



## **Estudio del Impacto de la Generación Distribuida en Misiones. Un estudio de caso en la Cooperativa Eléctrica Limitada de Alem**

Vera Miguel Ángel <sup>a,b,\*</sup>, Davalos Aarón Natanael <sup>a,b</sup>, Cabral Roberto <sup>a,b,c</sup>, Toledo Eduardo <sup>a,b,c</sup>,  
Reversat Horacio <sup>a,c</sup>, Mazzoletti M. Armando <sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>b</sup> LIDEE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>c</sup> Departamento de Electromecánica Facultad de Ingeniería, Oberá, Misiones, Argentina.

e-mails: [miguelvera775@gmail.com](mailto:miguelvera775@gmail.com), [aaron.mek40@gmail.com](mailto:aaron.mek40@gmail.com), [robert\\_rjc@hotmail.com](mailto:robert_rjc@hotmail.com),  
[eduardo.toledo86@gmail.com](mailto:eduardo.toledo86@gmail.com), [hreversat@hotmail.com](mailto:hreversat@hotmail.com)

---

### **Resumen**

Este trabajo presenta los avances alcanzados en el estudio y análisis del impacto de la generación distribuida en las líneas de 13,2 KV de la Cooperativa Eléctrica Limitada de la ciudad de Alem en el marco del Proyecto Final para la carrera de Ingeniería Electromecánica en la Facultad de Ingeniería de Oberá. En primer lugar, se realiza un relevamiento de las características de líneas eléctricas para, luego, implementar un modelo en software de simulación, implementando un estudio de flujo de potencia. Con esta experiencia se logra conocer el comportamiento de las líneas frente a distintos escenarios actuales y futuros para mejorar la estabilidad de la red en situaciones de alta demanda considerando la generación distribuida.

**Palabras Clave** – Generación Distribuida, Energías Renovables, Fotovoltaica, Redes Eléctricas.

### **1 Introducción**

En la provincia de Misiones el 40% de la población rural dispersa experimenta niveles altos de necesidades básicas insatisfechas sumado a la dificultad para abastecer al servicio de energía eléctrica y, en muchos lugares, se caracteriza por poseer extensas líneas con niveles de tensión que superan los límites establecidos por la normativa vigente. Este problema se debe a la dificultad de acceso y el mercado reducido de bajos recursos económicos que vuelven poco viable la inversión por parte de distribuidoras en prestar el servicio eléctrico básico en Misiones. Una de las soluciones para este sector de la población es la posibilidad de utilizar fuentes de energía no convencionales o la inserción de la Generación Distribuida (GD) mediante energías renovables. La Ley Nacional N° 27.424 denominada Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública establece la posibilidad de generar energía eléctrica en un punto de conexión con fuentes renovables, que serán destinadas para el autoconsumo y la eventual inyección a la red eléctrica pública. La Provincia de Misiones promulgó la Ley Provincial XVI N° 118 definida como Balance Neto. Micro Generadores Residenciales, Industriales o Productivos, la cual se adhiere a la Ley Nacional N° 27.424 de manera supletoria, de este modo, los usuarios de la red de energía de la provincia de Misiones podrán instalar equipos de generación en sus domicilios y autoabastecerse de energía eléctrica. En el contexto descrito, la GD se propone a futuro como la forma de generación más accesible y atractiva desde el punto de vista descentralizado de generación y como herramienta

para la disminución de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, el impacto que esta podría provocar en la red eléctrica preocupa a las empresas distribuidoras de energía, causando, en muchos casos, rechazo a su fomento e implementación. Sumado a esto, actualmente, son escasos los estudios respecto del procedimiento ante el comportamiento del sistema con la inyección de energía proveniente de fuentes renovables, ni el impacto que puede derivar en la operación del sistema. En este sentido, se observa la necesidad de contar con un estudio preliminar que permita sentar bases teóricas y experimentales del impacto de la GD. Se propone entonces, para el estudio del impacto por parte de la generación distribuida en el sistema interconectado provincial de Misiones, llevar a cabo un modelo computacional de distintos alimentadores en MT dentro de una cooperativa, verificar el impacto y localizar las zonas óptimas para la inserción de GD. Se tomarán las redes de la Cooperativa Eléctrica Limitada de Alem (CELA) de la Provincia de Misiones. Dado que se cuenta con escasa información de los sistemas de distribución en MT en la provincia de Misiones, parte de las tareas de este proyecto contemplarán el relevamiento de la información necesaria para realizar los modelos computacionales que permitan llevar a cabo los estudios.

## **2 Actividades programadas y alcanzadas**

### *2.1 Objetivos*

- 1) Analizar el comportamiento actual de las redes de distribución de la concesión de la CELA.
- 2) Determinar el comportamiento de las redes de distribución de la CELA con propuestas de inserción de GD en sectores óptimos de esta red.
- 3) Evaluar la fiabilidad de las propuestas de inserción de la GD respecto a la demanda.

### *2.2 Estudio Legal*

En esta sección se determina la incidencia de la legislación nacional, provincial y municipal en el desarrollo del proyecto, desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

#### *2.2.1 Legislación Nacional*

- 1) *Ley N°27.424: Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública.* [1]
- 2) *Resolución 314/2018*
- 3) *Decreto 986/2018*

#### *2.2.2 Legislación Provincial*

- 1) *Ley Provincial XVI-N. °118: Balance Neto. Micro Generadores residenciales, industriales o productivos.* [2]
- 2) *LEY PROVINCIAL XVI – N.º 118 -CAPÍTULO III: Requisitos Técnicos para la instalación de equipos.* [2]

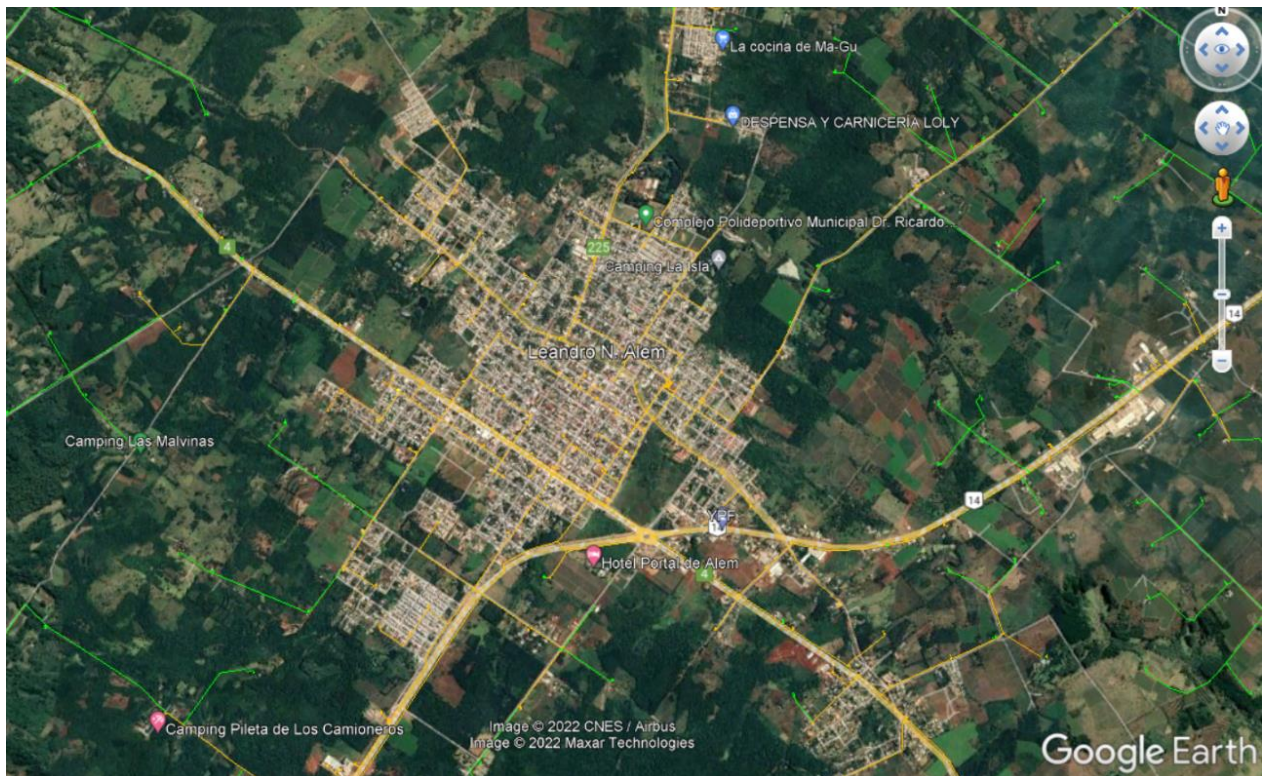
### 2.3 Estudio Técnico

En este estudio se analizarán las técnicas necesarias para lograr los objetivos mencionados anteriormente, así mismo las actividades que se realizaron son:

2.3.1 *Análisis del comportamiento actual de las redes eléctricas de distribución de la concesión de la cela.*

1) Solicitud de información/datos disponibles a la Cooperativa y Análisis de información.

Mediante un trabajo en conjunto con el personal técnico de la CELA se pudo obtener información desde un Sistema de Información Geográfica (GIS), además de un unifilar realizado en trabajos previos con la FI-Obera. En la Fig. 1 se muestra el GIS. En la Fig. 2 un unifilar que corresponde a una salida de la ET Alem Centro.



**Fig. 1. GIS de líneas de BT y MT en Google Earth. [3]**

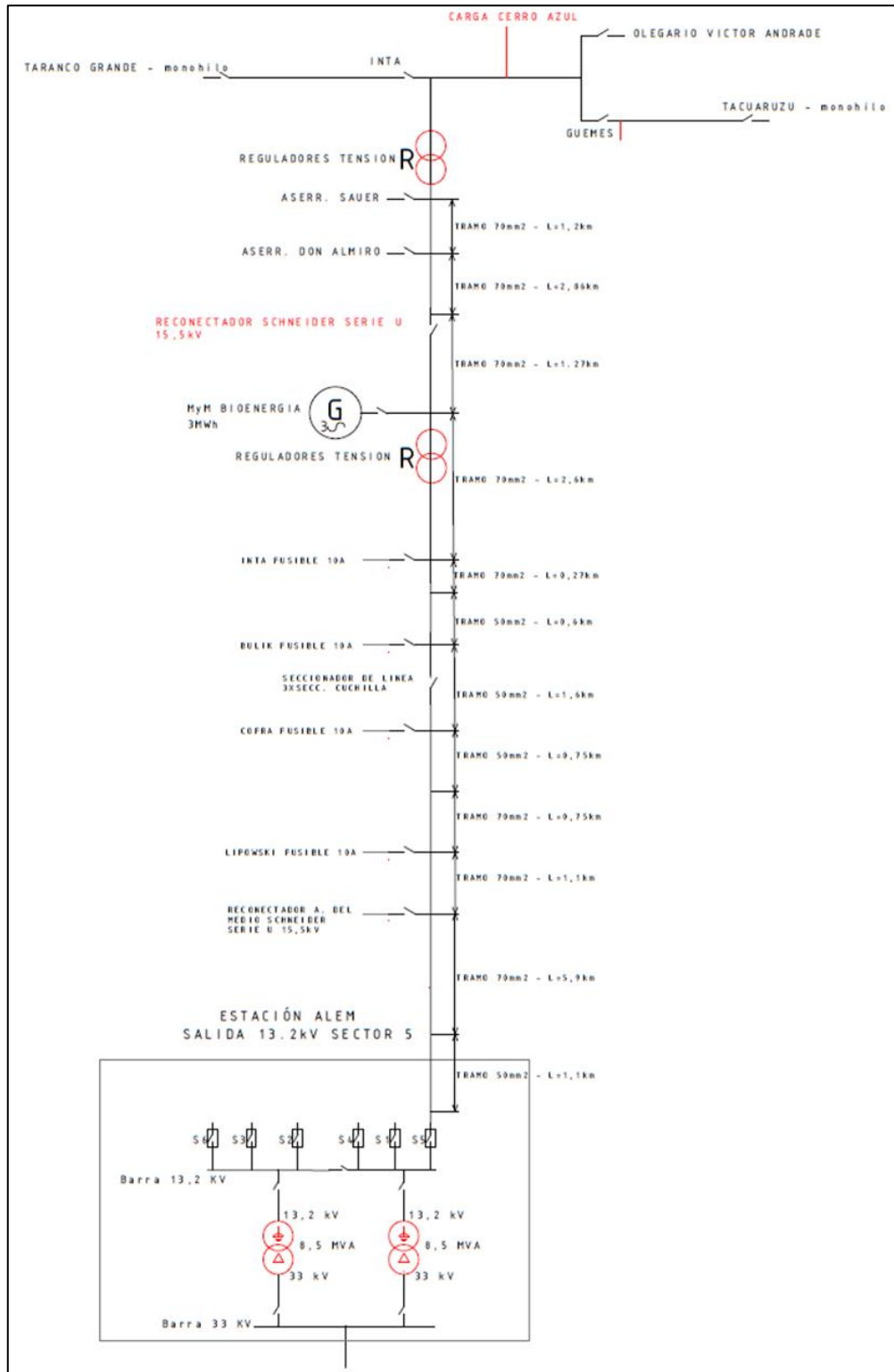


Fig. 2. Diagrama unifilar Sector/Línea 5. [4]

2) Toma de conocimiento de las estaciones ALEM CENTRO, ALEM NORTE y ALEM SUR con sus correspondientes salidas, protecciones, instrumentacion de proteccion y control, entre otros. En la Fig.4, Fig. 5 y Fig. 6 se muestran las EETT.



**Fig. 3. Sub Estación Transformadora Alem Centro.**

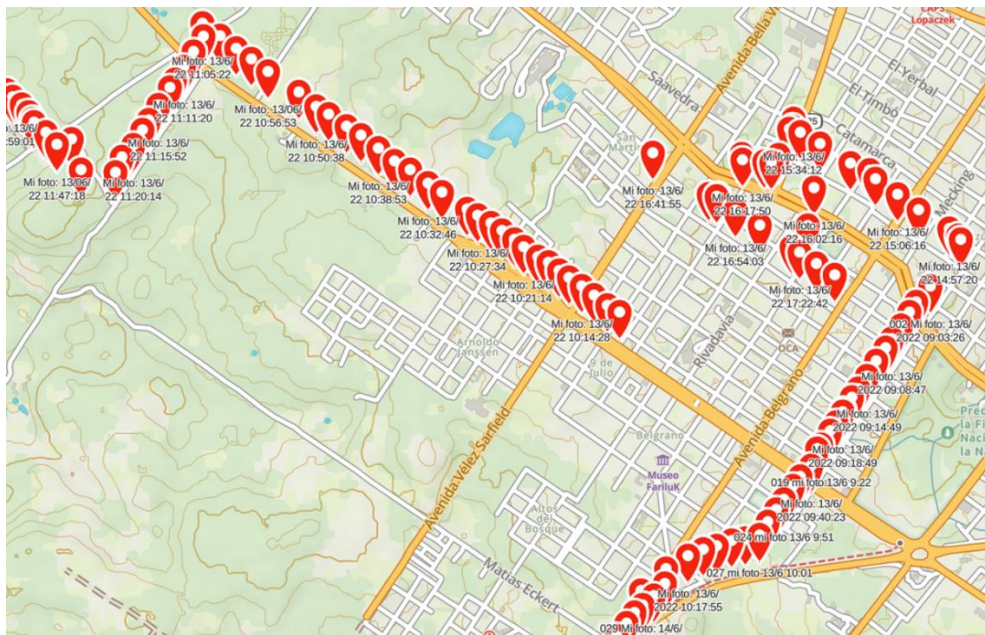


**Fig. 4. Sub Estación Transformadora Alem Norte**



**Fig. 5. Sub Estación Transformador Alem Sur.**

3) Puntos de referencia relevados en campo para actualización del GIS y/o contraste con los proporcionados por la Cooperativa. En la Fig. 6 se muestran los avances del relevamiento.



**Fig. 6. Postes relevados con aplicación GAIA GPS.**



**Fig. 7. Sub Estacion Transformadora Aerea (SETA) relevada.**

Las Herramientas y metodología utilizadas para relevamiento son:

- 1) GPS Garmin y otros.
- 2) Planilla de datos técnicos, de elaboración propia
- 3) Toma de puntos de referencia mediante aplicaciones MAPS.ME y GAIA GPS.
- 4) Registro fotografico de postacion, cables, SETAs, otros.

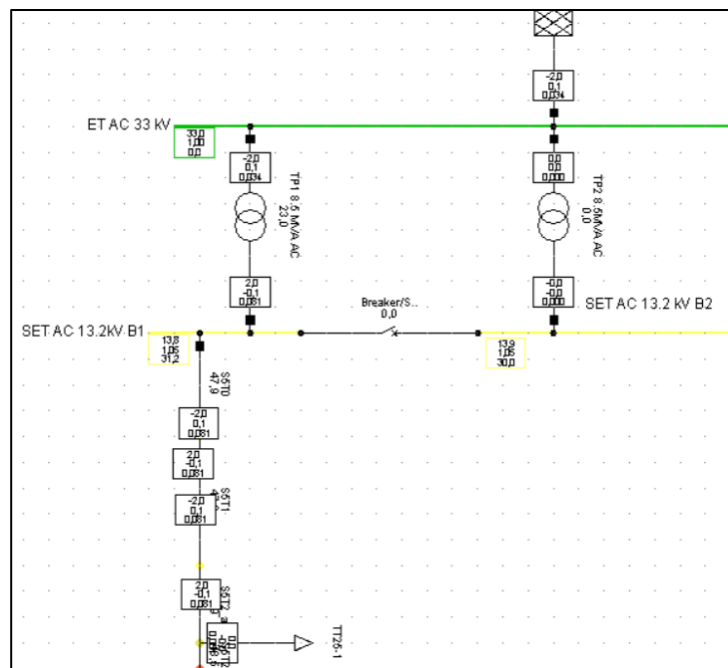
En primer lugar, se georreferencia el poste a relevar con el GPS y se registran las características importantes tanto de la estructura, implementos y tipo de línea mediante observación en la planilla de datos. De ser necesario, se toman fotos con el teléfono móvil y se añaden anotaciones a la misma, con GAIA GPS. Todo esto para realizar una mejor identificación de las cargas, de las líneas, de las subestaciones transformadoras aéreas (SETA) y de los implementos de líneas de distribución.

Además, se contó constantemente con información y recomendaciones del personal de la CELA.

- 4) Creación de una base de datos digital (planillas de Excel, fotos, parámetros de líneas, postes, geo-referencias, etc).

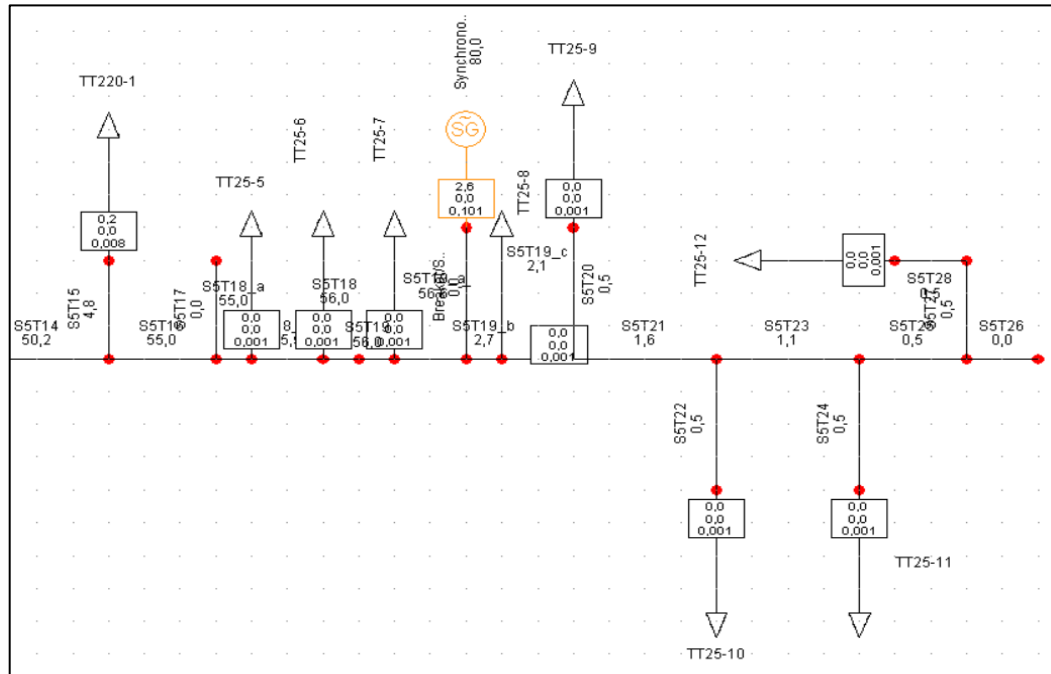
- 5) Capacitación en software de simulación Digsilent Power Factory para modelado de redes.
- 6) Modelado del trazado de las líneas, simulación y análisis de resultados.

En la Fig. 8 se muestran los resultados del modelado para un circuito de la ET Centro. En la Fig.9 se presentan los primeros resultados de una corrida de simulación con datos reales del estado de funcionamiento actual.



*Fig. 8. Modelado y Simulación en DigSilent.*





**Fig. 9. Modelado y Simulación en DigSilent.**

En esta oportunidad, se realizó el modelado y simulación la línea 5 que corresponde al SET Alem Centro de manera parcial.

### 3 Conclusiones

Mediante este trabajo se logro realizar una metodologia de relevamiento de las líneas, así como también la actualización del GIS, para luego obtener el modelo computacional, posteriormente simularlo y de esta manera, conocer la situación actual de cada una de las salidas de las dos SET que funcionan bajo la concesión de la cooperativa. Una vez que se obtengan los resultados de la simulación, se propondrán ubicaciones óptimas para la inserción de energía mediante GD. Para llevar a cabo las propuestas se tendrán en cuenta la situación actual y futura para simular escenarios alternativos.

Además, para los estudiantes participantes del proyecto sirve como experiencia para asentar los conocimientos adquiridos en asignaturas pertinentes a la carrera de Ingeniería Electromecánica.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido llevado a cabo gracias al apoyo de la Catedra Proyecto Electromecanico 2 (EM533), a los docentes de la misma y a la Facultad de Ingeniería de Obera. Los autores agradecen a Sr. Lopez Jairo y al Ing. Correa Marco por la colaboración prestada en la preparación de este artículo y al proyecto UNaM acreditado denominado Determinacion de la Maxima Insercion de generacion

distribuida con energías renovables y relevamiento geolocalizados de las áreas de concesión de las distribuidoras de la provincia de Misiones.

## Referencias

- [1] MARTA G. MICHETTI. — EMILIO MONZO. — Eugenio Inchausti. — Juan P. Tunessi., «Servicios Infoleg,» 27 12 2017. [En línea]. Available: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305179/texact.htm>. [Último acceso: 2022].
- [2] Cámara de Representantes de la provincia de Misiones, «Digesto Misiones,» 17 10 2019. [En línea]. Available: <http://digestomisiones.gob.ar/uploads/documentos/leyes/Ley%20XVI%20-%20N%20118.pdf?v=25032022141418>. [Último acceso: 2022].
- [3] CELA, GIS de BT y MT.
- [4] CELA, «Unifilar Sector/Línea 5 de la SET Alem Centro».