



FACTORES DE REFERENCIACIÓN ALIMENTADOR 52C7 LOS NICHES

VERSIÓN : 000
FECHA : 02/11/2022

VERSIÓN	FECHA	COMENTARIO
000	02/11/2022	Primera emisión

COOPERATIVA DE ABASTECIMIENTO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA CURICÓ LTDA.
ernc@cecltda.cl

El contenido del presente documento es propiedad de Cooperativa de Abastecimiento de Energía Eléctrica Curicó Ltda. y deberá ser utilizada por el destinatario sólo para los fines del proceso de cálculo de factores de referenciación de PMGD.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	1
2.1. Registros de demanda.....	1
2.2. PMGD conectados y en operación	1
3. METODOLOGÍA	2
3.1. Intervalos de demanda y generación.....	2
3.2. Matriz de FR	2
3.3. Ventanas sin registros	3
3.4. Modelo de red	3
4. CÁLCULO FACTORES DE REFERENCIACIÓN.....	3
4.1. Registros de operación real	3
4.2. Cálculo intervalos de demanda y generación.....	4
4.3. Factores de referenciación	5

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, contiene el procedimiento de cálculo de los factores de referenciación (FR) para el alimentador 52C7 Los Niches, calculados por la empresa Cooperativa de Abastecimiento de Energía Eléctrica Curicó Ltda. (CEC) en los términos indicados por el capítulo 3 de la Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión de julio de 2019 (NTCO).

2. ANTECEDENTES

2.1. Registros de demanda

Para el cálculo se consideran los registros de operación real del alimentador 52C7 Los Niches en resolución horaria para el año móvil octubre de 2021 a septiembre de 2022. Se excluyen del cálculo:

- i. Registros que sin generación agregada.
- ii. Registros que representan fallas.
- iii. Registros que representan traspasos de carga.
- iv. Registros con tensión de cabecera menor a 0,9 p.u.

2.2. PMGD conectados y en operación

A la fecha de cálculo, se tienen los PMGD conectados y en operación en el alimentador que se indican en la tabla 2.2.1.

Tabla 2.2.1 – PMGD conectados y en operación alimentador 52C7 Los Niches

Nº	pmgd	tipo	punto conexión	P _{iny} MW	fecha conexión
1	Cordillerilla	fotovoltaico	CU5625	1,4	15/09/2016
2	San Emilio Solar	fotovoltaico	CU6311	3,0	06/05/2022

Con respecto a los PMGD indicados en la tabla 2.2.1 se debe tener en consideración lo siguiente:

- i. **PMGD Cordillerilla** : Este PMGD se encuentra en operación desde al año 2016. No obstante ello, a partir del año 2019 la inyecciones de este proyecto comienzan con intermitencias. Durante el año 2020 no registra inyecciones. Entre los años 2021 y 2022 aparecen inyecciones esporádicas. Dado que este PMGD no ha solicitado su desconexión y con el fin de realizar un cálculo más acertado, se trabaja con el último año de registro completo de este PMGD, que corresponde a la operación real del año 2018.
- ii. **PMGD San Emilio Solar** : Este PMGD realiza su conexión en mayo de 2022. Hasta junio de 2022 registra inyecciones esporádicas de baja potencia, para pasar a plena operación en el mes de julio de 2022. Para los meses de enero a junio, se utilizan los registros de generación estimada horaria entregados por el PMGD.

3. METODOLOGÍA

Para el cálculo de los FR se sigue el procedimiento indicado por el capítulo 3 de la NTCO y que se describe a continuación

3.1. Intervalos de demanda y generación

Según lo indicado en el artículo 3-5 de la NTCO, los FR estarán contenidos en una matriz cuyos valores son dependientes de la generación de los PMGD y la potencia consumida por el alimentador. Para la construcción de esta matriz se procede a realizar una clasificación que comprenderá 10 intervalos de generación y 10 intervalos de potencia consumida. Estos intervalos se obtendrán a partir de las expresiones 3.1.1 y 3.1.2:

Expresión 3.1.1 – Intervalos de generación

$$IG_i = \left[G_{\min} + \frac{(i-1)}{10} \cdot (G_{\max} - G_{\min}), G_{\min} + \frac{i}{10} \cdot (G_{\max} - G_{\min}) \right]$$

Expresión 3.1.2 – Intervalos de demanda

$$ID_j = \left[D_{\min} + \frac{(j-1)}{10} \cdot (D_{\max} - D_{\min}), D_{\min} + \frac{j}{10} \cdot (D_{\max} - D_{\min}) \right]$$

Donde:

- IG_i : Intervalo i-ésimo de generación de los PMGD conectados al alimentador.
- G_{\min} : Generación mínima del conjunto de PMGD conectados al alimentador.
- G_{\max} : Generación máxima del conjunto de PMGD conectados al alimentador.
- ID_j : Intervalo j-ésimo de demanda del alimentador.
- D_{\min} : Demanda mínima del alimentador.
- D_{\max} : Demanda máxima del alimentador.
- i : 1 a 10.
- j : 1 a 10.

Se deja indicado que la demanda del alimentador corresponderá a la demanda neta, la que se obtiene mediante cálculos de flujo de carga utilizando los registros de la operación real descontando la inyección de PMGD

3.2. Matriz de FR

A partir de los intervalos de demanda y generación indicados en el numeral 3.1 del presente documento se tendrá la matriz FR_L que contiene 100 FR asociados al alimentador bajo análisis según se muestra en la expresión 3.2.1. Cada FR para cada ventana de generación y demanda, se calculará según se indica en la expresión 3.2.2.

Expresión 3.2.1 – Matriz FR_L

$$FR_L = \begin{bmatrix} IG_{10} & FR_{IG_{10}, ID_1} & \dots & FR_{IG_{10}, ID_{10}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ IG_1 & FR_{IG_1, ID_1} & \dots & FR_{IG_1, ID_{10}} \\ - & ID_1 & \dots & ID_{10} \end{bmatrix}$$

Expresión 3.2.2 – Cálculo FR

$$FR_{IG_i, ID_j} = 1 + \frac{\sum_{h=1}^n (\Delta P_0 - \Delta P_{PMGD})}{\sum_{h=1}^n PMGD}$$

Donde:

- FR_{IG_i, ID_j} : Factor de Referenciación de los PMGD conectados al alimentador, en el intervalo de generación i e intervalo de demanda j .
- ΔP_0 : Pérdidas del alimentador sin considerar ningún PMGD conectado para la hora h , en el intervalo de generación i e intervalo de demanda j .
- ΔP_{PMGD} : Pérdidas del alimentador considerando a la totalidad de los PMGD conectados para la hora h , en el intervalo de generación i e intervalo de demanda j .
- $PMGD$: Potencia generada por la totalidad de los PMGD conectados para la hora h , en el intervalo de generación i e intervalo de demanda j .
- n : Cantidad de horas en el intervalo de generación i e intervalo de demanda j .

3.3. Ventanas sin registros

En el caso de que no existan registros de operación real para el cálculo de algún FR de la matriz FR_L , estos serán creados de acuerdo con los criterios indicados en el Artículo 3-6 de la NTCO, que establece que:

- i. La potencia consumida será el valor medio del intervalo de demanda sin registros.
- ii. Se tendrán $k + 2$ niveles de generación agregada, donde k corresponde a la cantidad de PMGD conectados y en operación.

En este caso, se requieren 4 niveles de generación agregada, los que se distribuyen en proporción a la potencia de inyección máxima de cada proyecto según lo indicado en la tabla 2.2.1

3.4. Modelo de red

Para el cálculo de pérdidas se confecciona un modelo eléctrico del alimentador bajo análisis realizado en el programa de cálculo eléctrico PowerFactory 2022 SP1 de DigSILENT. El modelo eléctrico se confecciona en representación trifásica desbalanceada con las subestaciones de distribución modeladas como consumos conectados en media tensión. La base de datos del modelo eléctrico se entrega en el archivo anexo "CECLTDA-000-221102 - FR2211 52C07 Los Niches.pfd"

4. CÁLCULO FACTORES DE REFERENCIACIÓN

De acuerdo con la metodología descrita en el numeral 3 del presente documento, se procede a efectuar el cálculo de los FR del alimentador bajo análisis.

4.1. Registros de operación real

De acuerdo con lo indicado en el punto 2.1 del presente documento, se utilizaron los registros horarios de la operación real del alimentador comprendidos entre el mes de octubre de 2021 a septiembre de 2022. Así se tienen los datos base presentados en la tabla 4.1.1:

Tabla 3.1.1 – Datos bases para cálculo de FR

D_{min}	:	923	kW
D_{max}	:	7.362	kW
G_{min}	:	1	kW
G_{max}	:	4.064	kW

4.2. Cálculo intervalos de demanda y generación

Con los datos del numeral 4.1 precedente se procede a calcular los intervalos de demanda y generación los cuales se ordenan en la tabla 4.2.1. En la tabla 4.2.2 se presenta el resumen de registros reales y creados que se utilizaron en el cálculo. Finalmente, el gráfico de la figura 4.2.3 ilustra la operación real del alimentador y la ubicación de los registros creados.

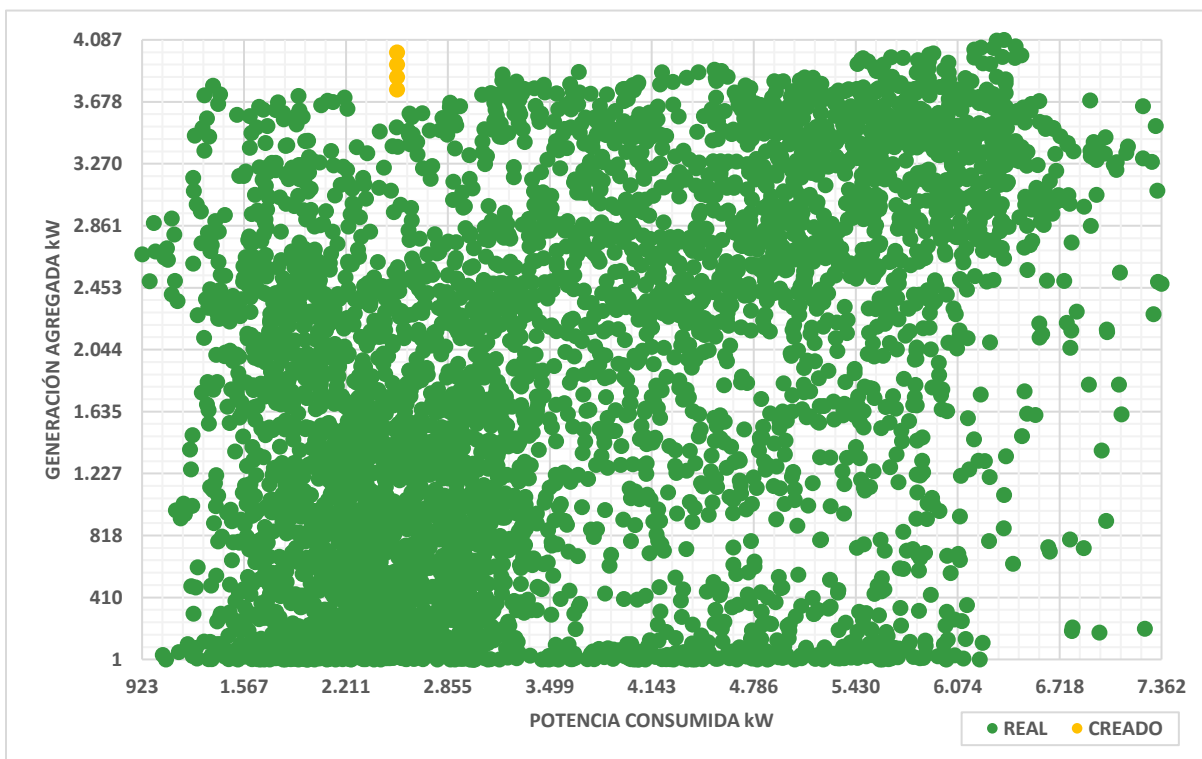
Tabla 4.2.1 – Intervalos de demanda y generación alimentador

generación	ID ₀	ID ₁	ID _M	demanda	ID ₀	ID ₁	ID _M
IG01	1	407	204	ID01	923	1.567	1.245
IG02	407	814	610	ID02	1.567	2.211	1.889
IG03	814	1.220	1.017	ID03	2.211	2.855	2.533
IG04	1.220	1.626	1.423	ID04	2.855	3.499	3.177
IG05	1.626	2.033	1.829	ID05	3.499	4.143	3.821
IG06	2.033	2.439	2.236	ID06	4.143	4.786	4.464
IG07	2.439	2.845	2.642	ID07	4.786	5.430	5.108
IG08	2.845	3.251	3.048	ID08	5.430	6.074	5.752
IG09	3.251	3.658	3.455	ID09	6.074	6.718	6.396
IG10	3.658	4.064	3.861	ID10	6.718	7.362	7.040

Tabla 4.2.2 – Resumen de registros para cálculo de FR

Registros reales	:	4.725
Registros creados:		20
Registros totales	:	4.745

Figura 4.2.3 – Puntos de operación real y registros creados



4.3. Factores de referenciación

Así, los factores de referenciación calculados para el alimentador 52C7 Los Niches, son los que se ordenan en la tabla 4.3.1. Las bases de cálculo detalladas están contenidas en el archivo "CECLTDA-000-221102 - FR2211 52C07 Los Niches.xlsx"

Tabla 4.3.1 – Factores de referenciación alimentador 52C7 Los Niches

IG10	0,9749	0,9922	0,9961	1,0191	1,0311	1,0481	1,0705	1,0831	1,0962	1,1051
IG9	0,9798	0,9874	1,0053	1,0183	1,0372	1,0553	1,0703	1,0853	1,1004	1,1162
IG8	0,9921	0,9932	1,0106	1,0279	1,0389	1,0551	1,0673	1,0869	1,1064	1,1209
IG7	0,9988	1,0011	1,0138	1,0245	1,0317	1,0464	1,0605	1,0765	1,1035	1,1485
IG6	1,0022	1,0037	1,0162	1,0274	1,0311	1,0383	1,0650	1,0959	1,1228	1,1417
IG5	1,0047	1,0065	1,0179	1,0307	1,0360	1,0534	1,0763	1,1133	1,1629	1,1751
IG4	1,0072	1,0070	1,0213	1,0388	1,0440	1,0519	1,0663	1,0883	1,1476	1,2139
IG3	1,0091	1,0109	1,0294	1,0473	1,0572	1,0850	1,1005	1,0981	1,1247	1,1534
IG2	1,0186	1,0270	1,0436	1,0609	1,0692	1,1542	1,1585	1,2195	1,1141	1,0417
IG1	1,0275	1,0500	1,0694	1,1007	1,1635	1,2056	1,2607	1,3142	1,2710	1,4014
ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8	ID9	ID10	