El cilindro oscila en un rango de velocidad de viento, que posteriormente transforma la energía mecánica en electricidad mediante un alternador. En otras palabras, es una turbina eólica que no es una turbina en realidad. El cilindro exterior es rígido y está diseñado para oscilar, permaneciendo anclado a la varilla o núcleo. El movimiento de la parte superior del cilindro no está restringido, encontrándose aquí la máxima amplitud de oscilación como se muestra en la Figura 29. La estructura está construida con resina reforzada con fibra de carbono y/o fibra de vidrio, materiales ampliamente utilizados en la construcción de palas de los aerogeneradores convencionales. La parte superior del núcleo sostiene el mástil y su parte inferior está firmemente anclada al suelo. Está construido de polímero reforzado con fibra de carbono, que proporciona una gran resistencia a la fatiga y tiene una pérdida de energía mínima cuando oscila. El aerogenerador sin palas captura la energía del viento cuando entra en resonancia debido a un efecto aerodinámico denominado desprendimiento de vórtices. Esta tecnología fue incluida por la Comisión Europea dentro del programa Horizonte 2020 para su desarrollo e innovación.

Figura 29: Representación de modelo de turbina de viento sin aspas



Referencia: (Vortex Bladeless, s.f.)

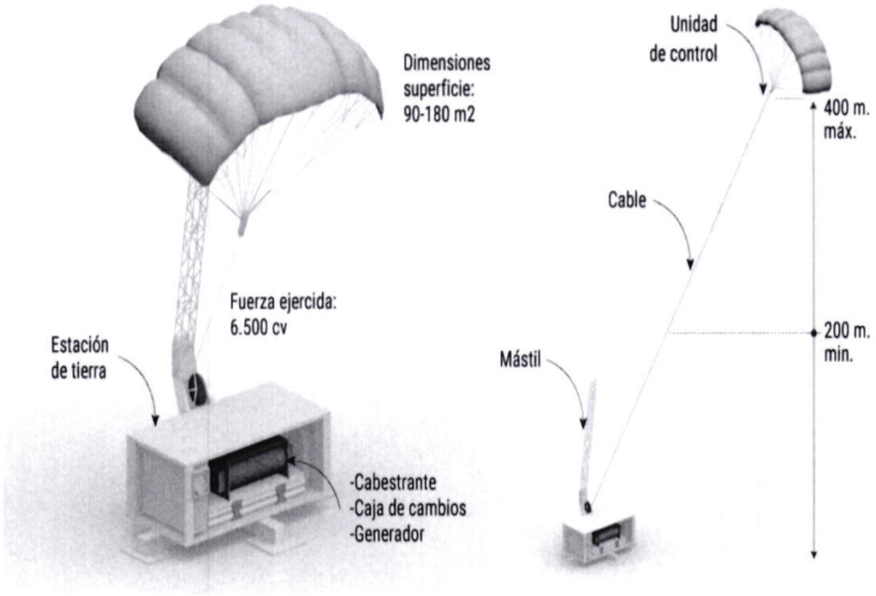
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

REPÚBLICA DE PANAMÁ AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Turbinas Aerotransportadas

Esta tecnología incluye un hardware aerotransportado incluye una Unidad de Control de Cometas (KCU), el "cerebro volador" del sistema que consiste esencialmente en un manipulador de cable controlado a distancia y la cometa inflable (ala blanda) con su sistema de brida. La KCU está equipada con motores de alta precisión que tiran de las bridas, por lo que controlan el comportamiento de la cometa durante el vuelo y hace uso de una turbina eólica incorporada capaz de alimentar su electrónica de a bordo. El tipo de ala utilizada por el sistema es una cometa inflable de borde de ataque (LEI). Este tipo de cometa es asequible, fácil de transportar, mantener y actualizar. En el suelo, El módulo de tambor/ generador es responsable de la conversión de la potencia de tracción mientras monitorea y adapta constantemente la fuerza en la correa. Este sistema se puede observar en la Figura 30.

Figura 30: Sistema de turbina aerotransportada



Referencia: (El Mundo, 2022)

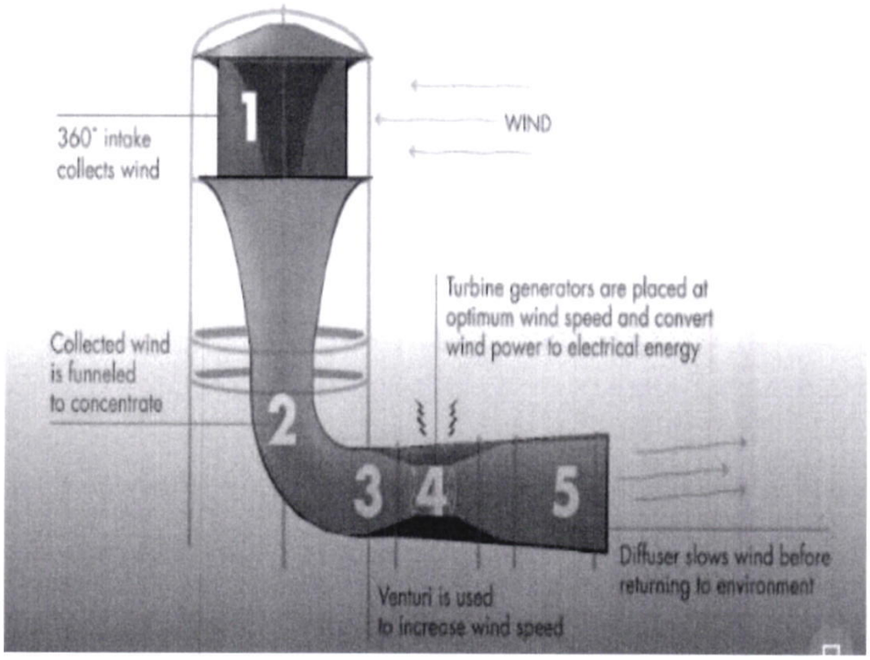
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

393

Turbinas Canalizadas

Esta es una tecnología centrada en capturar el aire a través de una entrada omnidireccional para permitir la recolección de viento desde cualquier dirección, por lo tanto, el viento se canaliza a través del sistema concentrándose y acelerando en la sección del efecto Venturi, pasando por las turbinas generadoras y devolviendo el viento a la naturaleza por medio del difusor, se muestra esta tecnología en la Figura 31.

Figura 31: Turbina Canalizada SHEERWIND INVELOX



Referencia: (Windpower - Engineering&Development, 2018)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

394

La energía marina es un conjunto de tecnologías para el aprovechamiento de la energía de los océanos. El mar tiene un gran potencial energético, que se manifiesta principalmente en las olas, las mareas, las corrientes y en la diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo marino.

El uso de la energía marina no genera impactos ambientales ni visuales considerables y constituye un recurso energético con gran capacidad de predicción. Sin embargo, las condiciones hostiles del mar, la fuerza del oleaje y de la corrosión marina, así como la necesidad de contar con mecanismos para trasladar la energía a tierra, hacen que esta tecnología requiera de grandes inversiones y que aún esté, salvo alguna excepción, en fase pre comercial (Appa renovables, 2022). Debido a que la variabilidad de las mareas y de las olas es menor en comparación con la de los vientos, es más fácil predecir y estimar la generación. A continuación, se describen cada una de las alternativas de generación eléctrica con este recurso renovable.

Undimotriz

Consiste en el proceso de conversión de energía mecánica proveniente de las olas superficiales en los océanos a eléctrica. Toda central de producción de energía de esta categoría cuenta con cuatro componentes principales:

1. La estructura y el motor principal encargado de capturar la energía de la ola y convertirla a energía mecánica.
2. La fundación o anclaje que mantendrá en su lugar la estructura y el motor principal.
3. El sistema de toma de potencia, el cual convierte la energía mecánica en eléctrica.
4. Los sistemas de control que salvaguardan y optimizan el rendimiento durante las condiciones de operación.

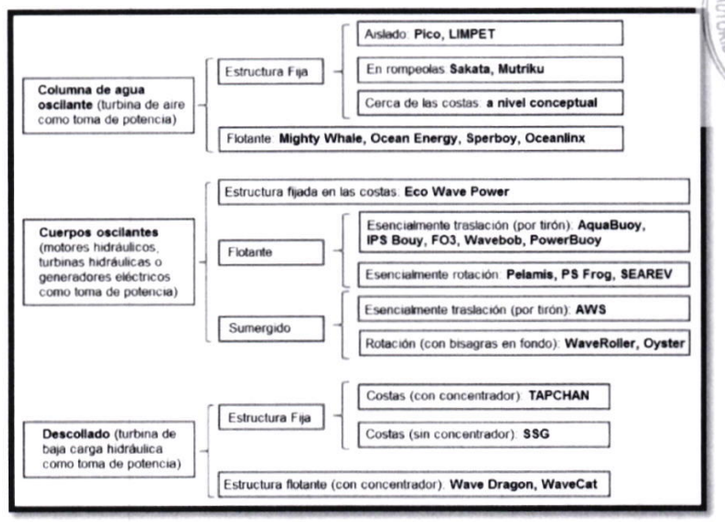
De acuerdo con la información presentada en el informe de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA por sus siglas en inglés) en su documento "Energía de Olas: Resumen Tecnológico" del año 2014, los dispositivos utilizados para capturar la energía de las olas se clasifican en tres tipos: columna de agua oscilante, cuerpos oscilantes y de desbordamiento.

La Figura 32 muestra a mayor detalle las diferentes opciones que hay actualmente desarrolladas. Complementariamente, en la Figura 33, Figura 34, Figura 35 se puede observar diseños de dispositivos que han sido implementados exitosamente.

Figura 32: Clasificación de técnicas de generación de energía Undimotriz

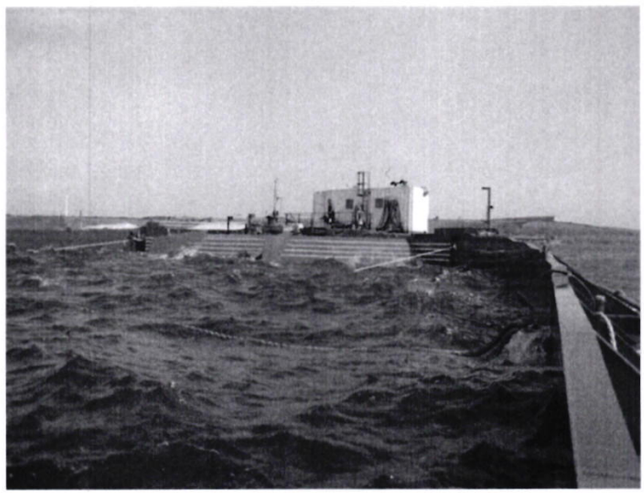
Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

395



Referencia: (International Renewable Energy Agency, 2014)

Figura 33 : Convertidores de energía Undimotriz por desbordamiento

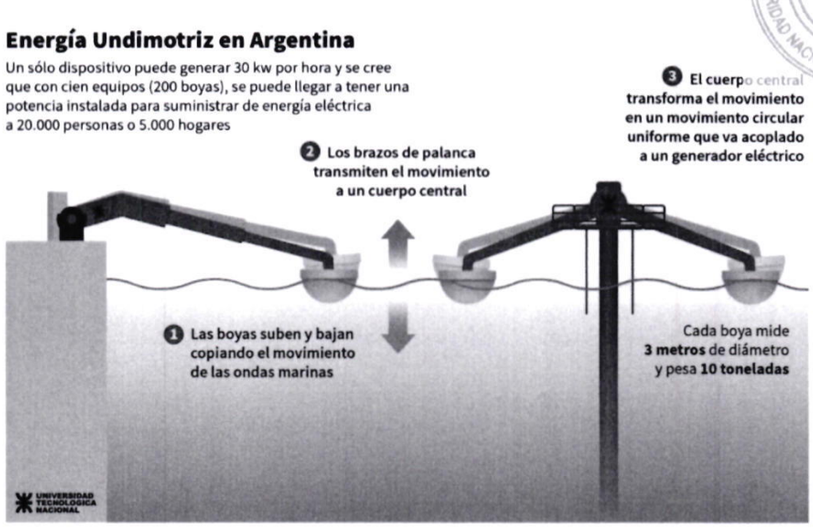


Referencia: (International Renewable Energy Agency, 2014)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

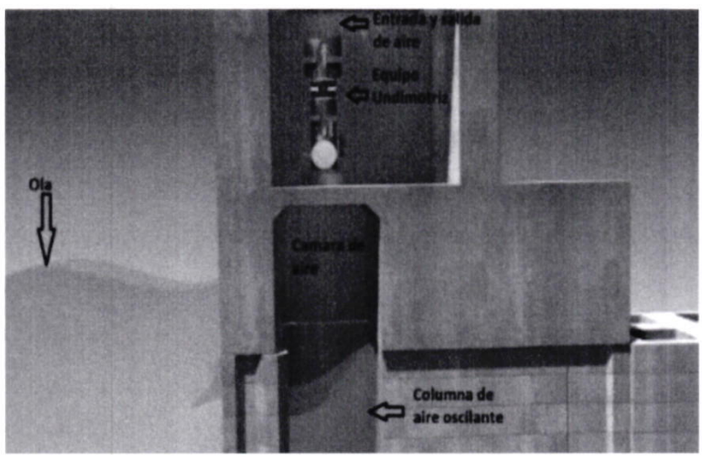
396

Figura 34: Convertidores de energía undimotriz con cuerpos oscilantes



Referencia: (Universidad Tecnológica Nacional - Buenos Aires, 2022)

Figura 35: Convertidores de energía Undimotriz con columnas de agua oscilantes



Referencia: (Universidad Tecnolófica Nacional - Buenos Aires, 2016)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

397

Mareomotriz

Las mareas son producto de las interacciones gravitacionales del sol y la luna con la Tierra; las centrales aprovechan la energía cinética (corrientes de la pleamar y bajamar) y potencial (diferencia de altura entre la pleamar y bajamar) de las masas de agua al implementar turbinas de bulbo similares a las utilizadas en centrales hidroeléctricas instaladas en presas.

La generación de energía con este recurso es posible con las siguientes alternativas:

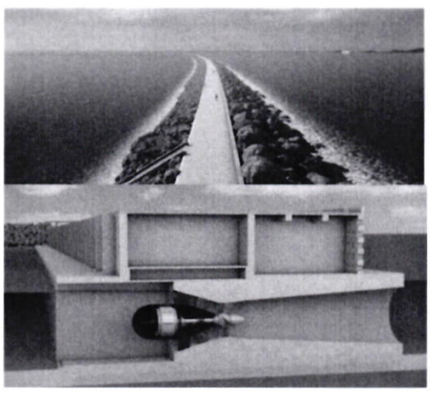
1. Generación unidireccional en la bajamar: Durante la pleamar, las compuertas permanecen abiertas para llenar el reservorio y mantenerlo en su nivel más alto. Cuando inicia la bajamar, el agua del mar desciende del reservorio y pasa por las turbinas. Este ciclo permite generar electricidad por cuatro horas una sola vez al día.

2. Generación unidireccional en la pleamar: Durante la pleamar, las compuertas permanecen cerradas para aislar el reservorio y mantenerlo en su nivel más bajo. Cuando inicia la pleamar, el agua del mar asciende al reservorio y pasa por las turbinas. Este ciclo permite generar electricidad por cuatro horas una sola vez al día.

3. Generación bidireccional: combina los ciclos operativos de los dos primeros escenarios. El ciclo permite generar electricidad por cuatro horas dos veces al día; sin embargo, el sistema requiere de turbinas reversibles, lo cual hace los costos de inversión más elevados en comparación con las dos primeras alternativas.

Un ejemplo de la generación mareomotriz por medio de una turbina unidireccional se muestra en Figura 36.

Figura 36 : Esquema de una central mareomotriz con generación unidireccional



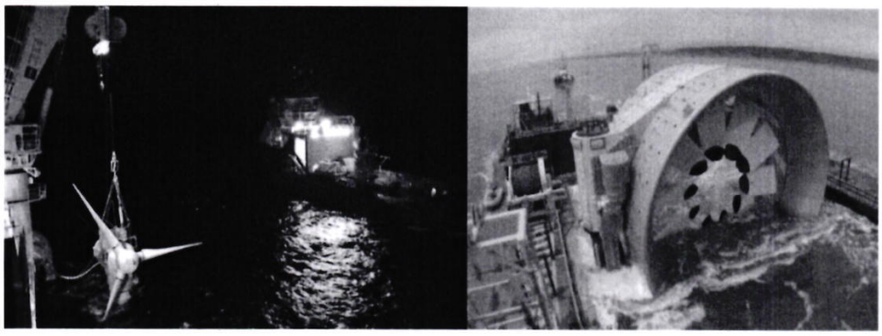
Referencia: (University of Bristol, s.f.)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

398

Además de las alternativas ya mencionadas, las alternativas *off shore* se desarrollan de igual manera, donde se realiza la instalación de turbinas en el lecho marino como en la Figura 37, aprovechando las corrientes marinas más rápidas que fluyen en el lecho marino.

Figura 37: Turbinas de instalación subterránea



Referencia: (MeyGen // Nova Scotia, s.f.)

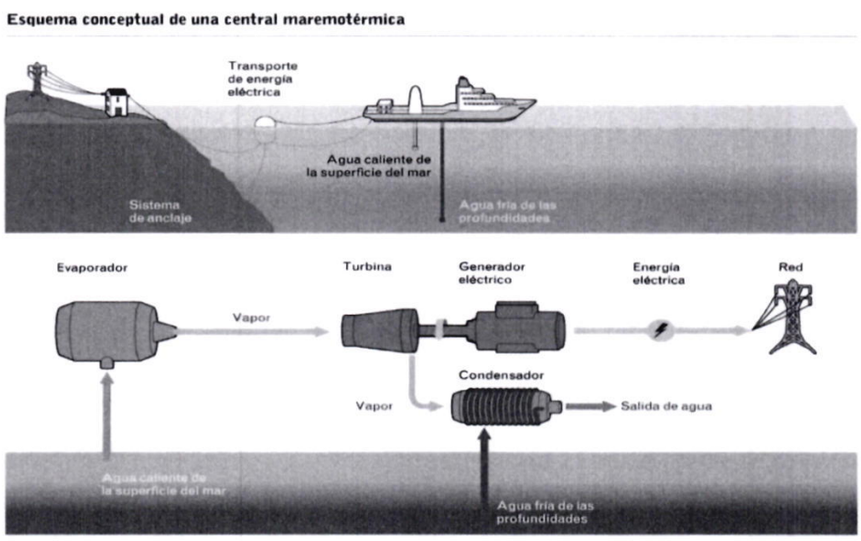
Maremotérmica

La energía maremotérmica, también conocida como Conversión de Energía Térmica-Oceánica (C.E.T.O), en contraste con las tecnologías olamotriz y mareomotriz que aprovechan la energía cinética y potencial de las olas y mareas, la generación maremotérmica es un tipo de conversión energética mediante un ciclo termodinámico. Se basa en la diferencia de temperaturas entre las aguas profundas, más frías, y las cercanas a la superficie, más cálidas, el agua tibia calienta un fluido de trabajo hasta convertirlo en vapor para mover una máquina térmica y producir trabajo útil, generalmente en forma de electricidad, el ciclo operativo de este tipo de centrales se muestra en la Figura 38. Una ventaja respecto a otras energías renovables es su funcionamiento 24 horas al día, sin dependencia de condiciones eólicas o solares. Con estas centrales se pueden llegar a obtener factores de carga de entre 90 y 95%, una de las más altas dentro de las tecnologías de generación existentes; por otra parte, la producción de energía se logra de manera continua y el recurso es ilimitado. No obstante, es necesario recalcar que esta tecnología se encuentra en fase de desarrollo para niveles comerciales, por lo que hace de esta una tecnología muy costosa. Igualmente, los costos se elevan aún más por el hecho de requerir tuberías y sistemas de bombas más resistentes a la corrosión.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

399

Figura 38: Ciclo operativo de una central maremotérmica



Referencia: (Renovables Verdes)

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta

400

Osmótica

También conocida como energía de gradiente de salinidad y energía azul. Se basa en la diferencia de concentración de salinidad que hay entre dos cuerpos de agua, usualmente agua salada del mar y agua dulce de ríos que desembocan al mar. En la actualidad existen dos maneras de obtener energía eléctrica mediante esta tecnología: mediante ósmosis por presión retardada y la electrodiálisis invertida. En la ósmosis por presión retardada, una membrana delgada separa los reservorios de agua dulce y agua salada. El agua dulce fluye a través de la membrana semipermeable hacia el reservorio de agua salada, provocando un aumento en la presión del reservorio. Cuando la presión acumulada en dicho reservorio es considerable se hace pasar por una turbina el cual realiza la conversión de energía eléctrica. La técnica de electrodiálisis invertida; utiliza un principio físico diferente a la ósmosis por presión retardada para producir electricidad: crea una diferencia de potencial mediante el transporte de iones de sal por un grupo de membranas. Las membranas selectivamente permeables están en un arreglo de tal manera en que se produce un intercambio alternado de cationes y aniones. Asimismo, entre las membranas se encuentran compartimientos que almacenan alternadamente agua dulce y agua salada, garantizando así el gradiente de salinidad como se muestra en la Figura 39. A pesar de ser una tecnología muy innovadora, aún se requiere de mucha inversión en investigación y desarrollo para ser competitiva comercialmente con otras fuentes renovables. Los principales retos aunados a esta tecnología son el mejoramiento del diseño y calidad de las membranas para tener alta durabilidad en los procesos de conversión energética, así también como el desarrollo de los módulos que contienen las membranas, y el pretratamiento del agua.

Gaceta Oficial Digital
Para verificar la autenticidad de una representación **GO6AFE03190F86C**
en el sitio web www.gacetaoficial.gob.pa/validar-gaceta