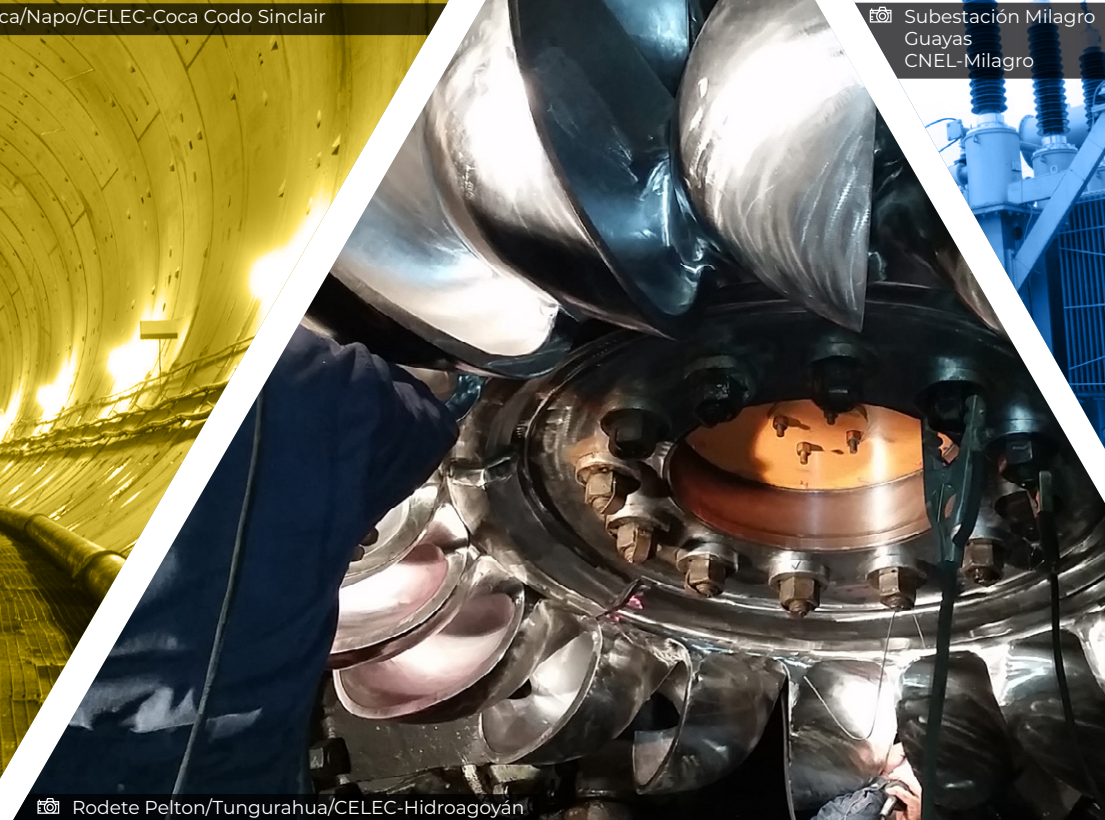


Agencia de Regulación y Control de Energía y  
Recursos Naturales No Renovables

# Panorama Eléctrico

2023  
edición 18





Rodete Pelton/Tungurahua/CELEC-Hidroagoyán



Paneles fotovoltaicos/Pichincha/Electrisol

Represa Chandul/Azuay/Elecaastro

Subestación/El Oro/CNEL-El Oro



Central Nayón/Pichincha/E.E. Quito



Central termoeléctrica/Guayas/CELEC-Electroguayas





# Presentación

La **Revista Panorama Eléctrico**, es un espacio de comunicación que complementa las publicaciones anuales de la Estadística y Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Presenta, de forma resumida y con una menor periodicidad, los principales indicadores del sector e integra información relacionada con la gestión de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables y del Sector Eléctrico.

En esta edición se presentan, con corte a junio de 2023, datos comparativos de infraestructura, balance nacional de energía, demanda máxima de potencia del sector eléctrico. Además, se incluye información referente a la temática de Metodología para pronóstico de la Demanda de Corto Plazo en Sistemas de Distribución Eléctrica – CNEL Guayas – Los Ríos y Normativa emitida por la ARCERNNR en el 2023.



# Tabla de contenido

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Infraestructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano</b> .....	<b>7</b>
	1.1 Generación .....	8
	1.2 Transmisión .....	12
	1.3 Distribución .....	13
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Balance nacional de energía eléctrica</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>Demanda de potencia nacional</b> .....	<b>26</b>
	3.1 Demanda diaria, junio 2023 .....	27
	3.2 Demanda máxima año móvil (julio 2022 – junio 2023) .....	29
	3.3 Evolución histórica de la demanda máxima, período 2013 – 2023 .....	30
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>Producción de energía</b> .....	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>Metodología para pronóstico de la demanda de corto plazo en sistemas de distribución eléctrica – CNEL Guayas – Los Ríos</b> .....	<b>36</b>
	5.1 Pronóstico de la demanda de corto plazo.....	37
	5.1.1 Introducción.....	37
	5.1.2 Datos históricos y horizonte predictivo.....	37
	5.1.3 Análisis de gráfico de secuencias de la serie de la energía.....	37
	5.1.4 Modelos de pronóstico de la demanda de corto plazo.....	38
	5.1.4.1 Modelo de promedios estacionales con tendencias.....	39
	5.1.4.2 Modelo Holt-Winters aditivo.....	40
	5.1.4.3 Modelo Holt-Winters multiplicativo.....	40
	5.1.5 Criterios técnicos de desempeño de pronóstico de corto plazo.....	41
	5.1.6 Resultados.....	42
	5.1.6.1 Modelo de promedios estacionales con tendencias.....	42
	5.1.6.2 Modelo Holt-Winters aditivo.....	42
	5.1.6.3 Modelo Holt-Winters multiplicativo.....	42
	5.1.6.4 Resultados de indicadores de desempeño de los modelos.....	43
	5.1.6.5 Pronóstico de la demanda 2023.....	43
	5.1.7 Conclusiones.....	44
	5.1.8 Recomendaciones.....	44
	5.1.9 Bibliografía.....	44
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>Normativa emitida por la ARCERNNR en el 2023</b> .....	<b>45</b>



## Contenido de tablas

<b>Tabla Nro. 1:</b>	Potencias nominal y efectiva (MW), junio 2023.....	8
<b>Tabla Nro. 2:</b>	Longitud de líneas de transmisión por nivel de voltaje, junio 2023.....	12
<b>Tabla Nro. 3:</b>	Principales indicadores de infraestructura para empresas de distribución eléctrica, junio 2023.....	13
<b>Tabla Nro. 4:</b>	Cantidad de consumidores, junio 2023.....	15
<b>Tabla Nro. 5:</b>	Balance nacional de energía eléctrica.....	20
<b>Tabla Nro. 6:</b>	Demanda máxima por tipo de generación (MW), año móvil.....	29
<b>Tabla Nro. 7:</b>	Demanda máxima de potencia (MW), plurianual.....	30
<b>Tabla Nro. 8:</b>	Energía Bruta (GWh).....	33
<b>Tabla Nro. 9:</b>	Indicadores de desempeño de los modelos.....	43

## Contenido de figuras

<b>Figura Nro. 1:</b>	Comparativo de potencia nominal (MW), junio 2023.....	9
<b>Figura Nro. 2:</b>	Evolución histórica de potencia nominal por tipo de fuente (MW), 2013 – junio 2023.....	10
<b>Figura Nro. 3:</b>	Potencia nominal por provincia, junio 2023.....	11
<b>Figura Nro. 4:</b>	Crecimiento del sistema de transmisión (km), 2013 – junio 2023.....	12
<b>Figura Nro. 5:</b>	Número de consumidores de las empresas eléctricas de distribución entre 2013 y junio 2023.....	17
<b>Figura Nro. 6:</b>	Consumidores por provincia, junio 2023.....	18
<b>Figura Nro. 7:</b>	Potencia nominal (MW), junio 2023.....	20
<b>Figura Nro. 8:</b>	Potencia efectiva (MW), junio 2023.....	20
<b>Figura Nro. 9:</b>	Producción de energía e importaciones (GWh), a junio 2023.....	21
<b>Figura Nro. 10:</b>	Producción de energía e importaciones SNI (GWh), a junio 2023.....	22
<b>Figura Nro. 11:</b>	Energía entregada para servicio público (GWh), a junio 2023.....	23
<b>Figura Nro. 12:</b>	Consumo de energía (GWh), a junio 2023.....	25



<b>Figura Nro. 13:</b>	Demanda máxima diaria (MW), junio 2023.....	27
<b>Figura Nro. 14:</b>	Producción energética día máxima demanda, junio 2023 (MWh).....	27
<b>Figura Nro. 15:</b>	Demanda máxima no coincidente (MW) por distribuidora, junio 2023.....	28
<b>Figura Nro. 16:</b>	Demanda máxima no coincidente (MW) mensual por distribuidora, enero - junio 2023.....	29
<b>Figura Nro. 17:</b>	Demanda máxima mensual (MW), (julio 2022 – junio 2023).....	30
<b>Figura Nro. 18:</b>	Evolución de la demanda máxima período 2013-2023.....	31
<b>Figura Nro. 19:</b>	Demanda máxima de potencia (MW), plurianual.....	31
<b>Figura Nro. 20:</b>	Energía renovable (GWh).....	33
<b>Figura Nro. 21:</b>	Energía no renovable (GWh).....	34
<b>Figura Nro. 22:</b>	Energía bruta por tipo de fuente (GWh).....	34
<b>Figura Nro. 23:</b>	Energía bruta renovable y no renovable (GWh).....	35
<b>Figura Nro. 24:</b>	Comparativo energía bruta (GWh).....	35
<b>Figura Nro. 25:</b>	Secuencia de serie de tiempo energía disponible GLR, período 2018-2022.....	38
<b>Figura Nro. 26:</b>	Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 promedios estacionales con Tendencia.....	42
<b>Figura Nro. 27:</b>	Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 Holt-Winters aditivo.....	42
<b>Figura Nro. 28:</b>	Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 Holt-Winters multiplicativo.....	42
<b>Figura Nro. 29:</b>	Registro y pronóstico de energía disponible GLR, período 2018-2023.....	43
<b>Figura Nro. 30:</b>	Pronóstico de energía disponible GLR, año 2023.....	44





CAPÍTULO

1

# Infraestructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano



CAPÍTULO 1








# Infraestructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano

En esta sección se presenta un resumen de la información de infraestructura del sector eléctrico ecuatoriano, a junio de 2023.

## 1.1 Generación

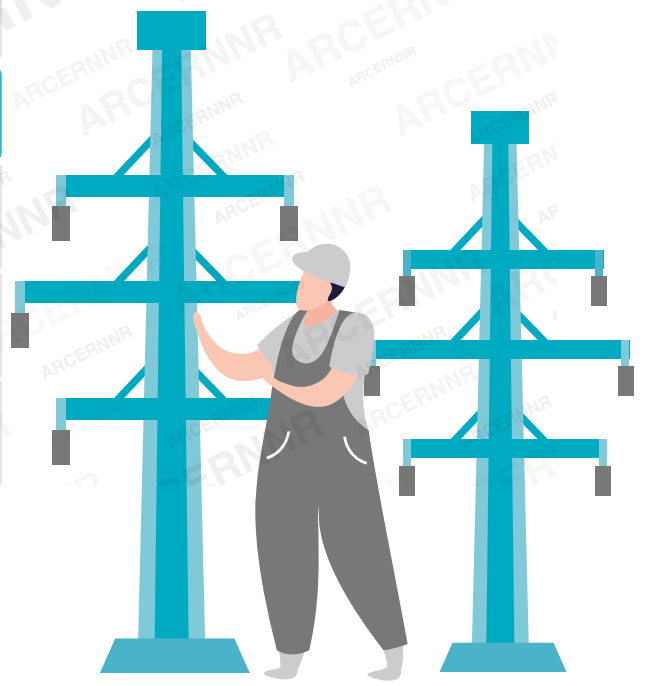
En la tabla Nro. 1 se aprecian las potencias nominal y efectiva clasificadas por sistema, tipo de energía y empresa.

**TABLA Nro. 1:** Potencias nominal y efectiva (MW), junio 2023

		JUNIO 2023	
		Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
<b>Por sistema</b>			
	<b>Sistema Nacional Interconectado</b>	7.491,86	7.177,18
	<b>No Incorporado</b>	1.395,12	1.067,69
<b>Por tipo de energía</b>			
	<b>Renovable</b>	5.444,90	5.395,01
	<b>No Renovable</b>	3.442,09	2.849,86
<b>Por empresa</b>			
	<b>Generadora</b>	6.677,01	6.444,64
	<b>Autogeneradora</b>	452,83	382,76
	<b>Distribuidora</b>	1.757,15	1.417,47

**8.886,99**  
Potencia Nominal (MW)

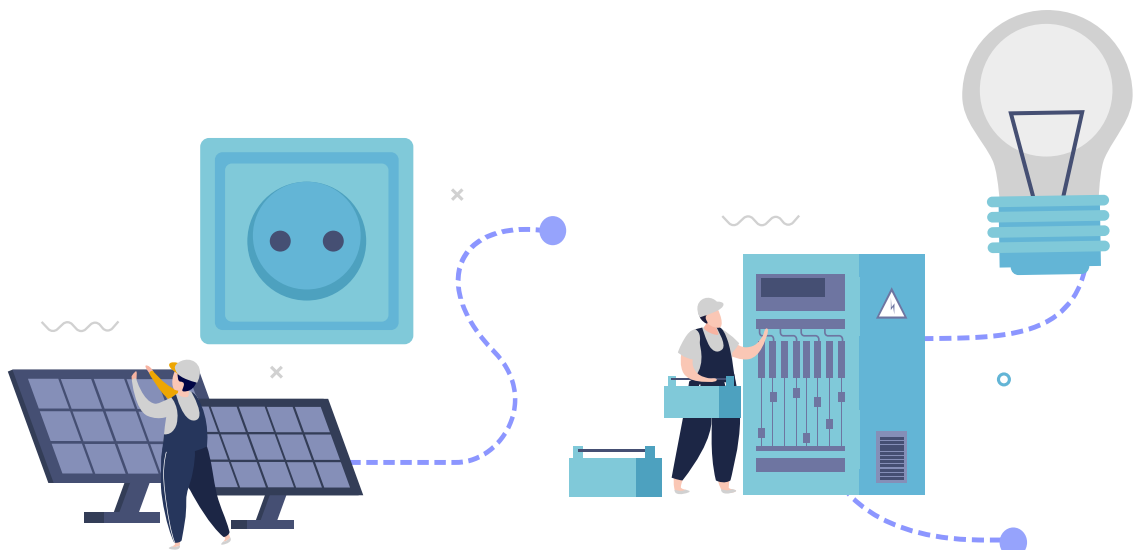
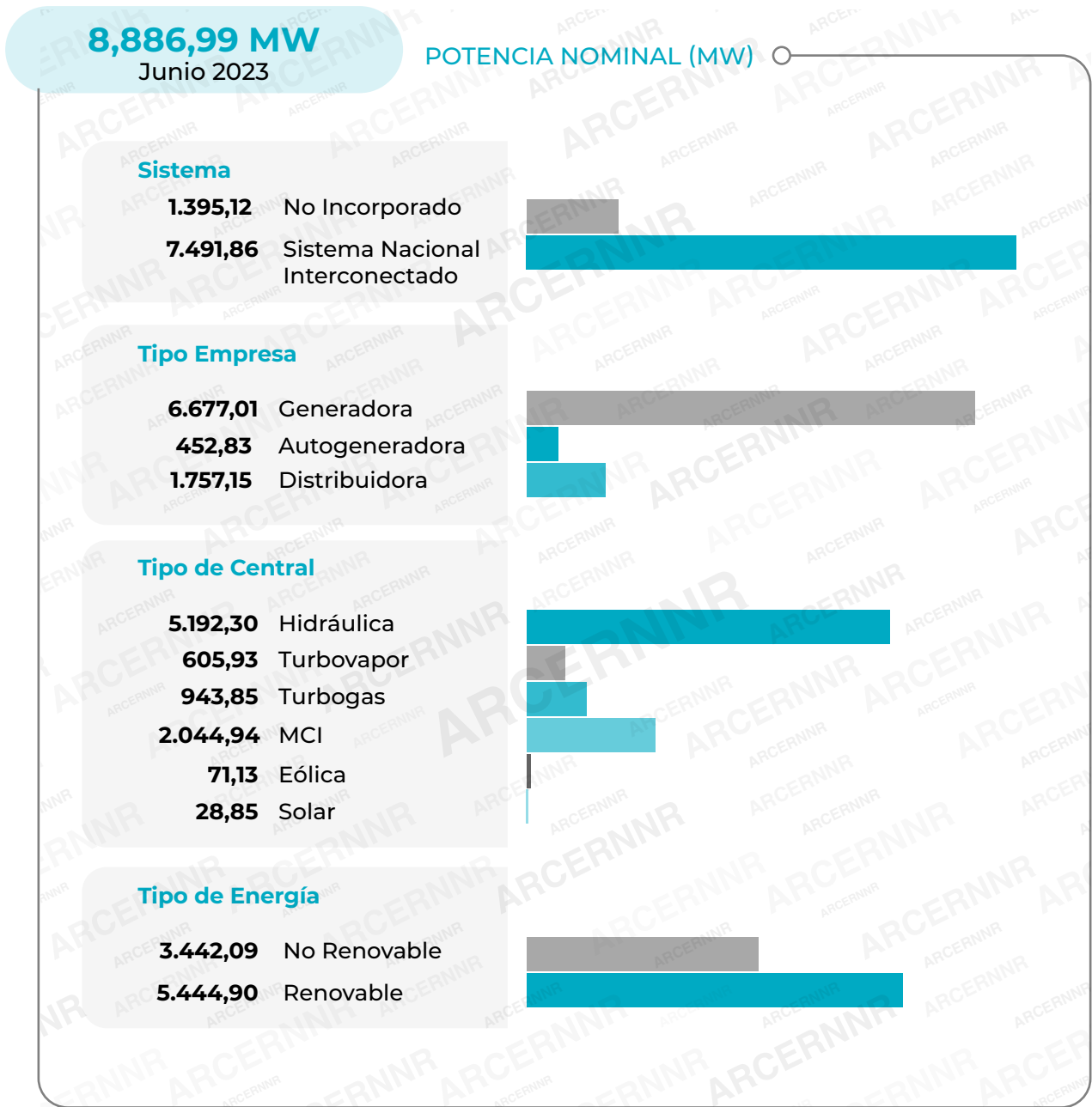
**8.244,87**  
Potencia Efectiva (MW)



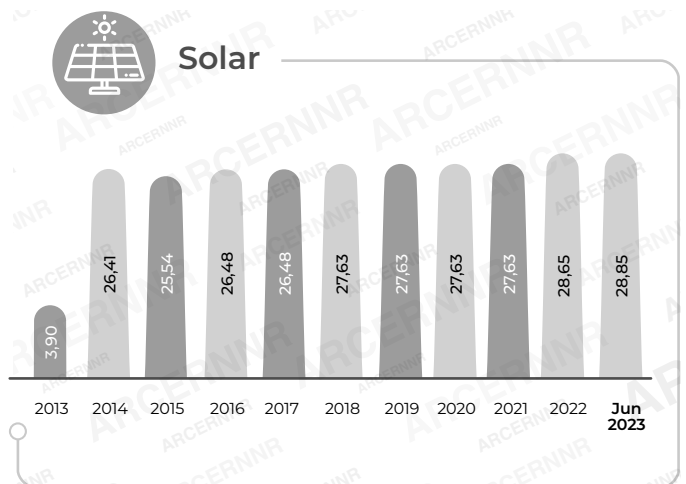
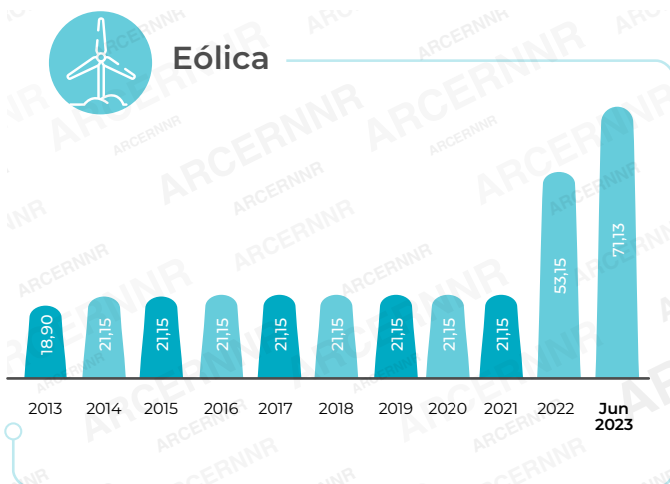
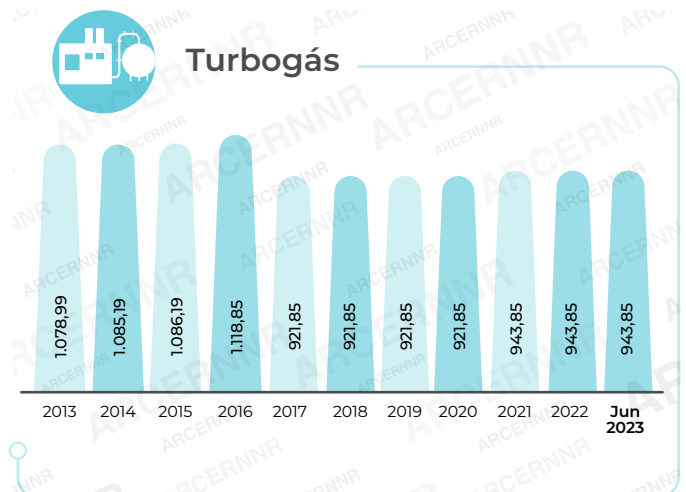
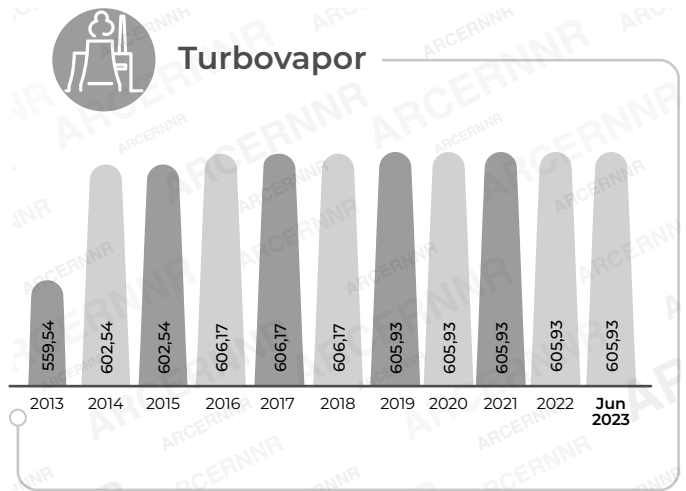
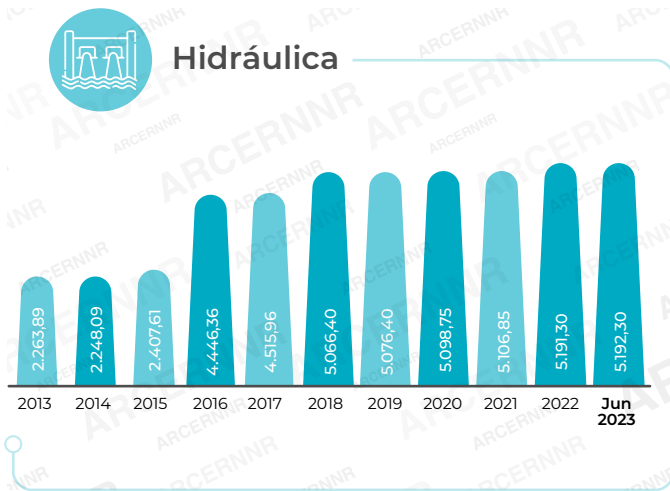


En las figuras Nros. 1 y 2 se aprecia la potencia nominal instalada a junio de 2023, clasificada por sistema, tipo de empresa, tipo de central y tipo de energía.

**FIGURA Nro. 1:** Comparativo de potencia nominal (MW), junio 2023

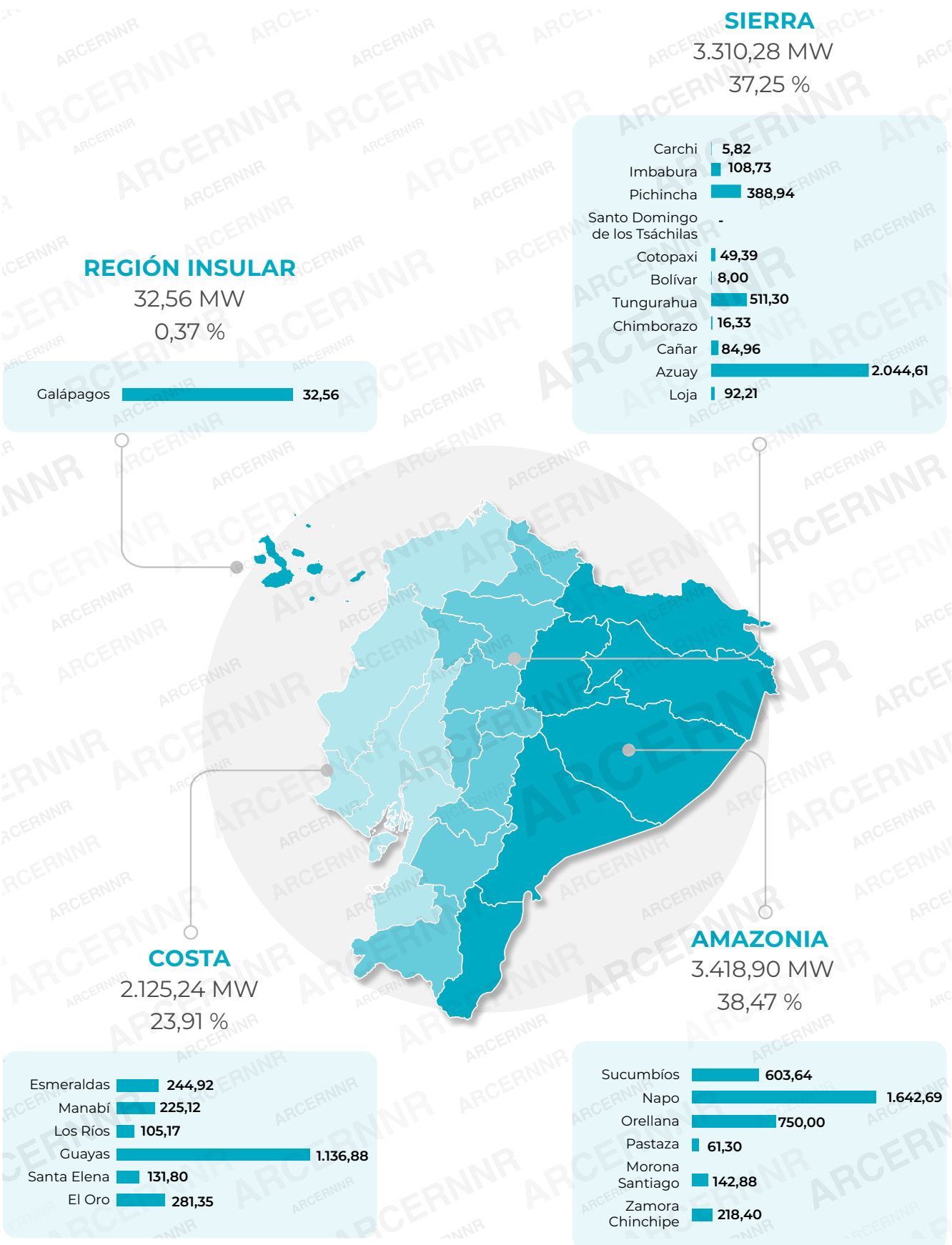


**FIGURA Nro. 2:** Evolución histórica de potencia nominal por tipo de fuente (MW), 2013 – junio 2023








**FIGURA Nro. 3:** Potencia nominal por provincia, junio 2023



## 1.2 Transmisión

En la tabla Nro. 2 se resumen las longitudes de líneas de transmisión, clasificándolas por nivel de voltaje y datos de líneas de interconexión.

**TABLA Nro. 2:** Longitud de líneas de transmisión por nivel de voltaje, junio 2023

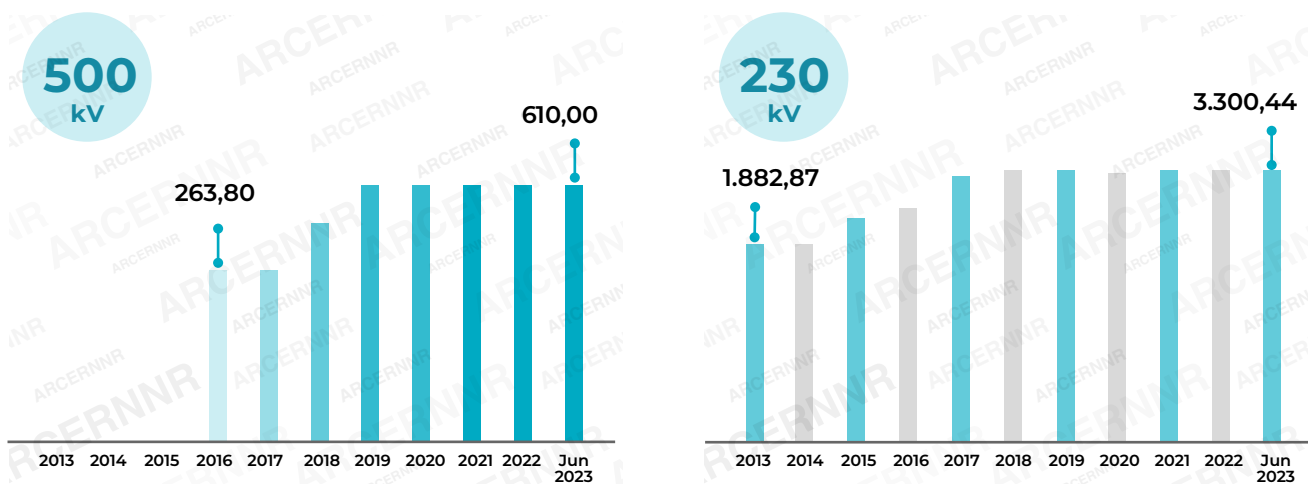
Sistema Nacional Interconectado		Longitud km
 500 kV		610,00
 230 kV		3.300,44
 138 kV		2.538,07

Líneas de Interconexión	Longitud hasta la frontera (km)	Longitud Total (km)
138 kV (Simple Circuito)	7,50	15,50
230kV (Dobles Circuito)	169,94	380,70

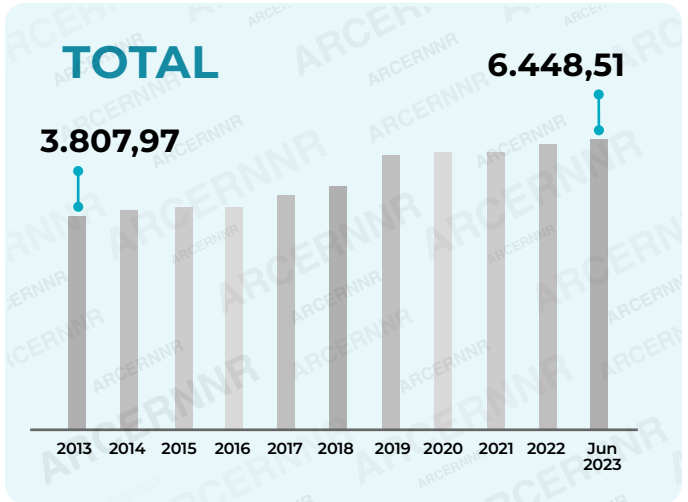
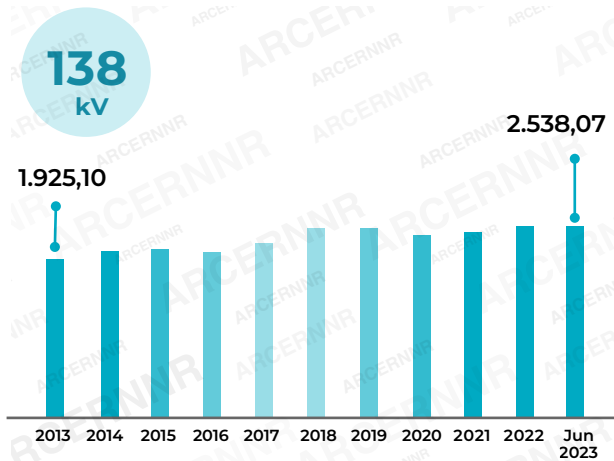
En la figura Nro. 4 se observa el crecimiento del sistema de transmisión por nivel de voltaje, de acuerdo con la longitud en kilómetros.

**FIGURA Nro. 4:** Crecimiento del sistema de transmisión (km), 2013 – junio 2023 (1/2)





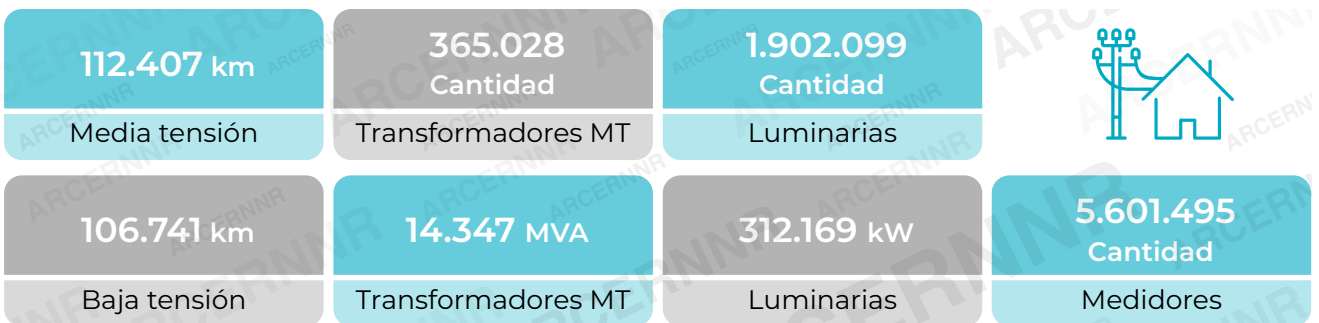
**FIGURA Nro. 4:** Crecimiento del sistema de transmisión (km), 2013 – junio 2023 (2/2)



### 1.3 Distribución

En la tabla Nro. 3 se presenta información de infraestructura de los principales componentes de los sistemas de distribución, tales como: redes de medio y bajo voltaje, transformadores, luminarias, entre otros; para cada una de las empresas de distribución del país.

**TABLA Nro. 3:** Principales indicadores de infraestructura para empresas de distribución eléctrica, junio 2023 (1/2)



Empresa	Media tensión	Transformadores		Baja tensión	Luminarias		Medidores
	km	#	MVA	km	#	kW	#
CNEL-Bolívar	3.332,61	6.436	98,58	3.471,12	28.487	4.727,54	70.656
CNEL-EI Oro	5.751,05	15.786	696,49	3.794,08	101.540	18.664,39	275.728
CNEL-Esmeraldas	4.975,71	10.611	344,34	3.038,07	55.988	9.966,92	132.990
CNEL-Guayaquil	2.904,59	37.168	2.539,84	5.388,84	183.248	30.263,91	704.543
CNEL-Guayas Los Ríos	8.766,69	35.265	1.429,49	5.836,23	109.197	20.063,50	361.841
CNEL-Los Ríos	3.762,76	11.391	370,58	2.317,83	36.793	6.643,27	145.581

**TABLA Nro. 3:** Principales indicadores de infraestructura para empresas de distribución eléctrica, junio 2023 (2/2)

Empresa	Media tensión	Transformadores		Baja tensión	Luminarias		Medidores
	km	#	MVA	km	#	kW	#
CNEL-Manabí	8.595,85	30.200	933,58	7.250,59	139.922	25.430,48	344.104
CNEL-Milagro	4.611,12	13.823	455,65	2.294,73	56.572	10.770,16	160.427
CNEL-Sta. Elena	2.377,55	10.162	485,35	1.956,27	51.981	9.321,57	137.130
CNEL-Sto. Domingo	10.216,79	24.995	517,81	6.663,15	90.748	16.031,48	269.058
CNEL-Sucumbíos	5.422,84	10.791	295,62	4.764,63	52.918	7.086,67	108.156
E.E. Ambato	6.197,45	17.302	479,06	8.720,96	150.931	21.724,40	304.930
E.E. Azogues	855,61	2.290	65,21	1.543,28	19.371	3.295,24	40.752
E.E. Centro Sur	10.779,48	28.377	924,54	13.405,91	177.002	32.242,21	433.233
E.E. Cotopaxi	4.441,73	10.625	316,45	6.052,29	61.131	9.286,49	154.110
E.E. Galápagos	368,86	1.277	43,95	274,61	6.497	764,63	14.201
E.E. Norte	6.443,39	19.055	545,41	7.404,71	125.421	18.040,67	273.090
E.E. Quito	9.318,52	44.135	3.095,52	11.138,36	301.276	48.099,89	1.254.355
E.E. Riobamba	4.473,11	15.035	310,16	5.633,84	77.492	10.305,44	189.125
E.E. Sur	8.811,39	20.304	398,90	5.791,19	75.584	9.440,30	227.485





La tabla Nro. 4 y figura Nro. 6 permiten apreciar la cantidad de usuarios por empresa distribuidora y por provincia a junio 2023.

**TABLA Nro. 4:** Cantidad de consumidores, junio 2023 (1/2)

Empresa	Clientes Regulados				Regulados	No Regulados	Total
	Residencial	Comercial	Industrial	Otros			
CNEL-Guayaquil	622.487	74.743	2.140	5.189	704.559	45	704.604
CNEL-Guayas Los Ríos	335.807	19.914	799	6.097	362.617	14	362.631
CNEL-Manabí	319.559	18.793	510	5.269	344.131	8	344.139
CNEL-El Oro	249.968	20.457	1.591	3.827	275.843	2	275.845
CNEL-Sto. Domingo	238.388	27.036	285	3.368	269.077	4	269.081
CNEL-Milagro	146.485	12.103	180	1.666	160.434	1	160.435
CNEL-Esmeraldas	122.765	8.112	327	2.470	133.674	3	133.677
CNEL-Los Ríos	135.569	7.840	339	1.841	145.589	2	145.591
CNEL-Sta. Elena	125.087	9.455	202	2.243	136.987	4	136.991
CNEL-Sucumbíos	93.384	12.150	455	2.505	108.494	1	108.495
CNEL-Bolívar	65.353	3.715	120	1.467	70.655	-	70.655
<b>CNEL EP</b>	<b>2.454.852</b>	<b>214.318</b>	<b>6.948</b>	<b>35.942</b>	<b>2.712.060</b>	<b>84</b>	<b>2.712.144</b>
E.E. Quito	1.082.011	143.011	12.154	17.932	1.255.108	156	1.255.264
E.E. Centro Sur	387.850	37.039	4.891	7.000	436.780	8	436.788
E.E. Ambato	263.139	30.197	6.155	5.493	304.984	6	304.990
E.E. Norte	238.722	28.382	2.697	3.510	273.311	6	273.317

**TABLA Nro. 4:** Cantidad de consumidores, junio 2023 (2/2)

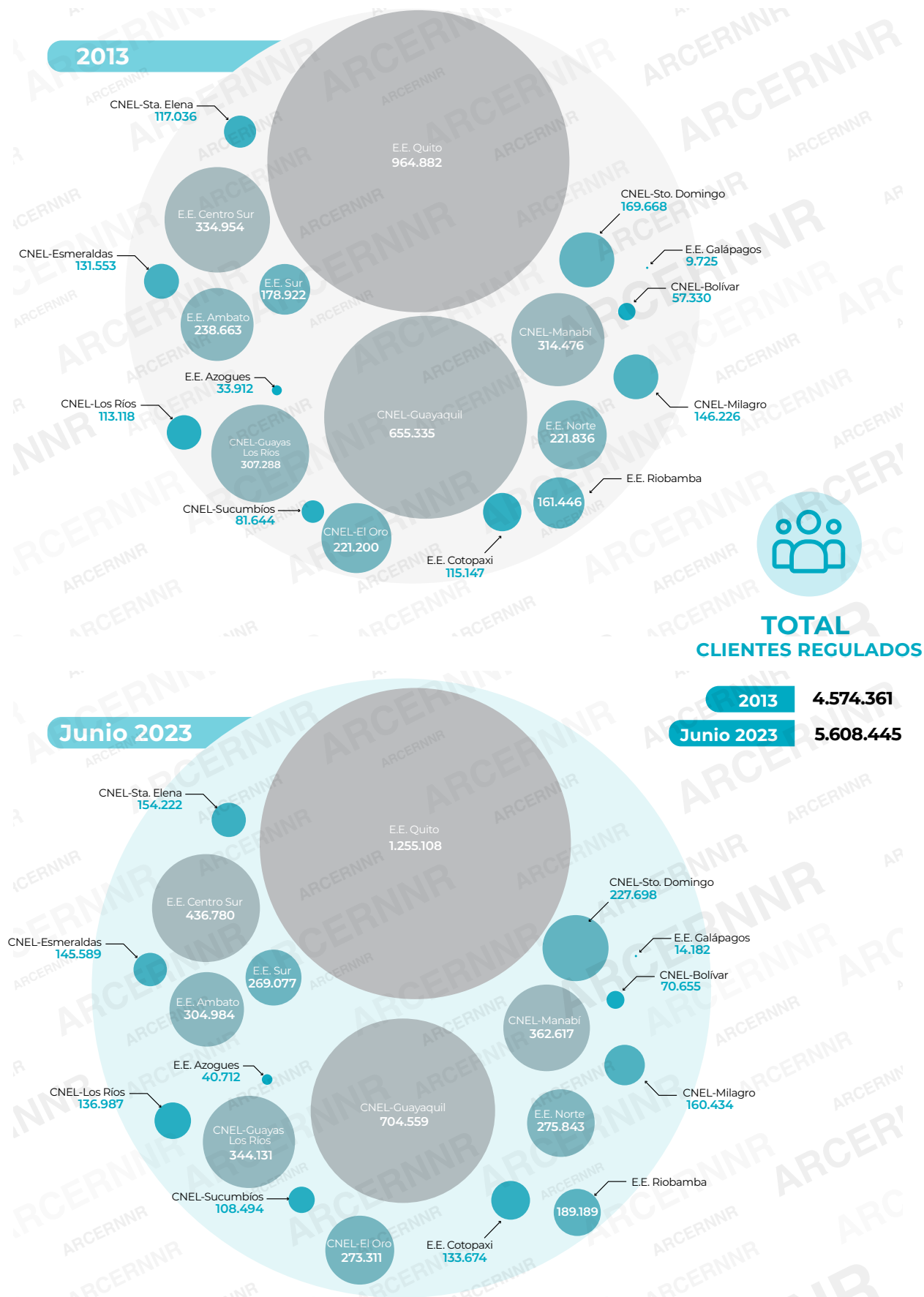
Empresa	Clientes Regulados				Regulados	No Regulados	Total
	Residencial	Comercial	Industrial	Otros			
E.E. Sur	200.651	18.860	1.281	6.906	227.698	2	227.700
E.E. Riobamba	165.716	19.476	678	3.319	189.189	2	189.191
E.E. Cotopaxi	136.266	12.121	3.479	2.356	154.222	4	154.226
E.E. Azogues	37.014	2.823	437	606	40.880	1	40.881
E.E. Galápagos	11.110	2.370	181	552	14.213	-	14.213
<b>Empresas Eléctricas</b>	<b>2.522.479</b>	<b>294.279</b>	<b>31.953</b>	<b>47.674</b>	<b>2.896.385</b>	<b>185</b>	<b>2.896.570</b>
<b>Total</b>	<b>4.977.331</b>	<b>508.597</b>	<b>38.901</b>	<b>83.616</b>	<b>5.608.445</b>	<b>269</b>	<b>5.608.714</b>

En la tabla Nro. 4 no se contabiliza como consumidores regulados a los suministros asociados con la prestación del Servicio de Alumbrado Público General (SAPG) que fueron reportados por las distribuidoras; esto considerando lo estipulado en la Regulación denominada "Prestación del Servicio de Alumbrado Público General" que establece que los usuarios del servicio de alumbrado público general son todas las personas que utilizan el SAPG.



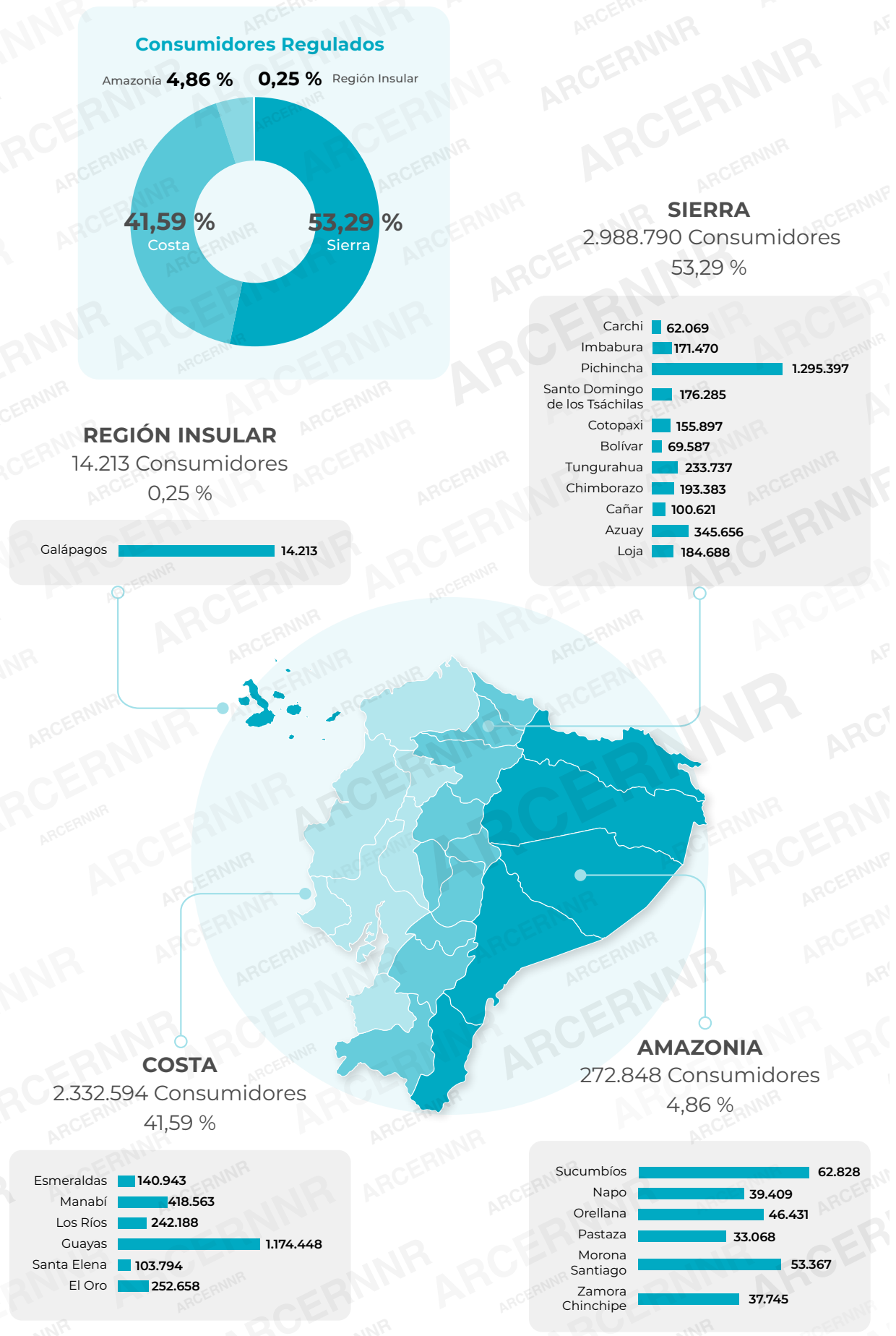
En la figura Nro. 5, se aprecia el incremento de usuarios durante el periodo 2013 a junio 2023, por empresa eléctrica y Unidad de Negocio CNEL EP.

**FIGURA Nro. 5:** Número de consumidores de las empresas eléctricas de distribución entre 2013 y junio 2023





**FIGURA Nro. 6:** Consumidores por provincia, junio 2023





CAPÍTULO

# 2

## Balance Nacional de Energía Eléctrica



# CAPÍTULO 2

## Balance Nacional de Energía Eléctrica

En esta sección se presenta información relevante del sector eléctrico ecuatoriano en los ámbitos de generación, transmisión, transacciones internacionales de electricidad, distribución y comercialización.

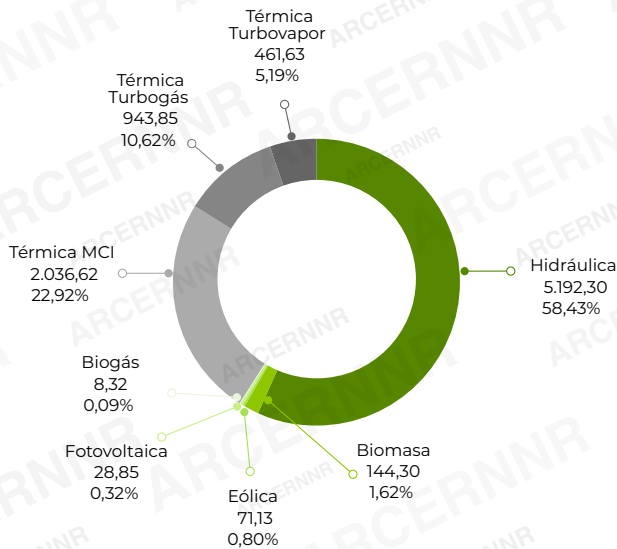
**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (1/6)

Potencia en Generación de Energía Eléctrica	Jun 2023 (MW)	Dic 2022 (MW)	Variación 2023-2022
<b>Nominal</b>	<b>8.886,99</b>	<b>8.864,37</b>	<b>0,26</b>
<b>Renovable</b>	<b>5.444,90</b>	<b>5.425,72</b>	<b>0,35</b>
<b>Hidráulica</b>	<b>5.192,30</b>	<b>5.191,30</b>	<b>0,02</b>
<b>Eólica</b>	<b>71,13</b>	<b>53,15</b>	<b>33,83</b>
<b>Fotovoltaica</b>	<b>28,85</b>	<b>28,65</b>	<b>0,70</b>
<b>Biomasa</b>	<b>144,30</b>	<b>144,30</b>	<b>-</b>
<b>Biogás</b>	<b>8,32</b>	<b>8,32</b>	<b>-</b>
<b>No Renovable</b>	<b>3.442,09</b>	<b>3.438,65</b>	<b>0,10</b>
<b>MCI</b>	<b>2.036,62</b>	<b>2.033,18</b>	<b>0,17</b>
<b>Turbogás</b>	<b>943,85</b>	<b>943,85</b>	<b>-</b>
<b>Turbovapor</b>	<b>461,63</b>	<b>461,63</b>	<b>-</b>
<b>Interconexión</b>	<b>650,00</b>	<b>650,00</b>	<b>-</b>
<b>Colombia</b>	<b>540,00</b>	<b>540,00</b>	<b>-</b>
<b>Perú</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>	<b>-</b>

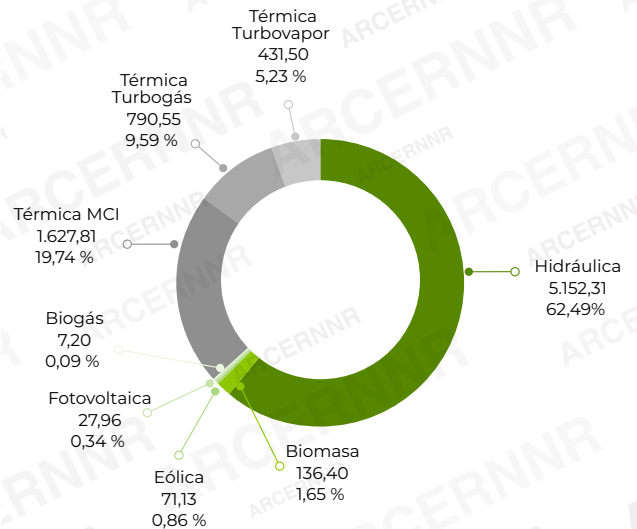
  

Potencia en Generación de Energía Eléctrica	Jun 2023 (MW)	Dic 2022 (MW)	Variación 2023-2022
<b>Efectiva</b>	<b>8.244,87</b>	<b>8.219,55</b>	<b>0,31</b>
<b>Renovable</b>	<b>5.395,01</b>	<b>5.372,40</b>	<b>0,42</b>
<b>Hidráulica</b>	<b>5.152,31</b>	<b>5.151,31</b>	<b>0,02</b>
<b>Eólica</b>	<b>71,13</b>	<b>49,72</b>	<b>43,07</b>
<b>Fotovoltaica</b>	<b>27,96</b>	<b>27,76</b>	<b>0,72</b>
<b>Biomasa</b>	<b>136,40</b>	<b>136,40</b>	<b>-</b>
<b>Biogás</b>	<b>7,20</b>	<b>7,20</b>	<b>-</b>
<b>No Renovable</b>	<b>2.849,86</b>	<b>2.847,16</b>	<b>0,09</b>
<b>MCI</b>	<b>1.627,81</b>	<b>1.625,11</b>	<b>0,17</b>
<b>Turbogás</b>	<b>790,55</b>	<b>790,55</b>	<b>-</b>
<b>Turbovapor</b>	<b>431,50</b>	<b>431,50</b>	<b>-</b>
<b>Interconexión</b>	<b>635,00</b>	<b>635,00</b>	<b>-</b>
<b>Colombia</b>	<b>525,00</b>	<b>525,00</b>	<b>-</b>
<b>Perú</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>	<b>-</b>

**FIGURA Nro. 7:** Potencia nominal (MW), junio 2023



**FIGURA Nro. 8:** Potencia efectiva (MW), junio 2023

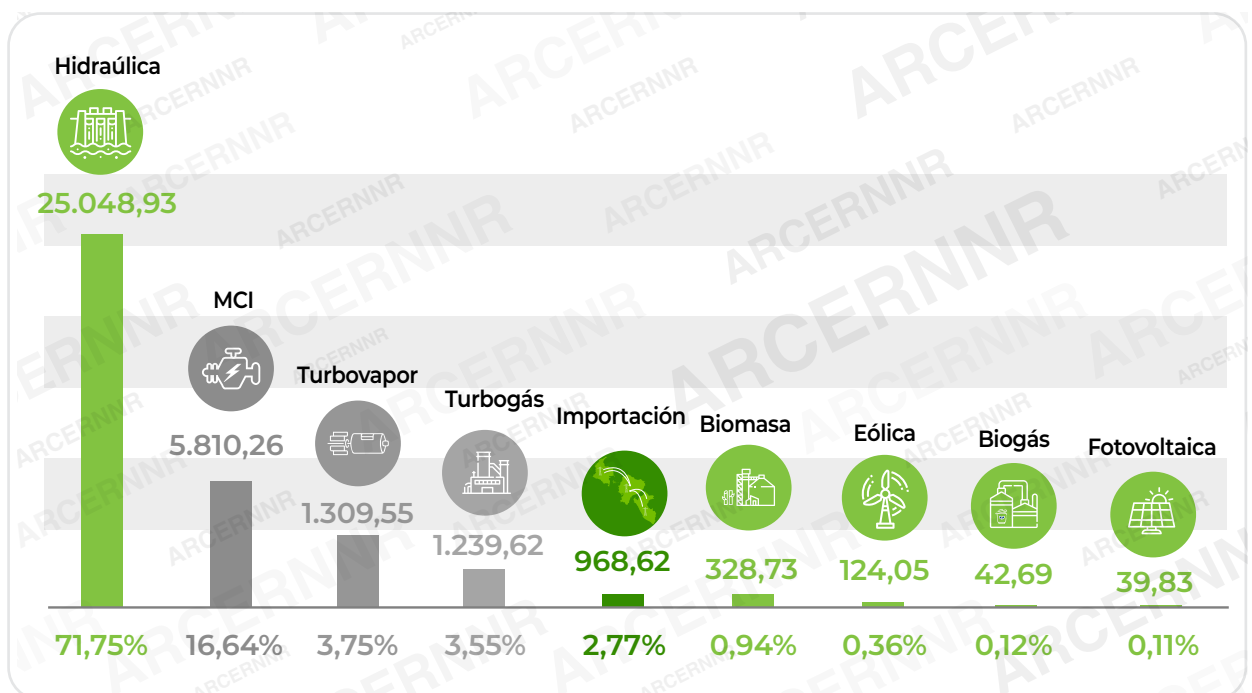




**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (2/6)

Producción de Energía e Importaciones	Año móvil a junio 2023 (jul 2022 - jun 2023) GWh	2022 GWh	Variación 2023 - 2022 %
<b>Total</b>	34.912,27	33.474,13	4,30
<b>Nacional</b>	33.943,65	33.008,30	2,83
<b>Renovable</b>	25.584,23	25.123,93	1,83
<b>Hidráulica</b>	25.048,93	24.635,16	1,68
<b>Eólica</b>	124,05	60,60	104,72
<b>Fotovoltaica</b>	39,83	38,50	3,46
<b>Biomasa</b>	328,73	348,08	(5,56)
<b>Biogás</b>	42,69	41,59	2,65
<b>No Renovable</b>	8.359,42	7.884,37	6,03
<b>MCI</b>	5.810,26	5.366,38	8,27
<b>Turbogás</b>	1.239,62	1.021,54	21,35
<b>Turbovapor</b>	1.309,55	1.496,46	(12,49)
<b>Importación</b>	968,62	465,83	107,93
<b>Colombia</b>	967,84	465,30	108,00
<b>Perú</b>	0,78	0,53	48,03

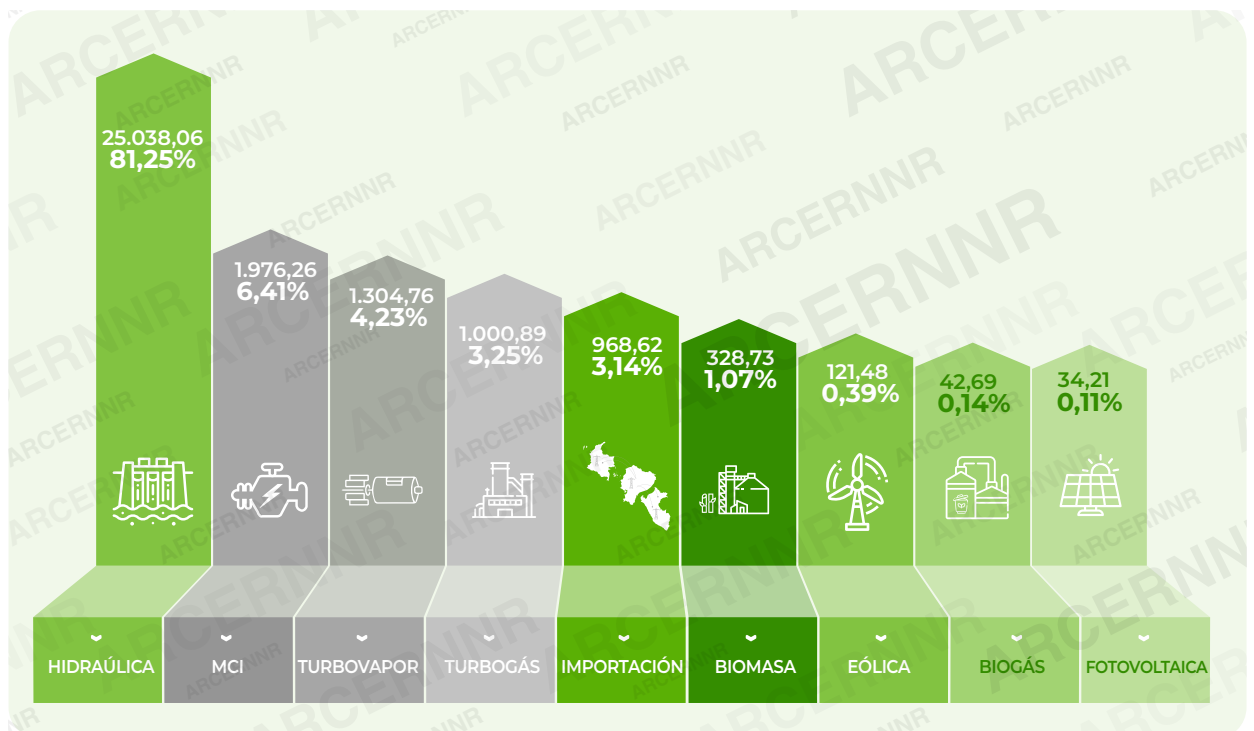
**FIGURA Nro. 9:** Producción de energía e importaciones (GWh), a junio 2023



**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (3/6)

Producción de Energía e Importaciones	Año móvil a junio 2023 (jul 2022 - jun 2023) GWh	2022 GWh	Variación 2023 - 2022 %
<b>SNI</b>	30.815,69	29.328,83	5,07
<b>Nacional</b>	29.847,08	28.863,00	3,41
<b>Renovable</b>	25.565,17	25.105,23	1,83
<b>Hidráulica</b>	25.038,06	24.624,39	1,68
<b>Eólica</b>	121,48	57,89	109,86
<b>Fotovoltaica</b>	34,21	33,28	2,79
<b>Biomasa</b>	328,73	348,08	(5,56)
<b>Biogás</b>	42,69	41,59	2,65
<b>No Renovable</b>	4.281,91	3.757,77	13,95
<b>MCI</b>	1.976,26	1.557,76	26,87
<b>Turbogás</b>	1.000,89	703,56	42,26
<b>Turbovapor</b>	1.304,76	1.496,45	(12,81)
<b>Importación</b>	968,62	465,83	107,93
<b>Colombia</b>	967,84	465,30	108,00
<b>Perú</b>	0,78	0,53	48,03

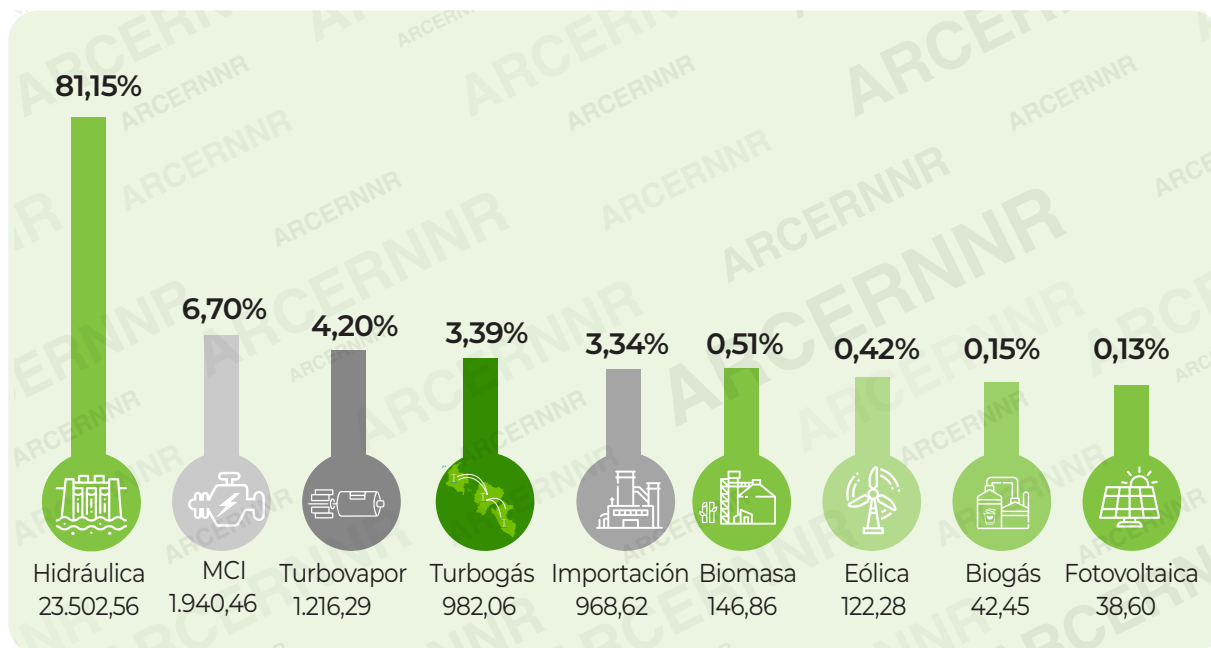
**FIGURA Nro. 10:** Producción de energía e importaciones SNI (GWh), a junio 2023



**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (4/6)







Energía Entregada	Año móvil a junio 2023 (jul 2022 - jun 2023) GWh	2022 GWh	Variación 2023 - 2022 %
<b>Servicio Público</b>	28.960,18	27.366,29	5,82
<b>Nacional</b>	27.991,56	26.900,46	4,06
<b>Renovable</b>	23.852,75	23.342,83	2,18
<b>Hidráulica</b>	23.502,56	23.058,85	1,92
<b>Eólica</b>	122,28	59,55	105,32
<b>Fotovoltaica</b>	38,60	37,41	3,18
<b>Biomasa</b>	146,86	145,54	0,91
<b>Biogás</b>	42,45	41,48	2,34
<b>No Renovable</b>	4.138,81	3.557,62	16,34
<b>MCI</b>	1.940,46	1.489,79	30,25
<b>Turbogás</b>	982,06	685,29	43,31
<b>Turbovapor</b>	1.216,29	1.382,55	(12,03)
<b>Importación</b>	968,62	465,83	107,93
<b>Colombia</b>	967,84	465,30	108,00
<b>Perú</b>	0,78	0,53	48,03

**FIGURA Nro. 11:** Energía entregada para servicio público (GWh), a junio 2023










**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (5/6)

Energía Entregada	Año móvil a junio 2023 (jul 2022 - jun 2023) GWh	2022 GWh	Variación 2023 - 2022 %
<b>Total</b>	<b>30.704,14</b>	<b>29.123,89</b>	<b>5,43</b>
Servicio Público	28.960,18	27.366,29	5,82
Demanda No Regulada	1.743,96	1.757,61	(0,78)
Pérdidas de Energía en Transmisión	1.526,01	1.294,61	17,87
Energía Disponible	29.178,12	27.829,29	4,85
Exportación	362,09	190,79	89,78
 Colombia	353,44	159,15	122,08
 Perú	8,65	31,64	(72,65)
Sistemas de Distribución	28.816,03	27.638,49	4,26
Consumo Total Energía Eléctrica <sup>(1)</sup>	24.776,26	23.975,90	3,34
Pérdidas de Energía en Distribución	4.039,77	3.662,60	10,30
 Técnicas	1.823,28	1.720,55	5,97
 No Técnicas	2.216,49	1.942,05	14,13
	%	%	Puntos porcentuales
Pérdidas Porcentuales en Distribución	14,02	13,25	0,77
 Técnicas	6,33	6,23	0,10
 No Técnicas	7,69	7,03	0,67

(1) Valor obtenido de los balances de energía reportados por las empresas distribuidoras.



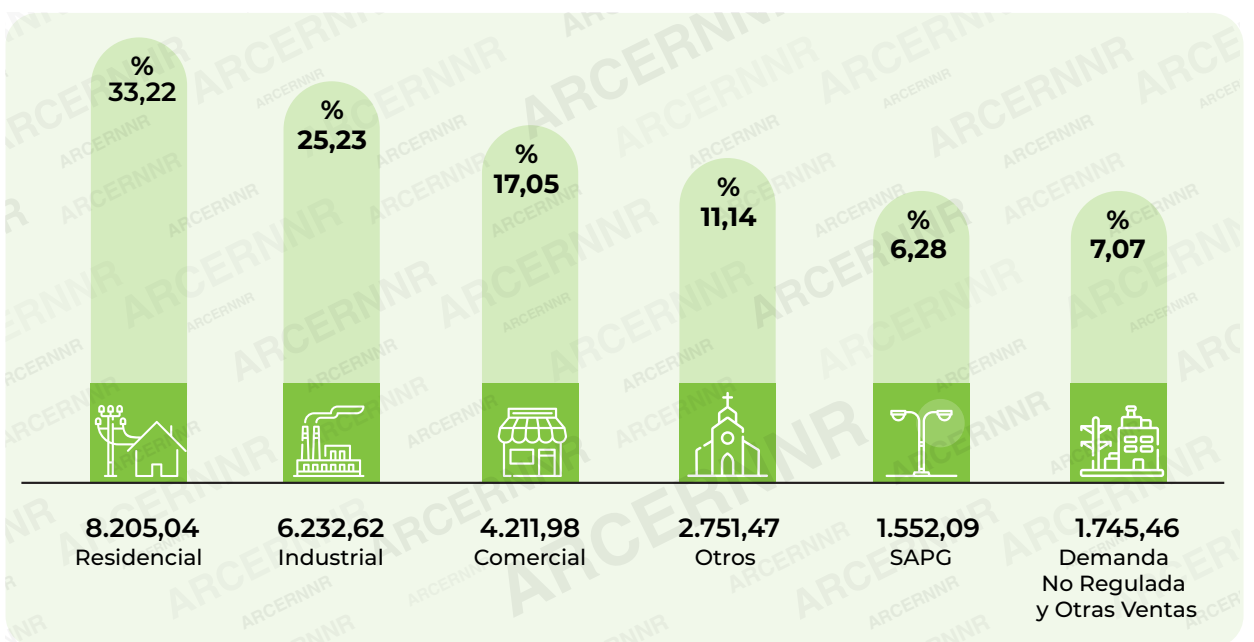
**TABLA Nro. 5:** Balance nacional de energía eléctrica (6/6)

Energía Facturada por Servicio Eléctrico	Año móvil a junio 2023 (jul 2022 - jun 2023) GWh	2022 GWh	Variación 2023 - 2022 %
<b>Total</b>	<b>24.698,66</b>	<b>23.879,65</b>	<b>3,43</b>
<b>Demanda Regulada</b>	<b>22.953,19</b>	<b>22.120,69</b>	<b>3,76</b>
 <b>Residencial</b>	8.205,04	7.832,94	4,75
 <b>Industrial</b>	6.232,62	6.125,80	1,74
 <b>Comercial</b>	4.211,98	3.999,92	5,30
 <b>Otros</b>	2.751,47	2.640,63	4,20
 <b>SAPG</b>	1.552,09	1.521,40	2,02
<b>Demanda No Regulada y Otras Ventas <sup>(1)</sup></b>	<b>1.745,46</b>	<b>1.758,95</b>	<b>(0,77)</b>
<b>Valores Facturados y Recaudados</b>	<b>MUSD</b>	<b>MUSD</b>	<b>%</b>
<b>Facturación Servicio Eléctrico</b>	2.131,68	2.046,34	4,17
<b>Recaudación Servicio Eléctrico <sup>(2)</sup></b>	2.075,18	2.023,16	2,57
<b>Indicadores de Calidad del Servicio Técnico</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>	<b>%</b>
<b>Frecuencia Media de Interrupción (FMIK)</b>	6,29	5,28	19,11
<b>Tiempo Total de Interrupción (TTIK)</b>	5,96	5,93	0,60

(1) La demanda no regulada corresponde a los consumos de energía de los grandes consumidores y de los consumos propios de autogeneradores. En Otras Ventas se incluye la energía entregada a usuarios ubicados en las fronteras de países vecinos, servidos mediante redes de distribución.

(2) Valores monetarios recaudados más subsidios.

**FIGURA Nro. 12:** Consumo de energía (GWh), a junio 2023





CAPÍTULO

# 3

## Demanda de Potencia Nacional



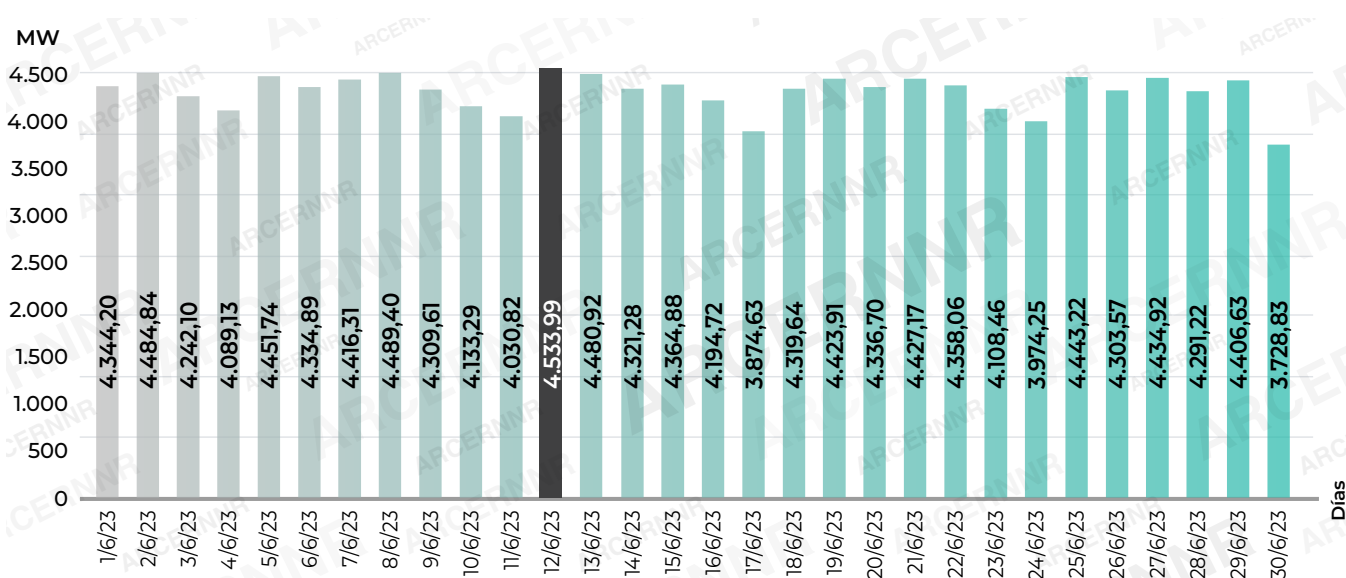
# CAPÍTULO 3

## Demanda de Potencia Nacional

### 3.1 Demanda diaria, junio 2023

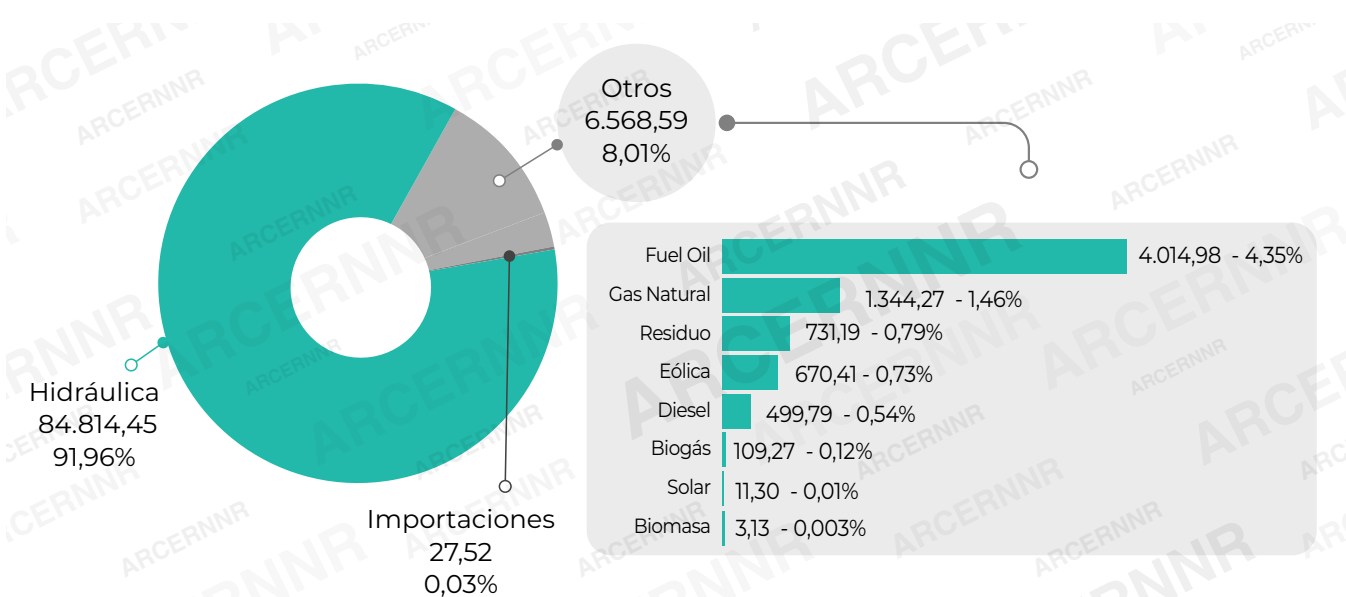
En la figura Nro. 13 se presenta la demanda diaria máxima obtenida en junio 2023. El valor máximo mensual se registró el 12 de junio, con una demanda de 4.533,99 MW.

**FIGURA Nro. 13:** Demanda máxima diaria (MW), junio 2023



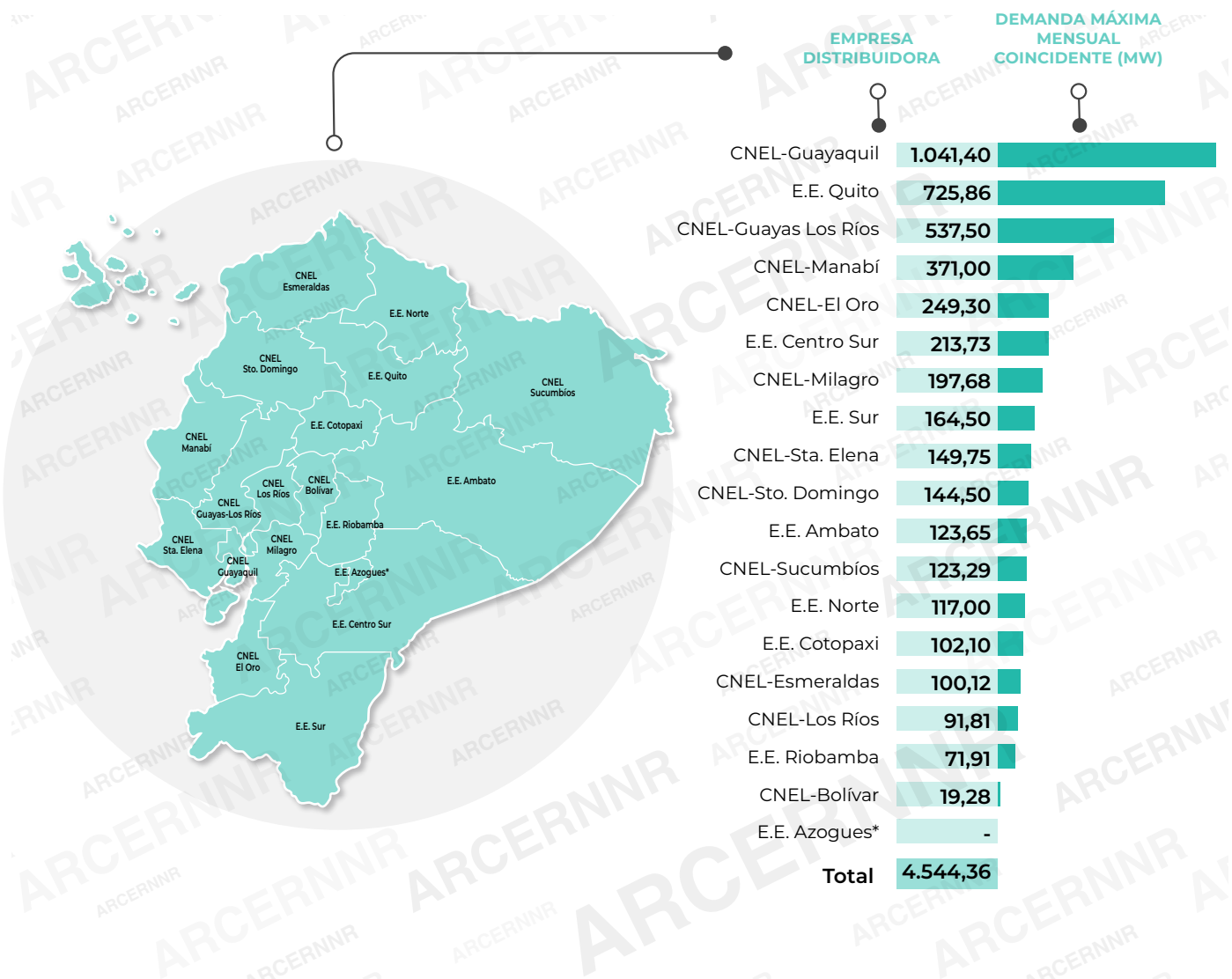
La figura Nro. 14 detalla la producción energética para el día de máxima demanda del mes de junio, en donde el 91,96% (84.814,45 MWh) de la demanda fue abastecida con generación hidráulica, 7,14 % (6.590,22 MWh) con generación térmica, el 0,86 % (794,10 MWh) con ERNC y el restante 0,03 % (27,52 MWh) con importación.

**FIGURA Nro. 14:** Producción energética día máxima demanda, junio 2023 (MWh)



En la figura Nro. 15 se presentan las demandas máximas no coincidentes del mes de junio 2023, segmentadas por empresas distribuidoras. El valor máximo mensual alcanzó un valor de 4.544,36 MW.

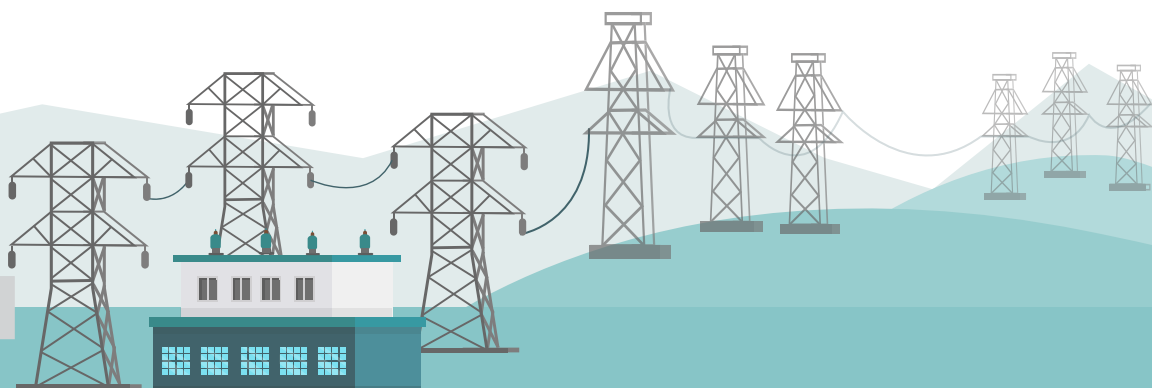
**FIGURA Nro. 15:** Demanda máxima no coincidente (MW) por distribuidora, junio 2023



\* La demanda de la E.E. Azogues se encuentra inmersa en la E.E. Centro Sur.

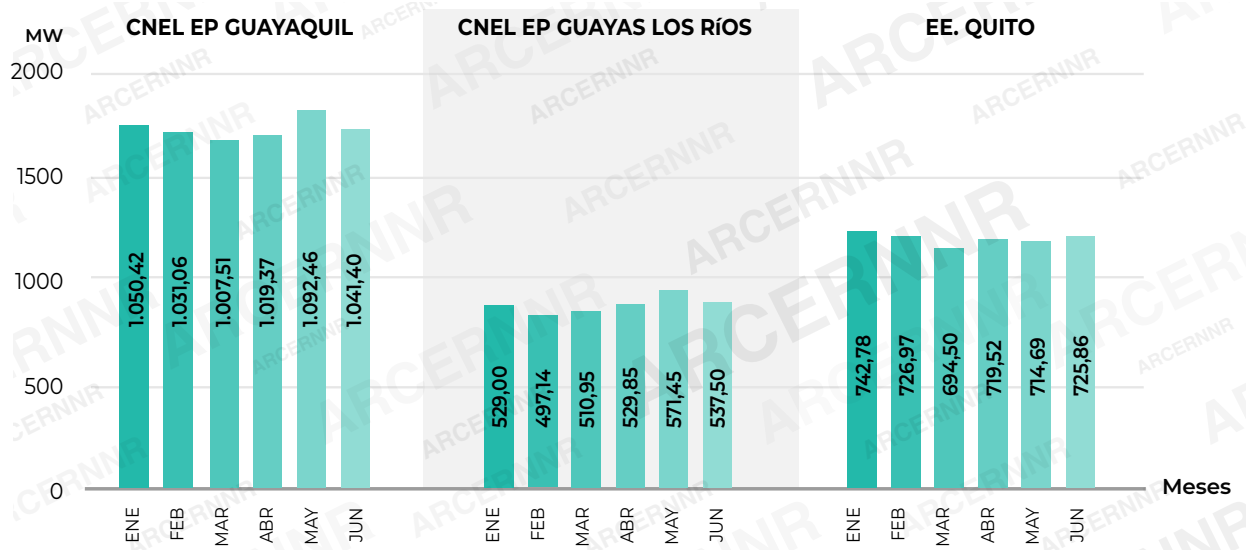
Las distribuidoras con mayor consumo del día de máxima demanda del mes fueron:

1. CNEL EP Guayaquil con 1.041,4 MW
2. Empresa Eléctrica Quito con 725,9 MW
3. CNEL EP Guayas – Los Ríos con 537,5 MW



En la figura Nro. 16 se presentan las demandas máximas no coincidentes mensuales de las tres distribuidoras con mayor consumo durante el primer semestre del 2023.

**FIGURA Nro. 16:** Demanda máxima no coincidente (MW) mensual por distribuidora, enero - junio 2023



### 3.2 Demanda máxima año móvil (julio 2022 – junio 2023)

La tabla Nro. 6 muestra el valor máximo de la demanda de potencia en el año móvil (julio 2022– junio 2023), segmentada por el tipo de generación utilizada para su suministro. Cabe mencionar que el abastecimiento de la demanda a través de energía renovable no convencional contempla el uso de centrales eólicas, fotovoltaicas y de biomasa.

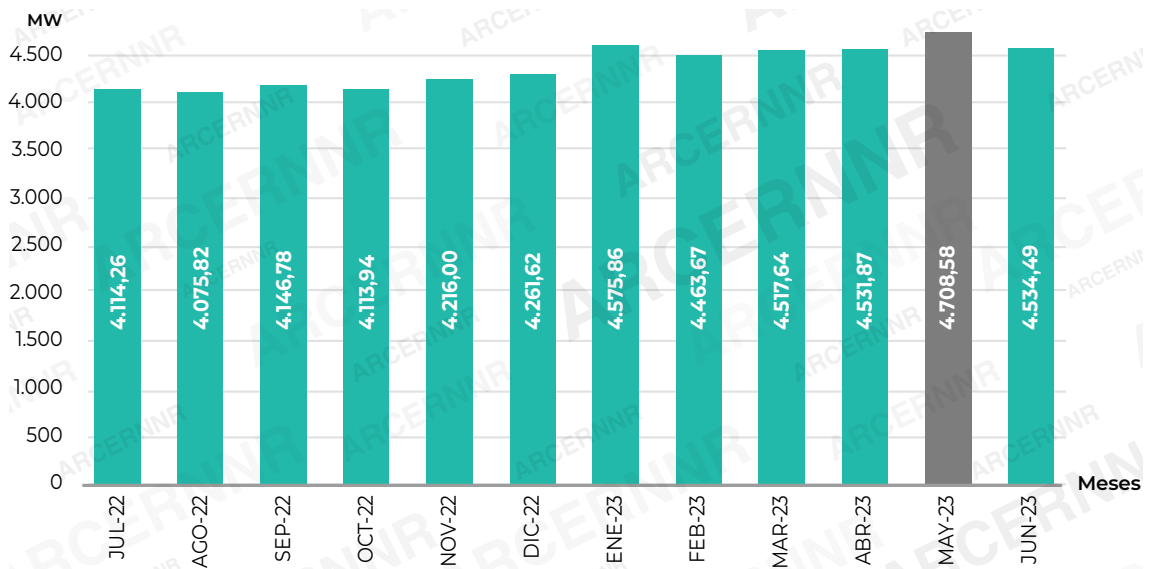
**TABLA Nro. 6:** Demanda máxima por tipo de generación (MW), año móvil

Año	Mes	Demanda Máxima Mensual (MW)	Demanda Máxima por tecnología de generación (MW)		
			Hidráulica	Renovable no Convencional	Térmica
2022	Julio	4.114,26	3.930,98	80,35	713,87
	Agosto	4.075,82	3.942,47	84,15	615,66
	Septiembre	4.146,78	3.842,93	80,87	788,41
	Octubre	4.113,94	3.834,03	80,34	889,75
	Noviembre	4.216,00	3.780,87	82,63	857,84
	Diciembre	4.261,62	3.196,90	72,94	966,27
2023	Enero	4.575,86	3.266,78	65,51	1.018,32
	Febrero	4.463,67	3.502,61	72,89	1.007,84
	Marzo	4.517,64	4.067,90	72,13	674,30
	Abril	4.531,87	4.170,11	74,73	623,59
	Mayo	4.708,58	4.184,97	67,52	622,50
	Junio	4.534,49	4.116,29	74,68	396,29



En la figura Nro. 17 se presentan las demandas de potencia máximas del año móvil. Dentro de este período de análisis en mayo de 2023 se registró el valor más alto de la demanda máxima, el cual alcanzó un total de 4.708,58 MW.

**FIGURA Nro. 17:** Demanda máxima mensual (MW), (julio 2022 – junio 2023)



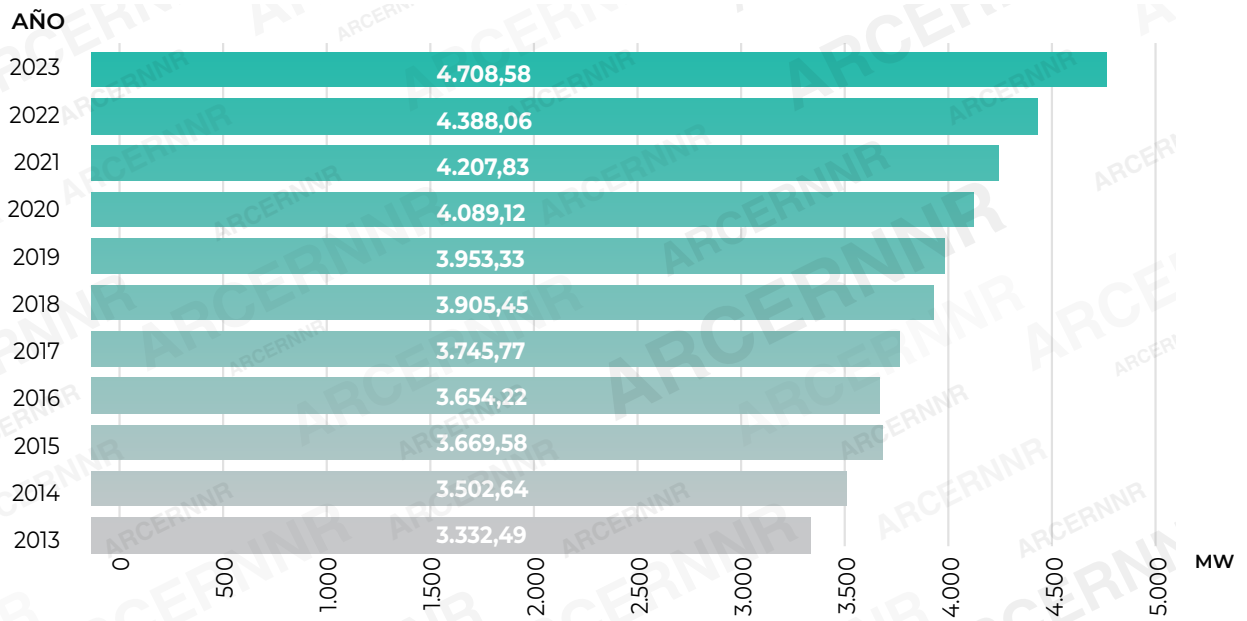
### 3.3 Evolución histórica de la demanda máxima, período 2013 – 2023

En un período de 10 años (julio 2013 – junio 2023), la demanda de potencia máxima pasó de 3.332,49 MW en el 2013 a 4.708,58 MW en el 2023, registrando un incremento del 41,29%. La tabla Nro. 7 resume el detalle de las demandas máximas del período de análisis y la figura Nro.18 muestra el despliegue de la demanda plurianual.

**TABLA Nro. 7:** Demanda máxima de potencia (MW), plurianual

Año Mes	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	3.190,31	3.324,28	3.504,00	3.593,10	3.689,18	3.815,28	3.903,44	4.083,08	4.018,40	4.161,71	4.575,86
Febrero	3.151,74	3.324,14	3.523,27	3.638,11	3.645,86	3.748,54	3.906,90	4.089,12	4.061,84	4.152,33	4.463,67
Marzo	3.214,05	3.369,52	3.540,40	3.654,22	3.692,24	3.905,45	3.886,47	4.032,18	4.101,68	4.252,73	4.517,64
Abril	3.234,29	3.402,35	3.606,74	3.583,04	3.683,19	3.902,63	3.941,81	3.458,73	4.076,13	4.388,06	4.531,87
Mayo	3.185,68	3.396,90	3.601,99	3.586,75	3.687,69	3.816,81	3.949,94	3.626,89	4.051,04	4.238,00	4.708,58
Junio	3.107,99	3.399,01	3.559,68	3.624,79	3.561,15	3.673,05	3.778,59	3.633,50	3.892,24	4.077,14	4.534,49
Julio	3.039,13	3.352,43	3.525,24	3.450,27	3.435,24	3.617,14	3.701,49	3.650,21	3.949,03	4.114,26	-
Agosto	3.080,53	3.292,97	3.471,17	3.490,36	3.577,25	3.585,30	3.668,14	3.712,96	3.960,89	4.075,82	-
Septiembre	3.218,77	3.307,95	3.544,75	3.490,36	3.577,25	3.799,52	3.697,72	3.820,26	4.062,62	4.146,78	-
Octubre	3.187,60	3.373,11	3.591,02	3.457,48	3.674,02	3.657,19	3.790,12	3.935,11	4.065,48	4.113,94	-
Noviembre	3.277,04	3.423,45	3.653,34	3.572,86	3.586,63	3.773,64	3.953,33	3.921,50	4.079,58	4.216,00	-
Diciembre	3.332,49	3.502,64	3.669,58	3.624,67	3.745,77	3.856,97	3.951,68	3.942,30	4.207,83	4.261,62	-
Potencia Máxima	3.332,49	3.502,64	3.669,58	3.654,22	3.745,77	3.905,45	3.953,33	4.089,12	4.207,83	4.388,06	4.708,58

**FIGURA Nro. 18:** Evolución de la demanda máxima período 2013-2023



La figura Nro. 19 presenta los valores máximos anuales (móviles) de la demanda de potencia en el período 2013 - 2023. La demanda tiene un comportamiento incremental, cuyo límite inferior es de 3.332,49 MW en el 2013 y el superior se registra en mayo de 2023 con un valor de 4.708,58 MW.

**FIGURA Nro. 19:** Demanda máxima de potencia (MW), plurianual





CAPÍTULO

# 4

## Producción de Energía Eléctrica



## CAPÍTULO 4

### Producción de Energía Eléctrica

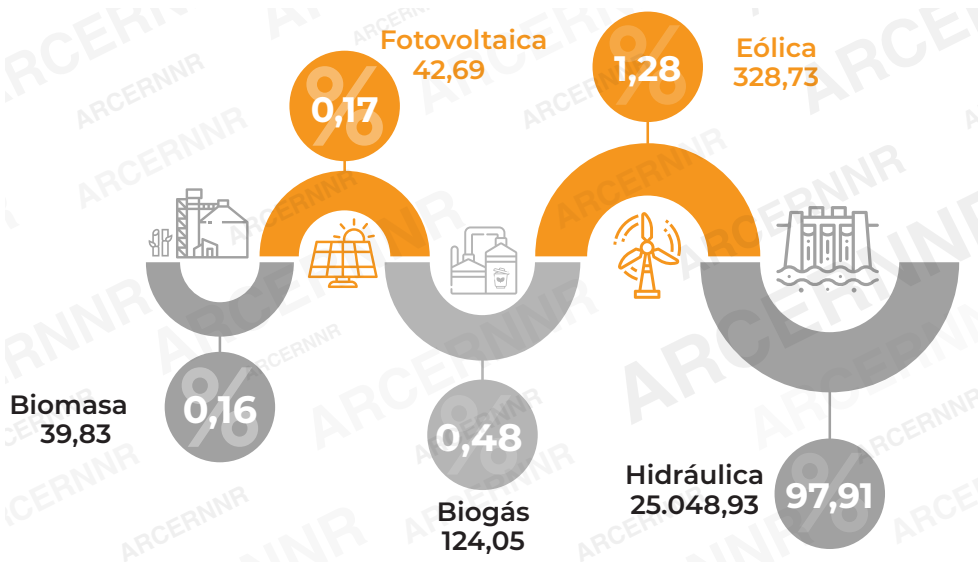
En la tabla Nro. 8, se presenta la producción de energía eléctrica en el Ecuador, considerando la información con corte a junio de 2023; la producción de energía alcanzó 33.943,65 GWh.

**TABLA Nro. 8:** Energía Bruta (GWh)

Tipo de Central	Junio 2023	Julio 2022 Junio 2023	Composición (%)
<b>Energía Renovable</b>			
<b>Hidráulica</b>	2.562,07	25.048,93	73,80
<b>Eólica</b>	24,75	328,73	0,97
<b>Biogás</b>	3,24	124,05	0,37
<b>Fotovoltaica</b>	3,21	42,69	0,13
<b>Biomasa</b>	2,03	39,83	0,12
<b>Total renovable</b>	2.595,30	25.584,23	75,37
<b>Energía No Renovable</b>			
<b>Térmica MCI</b>	363,95	5.810,26	17,12
<b>Turbovapor</b>	95,66	1.309,55	3,86
<b>Turbogás</b>	71,76	1.239,62	3,65
<b>Total no renovable</b>	531,37	8.359,42	24,63
<b>Total general</b>	3.126,67	33.943,65	100,00

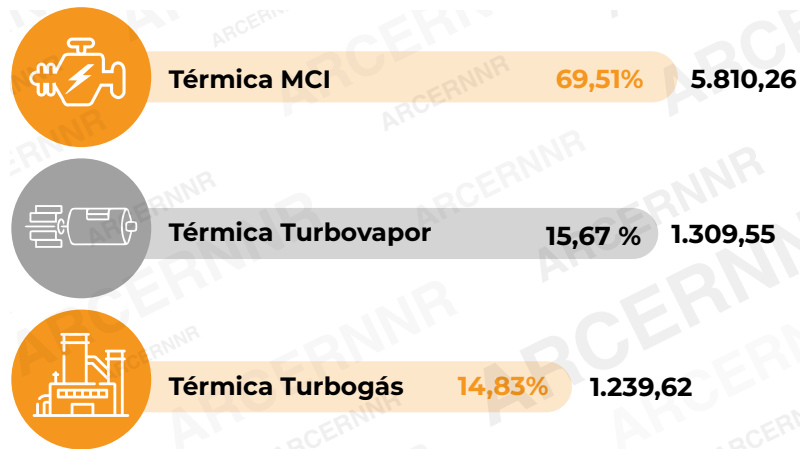
En la figura Nro. 20, se presenta la composición de energía renovable a junio de 2023; siendo la energía proveniente de centrales hidroeléctricas la más predominante con 25.048,93 GWh lo que representó el 97,91 % de la producción de energía renovable.

**FIGURA Nro. 20:** Energía renovable (GWh)



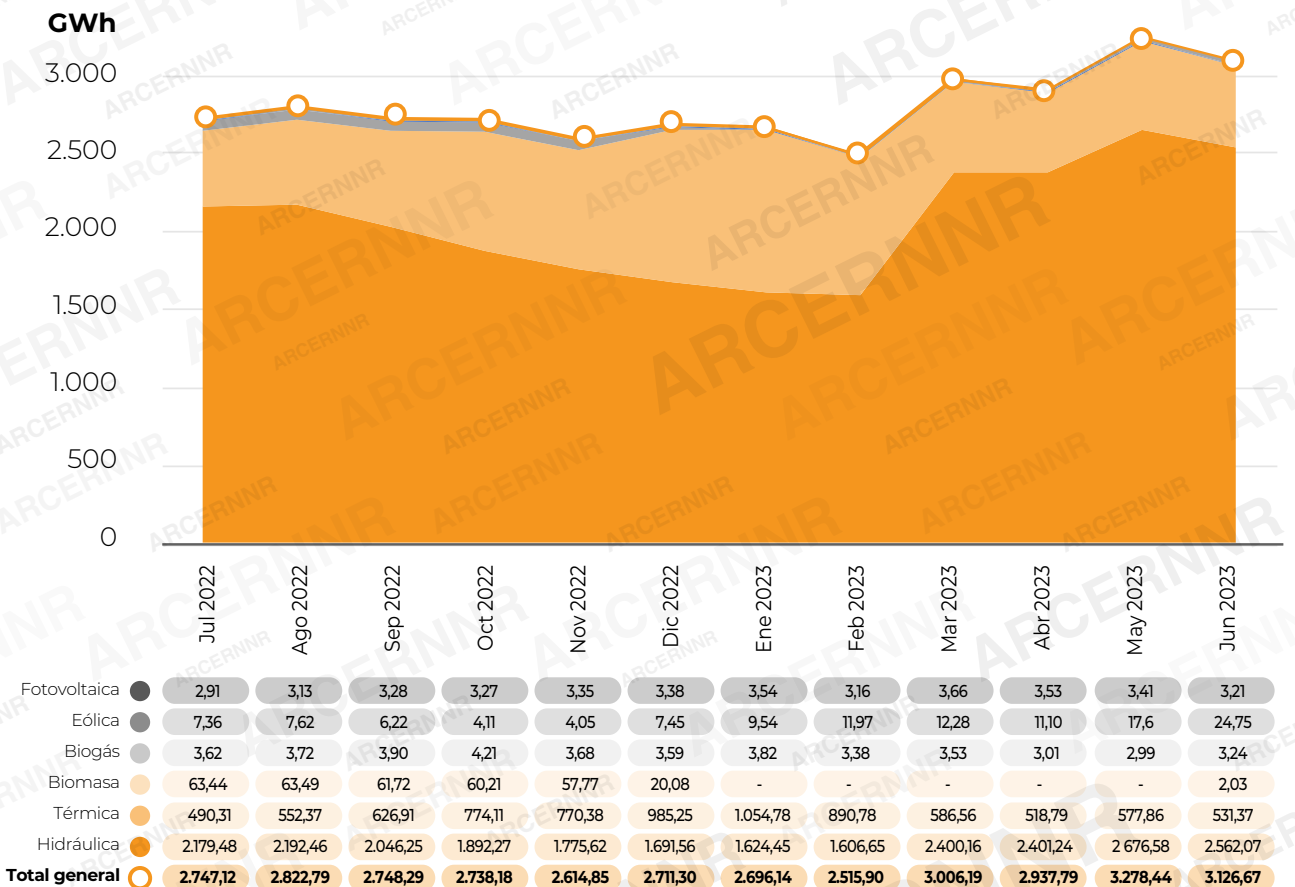
En la figura Nro. 21, se presenta la composición de energía no renovable con corte a junio de 2023; siendo la energía proveniente de centrales a MCI la más predominante con 5.810,26 GWh lo que representó el 69,51 % de la producción de energía no renovable.

**FIGURA Nro. 21:** Energía no renovable (GWh)



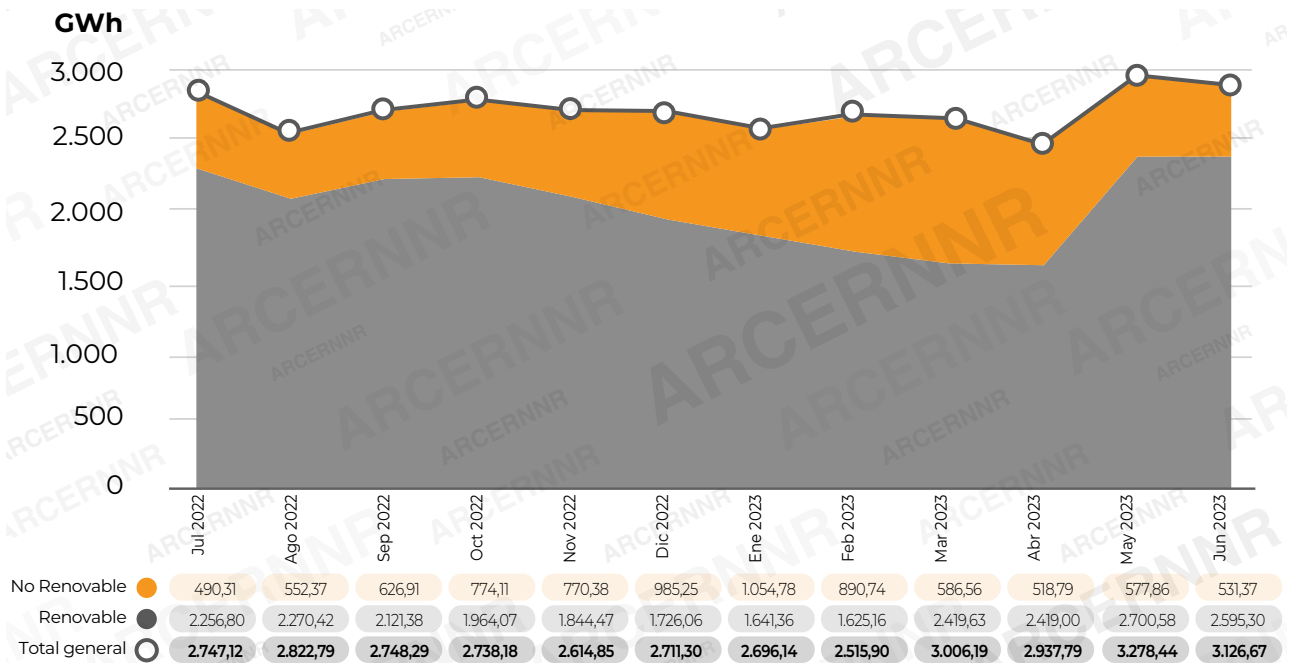
En la figura Nro. 22, se presenta la producción mensual de electricidad por tipo de fuente, a junio de 2023, registrándose en mayo de 2023 la mayor producción con 3.278,44 GWh.

**FIGURA Nro. 22:** Energía bruta por tipo de fuente (GWh)



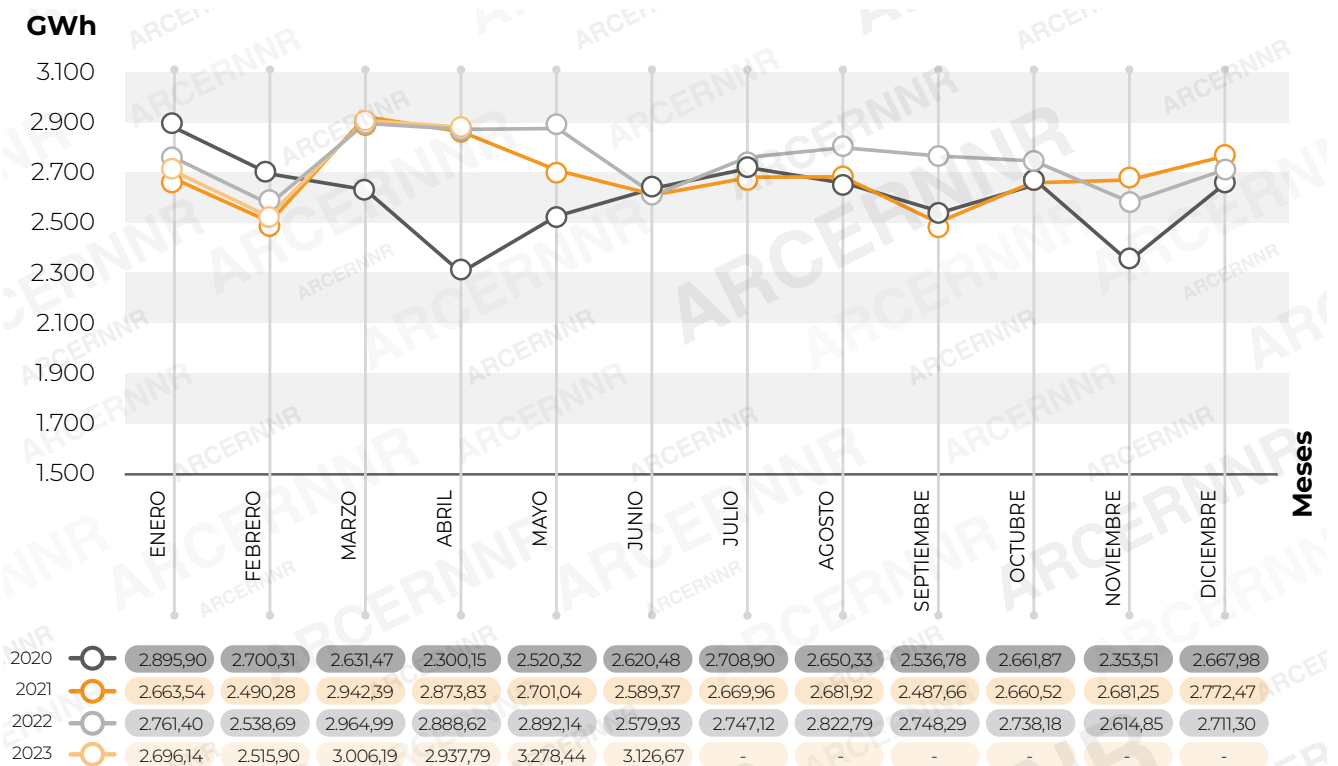
En la figura Nro. 23, se presenta la producción mensual de electricidad por tipo de energía, a junio de 2023, registrándose a nivel de todo el sistema que 25.584,23 GWh 75,37 % corresponde a energía renovable y 8.359,42 GWh 24,63 % a energía no renovable.

**FIGURA Nro. 23:** Energía bruta renovable y no renovable (GWh)



En la figura Nro. 24, se presenta un comparativo de la producción mensual de energía eléctrica entre el 2020, 2021, 2022 y 2023; se observa una marcada disminución de la producción de energía durante el primer semestre del 2020 que coincide con la etapa de confinamiento dispuesta por los temas derivados de la pandemia por Covid-19.

**FIGURA Nro. 24:** Comparativo energía bruta (GWh)





CAPÍTULO

# 5

## Metodología para pronóstico de la demanda de corto plazo en sistemas de distribución eléctrica – CNEL Guayas – Los Ríos



## Metodología para pronóstico de la demanda de corto plazo en sistemas de distribución eléctrica – CNEL Guayas – Los Ríos

Ing. Martín Coronel Garcés  
 Profesional de Planificación  
 Departamento de Planificación  
 CNEL EP Unidad de Negocio Guayas Los Ríos

### 5.1 Pronóstico de la demanda de corto plazo

#### 5.1.1 Introducción

La estimación de la demanda de energía y potencia es un aspecto importante en la planificación de sistemas eléctricos de distribución, que permite la toma de decisiones operativas y estratégicas para el cumplimiento de la normativa y requerimientos técnicos de: calidad de servicio, cobertura, expansión, mantener nivel óptimo de tensión y corriente suministradas en diferentes puntos de la red, y el funcionamiento y operación de equipos e instalaciones dentro de sus rangos nominales.

El pronóstico de la demanda es el requisito fundamental para lograr la gestión sostenible de la energía y la operación económica de los sistemas de distribución.

En el presente trabajo se realiza el pronóstico de la demanda de energía eléctrica de CNEL EP GLR, utilizando modelos matemáticos de Promedios Estacionales con Tendencias y Estacionalidad y de Holt – Winters Aditivo y Multiplicativo, considerando la disponibilidad de datos mensuales de la serie histórica de enero 2018 a diciembre de 2022.

#### 5.1.2 Datos históricos y horizonte predictivo

Para la predicción de la energía y la demanda, se utilizó data histórica de resolución mensual de la energía y demanda máxima del sistema eléctrico de CNEL EP Unidad de Negocio Guayas Los Ríos, de enero de 2018 a diciembre 2022, con un total de 60 meses de observaciones.

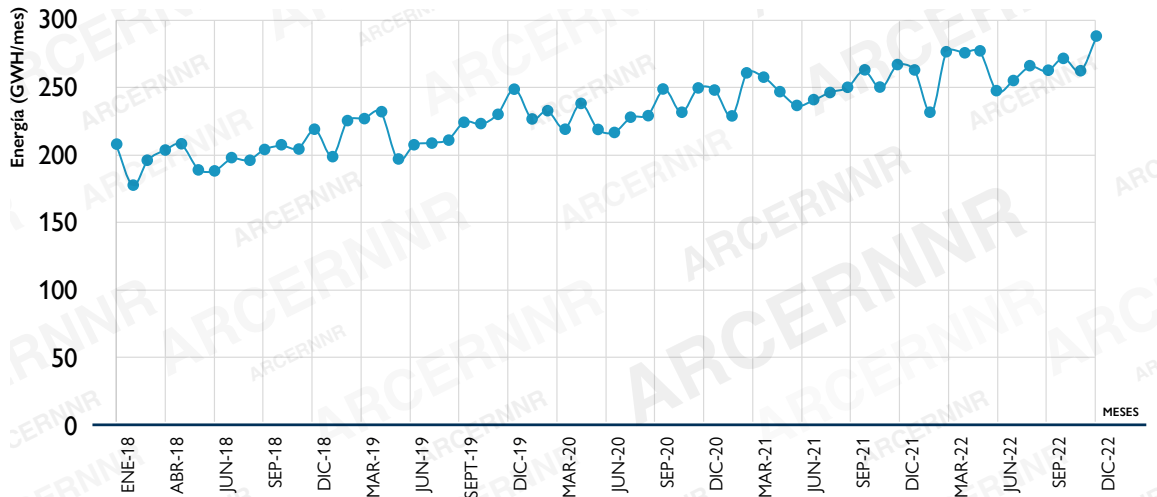
Para establecer una relación entre el horizonte histórico y el tamaño del horizonte predictivo, de acuerdo a estudios y experiencias recomiendan hacer predicciones con un horizonte hasta el 25% del número de observaciones. En el caso presentado, el horizonte predictivo (HP) es de un año.

#### 5.1.3 Análisis de gráfico de secuencias de la serie de la energía

El análisis preliminar de una serie permite detectar las características más importantes como: tendencia, estacionalidad, ciclos, y componente irregular o ruido.



**FIGURA Nro. 25:** Secuencia de serie de tiempo energía disponible GLR, período 2018-2022



Meses	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	206,4	215,8	244,5	243,6	257,9
Febrero	176,9	197,1	223,6	225,2	227,7
Marzo	194,5	222,1	229,1	255,6	270,7
Abril	201,5	223,9	216,5	252,7	270,0
Mayo	205,5	228,3	234,3	242,2	270,6
Junio	188,3	195,0	216,3	232,8	243,1
Julio	187,1	205,1	214,1	236,6	250,4
Agosto	195,5	206,7	224,5	242,3	260,2
Septiembre	194,6	208,9	226,4	245,5	257,1
Octubre	202,1	221,3	244,2	257,3	266,1
Noviembre	204,7	219,9	228,0	245,1	257,1
Diciembre	202,8	227,0	244,8	261,3	281,7
<b>Total</b>	<b>2.359,8</b>	<b>2.571,1</b>	<b>2.746,2</b>	<b>2.940,3</b>	<b>3.112,6</b>

### 5.1.4 Modelos de pronóstico de la demanda de corto plazo

Una revisión sucinta a la literatura técnica de los modelos de pronóstico de la demanda eléctrica y sus principales resultados, establecen que su comportamiento se explica en gran parte por su estacionalidad y su crecimiento en el tiempo, criterio a partir del cual se realiza la selección, para la construcción y validación de tres modelos bajo la metodología de series temporales de la demanda eléctrica:

- Modelo de promedios estacionales con tendencias;
- Modelo de Holt-Winters aditivo; y
- Modelo de Holt-Winters multiplicativo.

El modelo de Promedios Estacionales con Tendencias, a través de técnicas de evaluación de índices y de regresión permiten desagregar los componentes estacionales y de tendencia de la demanda, con lo que se puede construir un modelo de pronóstico con un gran nivel de precisión y desempeño.

La utilización de modelos Holt-Winters permite establecer de forma sencilla con la determinación de unos pocos parámetros, previsiones con un gran nivel de desempeño, para variables como la demanda que presenta una marcada estacionalidad y de crecimiento en el tiempo. El modelo de Holt - Winters es útil para el pronóstico a corto y mediano plazo de la demanda de energía eléctrica [2].

Estos niveles de error en el pronóstico se comparan con criterios como: el error Absoluto Medio (MAE); El Error Absoluto Medio Porcentual (MAPE); y la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE).



### 5.1.4.1 Modelo de Promedios Estacionales con Tendencias

Para la aplicación de este modelo, una vez verificado la estacionalidad y tendencias de los datos a proyectar se realizan los siguientes pasos:

- Cálculo de los índices de estacionalidad;
- Eliminar la estacionalidad de los valores de la demanda, dividiendo para el índice de estacionalidad;
- Seleccionar un modelo de regresión para las demandas sin estacionalidad calculada;
- Proyectar la demanda sin estacionalidad con el modelo de regresión seleccionado;
- Obtener la proyección final multiplicando los valores proyectados por el índice de estacionalidad.

Índice de Estacionalidad para el mes  $i$   $I_{ei}$ :

$$I_{ei} = \frac{X_{i,j,t}}{\text{Promedio}(X_{ij})}$$

Demanda sin estacionalidad  $X_{i,j(des)}$ :

$$X_{i,j,t(des)} = \frac{X_{i,j,t}}{I_{ei}}$$

Demanda proyectada  $\hat{X}_{i,j}$ :

$$\hat{X}_{i,j,t} = \hat{X}_{i,j,t(des)} \times I_{ei}$$

Donde:

$X_{i,j,t}$  valor real de la demanda mes  $i$  año  $j$  período  $t$ ;

$X_{i,j,t(des)}$  valor de la demanda sin estacionalidad mes  $i$  año  $j$  período  $t$ ;

$\hat{X}_{i,j,t(des)}$  pronóstico de la demanda sin estacionalidad mes  $i$  año  $j$  período  $t$ ;

$\hat{X}_{i,j,t}$  pronóstico de la demanda sin estacionalidad mes  $i$  año  $j$  período  $t$ .

El siguiente modelo *Holt - Winters*, conocido como suavización exponencial triple ajustada a la tendencia y a la variación estacional, permite el procesamiento de series univariantes que contienen factores de tendencia y estacionalidad. El enfoque de suavización exponencial de Holt - Winters incluye métodos para patrones estacionales: aditivo y multiplicativo.

### 5.1.4.2 Modelo Holt-Winters aditivo

La suavización exponencial de forma aditiva, se basa en el cálculo de cuatro componentes:

Suavización exponencial o nivel estimado  $A_t$ :

$$A_t = \alpha (X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad \alpha \in (0,1)$$

Estimación de la Tendencia  $T_t$ :

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \beta \in (0,1)$$

Estimación de la Tendencia  $S_t$ :

$$S = \gamma (X_t - A_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad \gamma \in (0,1)$$

Predicción de  $m$  periodos en el futuro  $\hat{X}_{t+m}$ :

$$\hat{X}_{t+m} = A_t + m T_t + S_{t+m-s}$$

### 5.1.4.3 Modelo Holt-Winters multiplicativo

La suavización de forma multiplicativa, se basa en el cálculo de cuatro componentes, con sus correspondientes ecuaciones:

Suavización exponencial o nivel estimado  $A_t$ :

$$A_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad \alpha \in (0,1)$$

Estimación de la Tendencia  $T_t$ :

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \beta \in (0,1)$$

Estimación de la Estacionalidad  $S_t$ :

$$S = \gamma \frac{X_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad \gamma \in (0,1)$$

Predicción de  $m$  periodos en el futuro de  $\hat{X}_{t+m}$  :

$$\hat{X}_{t+m} = (A_t + m T_t) S_{t+m-s}$$

Donde:

$A_t$  es el valor suavizado para el nivel de la serie en el período  $t$ ;

$\alpha$  constante de suavización exponencial para el nivel;

$X_t$  valor real de la serie período  $t$ ;

$T_t$  componente de tendencia de la serie para el período  $t$ ;

$\beta$  constante de suavización exponencial para la tendencia;

$S_t$  componente estacional de la serie para el período  $t$ ;

$S_{t-s}$  componente estacional de la serie calculado para el período  $t-s$ ;

$\gamma$  constante de suavización exponencial para la estacionalidad;

$S$  longitud de tiempo de la estacionalidad;

$m$  períodos futuros a predecir; y

$\hat{X}_{t+m}$  predicción de Holt – Winters para el período  $t+m$ .

### 5.1.5 Criterios técnicos de desempeño de pronóstico de corto plazo

La precisión del pronóstico es un criterio importante para comparar la efectividad y evaluar la validez del mismo. Para estimar el rendimiento y confiabilidad se realiza un análisis basado en tres medidas estadísticas:

- Error de porcentaje absoluto medio (MAPE);
- Desviación absoluta media (MAD); y
- Error cuadrático medio o desviación cuadrática media (MSD).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t|}{n}$$

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}{n}$$

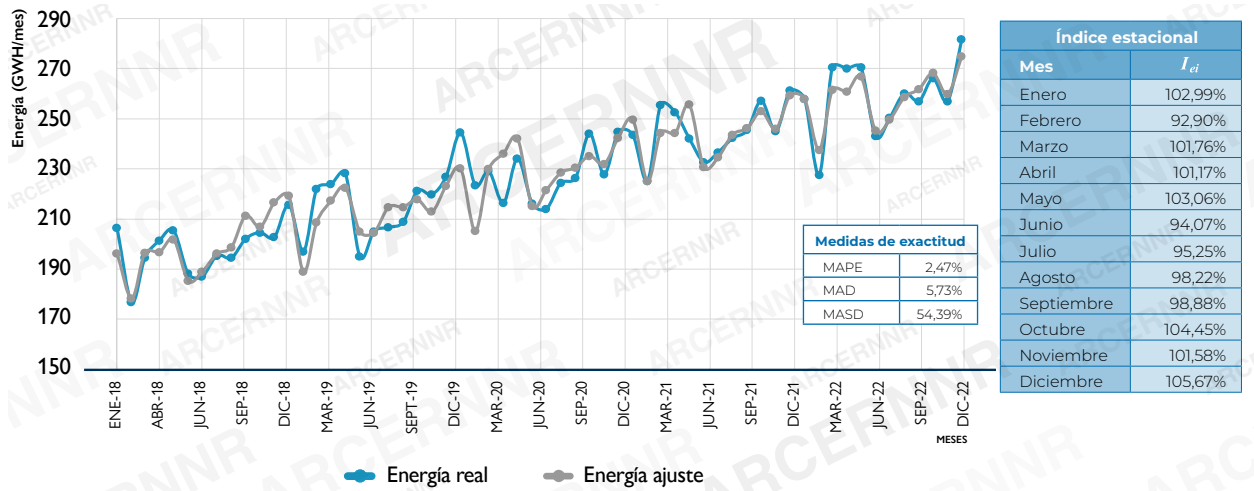
$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right|}{n} \times 100$$



## 5.1.6 Resultados

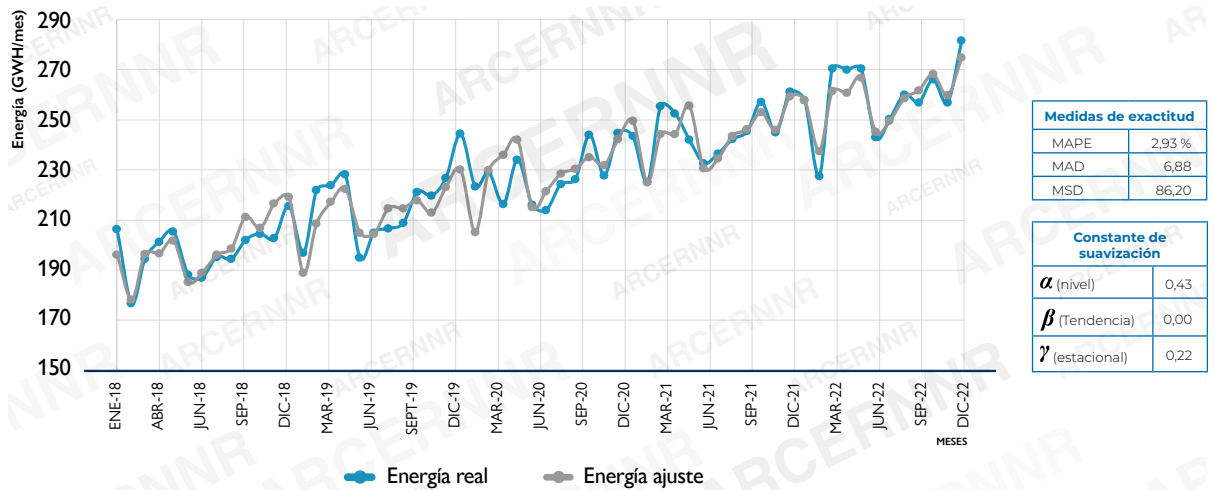
### 5.1.6.1 Modelo de Promedios Estacionales con Tendencias

**FIGURA Nro. 26:** Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 Promedios estacionales con tendencia



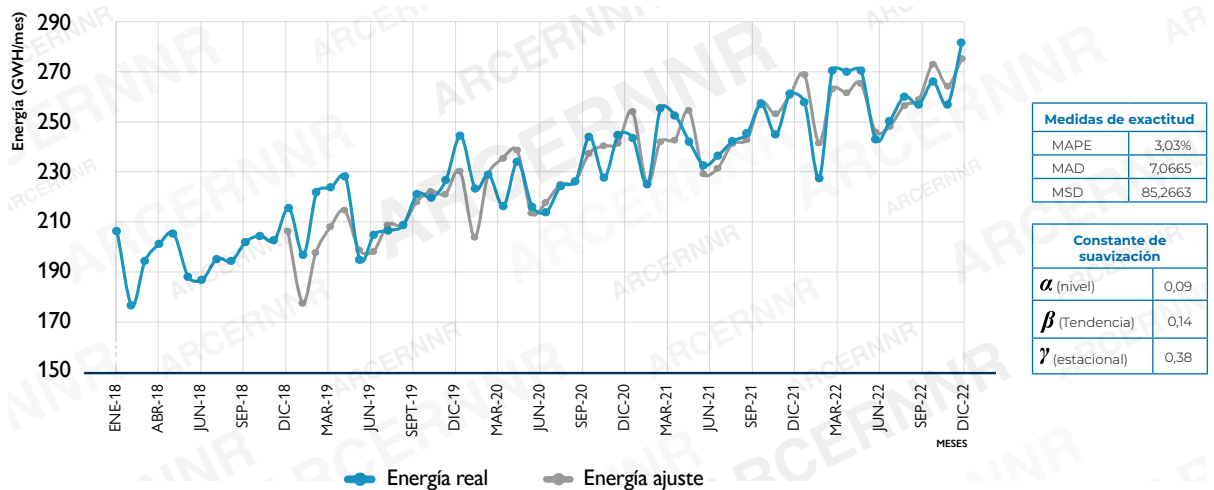
### 5.1.6.2 Modelo Holt-Winters aditivo

**FIGURA Nro. 27:** Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 Holt-Winters aditivo



### 5.1.6.3 Modelo Holt-Winters multiplicativo

**FIGURA Nro. 28:** Energía real y ajustada GLR, período 2018-2022 Holt-Winters multiplicativo



### 5.1.6.4 Resultados de indicadores de desempeño de los modelos

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los indicadores de desempeño (error) obtenido para cada uno de los modelos.

Para los modelos Holt-Winters aditivo, como el Holt-Winters multiplicativo, los parámetros de las constantes de suavización de nivel, tendencia y estacionalidad denominados como  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  en su orden, son obtenidos mediante un proceso de optimización, que minimiza el error porcentual absoluto medio MAPE.

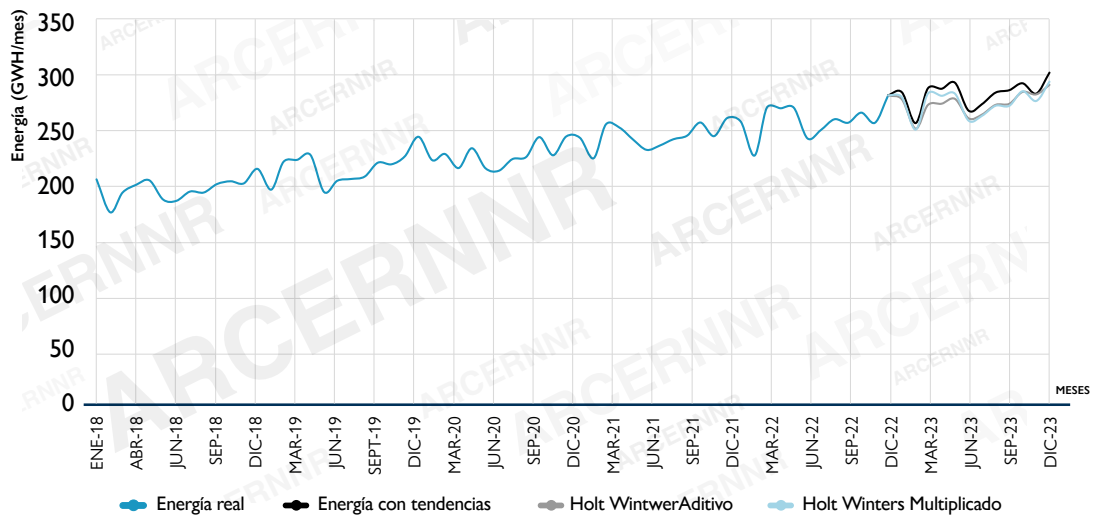
**TABLA Nro. 9:** Indicadores de desempeño de los modelos

Descripción	Unidades	Promedios Estacionales con Tendencia	Holt-Winters aditivo	Holt-Winters multiplicativo
MAPE	(%)	2,47%	2,93%	3,03%
MAD	GWH/mes	5,73	6,88	7,07
MSD	GWH2/mes2	54,39	86,20	85,27

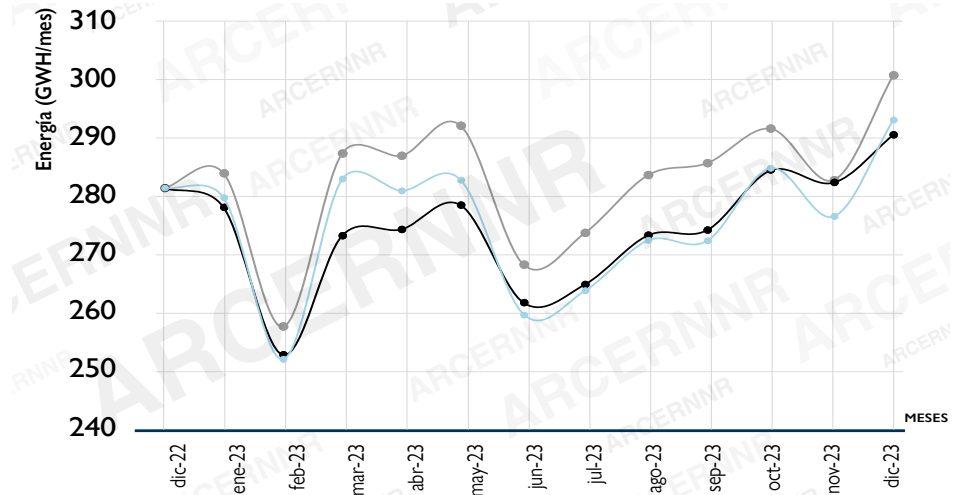
El modelo de Promedio Estacional con Tendencia registra el menor valor de error porcentual absoluto medio MAPE 2,47%, seguido del modelo Holt-Winters aditivo que obtuvo el 2,93% y luego el modelo Holt-Winters multiplicativo con el 3,03%

### 5.1.6.5 Pronóstico de la demanda 2023

**FIGURA Nro. 29:** Registro y pronóstico de energía disponible GLR, período 2018-2023



2023	Unidades	Promedios Estacionales con Tendencia	Holt-Winters aditivo	Holt-Winters multiplicativo
enero	GWH	284,3	278,2	280,0
febrero	GWH	256,9	251,9	251,0
marzo	GWH	287,9	273,2	283,3
abril	GWH	287,5	274,3	281,2
mayo	GWH	292,8	278,7	283,1
junio	GWH	268,0	261,2	259,0
julio	GWH	273,7	264,5	263,3
agosto	GWH	284,0	273,3	272,3
septiembre	GWH	286,2	274,2	272,3
octubre	GWH	292,3	284,9	285,3
noviembre	GWH	283,1	282,7	276,6
diciembre	GWH	301,8	291,2	293,8
<b>Total</b>		<b>3.398,7</b>	<b>3.288,4</b>	<b>3.301,3</b>

**FIGURA Nro. 30:** Pronóstico de energía disponible GLR, año 2023

### 5.1.7 Conclusiones

- El pronóstico de la demanda es un aspecto importante en la planificación de los sistemas de distribución, para la toma de decisiones estratégicas de operación, cumplimiento de normativa y calidad de servicio de la red. Además, aporta en la dinámica de requerimientos energéticos del sistema eléctrico, favoreciendo al desarrollo de instrumentos estadísticos y de modelamiento matemático de la empresa.
- Para el pronóstico de la demanda de energía se utilizaron tres diferentes modelos: a) Promedio Estacional con Tendencia, b) Holt-Winters aditivo; y c) Holt-Winters multiplicativo.
- La formulación matemática de los modelos fue descrita mediante fórmulas, a partir de las cuales se obtuvieron los resultados del pronóstico de corto plazo de la energía mensual, para el año 2023.
- El criterio de selección del modelo que mejor explique la previsión de la demanda se lo realizó a partir del valor del Error Porcentual Absoluto Medio, MAPE, habiendo el modelo de Promedio Estacional con Tendencia obtenido el menor valor de MAPE, 2,47%, seguido del modelo Holt-Winters aditivo que obtuvo el 2,93% y luego el modelo Holt-Winters multiplicativo con el 3,03%.

### 5.1.8 Recomendaciones

El pronóstico de la demanda al constituirse en uno de los aspectos más relevantes en la planificación de la distribución se recomienda que se propongan y evalúen nuevos modelos que permitan aportar con una mayor precisión, dentro del proceso de mejora de la eficiencia del sector de distribución.

### 5.1.9 Bibliografía

- [1] Trull Domínguez Oscar, Predicción a corto plazo de la demanda horaria de energía eléctrica mediante modelos optimizados de Holt-Winters múltiples - estacionales, Instituto Politécnico de Valencia, España, 2019.
- [2] Mejía V. Eduar y Gonzales Ch. Salome, Predicción del Consumo de energía eléctrica residencial de la Región Cajamarca mediante modelos Holt – Winters, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú, 2019.



CAPÍTULO

# 6

**AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL  
DE ELECTRICIDAD**

## **Normativa emitida por la ARCERNNR en el 2023**

## CAPÍTULO 6

# Normativa emitida por la ARCERNNR en el 2023

## REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-003/23 «Procedimiento para la elaboración de encuestas de satisfacción de los consumidores de las empresas eléctricas de distribución y comercialización de energía»

### OBJETIVO DE LA REGULACIÓN

Establecer una metodología general, que permita medir y evaluar la percepción de los consumidores, por el Servicio Público de Energía Eléctrica y el Servicio de Alumbrado Público General, prestado por parte de las Empresas Eléctricas Distribuidoras del país, con el fin de determinar puntos de mejora en los servicios prestados.

### ÁMBITO

Esta regulación debe ser verificada por la ARCERNNR cómo responsable del control y cumplimiento de la normativa vigente, y cumplida por las Empresas Eléctricas de Distribución y las Empresas Encuestadoras, como responsables del proceso de ejecución de las encuestas.

### Contenido de la Regulación

- a. Responsabilidades institucionales;
- b. Categorías de consumidores a encuestar;
- c. Contenido del plan anual de encuestas, fecha para la entrega del plan de encuestas, fecha para realizar el plan encuestas, fecha de entrega de resultados;
- d. Determinación del tamaño de muestras;
- e. Secciones a investigar;
- f. Modelo de encuestas;
- g. Tabulación de resultados;
- h. Límites de los índices de satisfacción.

### Definiciones

**Encuesta:** Conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de consumidores, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afectan.

**Muestra:** Es una parte representativa de la población que refleja las similitudes y diferencias encontradas en la población.

**Muestreo aleatorio simple:** Técnica probabilística mediante la cual se asigna un número a cada elemento de la población y se eligen tantos elementos como sean necesarios para completar el tamaño de la muestra requerida.

## Categoría de consumidores a encuestar

- Categoría residencial.
- Categoría industrial y comercial.

## Contenido del plan de encuestas

- Número de consumidores a encuestar;
- Propuesta de cronograma de ejecución de las campañas de encuestas;
- Nombre de los responsables del plan de encuestas.

## Fecha para la entrega del plan de encuestas

Las Empresas Eléctricas Distribuidoras deberán entregar a la ARCERNNR, hasta el último día laborable del mes de enero del año  $n$ , el plan anual de la campaña de encuestas, con corte de información hasta diciembre del año anterior ( $n-1$ ).

## Fecha para realizar la campaña de encuestas

Una vez presentado el plan anual de encuestas en el mes de enero del año  $n$ , las Empresas Eléctricas Distribuidoras deberán realizar las campañas de encuestas hasta el mes de octubre del mismo año  $n$ .

## Fecha de entrega de resultados

La Empresa Eléctrica Distribuidora deberá entregar a la ARCERNNR, hasta el 15 de diciembre de cada año, los resultados de la campaña de encuestas del año en curso.



## Determinación del tamaño de la muestra

El número de encuestados para cada categoría se determinará de forma aleatoria, considerando un margen de error máximo del 5% e intervalo de confianza mínimo del 95%.

$$n = \frac{N * Z^2 * P * (1 - P)}{D^2 * (N - 1) + Z^2 * P * (1 - P)}$$

Donde:

- $n$**  Número de encuestas a realizar.
- $N$**  Número de usuarios.
- $D$**  Margen de error máximo del 5%.
- $Z$**  Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza seleccionado, en este caso 95%, valor de  $Z$  igual a 1,96.
- $P$**  Porcentaje de respuesta; para el cálculo será igual a 0,50.



## Secciones a investigar

### Servicio Público de Energía Eléctrica

- Producto y Servicio Técnico.
- Información y comunicación con el cliente.
- Factura.
- Atención al cliente.

### Servicio de Alumbrado Público General

- Percepción de la infraestructura.
- Agilidad en la atención.
- Percepción del servicio.

## Tabulación de resultados

Escala	Nivel de satisfacción
1	Totalmente insatisfecho
2	Insatisfecho
3	Algo satisfecho
4	Satisfecho
5	Totalmente satisfecho
6	Desconoce del tema

## Límite de los índices de satisfacción

El 75% o más de los consumidores deberán encontrarse en la escala 4 y 5.

## REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-004/23 «Procedimiento para la atención de reclamos presentados por parte de los consumidores o usuarios finales de las empresas eléctricas de distribución»

### OBJETIVO DE LA REGULACIÓN

Establecer el procedimiento que deben aplicar las empresas eléctricas distribuidoras y la ARCERNNR, para atender los reclamos que presenten los consumidores o usuarios finales, respecto de la prestación del servicio público de energía eléctrica, del servicio de alumbrado público general y de carga de vehículos eléctricos.

### ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los consumidores, las empresas eléctricas que prestan el servicio de distribución, comercialización de energía eléctrica, alumbrado público general y carga de vehículos eléctricos.

## Base legal

El artículo 64 del Reglamento general de la LOSPEE dispone que: *“El consumidor realizará su reclamo ante la distribuidora, en primera instancia. De no estar de acuerdo con la resolución de la empresa eléctrica distribuidora podrá recurrir ante la ARCONEEL quien resolverá en segunda instancia.”*

## Contenido de la Regulación

- a. Derechos y obligaciones del consumidor o usuario final;
- b. Derechos y obligaciones de la empresa eléctrica distribuidora;
- c. Las instancias administrativas a que tiene derecho un usuario para la atención de un reclamo;
- d. Procedimientos para la atención de reclamos presentados por parte de los consumidores o usuarios finales de las empresas eléctricas distribuidoras;
- e. Los tiempos máximos para la atención, verificación y resolución de los reclamos presentados por los usuarios del SPEE, SAPG y SCVE\* a las empresas eléctricas distribuidoras;
- f. Tiempos máximos que la empresa distribuidora debe cumplir para la atención de cada tipo de reclamos;
- g. Procedimiento administrativo para atención de reclamos en segunda instancia por parte de la ARCERNNR.

## Tipos de reclamos

- **Reclamos técnicos:** Corresponden a aquellos reclamos relacionados con la calidad del producto y calidad del servicio técnico; y, los reclamos por deficiencias técnicas del Alumbrado Público General.
- **Reclamos comerciales:** Corresponden al incumplimiento en el tiempo de reconexión del servicio, entrega de planillas de consumo eléctrico, defectos del sistema de medición, errores cometidos en la toma de lecturas de consumo, o por inconsistencias en la facturación o ambas.
- **Reclamos por daños a equipos o artefactos:** Corresponden a los reclamos de los consumidores o usuarios finales relacionados con daños de equipos o artefactos eléctricos o electrónicos, por causas imputables a la empresa eléctrica distribuidora.

## Procedimiento para atención de reclamos de segunda instancia

- **Presentación:** El reclamo puede presentarse enviándolo al correo institucional, o a través de la página web de la ARCERNNR, dentro del término de ocho (8) días posteriores a la recepción de la notificación de la resolución de primera instancia de la empresa eléctrica distribuidora.
- **Atención del reclamo:** La Agencia notificará por escrito a la empresa eléctrica distribuidora el reclamo presentado por el consumidor y le solicitará la entrega de los descargos que correspondan.

\* **SPEE** Servicio Público de Energía Eléctrica  
**SAPG** Servicio de Alumbrado Público General  
**SCVE** Servicio de Carga de Vehículos Eléctricos

- **Periodo probatorio:** Una vez concluido el término para la presentación de descargos, la ARCERNNR iniciará la etapa para el período probatorio.
- **Informe técnico y legal:** Finalizado el período probatorio, la ARCERNNR, elaborará el correspondiente informe técnico y legal, el que podrá determinar o no la responsabilidad de la empresa eléctrica distribuidora.
- **Resolución:** Sobre la base del informe técnico y legal, servirá de sustento para la emisión de la resolución administrativa respectiva por parte de la ARCERNNR, la cual será notificada a la empresa eléctrica distribuidora y al consumidor o usuario final.

## **REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-006/23 «Marco regulatorio de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores no regulados de energía eléctrica»**

### **OBJETIVO DE LA REGULACIÓN**

Establecer el procedimiento de calificación, así como las disposiciones técnicas y comerciales para la incorporación de sistemas de generación distribuida basadas en fuentes de energía renovable no convencional para el autoabastecimiento de consumidores no regulados a la red eléctrica de distribución.

### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Consumidores no regulados: Consumos propios y grandes consumidores.

### **DEFINICIONES**

- **Sistema de Generación Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA):** Conjunto de equipos para la generación de energía eléctrica que aprovecha recursos energéticos renovables no convencionales para el autoabastecimiento de consumidores finales y que se conecta a una red de distribución.
- **Generación Distribuida:** Pequeñas centrales de generación instaladas cerca del consumo y conectadas a la red de la distribuidora.
- **Contrato de conexión:** Contrato suscrito entre un participante mayorista y el transmisor o, entre un participante mayorista y el distribuidor, para el uso de sus sistemas eléctricos, en el cual se establecen los derechos y las obligaciones de las partes.

### **Contenido de la regulación**

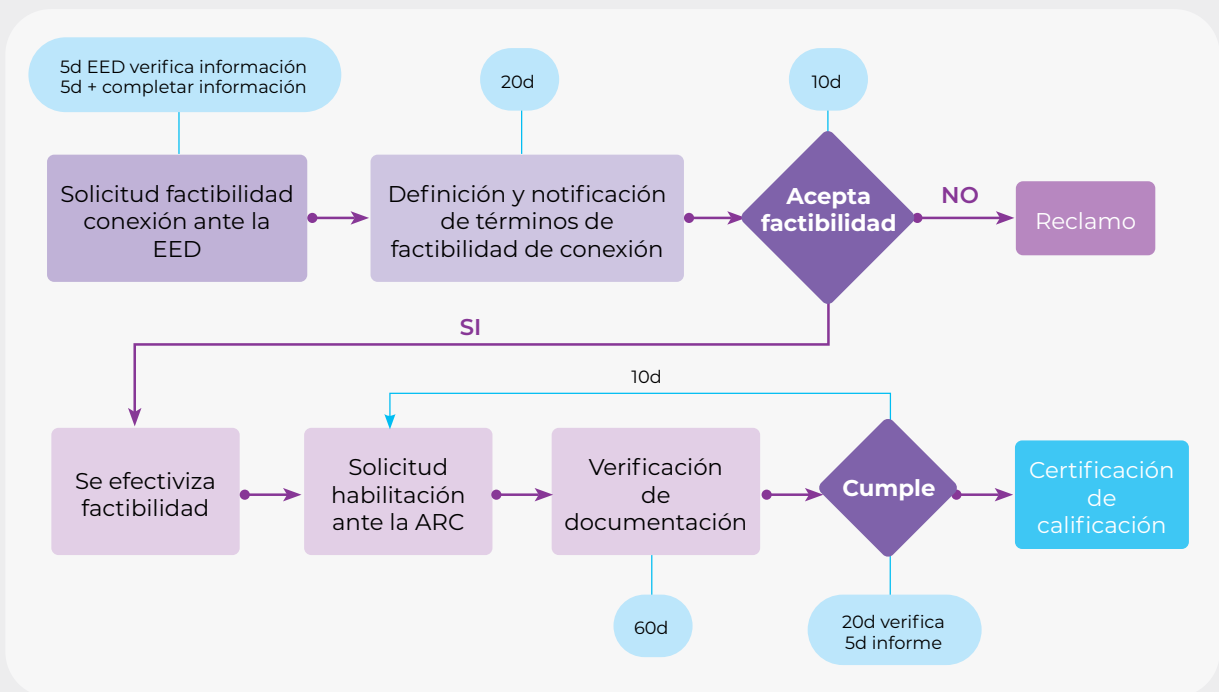
- a. La caracterización de los SGDA de Consumidores No Regulados;
- b. El procedimiento y los requisitos para la solicitud, evaluación y otorgamiento de la factibilidad de conexión de las SGDA;
- c. Las consideraciones sobre la implementación, medición, despacho y operación de SGDA; y,
- d. El tratamiento comercial de la energía de las SGDA.



### Caracterización del SGDA

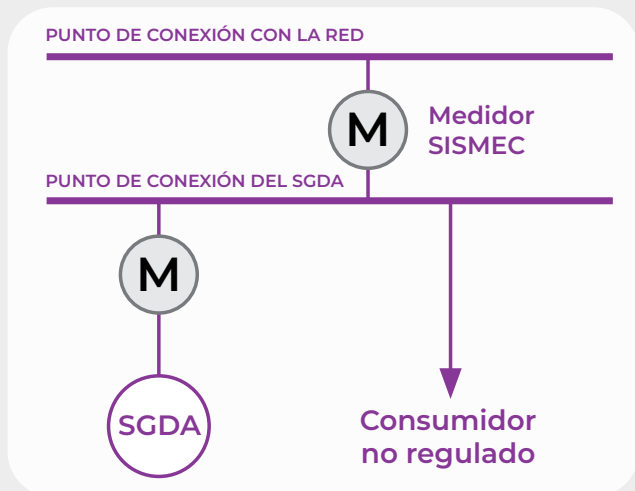
- El SGDA deberá cumplir con el concepto de generación distribuida.
- La potencia nominal deberá ser menor a un (1) MW.
- Dispone del equipamiento y controles necesarios para impedir la inyección de energía a las redes eléctricas de distribución.
- Las instalaciones del SGDA y la demanda del consumidor no regulado deberán estar ubicadas en un mismo inmueble o predio.
- Es de propiedad del consumidor no regulado.
- Es financiada, construida, operada, mantenida y administrada por el consumidor no regulado, o a través de terceros será notificada a la empresa eléctrica distribuidora y al consumidor o usuario final.

### Procedimiento



### Medición

- Los consumidores no regulados deberán disponer de SISMEC oficializado ante el CENACE.
- Un medidor unidireccional en el punto de conexión del SGDA con el consumidor no regulado.



## Pruebas y conexión

- a. El proceso de conexión del SGDA a la red de distribución se realizará en coordinación entre el consumidor no regulado y la empresa distribuidora.
- b. Las pruebas y requisitos técnicos para la conexión de un SGDA a la red de distribución, se podrá tomar como referencia la norma al estándar IEEE 1547™-2018, en lo que sea aplicable.
- c. Una vez cumplidas con las pruebas del SGDA, y de los equipos del campo de conexión, la empresa distribuidora suscribirá con el consumidor no regulado un contrato de conexión.
- d. Luego de la suscripción del contrato de conexión, la Distribuidora autorizará la conexión e inicio de operación del SGDA.

## REGULACIÓN Nro. ARCERNR-007/23 «Marco normativo para la prestación del servicio de alumbrado público general»

### OBJETIVO DE LA REGULACIÓN

Normar las condiciones técnicas del Servicio de Alumbrado Público General y disposiciones generales para la prestación del alumbrado ornamental he intervenido.

### ÁMBITO

Esta regulación debe ser cumplida por: las Empresas Distribuidoras de Electricidad, los consumidores de dichas empresas, los GAD, la Policía Nacional, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN.

### Contenido de la regulación

- a. Competencias de los participantes del SAPG;
- b. Parámetros fotométricos para el SAPG;
- c. Energía consumida por el alumbrado público;
- d. Cálculo de la tasa de fallas del SAPG;
- e. Requisitos para que los escenarios deportivos sean categorizados como parte del SAPG;
- f. Aspectos del plan anual mantenimiento del SAPG;
- g. Inspecciones para verificar el estado del SAPG.

## Definiciones

**Alumbrado público general:** Comprende los sistemas de alumbrado de vías públicas, para tránsito de personas y vehículos, incluye también los sistemas de iluminación de escenarios deportivos de acceso y uso público, no cerrados, cubiertos o no, de propiedad pública o comunitaria, ubicados en los sectores urbanos y rurales. Excluye la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida.

**Alumbrado público intervenido:** Es la iluminación de vías que, debido a planes o requerimientos específicos de los gobiernos autónomos descentralizados, difieren de los niveles de iluminación establecidos por regulación, y/o requieren de una infraestructura constructiva distinta de los estándares establecidos para el alumbrado público general.

**Alumbrado público ornamental:** Es la iluminación de zonas como parques, plazas, iglesias, monumentos y similares, que difiere de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general, dado que éstos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, o por el órgano estatal competente.

**Usuarios del servicio de alumbrado público general:** Son todas las personas que utilizan o se benefician del servicio de alumbrado público general.

## Parámetros fotométricos

Clases de iluminación para:

- Vías para tráfico motorizado.
- Vías para tráfico peatonal.
- Vías en zonas de conflicto.

**NOTA:** Las zonas de conflicto son aquellas zonas donde existe un mayor potencial de colisión entre vehículos, y/o entre vehículos y objetos fijos, peatones, ciclistas u otros usuarios que transiten por dichas áreas.

- Las canchas de los escenarios deportivos considerados parte del SAPG.

## Energía consumida por el alumbrado público

$$\text{Energía AP} = E. \text{ medida} + E. \text{ estimada}$$

$$E. \text{ estimada} = \text{Potencia}_{eq} * \text{tiempo uso}$$

Donde:

- **Energía AP** Energía de alumbrado público.
- **E. medida** Energía medida
- **E. estimada** Energía estimada
- **Potencia<sub>eq</sub>** Potencia equipo eléctrico.
- **tiempo uso** Tiempo de uso



$$T_{fAPG} = \left( \frac{N_{LF}}{N_{LI}} \right) * 100$$

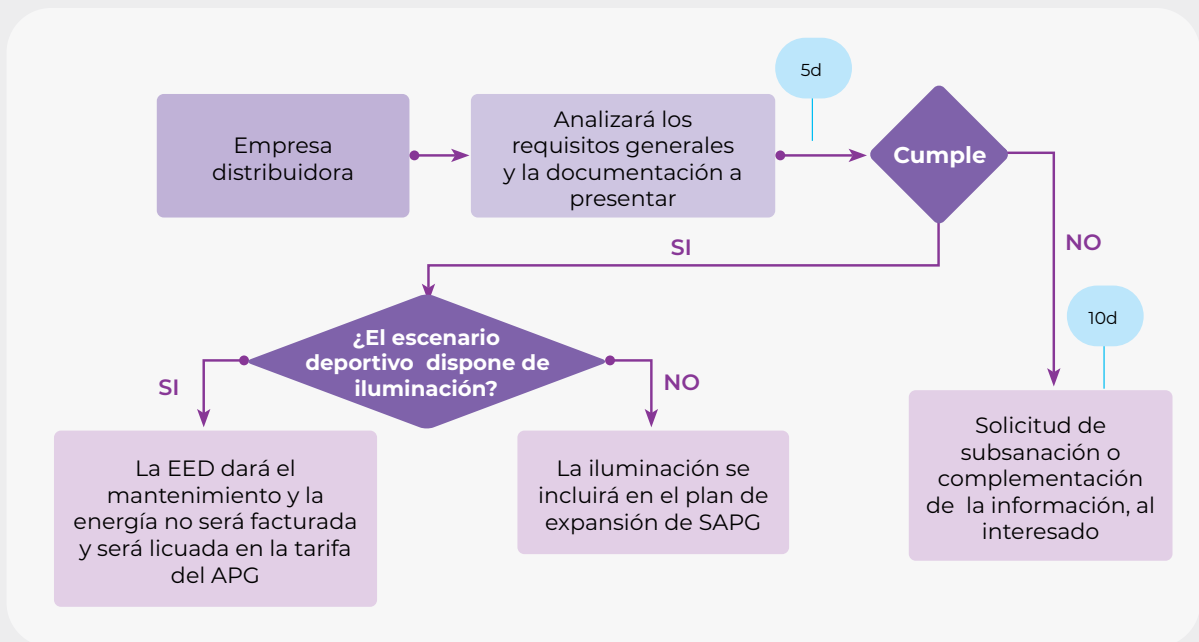
Donde:

- $T_{fAPG}$  Tasa de falla de APG de la empresa distribuidora (%).
- $N_{LF}$  Número de luminarias que registran una o varias deficiencias.
- $N_{LI}$  Número total de luminarias inspeccionadas por semestre.

### Tratamiento de los escenarios deportivos para ser categorizados como parte del SAPG

#### Requisitos a ser revisados por las Empresas Distribuidoras:

- a. Ser de acceso y uso público, no cerrados, cubiertos o no, de propiedad pública o comunitaria, ubicado en el sector urbano o rural;
- b. Contar con un representante legal del espacio público o comunitario que tramite la implementación del servicio de alumbrado público ante la Distribuidora.



### Plan anual mantenimiento del SAPG

El plan anual de mantenimiento del SAPG comprende actividades técnicas, actividades de planificación, manejo de presupuesto, manejo de documentación y manejo de activos.

### Inspecciones del estado del SAPG

Las Distribuidoras deberán contratar una empresa independiente que realice las inspecciones del SAPG. Las inspecciones se las deberá realizar conforme lo establecido en la regulación Nro. ARCERNNR-007/23.

# Créditos de elaboración y edición

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA  
Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.

Dirección de Estudios e  
Información del Sector Eléctrico



**Marisol Díaz**  
Ingeniera de sistemas



**Andrea Torres**  
Ingeniera eléctrica



**Rodrigo Briones**  
Ingeniero eléctrico



**Christian Junia**  
Ingeniero eléctrico



**Andrés Chiles**  
Ingeniero eléctrico

Dirección de Regulación  
Técnica del Sector Eléctrico



**Diego Arias**  
Ingeniero eléctrico



**Diego Chávez**  
Ingeniero eléctrico



**Istvan Hervás**  
Ingeniero eléctrico



**Santiago Santana**  
Ingeniero eléctrico

CNEL-Guayas Los Ríos



**Martín Coronel**  
Ingeniero eléctrico

# Créditos de elaboración y edición

## COORDINACIÓN GENERAL

**Oscar Salazar Morales**

Coordinador Técnico de Regulación y Control Eléctrico - ARCERNNR

## DIRECCIÓN GENERAL

**Iván Sánchez Loor**

Director de Estudios e Información del Sector Eléctrico - ARCERNNR

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Esmeralda Bolaños / Augusto Cabrera

## FOTOGRAFÍAS

CNEL-Milagro

CNEL-EL Oro

CNEL-Santa Elena

CNEL-Guayaquil

CNEL-Guayas Los Ríos

CELEC-Electroguayas

CELEC-Coca Codo Sinclair

CELEC-Hidroazogues

CELEC-Hidroagoyán

CELEC-Hidrotoapi

CELEC-Transelectric

E.E. Centro Sur

E.E. Cotopaxi

E.E. Galápagos

E.E. Quito

Hidrobanico

Electrisol

Elecaustro

## AUSPICIO

Banco Interamericano de Desarrollo –BID



## CITAR ESTE DOCUMENTO COMO

Panorama Eléctrico, Edición 18.  
Quito – Ecuador, Septiembre 2023.  
Todos los derechos reservados.

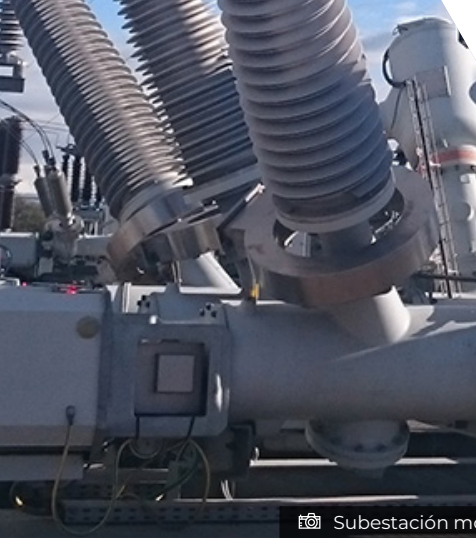


Túnel de central hidroeléctrica/Napo/CELEC-Coca Codo Sinclair

Subestación Milagro  
Guayas  
CNEL-Milagro



Paneles fotovoltaicos/Azuay/E.E. Centro Sur

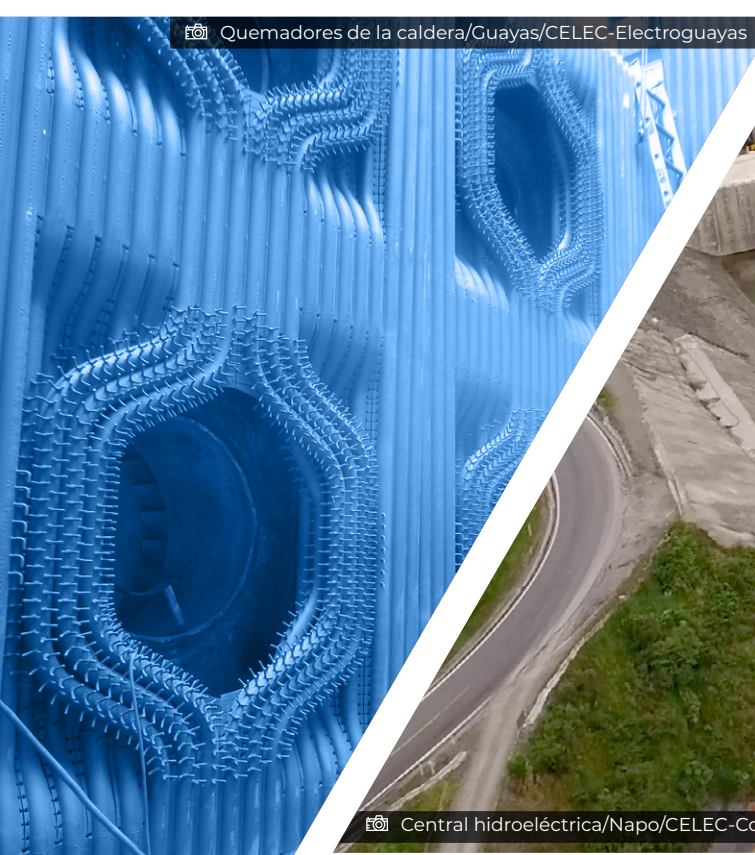


Unidad de generación térmica/Napo/Pluspetrol

Central Alazán/Cañar/  
CELEC-Hidroazogues

Subestación móvil/Cotopaxi/E.E. Cotopaxi

Quemadores de la caldera/Guayas/CELEC-Electroguayas



Central hidroeléctrica/Napo/CELEC-Coca Codo Sinclair





@ControlRecursosyEnergia



@arc\_energiayrecursos



@ARC\_EnergiaEc

Agencia de Regulación y Control de Energía y  
Recursos Naturales No Renovables

  
**Gobierno  
del Ecuador**

GUILLERMO LASSO  
PRESIDENTE