ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA PARA EL PROYECTO DESCARBONIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ MEDIANTE SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO SOLAR CON ALMACENAMIENTO

ING. MIGUEL ÁNGEL BARRETO SÁNCHEZ
BY250-76463
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA – UNIANDES
MAGISTER EN REGULACIÓN ENERGÉTICA – U. EXTERNADO

MARZO DE 2025

CONTENIDO

1. GENERALIDADES 4
2. LOCALIZACIÓN 5
3. LISTADO DE USUARIOS 6
4. DEMANDA ENERGÉTICA ACTUAL 6
   4.1. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA – NUQUÍ, PANGUÍ Y TRIBUGÁ 6
   4.2. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA - JURUBIDÁ 6
5. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA RURAL A 15 AÑOS 1
6. CURVA DE DEMANDA HORARIA 5
7. CONCLUSIONES 7

Ilustraciones

Ilustración 1. Imagen ubicación de Nuquí, Panguí, Tribugá y Jurubidá - fuente Google Earth. 5
Ilustración 2. Línea de tendencia de crecimiento IPP - 2014 a 2024 y proyección a 2039 tablas 3 y 4. 3
Ilustración 3. Curva de demanda diaria proyectada a 15 años - Nuquí. 6

Tablas

Tabla 1. Coordenadas Geográficas en grados decimales 5
Tabla 2. Demanda actual proyectada a 24 horas de prestación del servicio. 1
Tabla 3. Porcentaje de crecimiento IPP 2014 a 2024. 1
Tabla 4. Proyección aumento del IPP a 15 años. 2
Tabla 5. Demanda actual de energía eléctrica años 2023 y 2024 proyectada a prestación de servicio 24 horas al día. 4
Tabla 6. Proyección de la demanda mensual para 15 años - Nuquí 4
Tabla 7. Resultado de la proyección de la demanda a 15 años. 5
Tabla 8. Resultado de la Potencia promedio proyectada para Nuquí proyectada a 15 años. . 5
Tabla 9. Demanda horaria promedio ELECTRONUQUÍ año 2024 y proyección curva de demanda 15 años (2039). 6

1. GENERALIDADES

Dentro del presente documento se incluye un análisis de la demanda de electricidad para el municipio de Nuquí, departamento del Chocó, dentro del desarrollo de la identificación, formulación y estructuración hasta la fase de factibilidad de proyectos energéticos o integrales con el fin de suministrar energía eléctrica ininterrumpidamente a los centros poblados de Nuquí, Panguí, Jurubidá y Tribugá mediante un sistema hibrido solar diésel con almacenamiento, descarbonizando esta región del país.

Los datos para el presente análisis de la demanda de energía fueron recolectados directamente en los centros poblados mediante levantamiento de la información y encuestas a los residentes de esta población.

2. LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de NUQUÍ e incluye el suministro de energía para los centros poblados de Nuquí, Jurubirá, Panguí y Tribugá.

Dista de Quibdó aproximadamente unos 126 Km, se llega por vía aérea desde Quibdó y Medellín y por vía fluvial, las cuatro localidades se encuentran en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas Geográficas en grados decimales

Centro Poblado	Latitud	Longitud	Altura
Nuquí	N 5º42’34.03”	W 77°15’4914”	20 m
Panguí	N 5°39’54.97”	W 77°18’13.88”	10 m
Jurubidá	N 5°50’37.79”	W 77°16’35.64”	12 m
Tribugá	N 5°45’58.74”	W 77°15’0.96”	10 m

Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 1. Imagen ubicación de Nuquí, Panguí, Tribugá y Jurubidá - fuente Google Earth.

3. LISTADO DE USUARIOS

El listado de usuarios se relaciona en el **ANEXO USUARIOS FINALES**.

4. DEMANDA ENERGÉTICA ACTUAL

Esta caracterización se realiza para los usuarios de las Zonas No Interconectadas de acuerdo con los INFORMES MENSUALES DE TELEMETRIA publicado en la pagina del CENTRO NACIONAL DE MONITOREO perteneciente al IPSE que realiza actividades fundamentales para el seguimiento a la prestación del servicio de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas – ZNI; se obtiene el valor de demanda energética de cada mes del año 2024.

4.1. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA – NUQUÍ, PANGUÍ Y TRIBUGÁ

De acuerdo con el informe del CNM del IPSE, se obtiene el promedio de demanda mensual para el año 2024, para las tres localidades de Nuquí, Panguí y Tribugá teniendo en cuenta que estos tres lugares cuentan con reportes parciales del Centro Nacional de Monitoreo.

4.2. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA - JURUBIDÁ

Para este centro poblado, del informe del CNM solamente se cuenta con la siguiente información en el mes de septiembre de 2024: "*Con servicio de energía eléctrica con una intensidad de 13 horas al día de 9:00 am a 10:00 pm, según lo informado. Se reinstalo la medida en el mes de noviembre de 2023*". Para el cálculo de demanda de esta localidad se debe realizar una estimación, teniendo en cuenta la cantidad de habitantes que se encuentran en la localidad y un consumo ajustado a la prestación del servicio las 24 horas al día, los resultados de la proyección a 24 horas al dia de prestación del servicio de energía eléctrica para los centros poblados de Nuquí, Panguí, Tribugá y Jurubidá se indica a continuación:

Tabla 2. Demanda actual proyectada a 24 horas de prestación del servicio.

	NUQUÍ-TRIBUGÁ			PANGUÍ			JURUBIDÁ			TOTAL 2024	
2024	POTENCIA MAXIMA (KW)	ENERGÍA ACTIVA (KWh)	PROMEDIO DIARIO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO (h)	POTENCIA MAXIMA (KW)	ENERGÍA ACTIVA (KWh)	PROMEDIO DIARIO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO (h)	POTENCIA MAXIMA (KW)	ENERGÍA ACTIVA (KWh)	PROMEDIO DIARIO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO (h)	**POTENCIA MAXIMA (KW)**	**PROYECCIÓN ENERGÍA ACTIVA 24 HORAS (KWh)**
ENERO	557,92	317500	24	11,38	6151	21	63,02	18367	13	632,32	358438,0
FEBRERO	553,34	295559	24	7,01	626	5,5	61,15	15883	13	621,5	327613,1
MARZO	568,48	294890	24	11,41	2891	9,25	62,085	17125	13	641,975	334006,4
ABRIL	540,32	290821	24	11,4	2362	12,25	62,085	17125	13	613,805	327064,0
MAYO	556,51	306425	24	11,5	7439	21,75	62,085	17125	13	630,095	346248,9
JUNIO	539,26	286414	24	11,5	7888	23,25	62,085	17125	13	612,845	326171,8
JULIO	575,87	312363	24	11,5	7219	22,5	62,085	17125	13	649,455	351678,7
AGOSTO	561,44	305120	23,75	11,5	6917	22,75	62,085	17125	13	635,025	347244,2
SEPTIEMBRE	555,1	297826	24	11,5	7859	23,25	60,24	18818	14,5	626,84	337085,6
OCTUBRE	569,89	292011	23	12,22	6761	19,75	62,085	17125	13	644,195	344538,4
NOVIEMBRE	566,72	267348	23	11,62	6459	21,2	62,085	17125	13	640,425	317899,3
DICIEMBRE	534,34	303549	24	14,26	8280	23,25	62,085	17125	13	610,685	343711,5
										kWh/año	4.061.700
										kWh/mes	338.475
										kWh/día	11.282
										kW	470

Fuente: CNM-IPSE. Informe mensual de telemetría 2024

valor estimado por falta de información ese mes por fallo en telemetría, pero si hubo consumo

Valores estimados de energía por promedio de otros meses del mismo año porque no se cuenta con información de años anteriores

5. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA RURAL A 15 AÑOS

De acuerdo con datos reales tomados del Centro Nacional de Monitoreo de ZNI para localidades con Telemetría, la demanda total de energía en un año para 2036 usuarios de los centros poblados de Nuquí, Panguí, Tribugá y Jurubidá será de **11.282 kWh/día, 338.475 kWh/mes** y **4.061.700 kWh/año** para el año 2024, realizando una aproximación de demanda con prestación de servicio las 24 horas del día.

La proyección de la demanda energética para los próximos 15 años para Nuquí se realiza teniendo en cuenta el aumento del IPP histórico de los últimos 10 años (2014 – 2024) de la página del DANE y proyectándolo 15 años al futuro, por el método de regresión lineal con la información oficial histórica del aumento del IPP de la Republica de Colombia y del Departamento del Chocó.

Con la información del porcentaje de crecimiento del IPP desde el año 2014 hasta el año 2024 **(tabla 3)** se procede a realizar la regresión lineal y obtener la línea de tendencia y la ecuación de la recta para cada mes del año **Ilustración 2.**

Una vez obtenida la ecuación de la recta mensual se realiza la proyección a 15 años (2024 – 2039) del crecimiento de la demanda de energía para el municipio de Nuquí.

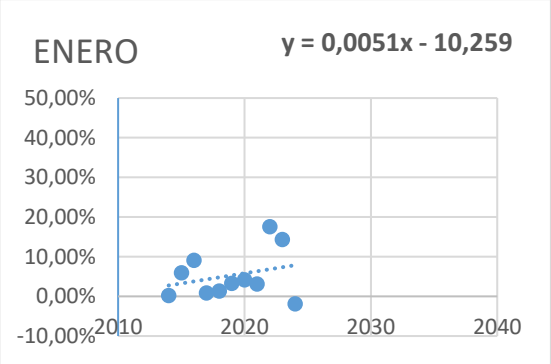
Tabla 3. Porcentaje de crecimiento IPP 2014 a 2024.

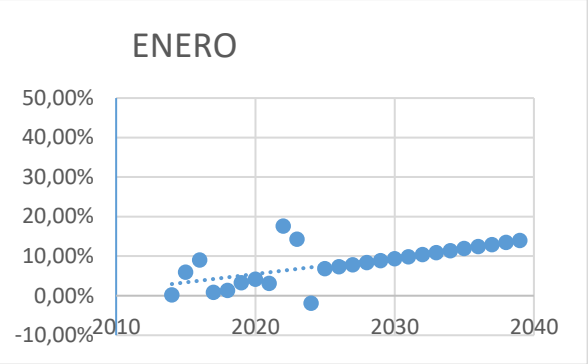
AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ENERO	0,23%	5,98%	9,09%	0,87%	1,39%	3,30%	4,22%	3,18%	17,63%	14,37%	-1,86%
FEBRERO	1,25%	4,75%	9,91%	-0,16%	1,82%	3,25%	4,05%	4,89%	18,41%	13,01%	-2,12%
MARZO	2,55%	4,86%	7,89%	0,55%	1,63%	3,51%	4,42%	6,03%	18,61%	11,05%	-2,01%
ABRIL	3,28%	4,12%	7,90%	0,39%	1,89%	4,57%	3,04%	7,81%	18,91%	8,52%	-0,61%
MAYO	2,98%	3,60%	9,06%	-0,17%	2,73%	4,77%	1,89%	10,08%	18,19%	6,18%	-0,06%
JUNIO	2,42%	4,77%	8,79%	-0,85%	2,99%	4,25%	2,31%	10,49%	17,99%	4,58%	2,23%
JULIO	2,20%	6,05%	7,73%	-0,30%	2,39%	5,12%	1,65%	11,19%	18,99%	1,78%	3,06%
AGOSTO	2,87%	7,45%	4,66%	0,95%	2,39%	5,64%	1,57%	11,52%	17,71%	3,59%	0,95%
SEPTIEMBRE	3,53%	8,00%	3,27%	1,16%	3,63%	5,02%	1,19%	12,15%	17,61%	3,60%	1,05%
OCTUBRE	4,70%	7,57%	3,36%	1,36%	4,05%	4,59%	1,49%	12,91%	18,16%	1,77%	1,57%
NOVIEMBRE	4,87%	8,21%	3,77%	1,29%	3,21%	4,33%	1,61%	14,67%	17,39%	-0,32%	3,87%
DICIEMBRE	5,95%	8,73%	1,59%	1,83%	2,99%	4,45%	1,62%	15,70%	16,09%	-0,80%	5,45%

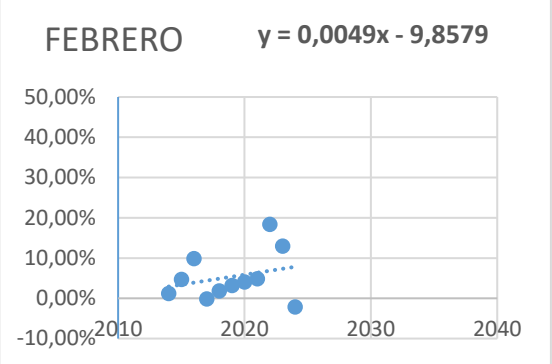
Fuente: dane.gov.co

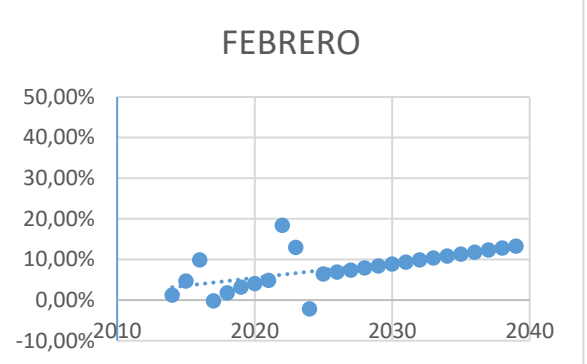
Tabla 4. Proyección aumento del IPP a 15 años.

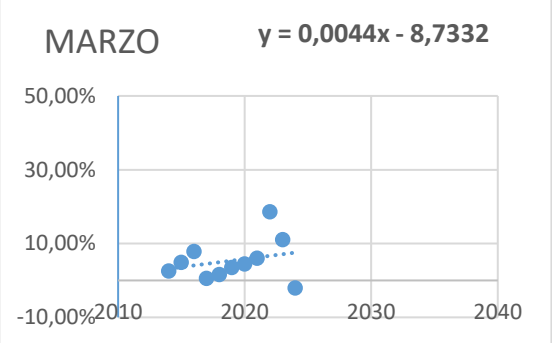
AÑO	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	% INCREMENTO ACUM
ENERO	6,85%	7,36%	7,87%	8,38%	8,89%	9,40%	9,91%	10,42%	10,93%	11,44%	11,95%	12,46%	12,97%	13,48%	13,99%	**156,30%**
FEBRERO	6,46%	6,95%	7,44%	7,93%	8,42%	8,91%	9,40%	9,89%	10,38%	10,87%	11,36%	11,85%	12,34%	12,83%	13,32%	**148,35%**
MARZO	17,68%	18,12%	18,56%	19,00%	19,44%	19,88%	20,32%	20,76%	21,20%	21,64%	22,08%	22,52%	22,96%	23,40%	23,84%	**311,40%**
ABRIL	10,1%	10,5%	11,0%	11,4%	11,8%	12,2%	12,7%	13,1%	13,5%	14,0%	14,4%	14,8%	15,3%	15,7%	16,1%	**196,65%**
MAYO	0,72%	1,10%	1,48%	1,86%	2,24%	2,62%	3,00%	3,38%	3,76%	4,14%	4,52%	4,90%	5,28%	5,66%	6,04%	**50,70%**
JUNIO	17,90%	18,34%	18,78%	19,22%	19,66%	20,10%	20,54%	20,98%	21,42%	21,86%	22,30%	22,74%	23,18%	23,62%	24,06%	**314,70%**
JULIO	1,29%	1,68%	2,07%	2,46%	2,85%	3,24%	3,63%	4,02%	4,41%	4,80%	5,19%	5,58%	5,97%	6,36%	6,75%	**60,30%**
AGOSTO	1,21%	1,52%	1,83%	2,14%	2,45%	2,76%	3,07%	3,38%	3,69%	4,00%	4,31%	4,62%	4,93%	5,24%	5,55%	**50,70%**
SEPTIEMBRE	15,01%	15,31%	15,61%	15,91%	16,21%	16,51%	16,81%	17,11%	17,41%	17,71%	18,01%	18,31%	18,61%	18,91%	19,21%	**256,65%**
OCTUBRE	13,55%	13,79%	14,03%	14,27%	14,51%	14,75%	14,99%	15,23%	15,47%	15,71%	15,95%	16,19%	16,43%	16,67%	16,91%	**228,45%**
NOVIEMBRE	-2,20%	-1,96%	-1,72%	-1,48%	-1,24%	-1,00%	-0,76%	-0,52%	-0,28%	-0,04%	0,20%	0,44%	0,68%	0,92%	1,16%	**-7,80%**
DICIEMBRE	15,53%	15,80%	16,07%	16,34%	16,61%	16,88%	17,15%	17,42%	17,69%	17,96%	18,23%	18,50%	18,77%	19,04%	19,31%	**261,30%**

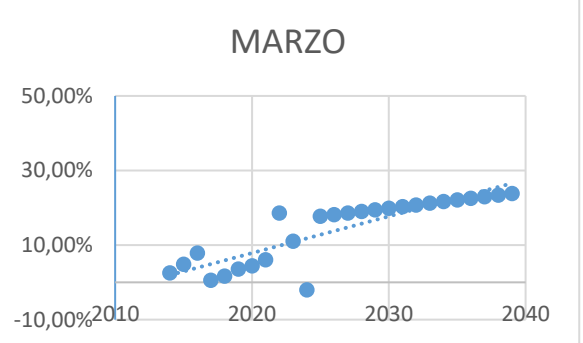

ENERO
y = 0,0051x - 10,259
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

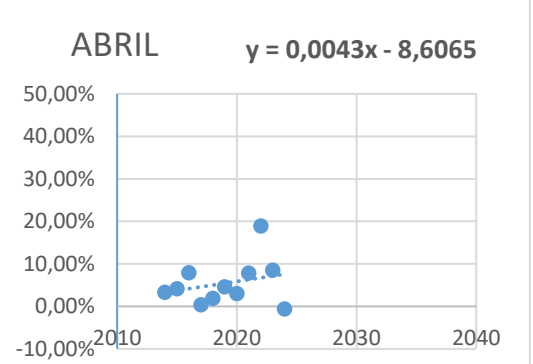

ENERO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

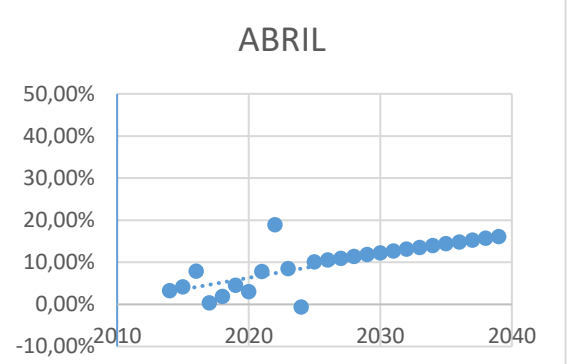

FEBRERO
y = 0,0049x - 9,8579
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

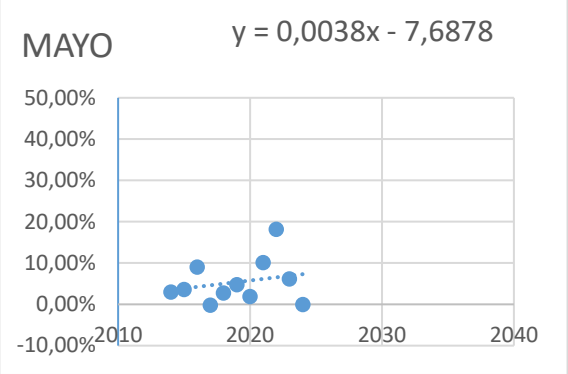

FEBRERO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

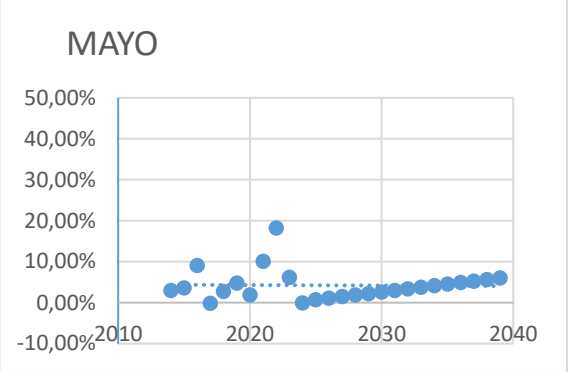

MARZO
y = 0,0044x - 8,7332
50,00%
30,00%
10,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

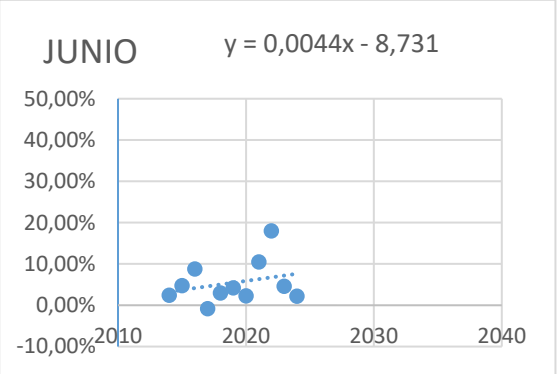

MARZO
50,00%
30,00%
10,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

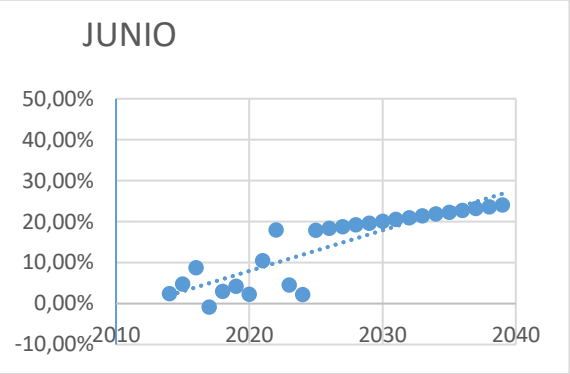

ABRIL
y = 0,0043x - 8,6065
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

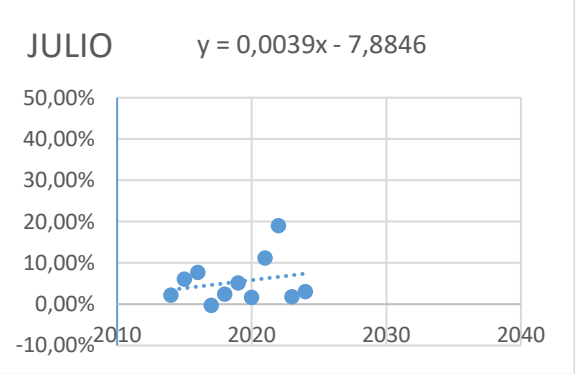

ABRIL
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

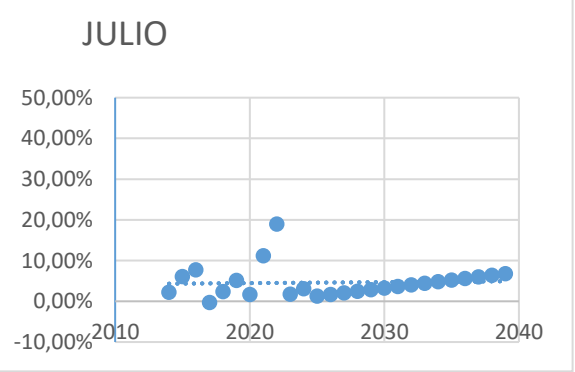

MAYO
y = 0,0038x - 7,6878
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

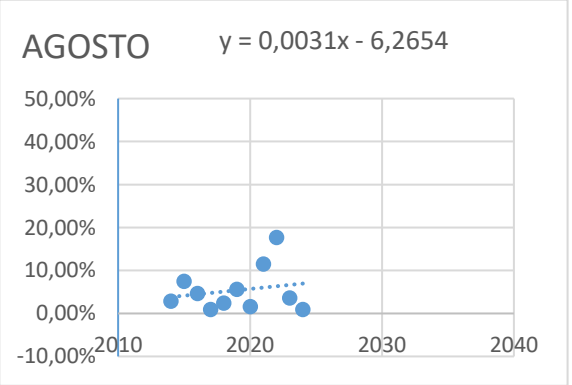

MAYO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

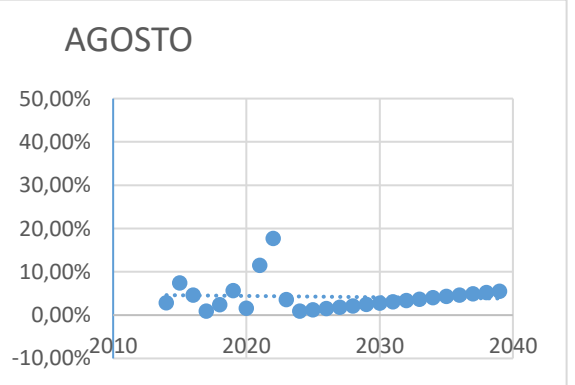

JUNIO
y = 0,0044x - 8,731
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040


JUNIO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040


JULIO
y = 0,0039x - 7,8846
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040


JULIO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040


AGOSTO
y = 0,0031x - 6,2654
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040


AGOSTO
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
-10,00%
2010
2020
2030
2040

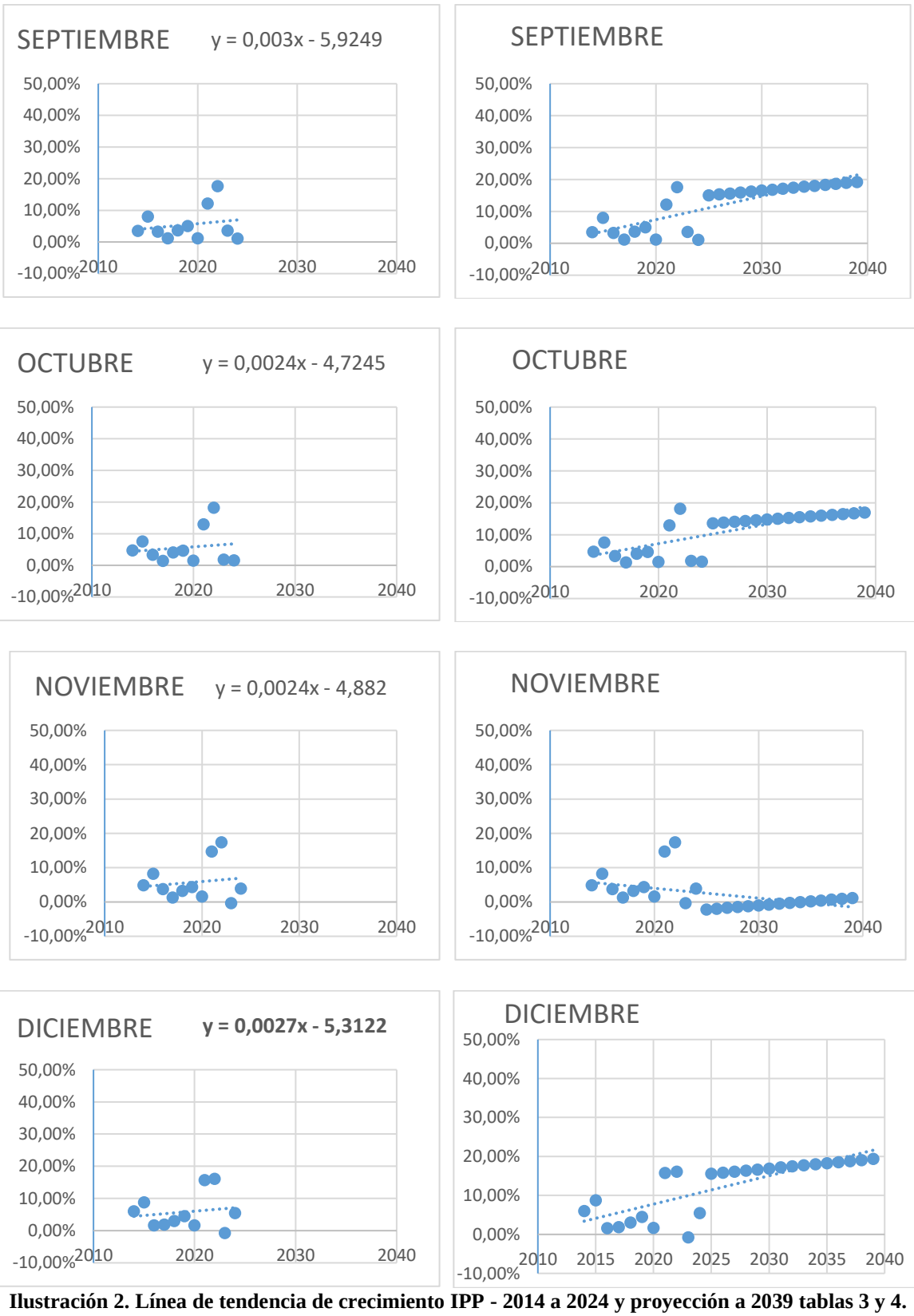


Ilustración 2. Línea de tendencia de crecimiento IPP - 2014 a 2024 y proyección a 2039 tablas 3 y 4.

Tabla 5. Demanda actual de energía eléctrica años 2023 y 2024 proyectada a prestación de servicio 24 horas al día.

MES	2023 (kWh)	2024 (kWh)
ENERO	357.924,3	358.438,0
FEBRERO	328.786,0	327.613,1
MARZO	334.006,4	334.006,4
ABRIL	327.064,0	327.064,0
MAYO	345.311,7	346.248,9
JUNIO	324.466,1	326.171,8
JULIO	351.678,7	351.678,7
AGOSTO	344.032,4	347.244,2
SEPTIEMBRE	337.085,6	337.085,6
OCTUBRE	342.752,8	344.538,4
NOVIEMBRE	314.440,4	317.899,3
DICIEMBRE	348.003,5	343.711,5
TOTAL	**4.055.552**	**4.061.700**

Fuente: elaboración propia.

Con la ecuación de cada mes y la proyección de aumento del IPP obtenida en las tablas 3 y 4 se realiza la proyección lineal hasta el año 2039 y se obtienen los porcentajes de incremento acumulados para cada mes, los cuales se aplican para determinar la proyección de demanda energética para Nuquí para los próximos 15 años.

Tabla 6. Proyección de la demanda mensual para 15 años - Nuquí

MES	2024 (kWh)	% INCREMENTO PARA 2039	PROYECCIÓN DE DEMANDA NUQUÍ (kWh) 2039
ENERO	358.438,0	156,30%	560.238,6
FEBRERO	327.613,1	148,35%	486.014,0
MARZO	334.006,4	311,40%	1.040.095,8
ABRIL	327.064,0	196,65%	643.171,3
MAYO	346.248,9	50,70%	175.548,2
JUNIO	326.171,8	314,70%	1.026.462,8
JULIO	351.678,7	60,30%	212.062,2
AGOSTO	347.244,2	50,70%	176.052,8
SEPTIEMBRE	337.085,6	256,65%	865.130,1
OCTUBRE	344.538,4	228,45%	787.098,0
NOVIEMBRE	317.899,3	-7,80%	- 24.796,1
DICIEMBRE	343.711,5	261,30%	898.118,1

MES	2024 (kWh)	% INCREMENTO PARA 2039	PROYECCIÓN DE DEMANDA NUQUÍ (kWh) 2039
ENERGÍA TOTAL AÑO (kWh/año)	4.061.700		6.845.196
ENERGÍA MEDIA MENSUAL (KWh/mes)	338.475		570.433
ENERGÍA MEDIA DIARIA (KWh/día)	11.282		19.014
POTENCIA INSTANTANEA MÁXIMA (KW)	470		792

En virtud de lo anterior, la proyección de la demanda energética a 15 años para Nuquí es la siguiente:

Tabla 7. Resultado de la proyección de la demanda a 15 años.

DESCRIPCIÓN	DEMANDA [kWh]
Consumo de energía anual (kWh/año)	6.845.196
Consumo de energía mes (kWh/mes)	570.433
Consumo de energía diaria (kWh/día)	19.014
Potencia instantánea máxima (kW)	792

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Resultado de la Potencia promedio proyectada para Nuquí proyectada a 15 años.

POTENCIA PROMEDIO INSTANTANEA [kW]
792

La demanda de energía eléctrica para Nuquí proyectada a 15 años (año 2039) es de **68,5%** incrementada respecto al año 2024.

6. CURVA DE DEMANDA HORARIA

Teniendo como referencia la curva de carga promedio del año 2024 del IPSE y el CNM para el municipio de Nuquí y la Empresa Electrificadora de Nuquí E.S.P. S.A. registrada como prestador de servicio de energía para Zonas No Interconectadas con Telemedida; se obtiene la potencia promedio y el porcentaje de desviación respecto a las otras horas de consumo con el fin de ajustar la proyección de demanda, con la potencia promedio horaria establecida en la tabla 9.

Tabla 9. Demanda horaria promedio ELECTRONUQUÍ año 2024 y proyección curva de demanda 15 años (2039).

POTENCIA PROMEDIO [kW]		DEMANDA HORARIA PROMEDIO DE ELECTRONUQUÍ E.S.P. S.A. PARA EL AÑO 2024 [kW]																						TOTAL
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	kWh/día
488,54	443,25	441,3	438,25	433,25	434,25	436,3	438,25	443,3	473,25	468,25	478,25	503,25	543,25	538,25	533,25	518,25	508,25	493,25	533,25	573,25	563,25	538,25	493,25	458,25	**11282**
% crecimiento año 2039	68.5%																								
POTENCIA PROMEDIO [kW]		**DEMANDA HORARIA PROMEDIO DE ELECTRONUQUÍ E.S.P. S.A. PROYECTADA A 15 AÑOS (2039) [kW]**																						**TOTAL**
	0:00	**1:00**	**2:00**	**3:00**	**4:00**	**5:00**	**6:00**	**7:00**	**8:00**	**9:00**	**10:00**	**11:00**	**12:00**	**13:00**	**14:00**	**15:00**	**16:00**	**17:00**	**18:00**	**19:00**	**20:00**	**21:00**	**22:00**	**23:00**	**kWh/día**
823,34	747,01	743,6	738,58	730,16	731,84	735,2	738,58	747	797,57	789,14	805,996	848,13	915,541	907,114	898,688	873,41	856,555	831,28	898,688	966,1	949,247	907,114	831,276	772,29	**19013**

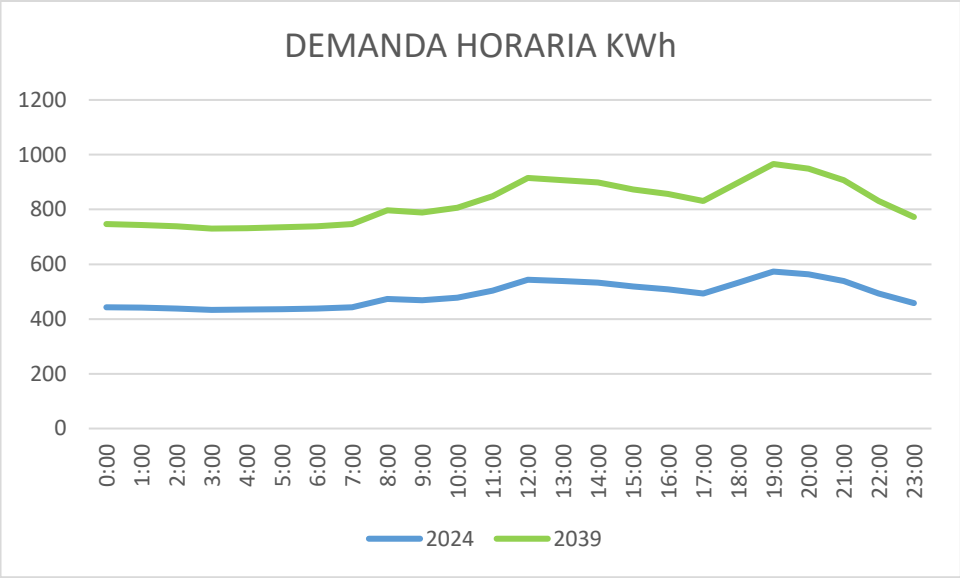


Ilustración 3. Curva de demanda diaria proyectada a 15 años - Nuquí.

7. CONCLUSIONES

- El análisis de la demanda de energía, se realizó con la caracterización de los usuarios teniendo en cuenta el cuadro de cargas proyectado para el uso de la energía en el escenario de prestación del servicio las 24 horas del día.

- Se realizó proyección de aumento del IPP de acuerdo con información obtenida del DANE desde el año 2014 hasta el año 2024, con esta información se realizó progresión lineal para cada mes, obteniendo la ecuación lineal de crecimiento del IPP y se proyecto a 15 años hasta el año 2039, con este porcentaje de crecimiento y comparándolo con el valor de energía del año 2024, se obtiene el valor de energía a 15 años, valor máximo para el calculo del sistema de generación con energía solar fotovoltaica.

- Para un aumento de carga a 15 años, se proyecta un incremento del 68.5% en el aumento de la demanda para Nuquí.

- Con información de la pagina del Centro Nacional de Monitoreo del IPSE, se obtuvo la curva de demanda diaria promedio para el 2024 y con el porcentaje de aumento de carga a 15 años, se obtiene la curva de demanda proyectada, información relevante para el calculo del sistema de generación del parque solar fotovoltaico.