

Manual de uso del complemento "QGIS2OPENDSS"

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

Mayo 2023

QGIS2OPENDSS es un complemento (*plugin*) en el software QGIS que permite traducir la información disponible en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de redes eléctricas de distribución a un modelo de red en el software OpenDSS de EPRI. El presente documento presenta una guía de utilización del plugin.

La interfaz de la herramienta se muestra en la Figura 1. Esta interfaz posee diversos bloques de entradas debidamente enumeradas en la figura. Cada bloque posee un texto en el cual se indica brevemente el parámetro de entrada. A continuación, se explica detalladamente cada uno de ellos con el objetivo de que el usuario final introduzca los datos solicitados de la manera correcta.

The screenshot shows the QGIS2OpenDSS plugin window. It features a title bar with the QGIS logo and the text 'QGIS2OpenDSS'. The interface is organized into several sections with numbered callouts:

- 1**: Input field for 'Ingrese el nombre del circuito'.
- 2**: Input field for 'Seleccione la ubicación de los perfiles de carga'.
- 3**: Input field for 'Seleccione la ubicación de los archivos de salida'.
- 4**: Section 'Seleccione las capas' containing:
 - 5**: 'Líneas de media tensión' dropdown.
 - 6**: 'Cargas de media tensión' dropdown.
 - 7**: 'Seccionadores' dropdown.
 - 8**: 'Fusibles' dropdown.
 - 9**: 'Transformadores' dropdown.
 - 10**: 'Líneas de baja tensión' dropdown.
 - 11**: 'Acometidas' dropdown.
 - 12**: 'Cargas de baja tensión' dropdown.
 - 13**: 'Alumbrado público' dropdown.
- 14**: 'Generación distribuida gran escala' dropdown.
- 15**: 'Generación distribuida pequeña escala' dropdown.
- 16**: 'Reguladores' dropdown.
- 17**: 'Capacitores' dropdown.
- 18**: 'Vehículos eléctricos' dropdown.
- 19**: 'Planteles de buses' dropdown.
- 20**: 'Subestación' dropdown with checkboxes:
 - ☒ Modelar subestación
 - ☐ Modelar como Auto-transformador
 - ☐ No modelar subestación
- 21**: 'Calcular ruta más larga' checkbox.

At the bottom right are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

Figura 1. Bloques de entrada en el complemento QGIS2OPENDSS

1 Bloques de entrada

En la presente sección se realiza una descripción más detallada de la información solicitada por el plugin para crear el modelo de un circuito en el OpenDSS, según la numeración de la Figura 1.

1: Nombre del circuito

En este bloque se solicita que el usuario escriba el nombre corto que se le asignará al circuito. Es importante recalcar que la extensión de éste debe ser de un máximo de **3 caracteres** que represente el nombre del circuito. Se recomienda utilizar únicamente letras mayúsculas. Por ejemplo, si el circuito se llama *Santa Lucía*, se sugiere usar un nombre como *SLU*.

2: Perfiles de carga

En el bloque 2 se debe introducir la dirección de la carpeta (fichero) donde se encuentran los perfiles de carga diarios. Dentro de esta carpeta deben estar otras subcarpetas llamadas residencial, comercial, industrial y AMI, y dentro de cada una de éstas deben estar diferentes archivos *.txt con los perfiles de carga diarios para diferentes niveles de consumo mensual de los clientes. Cada archivo de texto debe contener una columna sin títulos con 96 datos.

Los datos de los perfiles de carga deben estar en unidades de kW, uno cada 15 minutos (96 valores por día). Además, el nombre de cada curva debe ser dado de la siguiente manera: CurveE_DS, en donde E representa los kWh mensuales (30 días) que representa la curva diaria, D representa los decimales presentes en el valor de energía (únicamente 2 decimales) y S representa el sector al que pertenece (R, C e I para residencial, comercial e industrial respectivamente). En la

Figura 2 se muestran los primeros valores de una curva comercial diaria, la cual representa 625 kWh al mes.

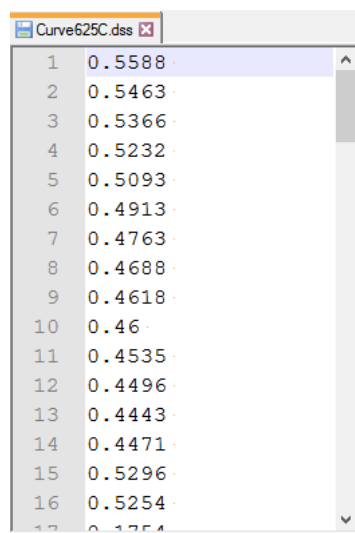


Figura 2. Perfil de carga comercial de 625 kWh mensuales

3: Ubicación de archivos de salida

En este bloque el usuario debe introducir la dirección de la carpeta donde se desea almacenar los archivos con extensión *.dss para el OpenDSS.

4: Líneas de media tensión

En las listas desplegables del bloque 4 se mostrarán todas las capas del proyecto. Ahí se deben seleccionar las correspondientes a líneas de media tensión. En caso de que la capa corresponda a líneas de media tensión subterráneas se debe activar el *check* ubicado a la derecha de la respectiva lista desplegable.

5: Cargas de media tensión

En el bloque 5 se ubican las capas que corresponde a las cargas o clientes conectados al nivel de media tensión.

6: Seccionadores

El bloque 6 corresponde a la capa de elementos seccionadores en el circuito.

7: Fusibles

En este bloque se ubican las capas de fusibles del circuito.

8: Reconectadores

En caso de que se cuente con una capa de reconectadores, esta se debe de cargar en el bloque 8.

9: Transformadores

En este bloque se deben seleccionar las respectivas capas de transformadores. No incluya información de transformadores de subestación ni reguladores de tensión pues estos van en otros bloques.

10: Líneas de baja tensión

El bloque 10 corresponde a las líneas de baja tensión, por lo que se deben cargar las capas respectivas. Al igual que en las líneas de media tensión se debe activar el *check* en caso de que estas sean subterráneas.

11: Acometidas

En caso de poseer los datos de las acometidas en una capa aparte de líneas de baja tensión, se deben cargar en la sección de los bloques identificados con el número 11. Si la empresa distribuidora no separa la capa de acometidas y la capa de líneas de baja tensión, el bloque 11 puede quedarse sin usar.

12: Cargas de baja tensión

En el bloque 12 se deben cargar las capas de cargas o clientes del sistema de distribución de baja tensión.

13: Alumbrado Público

Si el usuario posee la capa de alumbrado público en el circuito, esta se debe de ubicar en el bloque 13.

14: Generación Distribuida de Gran Escala

Se utiliza esta opción en caso de que el circuito contenga una capa de generación distribuida de gran escala (varios cientos de kW o pocos MW conectados a la red de media tensión por medio de un transformador exclusivo).

15: Generación Distribuida de Pequeña Escala

Se utiliza esta opción en caso de que el circuito contenga una capa de generación distribuida de pequeña escala. Se considera de pequeña escala a proyectos de pocos kW conectados en circuitos secundarios y que usualmente son para autoconsumo de los clientes.

16: Reguladores:

En el bloque 16 se añade la capa de reguladores de tensión en el circuito.

17: Capacitores:

En el bloque 17 se escoge la capa de bancos de capacitores.

18: Vehículos Eléctricos

En caso de que el circuito en estudio contenga una capa de vehículos eléctricos, se debe seleccionar la respectiva capa en esta sección.

19: Planteles de buses

En este bloque se debe indicar la capa que corresponde a los planteles de buses eléctricos.

20: Subestación

Hay tres formas de introducir los datos de la subestación del circuito. La primera casilla titulada como “Modelar subestación”, define la subestación como un transformador de potencia. La segunda opción corresponde a un autotransformador de potencia, el cual se activa mediante la casilla de verificación llamada “Modelar con Autotransformador”. Finalmente, la tercera opción aplica cuando no se desea modelar el transformador de la subestación. En este caso, la capa de entrada debe contener únicamente la ubicación del punto de salida del circuito. Esta será la fuente del circuito y se modela como una barra de media tensión.

21: Ruta más larga

Si se selecciona, el plugin calcula la distancia más larga desde la subestación hasta el punto más lejano, y posteriormente determina la impedancia asociada a esta ruta.

Para lograr una correcta utilización de la herramienta QGIS2OPENDSS es necesario introducir los datos de la manera en que se explicó anteriormente. **Además, las capas seleccionadas en la interfaz de la herramienta deben seguir una serie de características para que sea compatible con la herramienta.**

Los requisitos son básicamente a nivel de los atributos de las capas, esto se puede observar detalladamente a continuación.

2 Atributos requeridos

Los atributos se clasifican como obligatorios (indispensables) y opcionales (estos atributos se pueden extraer indirectamente a partir de los archivos generados por los departamentos SIG de las empresas distribuidoras de electricidad). **Las letras entre paréntesis en las siguientes tablas indican si el dato es *string* (s), *integer* (i) o *real* (r).**

2.1 Líneas

El Cuadro 1 presenta la lista de atributos en los archivos *shape* de líneas de Media Tensión (MT), Baja Tensión (BT) y conductores de servicio (acometidas). Adicionalmente las Figuras 1, 2 y 3 presentan ejemplos de los cuadros de atributos de las líneas en ambiente QGIS.

Cada atributo es descrito a continuación:

2.1.1 NEUTMAT

Material del conductor neutro. Por ejemplo:

- ✓ CU
- ✓ AAC
- ✓ AAAC
- ✓ ACSR

El usuario puede escribir otros caracteres en caso de usar otro tipo de conductores.

Cuadro 1. Lista de atributos en los archivos *shape* de líneas de MT y BT y servicios

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Líneas de MT subterráneas | NEUTMAT (s) | LENGTH (r) |
| | NEUTSIZ (s) | LENUNIT (s) |
| | PHASEMAT (s) | INSULEV (s) |
| | PHASESIZ (s) | NEUTPER (s) |
| | INSULVOLT (s) | X1 (r) |
| | PHASEDESIG (i,s) | Y1 (r) |
| | INSULMAT (s) | X2 (r) |
| | NOMVOLT (i) | Y2 (r) |
| | SHIELDING (s) | |
| Líneas de MT aéreas | NEUTMAT (s) | LENGTH (r) |
| | NEUTSIZ (s) | LENUNIT (s) |
| | PHASEMAT (s) | X1 (r) |
| | PHASESIZ (s) | Y1 (r) |
| | LINEGEO (s) | X2 (r) |
| | PHASEDESIG (i,s) | Y2 (r) |
| | NOMVOLT (i) | |
| Líneas de BT subterráneas | NEUTMAT (s) | LENGTH (r) |
| | NEUTSIZ (s) | LENUNIT (s) |
| | PHASEMAT (s) | X1 (r) |
| | PHASESIZ (s) | Y1 (r) |
| | NOMVOLT (i) | X2 (r) |
| | INSULMAT (s) | Y2 (r) |
| Líneas de BT aéreas | NEUTMAT (s) | LENGTH (r) |
| | NEUTSIZ (s) | LENUNIT (s) |
| | PHASEMAT (s) | X1 (r) |
| | PHASESIZ (s) | Y1 (r) |
| | NOMVOLT (i) | X2 (r) |
| | TYPE (s) | Y2 (r) |
| Conductores de acometidas | PHASEMAT (s) | LENGTH (r) |
| | PHASESIZ (s) | LENUNIT (s) |
| | NOMVOLT (i) | X1 (r) |
| | TYPE (s) | Y1 (r) |
| | | X2 (r) |
| | | Y2 (r) |

2.1.2 NEUTSIZ

Calibre del conductor neutro, puede ser especificado en AWG, mm², MCM, entre otros. Por ejemplo:

- ✓ 2 para #2AWG
- ✓ 3/0 para #3/0AWG
- ✓ 250 para 250 MCM

El usuario puede definir cualquier otro calibre.

2.1.3 PHASEMAT

Material del conductor de fase. Por ejemplo:

- ✓ CU
- ✓ AAC
- ✓ AAAC
- ✓ ACSR

2.1.4 PHASESIZ

Calibre para los conductores de fase, puede ser especificado en AWG, mm2, MCM, entre otros. Por ejemplo:

- ✓ 2 para #2AWG
- ✓ 3/0 para #3/0AWG
- ✓ 250 para 250MCM

2.1.5 INSULVOLT

Aislamiento de tensión estandarizada (kV) para conductores de MT subterráneos. Por ejemplo:

- ✓ 15
- ✓ 25
- ✓ 35
- ✓ 45

2.1.6 PHASEDESIG

Designación de las fases. El usuario puede usar letras o números como codificación tal como se observa en el Cuadro 2. **Tipo de dato es integer (entero).**

Cuadro 2. Designación de Fase

| Atributo en el <i>shape</i> |
|-----------------------------|
| ABC, RST ó 7 |
| AB, RS ó 6 |
| AC, RT ó 5 |
| A, R ó 4 |
| BC, ST ó 3 |
| B, S ó 2 |
| C, T ó 1 |

2.1.7 INSULMAT

Material de aislamiento de los conductores MT subterráneos. Por ejemplo:

- ✓ EPR
- ✓ XLP
- ✓ PVC
- ✓ PE

2.1.8 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

Cuadro 3. Tensiones Nominales

| Código | Tensión LN (kV) | Tensión LL (kV) | Configuración |
|--------|--------------------|--------------------|---------------|
| 20 | 0.12 | 0.208 | estrella |
| 30 | 0.12 | 0.24 | fase partida |
| 35 | 0.254 | 0.44 | estrella |
| 40 | 0.24 | 0.48 | fase partida |
| 50 | 0.277 | 0.48 | estrella |
| 60 | 0.48 | 0.48 | delta |
| 70 | 0.24 | 0.416 | estrella |
| 80 | 2.40 | 2.40 | delta |
| 110 | 4.16 | 4.16 | delta |
| 120 | 2.40 | 4.16 | estrella |
| 150 | 7.20 | 7.20 | delta |
| 160 | 4.16 | 7.20 | estrella |
| 210 | 7.22 | 12.5 | estrella |
| 230 | 7.62 | 13.2 | estrella |
| 260 | 13.8 | 13.8 | delta |
| 270 | 7.97 | 13.8 | estrella |
| 340 | 14.38 | 24.9 | estrella |
| 380 | 19.92 | 34.5 | estrella |

2.1.9 SHIELDING

Tipo de armadura en cables MT subterráneos.

- ✓ CN para cables de neutro concéntrico.
- ✓ TS para cables "tape shielded".

2.1.10 INSULEV

Nivel de aislamiento de cables MT subterráneos.

- ✓ 100 para nivel de aislamiento de 100%. Este se usa por defecto para sistemas con neutro aterrizado. En caso contrario, debe indicar otro nivel de aislamiento.
- ✓ 133 para nivel de aislamiento de 133%.
- ✓ 173 para nivel de aislamiento de 173%.

2.1.11 NEUTPER

Aplica únicamente para cables subterráneos de neutro concéntrico. Corresponde al porcentaje de neutro con respecto al conductor de fase.

- ✓ 33 para 33%. Típico para sistemas trifásicos.
- ✓ 100 para 100%. Típico para sistemas monofásicos.

2.1.12 LINEGEO

Geometría de la línea. Este dato caracteriza la geometría utilizada en los conductores. Se usa solo una letra para indicar el tipo. Por ejemplo:

- ✓ H para horizontal
- ✓ B para bifásico
- ✓ V para vertical
- ✓ T para triangular

2.1.13 TYPE

- ✓ BARE (conductores desnudos en red secundaria)
- ✓ TPX para cables triplex
- ✓ DPX para cables dúplex.
- ✓ QPX para cables quadplex
- ✓ RHH para cables subterráneos de baja tensión

2.1.14 LENGTH

Longitud de la línea

2.1.15 LENUNIT

Unidad de longitud de la línea

- ✓ m para metros
- ✓ km para kilómetros
- ✓ in para pulgadas
- ✓ ft para pie
- ✓ kft para kilopie
- ✓ milla

2.1.16 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.1.17 Y1

Localización X2 bajo el sistema de coordenadas XY

2.1.18 X2

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.1.19 Y2

Localización Y2 bajo el sistema de coordenadas XY

| | X1 | Y1 | PHASEMAT | PHASESIZ | TYPE | LENGTH | LENUNIT |
|----|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 1 | 486059.2596 | 1097518.803 | AAC | 6 | TPX | 5.568941061 | m |
| 2 | 486062.1208 | 1097519.955 | AAC | 6 | TPX | 4.603271127 | m |
| 3 | 486061.4502 | 1097810.074 | AAC | 6 | TPX | 14.35624322 | m |
| 4 | 485824.8951 | 1097961.165 | AAC | 6 | TPX | 126.7201184 | m |
| 5 | 485830.3691 | 1097972.147 | NOMVOLT | X2 | Y2 | 12.27103547 | m |
| 6 | 485824.8951 | 1097961.165 | 30 | 486053.7791 | 1097519.792 | 135.1642479 | m |
| 7 | 485934.5911 | 1098315.4 | 30 | 486066.7239 | 1097519.912 | 36.90572693 | m |
| 8 | 485882.7925 | 1098357.3 | 30 | 486052.7345 | 1097798.667 | 14.56262096 | m |
| 9 | 485906.0363 | 1098338.7 | 30 | 485919.0967 | 1097885.557 | 29.73731604 | m |
| 10 | 485828.9236 | 1098400.4 | 30 | 485824.8951 | 1097961.165 | 12.91182824 | m |
| 11 | 485882.7925 | 1098357.3 | 30 | 485694.8621 | 1097997.525 | 68.99461648 | m |
| 12 | 485828.9236 | 1098400.4 | 30 | 485906.0363 | 1098338.799 | 6.040265836 | m |

Figura 3. Atributos de un shape de líneas de servicio dentro del ambiente de QGIS

| | X1 | Y1 | X2 | Y2 | NOMVOLT | NEUTMAT | NEUTSIZ |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|---------|
| 1 | 486059.2596 | 1097518.803 | 486053.7791 | 1097519.792 | 30 | AAC | 6 |
| 2 | 486062.1208 | 1097519.955 | 486066.7239 | 1097519.912 | 30 | AAC | 6 |
| 3 | 486061.4502 | 1097810.074 | 486052.7345 | 1097798.667 | 30 | AAC | 6 |
| 4 | 485824.8951 | 1097961.165 | 485919.0967 | 1097885.557 | 30 | AAC | 6 |
| 5 | 485830.3691 | 1097972.147 | 485824.8951 | 1097961.165 | 30 | AAC | 6 |
| 6 | 485824.8951 | 1097961.165 | 486053.7791 | 1097519.792 | 30 | AAC | 6 |
| 7 | 485934.5911 | 1098315.4 | 486066.7239 | 1097519.912 | 30 | AAC | 6 |
| 8 | 485882.7925 | 1098357.3 | 486052.7345 | 1097798.667 | 30 | AAC | 6 |
| 9 | 485906.0363 | 1098338.7 | 485919.0967 | 1097885.557 | 30 | AAC | 6 |
| 10 | 485828.9236 | 1098400.4 | 485824.8951 | 1097961.165 | 30 | AAC | 6 |
| 11 | 485882.7925 | 1098357.3 | 485694.8621 | 1097997.525 | 30 | AAC | 6 |
| 12 | 485828.9236 | 1098400.4 | 485906.0363 | 1098338.799 | 30 | AAC | 6 |
| 13 | 485824.8951 | 1097961.165 | 485919.0967 | 1097885.557 | 30 | AAC | 6 |
| 14 | 485820.8 | 1097961.165 | 485919.0967 | 1097885.557 | 30 | AAC | 6 |

Figura 4. Atributos de un shape de líneas BT aéreas dentro del ambiente de QGIS

| | PHASEDESIG | NOMVOLT | CU | NEUTMAT | NEUTSIZ | PHASESIZ | PHASEMAT | INSULVOLT | INSULMAT |
|---|------------|---------|----|---------|---------|----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 7 | 380 | CU | 3/0 | 500 | CU | 35 | XLP | |
| 2 | 7 | 380 | CU | 1/0 | 1/0 | CU | 15 | EPR | |
| 3 | 7 | 380 | CU | 1/0 | 1/0 | CU | 35 | XLP | |
| 4 | 4 | 380 | CU | 3/0 | 500 | CU | 35 | XLP | |
| 5 | 4 | 380 | CU | 3/0 | 500 | CU | 35 | XLP | |
| 6 | 4 | 380 | CU | 3/0 | 500 | CU | 35 | XLP | |
| 7 | 4 | 380 | CU | 3/0 | 500 | CU | 35 | XLP | |

| | LENGTH | X1 | Y1 | X2 | Y2 | LENUNIT | SHIELDING |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| 1 | 32.29386229 | 486060.6791 | 1097518.413 | 486048.5238 | 1097499.092 | m | CN |
| 2 | 92.03961441 | 485974.6135 | 1098192.492 | 486027.9827 | 1098254.354 | m | CN |
| 3 | 8.502184166 | 485807.3222 | 1098074.025 | 485815.8222 | 1098073.831 | m | CN |
| 4 | 87.60984996 | 485954.0672 | 1098410.116 | 485907.2645 | 1098341.842 | m | CN |
| 5 | 76.72567251 | 485997.2532 | 1098471.917 | 485954.0672 | 1098410.116 | m | CN |
| 6 | 58.37941137 | 486040.295 | 1098511.047 | 485997.2532 | 1098471.917 | m | CN |
| 7 | 65.24754552 | 486086.9964 | 1098553.831 | 486040.295 | 1098511.047 | m | CN |

Figura 5. Atributos de un shape de líneas MT subterráneas dentro del ambiente de QGIS

2.2 Transformadores

El Cuadro 4 y la Figura 4 presentan la lista de atributos que deben estar presentes en los archivos shape de los transformadores de distribución y de potencia. Cada atributo es descrito a continuación:

2.2.1 PHASEDESIG

Fases a las cuales el transformador es conectado (del lado primario), véase el Cuadro 2.

2.2.2 PRIMVOLT

Codificación para la tensión nominal del lado primario, véase el Cuadro 3.

2.2.3 SECVOLT

Codificación para la tensión nominal del lado secundario, véase el Cuadro 3.

2.2.4 PRIMCONN

Conexión del lado primario

- ✓ Y para estrella
- ✓ D para Delta
- ✓ OY para Estrella renca (banco trifásico con dos unidades monofásicas)
- ✓ LG para transformador monofásico (línea a tierra)

2.2.5 SECCONN

Conexión del lado del secundario

- ✓ Y para estrella
- ✓ D para Delta
- ✓ 4D para Delta 4 hilos
- ✓ SP para fase partida (monofásico trifilar)

2.2.6 KVAPHASEA

Capacidad de potencia en la fase A (kVA). Use 0 en caso de que el transformador no esté conectado a esta fase.

Cuadro 4. Atributos del transformador en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|----------------|------------------------|----------------------|
|----------------|------------------------|----------------------|

| | | |
|---|------------------|--------------|
| Transformadores | PHASEDESIG (i,s) | |
| | PRIMVOLT (r) | |
| | SECVOLT (r) | |
| | PRIMCONN (s) | TAPS (i) |
| | SECCONN (s) | X1 (r) |
| | KVAPHASEA (r) | Y1 (r) |
| | KVAPHASEB (r) | MV/MV (s) |
| | KVAPHASEC (r) | |
| | RATEDKVA (r) | |
| | TAPSETTING (r) | |
| Subestación: unidad trifásica | HIGHVOLT (r) | |
| | MEDVOLT (r) | |
| | LOWVOLT (r) | |
| | XHL (r) | |
| | XHT (r) | |
| | XLT (r) | |
| | HIGHCONN (s) | X1 (r) |
| | MEDCONN (s) | Y1 (r) |
| | LOWCONN (s) | ISC_3P (r) |
| | KVAHIGH (r) | ISC_1P (r) |
| | KVAMED (r) | |
| | KVALOW (r) | |
| | WINDINGS (i) | |
| | TAPS (i) | |
| Subestación: autotransformador | TAPSETTING (r) | |
| | TAPMAX/MI (r) | |
| | PRIMVOLT (r) | X1 (r) |
| | SECVOLT (r) | Y1 (r) |
| | XHL (r) | HIGHCONN (s) |
| | KVAHIGH (r) | MEDCONN (s) |
| | KVAMED (r) | ISC_3P (r) |
| | TAPS (i) | ISC_1P (r) |
| Subestación: sin modelar | TAPSETTING (r) | |
| | TAPMAX/MI (r) | |
| | | X1 (r) |
| | MEDVOLT (r) | Y1 (r) |
| | | ISC_3P (r) |
| | | ISC_1P (r) |

2.2.7 KVAPHASEB

Capacidad de potencia en la fase B (kVA). Use 0 en caso de que el transformador no esté conectado a esta fase.

2.2.8 KVAPHASEC

Capacidad de potencia en la fase C (kVA). Use 0 en caso de que el transformador no esté conectado a esta fase.

2.2.9 RATEDKVA

Este atributo indica la capacidad nominal del transformador. La suma de KVAPHASEA, KVAPHASEB y KVAPHASEC debe ser igual a RATEDKVA. En caso de no serlo, aparecerá una ventana emergente indicando el error y solicitando la corrección del mismo para poder continuar.

2.2.10 MV/MV

Este atributo indica si el transformador se utiliza para conectar dos segmentos de la misma red de media tensión, pero con distintos niveles de tensión. Se debe colocar YES si es un transformador de este tipo, de otra manera se asigna como NO.

2.2.11 TAPS

Número de taps del transformador. Por ejemplo: 5.

2.2.12 TAPSETTING

Posición en la que se encuentra ajustado el TAP del transformador. El valor nominal del TAP es 1. Si se desconoce, se debe colocar en 1.

2.2.13 HIGHVOLT

Tensión línea a línea en alta tensión (kV). Por ejemplo: 230.

2.2.14 MEDVOLT

Tensión línea a línea en media tensión (kV). Por ejemplo: 34.5

2.2.15 LOWVOLT

Este atributo es requerido solo para transformadores de potencia de 3 devanados. Es la tensión línea a línea nominal del devanado terciario (kV). Por ejemplo: 13.8.

2.2.16 PRIMVOLT

Tensión en el lado del primario. Atributo necesario solo para la subestación en modo autotransformador.

2.2.17 SECVOLT

Tensión en el lado del secundario. Atributo necesario solo para la subestación en modo autotransformador.

2.2.18 HIGHCONN

Tipo de conexión en alta tensión

- ✓ Y para estrella
- ✓ D para Delta

2.2.19 MEDCONN

Tipo de conexión en media tensión

- ✓ Y para estrella
- ✓ D para Delta

2.2.20 LOWCONN

Este atributo es requerido solo para transformadores de potencia de 3 devanados. Tipo de conexión del devanado terciario:

- ✓ D para Delta (usualmente es este)
- ✓ Y para estrella

2.2.21 KVAHIGH

Potencia nominal en el lado de alta tensión. (kVA)

2.2.22 KVAMED

Potencia nominal en el lado de media tensión. (kVA)

2.2.23 KVALOW

Este atributo es requerido solo en transformadores de potencia de 3 devanados. Potencia nominal en el lado de baja tensión (terciario). (kVA)

2.2.24 WINDINGS

Número de devanados. Por ejemplo 2 o 3. Este atributo es requerido solo en transformadores de potencia.

2.2.25 TAPMAX/MI

Posición máxima y mínima del tap (pu) Ejemplo: 1.05/0.85

2.2.26 XHL

Reactancia serie del devanado de alta con el devanado de baja (%)

2.2.27 XHT

Reactancia serie del devanado de alta con el devanado terciario (%)

2.2.28 XLT

Reactancia serie del devanado de baja con el devanado terciario (%)

2.2.29 ISC_3P

Corriente de cortocircuito trifásico en kA. Si se modela el transformador de potencia se considera que esta corriente es del lado de AT. Si no se modela subestación se considera que el dato se da a nivel de MT.

2.2.30 ISC_1P

Corriente de cortocircuito monofásico en kA. Si se modela el transformador de potencia se considera que esta corriente es del lado de AT. Si no se modela subestación se considera que el dato se da a nivel de MT.

2.2.31 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.2.32 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

| | X1 | Y1 | PHASEDESIG | RATEDKVA | PRIMVOLT | SECVOLT | PRIMCONN |
|----|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 485974.6135 | 1098192.492 | 7 | 500 | 380 | 50 | Y |
| 2 | 485866.6585 | 1098855.634 | 1 | 50 | 380 | 30 | SP |
| 3 | 486492.9683 | 1099233.542 | 7 | 75 | 380 | 30 | Y |
| 4 | 486546.7522 | 1099292.274 | 7 | 75 | 380 | 30 | Y |
| 5 | 486061.4502 | 1097810.074 | 2 | 15 | 380 | 30 | SP |
| 6 | 486342.3388 | 1098432.553 | 2 | 15 | 380 | 30 | SP |
| 7 | 486059 | Y | SECCONN | KVAPHASEA | KVAPHASEB | KVAPHASEC | TAPS |
| 8 | 486062 | SP | 0 | 0 | 50 | 5 | 30 |
| 9 | 485830 | 4D | 25 | 25 | 25 | 5 | 20 |
| 10 | 485807 | 4D | 25 | 25 | 25 | 5 | 20 |
| 11 | 486153 | SP | 0 | 15 | 0 | 5 | 30 |
| 12 | 485804 | SP | 0 | 50 | 0 | 5 | 30 |
| 13 | 485805 | Y | 25 | 25 | 25 | 5 | 30 |
| 14 | 485775 | SP | 50 | 0 | 0 | 5 | 30 |
| 15 | 485781 | Y | 37 | 37 | 37 | 5 | 30 |

Figura 6. Atributos de un shape de transformadores dentro del ambiente de QGIS

2.3 Cargas de media tensión

El Cuadro 5 expone la lista de atributos obligatorios y opcionales en los archivos shape de cargas de MT. Cada atributo es definido a continuación.

Cuadro 5. Atributos de las cargas de media tensión en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|------------------|---|-----------------------|
| Cargas MT | PHASEDESIG (i,s) NOMVOLT (i) KWHMONTH (r) PF (r) | MODEL (i) CONN (i) |

2.3.1 PHASEDESIG

Fases a las cuales la carga es conectada (directamente a la red de media tensión), véase el Cuadro 2.

2.3.2 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.3.3 KWHMONTH

Consumo mensual promedio del abonado en kWh. Esta información es requerida para ejecutar la creación y asignación del perfil de la carga.

2.3.4 PF

Factor de potencia asociado a la carga.

2.3.5 CLASS

Tipo de carga:

- ✓ C para comercial
- ✓ I para industrial

2.3.6 MODEL

Modelo de carga en OpenDSS (recuerde que este atributo es opcional)

1. para P constante y Q constante: Normalmente denominado *modelo de carga de potencia constante*. Utilizado comúnmente para estudios de flujos de potencia.
2. para impedancia constante: Este modelo es esencialmente lineal. Este modelo usualmente garantiza una convergencia en cualquier condición de cargabilidad.
3. para P constante y Q cuadrático: Este modelo varía la potencia reactiva de forma cuadrática con la tensión, mientras que, la potencia activa es independiente de la tensión; tal y como se comportaría un motor.
4. para exponencial: En este modelo, la dependencia de P y Q con respecto a la tensión es definida por parámetros exponenciales. Este modelo es utilizado en estudios del alimentador de distribución cuando el comportamiento de la carga es desconocido.
5. para I constante: P y Q varían linealmente con la magnitud de la tensión mientras la magnitud de la corriente de la carga se mantiene constante.
6. para P constante y Q fijo: Q será un valor fijo independiente del tiempo y la tensión.
7. para P constante y Q cuadrático modificado: En este modelo Q varía al cuadrado del nivel de tensión.
8. para el modelo de carga ZIP: Este modelo refleja la carga como la unión de potencia constante, corriente constante e impedancia constante, estos definidos por coeficientes.

2.3.7 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.4 Cargas de baja tensión

El Cuadro 6 y la Figura 7 presentan la lista de atributos obligatorios, así como los opcionales, que deben aparecer en los archivos shape de cargas. Cada atributo es definido a continuación:

2.4.1 KWHMONTH

Consumo mensual promedio del abonado en kWh. Esta información es requerida para ejecutar la creación y asignación del perfil de la carga.

2.4.2 CLASS

Tipo de carga:

- ✓ R para residencial
- ✓ C para comercial
- ✓ I para industrial

2.4.3 MODEL

Modelo de carga en OpenDSS (recuerde que este atributo es opcional)

1. para P constante y Q constante: Normalmente denominado *modelo de carga de potencia constante*. Utilizado comúnmente para estudios de flujos de potencia.
2. para impedancia constante: Este modelo es esencialmente lineal. Este modelo usualmente garantiza una convergencia en cualquier condición de cargabilidad.
3. para P constante y Q cuadrático: Este modelo varía la potencia reactiva de forma cuadrática con la tensión, mientras que, la potencia activa es independiente de la tensión; tal y como se comportaría un motor.
4. para exponencial: En este modelo, la dependencia de P y Q con respecto a la tensión es definida por parámetros exponenciales. Este modelo es utilizado en estudios del alimentador de distribución cuando el comportamiento de la carga es desconocido.
5. para I constante: P y Q varían linealmente con la magnitud de la tensión mientras la magnitud de la corriente de la carga se mantiene constante.
6. para P constante y Q fijo: Q será un valor fijo independiente del tiempo y la tensión.
7. para P constante y Q cuadrático modificado: En este modelo Q varía al cuadrado del nivel de tensión.
8. para el modelo de carga ZIP: Este modelo refleja la carga como la unión de potencia constante, corriente constante e impedancia constante, estos definidos por coeficientes.

2.4.4 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.4.5 SERVICE

Corresponde al tipo de conexión que presenta la carga. Debe tener un tipo de conexión coherente con el tipo de cable de la línea a la cual se encuentra conectada la carga.

Se debe utilizar la codificación especificada en el Cuadro 6 para indicar qué tipo de conexión se presenta.

Cuadro 6. Codificación atributo Service

| Código | Significado |
|----------------|-----------------------------------|
| 1, A o R | Carga conectada a vivo 1 y neutro |
| 2, B o S | Carga conectada a vivo 2 y neutro |
| 3, C o T | Carga conectada a fase 3 y neutro |
| 12, AB o RS | Carga conectada a vivo 1 y vivo 2 |
| 23, BC o ST | Carga conectada a fases 2 y 3 |
| 13, AC o RT | Carga conectada a fases 1 y 3 |
| 123, ABC o RST | Carga con conexión trifásica |

2.4.6 AMI

Atributo que indica si el cliente (carga) cuenta con medición inteligente. Se debe indicar con un "YES" en caso de que cuente con esta característica, y dejar en blanco o rellenar con "NO" en caso contrario. Si se indica YES en alguna de las cargas del circuito el usuario debe asegurarse de que se tiene disponible el atributo "ID".

2.4.7 ID

Este atributo es obligatorio en caso de que esta carga cuente con medición inteligente. El dato brindado es el identificador de la carga, el cual debe coincidir con el nombre de un archivo .txt de curva diaria (valores en kW) ubicado en una carpeta llamada *amis* dentro de la carpeta de perfiles de carga.

2.4.8 X1

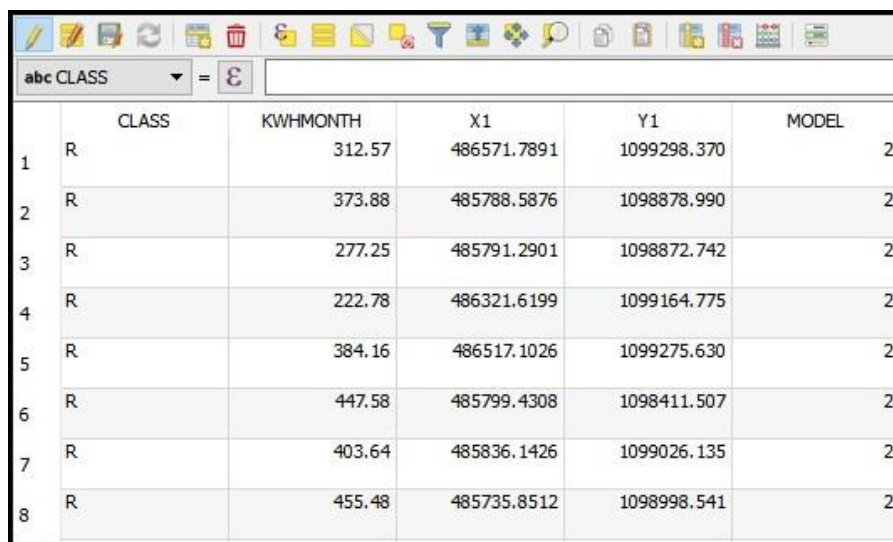
Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.4.9 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 7. Atributos de las cargas de baja tensión en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|------------------|------------------------|----------------------|
| Cargas BT | KWHMONTH (r) | AMI (s) |
| | CLASS (s) | ID (s) |
| | NOMVOLT (i) | MODEL (i) |
| | SERVICE (i) | X1 (r) |
| | | Y1 (r) |



| | CLASS | KWHMONTH | X1 | Y1 | MODEL |
|---|-------|----------|-------------|-------------|-------|
| 1 | R | 312.57 | 486571.7891 | 1099298.370 | 2 |
| 2 | R | 373.88 | 485788.5876 | 1098878.990 | 2 |
| 3 | R | 277.25 | 485791.2901 | 1098872.742 | 2 |
| 4 | R | 222.78 | 486321.6199 | 1099164.775 | 2 |
| 5 | R | 384.16 | 486517.1026 | 1099275.630 | 2 |
| 6 | R | 447.58 | 485799.4308 | 1098411.507 | 2 |
| 7 | R | 403.64 | 485836.1426 | 1099026.135 | 2 |
| 8 | R | 455.48 | 485735.8512 | 1098998.541 | 2 |

Figura 7. Atributos de un shape de cargas de baja tensión dentro del ambiente de QGIS

2.5 Alumbrado Público

Cuadro 8. Atributos de las cargas de alumbrado público en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|--------------------------|--------------------------------------|---|
| Alumbrado Público | SERVICE (i) KW (r) NOMVOLT (i) | ID (s) MODEL (i) X1 (r) Y1 (r) |

2.5.1 SERVICE

Codificación para el tipo de conexión utilizada. Se debe utilizar la codificación especificada en el Cuadro 6 para indicar qué tipo de conexión se presenta.

2.5.2 KW

En este atributo se indica el valor de potencia en kW de cada una de las luminarias.

2.5.3 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3.

2.6 Seccionadores

El Cuadro 7 expone la lista de atributos obligatorios y opcionales que deben aparecer en los archivos shape de seccionadores. Cada atributo es definido a continuación:

2.6.1 NC

Indica si el seccionador es normalmente cerrado o abierto. Para indicar que el seccionador es normalmente cerrado, debe indicarse en este atributo mediante un Yes. En caso contrario, se asumirá que es normalmente abierto.

2.6.2 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.6.3 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 9. Atributos de los seccionadores en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|----------------|------------------------|----------------------|
|----------------|------------------------|----------------------|

| | | |
|----------------------|--------|--------|
| | | X1 (r) |
| Seccionadores | NC (s) | Y1 (r) |

2.7 Fusibles

El Cuadro 8 expone la lista de atributos obligatorios y opcionales que deben aparecer en los archivos shape de los fusibles. Cada atributo es definido a continuación:

2.7.1 NC

Indica si el fusible es normalmente cerrado o normalmente abierto. Para indicar que el fusible es normalmente cerrado, debe indicarse en este atributo mediante un **Yes**. En caso contrario, se asumirá que es normalmente abierto.

2.7.2 CURVE

Es el nombre de la curva de tiempo inverso que debe ingresarse manualmente. La herramienta generará una serie de curvas predefinidas en el EPERLab, por lo que pueden utilizarse estas o agregarse nuevas. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo **Fuse_Curves.dss**, disponible en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. En caso de que no se indique, se le asignará la curva por defecto llamada **10T_CLEARING**.

2.7.3 RATED_C

Valor por el que se multiplica la curva de tiempo inverso, para obtener la corriente a la que se dispara el fusible. OpenDSS usa un valor por defecto de 1, ver manual de OpenDSS.

2.7.4 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.7.5 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 10. Atributos de los fusibles en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|-------------------|---------------------------|--|
| Fusibles | NC (s) | RATED_C (r) CURVE (s) X1 (r) Y1 (r) |

2.8 Reconectores

El Cuadro 9 expone la lista de atributos obligatorios y opcionales que deben aparecer en los archivos shape de los reconectores. No hace falta indicar el número de fases en OpenDSS. Cada atributo es definido a continuación:

2.8.1 NC

Indica si el reconector es normalmente cerrado o normalmente abierto. Para indicar que el reconector es normalmente cerrado, debe indicarse en este atributo mediante un **Yes**. En caso contrario, se supondrá que es normalmente abierto.

2.8.2 GRD_D

Nombre de la curva de tiempo inverso (delayed) para corriente a tierra. Al multiplicar los valores de corriente de la curva por el multiplicador GRD_TRIP se obtiene el valor real de la corriente. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo Recloser_Curves.dss en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.3 PH_D

Nombre de la curva de tiempo inverso (delayed) para corrientes de fase. Al multiplicar los valores de corriente de esta curva por el multiplicador PH_TRIP se obtiene el valor real de la corriente. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo Recloser_Curves.dss en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.4 GRD_F

Nombre de la curva de tiempo inverso (fast) para corriente a tierra. Al multiplicar los valores de corriente de la curva por el multiplicador GRD_TRIP se obtiene el valor real de la corriente. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo Recloser_Curves.dss en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.5 PH_F

Nombre de la curva de tiempo inverso (fast) para corrientes de fase. Al multiplicar los valores de corriente de esta curva por el multiplicador PH_TRIP se obtiene el valor real de la corriente. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo Recloser_Curves.dss en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.6 GRD_I

Nombre de la curva de tiempo inverso (instantánea) para corriente a tierra. Al multiplicar los valores de corriente de la curva por el multiplicador GRD_TRIP se obtiene el valor real de la corriente. Para

ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo `Recloser_Curves.dss` en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.7 PH_I

Nombre de la curva de tiempo inverso (instantánea) para corrientes de fase. Al multiplicar los valores de corriente de esta curva por el multiplicador `PH_TRIP` se obtiene el valor real de la corriente. Para ingresar curvas nuevas, deberá agregarlas al archivo `Recloser_Curves.dss` en la carpeta de *Bibliotecas* (el cual se guardará en el directorio de salida seleccionado por el usuario). El nombre indicado en este atributo debe ser idéntico al de la curva presente en el archivo mencionado. **A diciembre 2020 esta opción está deshabilitada y solo se puede usar la curva interna por defecto de OpenDSS.**

2.8.8 GRD_TRIP

Multiplicador de las curvas de corriente a tierra. El valor por defecto en OpenDSS es 1.

2.8.9 PH_TRIP

Multiplicador de las curvas de corriente de fase. El valor por defecto en OpenDSS es 1.

Cuadro 11. Atributos de los reconectores en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|----------------|------------------------|----------------------|
| Reconectores | NC (s) | GRD_D (s) |
| | | PH_D (s) |
| | | GRD_F (s) |
| | | PH_F (s) |
| | | GRD_I (s) |
| | | PH_I (s) |
| | | GRD_TRIP (r) |
| | | PH_TRIP (r) |

2.9 Generación distribuida gran escala

El Cuadro 12 y la Figura 8 exponen la lista de atributos obligatorios y opcionales en los archivos shape de los generadores distribuidos. Cada atributo es definido a continuación:

2.9.1 TECH

Tipo de generar distribuido

- ✓ PV para sistemas fotovoltaicos a ser modelado con elemento Generator de OpenDSS.
Recomendado si se tiene curva de potencia activa del sistema fotovoltaico.
- ✓ HYDRO o HIDRO para generadores hidroeléctricos
- ✓ WIND para turbinas eólicas
- ✓ GD genérico

En caso de brindar otro nombre diferente a los indicados para el presente atributo, aparecerá una ventana emergente señalando el error y solicitando la corrección del mismo.

2.9.2 MVA

Potencia instalada del generador en MVA. Actualmente solo se supone que la conexión es trifásica.

2.9.3 DAILY

Nombre del archivo con los valores de potencia activa y reactiva del generador. Dicho archivo debe ubicarse en una carpeta llamada **LSDG (large scale DG)** dentro de la carpeta *profiles*. El nombre del archivo debe coincidir con el indicado en este campo, y se debe incluir la extensión del archivo (por ejemplo, curva.csv). Únicamente se aceptarán archivos en formato csv.

El archivo no debe tener ningún tipo de encabezado, y en la primera columna se debe indicar la potencia activa y en la segunda columna la potencia reactiva. Se deben presentar los datos para un día, con mediciones cada 15 minutos (para un total de 96 puntos).

2.9.4 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.9.5 XDP

Reactancia transitoria, en por unidad en la base del generador distribuido. Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.

2.9.6 XDPP

Reactancia subtransitoria, en por unidad en la base del generador distribuido. Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.

2.9.7 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.9.8 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 12. Atributos de generación distribuida gran escala en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|
|-------------------|---------------------------|-------------------------|

| | | |
|---|------------|--------|
| Generación distribuida gran escala | TECH (s) | |
| | MVA (r) | |
| | DAILY (s) | X1 (r) |
| | XDP (r)** | Y1 (r) |
| | XDPP (r)** | |

** Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.

2.10 Generación distribuida pequeña escala

El cuadro 11 y la Figura 8 exponen la lista de atributos obligatorios y opcionales en los archivos shape de los generadores distribuidos. Estos generadores toman el número de fases y conexiones de las cargas donde se encuentran instalados. Cada atributo es definido a continuación:

2.10.1 TECH

Tipo de generar distribuido

- ✓ PV para sistemas fotovoltaicos a ser modelado con elemento Generator de OpenDSS.
Recomendado si se tiene curva de potencia activa del sistema fotovoltaico.
- ✓ HYDRO ó HIDRO para generadores hidroeléctricos
- ✓ WIND para turbinas eólicas
- ✓ GD genérico

2.10.2 KVA

Potencia instalada del generador en kVA

2.10.3 XDP

Reactancia transitoria, en por unidad en la base del generador distribuido. Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.

2.10.4 XDPP

Reactancia subtransitoria, en por unidad en la base del generador distribuido. Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.

2.10.5 CURVE1

- ✓ Nombre del archivo de la curva de potencia activa, debe incluir la extensión del archivo. Solo se admiten extensiones .txt, .dss, o bien .csv.

2.10.6 CURVE2

- ✓ Nombre del archivo de la curva de potencia reactiva, debe incluir la extensión del archivo. Solo se admiten extensiones .txt, .dss, o bien .csv.

Estas curvas deben estar disponibles en la carpeta DG en la carpeta profiles o curvas. En caso de no ser así, aparecerá una ventana emergente solicitando hacer la corrección necesaria.

2.10.7 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

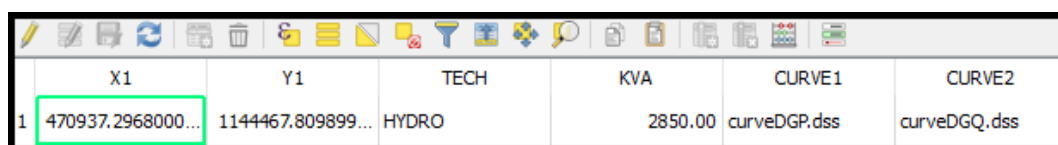
2.10.8 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 13. Atributos de los generadores distribuidos en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|--|------------------------|----------------------|
| Generación distribuida Pequeña escala | TECH (s) | |
| | KVA (r) | |
| | XDP (r)** | X1 (s) |
| | XDPP (r)** | Y1 (s) |
| | CURVE1 (s) | |
| | CURVE2 (s) | |

** Únicamente obligatorio para cuando el generador es diferente de tipo PV o WIND.



| | X1 | Y1 | TECH | KVA | CURVE1 | CURVE2 |
|---|-------------------|-------------------|-------|---------|--------------|--------------|
| 1 | 470937.2968000... | 1144467.809899... | HYDRO | 2850.00 | curveDGP.dss | curveDGQ.dss |

Figura 8. Atributos de un shape de generación distribuida dentro del ambiente de QGIS

2.11 Reguladores

El Cuadro 12 presenta la lista de atributos que deben estar presentes en los archivos shape de los reguladores de tensión. Cada atributo es descrito a continuación:

2.11.1 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.11.2 PHASEDESIG

Fases a las cuales el regulador está conectado a la red de media tensión, véase el Cuadro 2.

2.11.3 KVA

Este atributo indica la capacidad nominal del regulador en kVA. Si es un banco de regulación, el plugin tomará el valor dado y lo dividirá entre 3 para asignarlo a cada fase. Si es un regulador monofásico se tomará el mismo dato brindado en la tabla de atributos.

2.11.4 VREG

Tensión consigna en Volts para el devanado controlado. Al multiplicar el valor nominal de VREG por el PT_RATIO se obtiene la tensión nominal (Vnom) en el devanado del autotransformador. El valor por defecto de VREG en OpenDSS es 120.

2.11.5 PT_RATIO

Razón de transformación de las tensiones del PT del regulador. El valor por defecto de OpenDSS es 60 (solo válido para circuitos con tensiones nominales de 7,2 kV). El usuario debe asegurarse de que Vnom/(VREG nominal) es igual a PT_RATIO. Si el devanado está conectado en estrella, Vnom

debe ser la tensión de fase (a neutro). Si el devanado está conectado en delta, el valor de Vnom debe ser la tensión línea a línea.

2.11.6 BANDWIDTH

Ancho de banda en Volts para la barra controlada. El valor por defecto en OpenDSS es 3. Esto quiere decir que la banda de control será de $VREG \pm 1.5$ V.

2.11.7 VCAP

Porcentaje de cambio admitido por el regulador con respecto a la tensión nominal. En caso de no especificarse, se tomará el valor por defecto de $\pm 10\%$.

2.11.8 TAPS

Número de taps del transformador. Por ejemplo: 5.

2.11.9 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.11.10 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 14. Atributos del regulador en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|----------------|------------------------|----------------------|
| Reguladores | NOMVOLT (i) | |
| | PHASEDESIG (i,s) | |
| | KVA (r) | VCAP (r) |
| | VREG (r) | X1 (r) |
| | PT_RATIO (r) | Y1 (r) |
| | BANDWIDTH (r) | |
| | TAPS (i) | |

2.12 Capacitores

El Cuadro 16 presenta la lista de atributos que deben estar presentes en los archivos shape de los capacitores. Cada atributo es descrito a continuación:

2.12.1 NOMVOLT

Codificación para la tensión nominal. El usuario debe seleccionar uno de los números presentados en la primera columna del Cuadro 3. **No se debe ingresar la tensión en kV.**

2.12.2 PHASEDESIG

Fases a las cuales el capacitor está conectado a la red de media tensión, véase el Cuadro 2.

2.12.3 KVAR

Este atributo indica la capacidad nominal del regulador en kVAr. Si es un banco trifásico, el plugin tomará el valor dado y lo dividirá entre 3 para asignarlo a cada fase. Si es un capacitor monofásico se tomará el mismo dato brindado en la tabla de atributos.

2.12.4 CONN

Forma de conexión del banco de capacitores. Internamente toma el valor del atributo especificado en PHASEDESIG para determinar el número de fases. En caso de ser un capacitor trifásico, el usuario debe de especificar el tipo de conexión, ya sea **Y** para estrella o **D** para delta. Por otro lado, si es monofásico, no es necesario especificar la conexión.

2.12.5 STEPS

Número de etapas o pasos que posee el capacitor. En caso de no especificarse, se tomará como valor por defecto "1".

2.12.6 CONTROL

Tipo de control al cual está sujeto el capacitor respectivo. Las opciones contempladas para el presente atributo se muestran en el Cuadro 15. En caso de especificarse algún tipo de control (V, Q, o FP), **obligatoriamente** el usuario debe indicar en el atributo "**DSS_LINE**" el nombre de la línea (del modelo de OpenDSS) donde se conectaría el transformador de potencial o de corriente requeridos para la medición y ejecución del control. En caso de indicar un tipo de control diferente a los especificados en el Cuadro 15, se activará una ventana emergente indicando que el tipo de control seleccionado no se ajusta a los controles señalados y solicitará también la corrección respectiva para continuar con la creación del modelo.

Cuadro 15. Codificación atributo Control

| Código | Significado |
|--------|--------------------|
| V | Control en tensión |
| FP | Factor de potencia |
| Q | Potencia reactiva |
| NO | Ningún control |

2.12.7 DSS_LINE

Nombre de la línea (del modelo de OpenDSS) donde se conectaría el transformador de potencial o de corriente requeridos para la medición y ejecución del control. Para poder obtener el nombre de esta línea en el modelo, primeramente se debe de correr el plugin con el atributo de control en la capa en **NO**. Luego de haber obtenido el nombre de la línea o líneas correspondientes, se debe de seleccionar el tipo de control deseado en el atributo CONTROL e indicar el nombre de la línea en el presente atributo y volver a correr el plugin. Ya en el segundo intento, se asegura de que el capacitor funcionará de acuerdo al tipo de control indicado. En caso de atribuir un nombre de línea incorrecto, aparecerá una ventana emergente indicando el error y solicitará que corrija el error.

2.12.8 OBJMAX:

Valor máximo del rango al cual el capacitor ejecuta el control. Para control en tensión (V), se debe de especificar los valores del rango en pu (i.e 1.02). En potencia reactiva (Q) se deben de especificar en kVAr (i.e 300). Finalmente, en factor de potencia, los valores se indican en un rango de -1 a 1, señalando el valor positivo como **atraso** y negativo como **adelanto** (i.e, -0.98).

2.12.9 OBJMIN:

Valor mínimo del rango al cual el capacitor ejecuta el control. Para control en tensión (V), se debe de especificar los valores del rango en pu (i.e 0.98). En potencia reactiva (Q) se deben de especificar en kVAr (i.e 150). Finalmente, en factor de potencia, los valores se indican en un rango de -1 a 1, señalando el valor positivo como **atraso** y negativo como **adelanto** (i.e, 0.98).

2.12.10 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.12.11 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

Cuadro 16. Atributos del capacitor en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| Capacitores | NOMVOLT (i) | |
| | PHASEDESIG (i,s) | |
| | KVAR (r) | |
| | CONN (s)** | STEPS (i) |
| | CONTROL (s) | X1 (r) |
| | DSSLINE (s) *** | Y1 (r) |
| | OBJMAX(r) *** | |
| | OBJMIN(r) *** | |

** Obligatorio únicamente si el atributo PHASEDESIG es 7(trifásico).

***: Obligatorios únicamente cuando se desea hacer un tipo de control con el capacitor.

2.13 Vehículos eléctricos

La capa de vehículos eléctricos debe presentar los atributos mostrados en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Atributos de vehículos eléctricos en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Vehículos eléctricos | KW (r) | |
| | KWHBATTERY (r) | X1 (r) |
| | SERVICE (i) | Y1 (r) |

Cada atributo se explica enseguida.

2.13.1 KW

Potencia a la que el vehículo se conecta a la casa, en kW

2.13.2 KWHBATTERY

Tamaño de la batería del vehículo eléctrico, en kWh.

2.13.3 SERVICE

Corresponde al tipo de conexión que presenta el vehículo eléctrico. Debe tener un tipo de conexión coherente con el tipo de cable de la línea a la cual se encuentra conectado el vehículo.

Se debe utilizar la siguiente codificación para indicar qué tipo de conexión se presenta:

- 1: carga conectada a vivo 1 y neutro
- 2: conectado a vivo 2 y neutro
- 12: conectado a vivo 1 y vivo 2
- 123: conexión trifásica.

2.14 Planteles de buses eléctricos

La capa de vehículos eléctricos debe presentar los atributos mostrados en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Atributos de buses eléctricos en los archivos shape

| Archivos Shape | Atributos Obligatorios | Atributos Opcionales |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Plantel de buses | PLANTEL (s) | |
| | PRIMVOLT (i) | |
| | SECVOLT (i) | |
| | PRIMCONN (s) | X1 (r) |
| | SECCON (s) | Y1 (r) |
| | RATEDKVA (r) | MODEL (i) |
| | TAPSETTING (r) | |
| | KWHMONTH (r) | |
| | CLASS (s) | |

Además de los atributos mencionados anteriormente, requeridos para modelar tanto el transformador como la carga de BT asociados al plantel de buses, se necesita información acerca de los buses que se conectarán a dicho plantel. Para ello se deberán suministrar archivos de Excel que tengan la información de estos. Para obtener esta información se deberá utilizar un formato de archivo establecido por el EPERLab, el cual permitirá calcular la cantidad de cargadores necesarios para una cantidad de buses específica.

Los archivos de Excel deberán ubicarse en una carpeta con nombre AEBs ubicada dentro de la carpeta de perfiles de carga. Los nombres de los archivos deben ser *data_buses_PLANTEL.xlsx*, donde PLANTEL debe ser exactamente el mismo nombre indicado en el atributo PLANTEL de la capa del plantel de buses eléctricos.

El plantel de buses eléctricos se modela como un transformador, una carga en baja tensión, y las cargas trifásicas conectadas en baja tensión. Por lo que se requieren datos tanto para cargas, transformadores, como para el modelado de los buses eléctricos.

2.14.1 PLANTEL

Corresponde al nombre del plantel. Se utiliza para buscar el Excel con los datos de los buses y cargadores relacionados al plantel de buses eléctricos. Por tanto, por cada plantel debe existir un archivo de Excel ubicado dentro de la carpeta de perfiles de carga.

2.14.2 PRIMVOLT

Codificación para la tensión nominal del lado primario, véase el Cuadro 3.

2.14.3 SECVOLT

Codificación para la tensión nominal del lado secundario, véase el Cuadro 3.

2.14.4 PRIMCONN

Conexión del lado primario:

- Y para estrella.
- D para delta.
- OY para estrella renca (banco trifásico con dos unidades monofásicas).
- LG para transformador monofásico (línea a tierra).

2.14.5 SECCONN

Conexión del lado secundario:

- Y para estrella.
- D para delta.
- 4D para delta 4 hilos.
- SP para fase partida (monofásico trifilar).

2.14.6 RATEDKVA

Capacidad nominal del transformador en kVA.

2.14.7 TAPSETTING

Posición en la que se encuentra ajustado el TAP del transformador. El valor nominal del TAP es 1. Si se desconoce se debe colocar en 1.

2.14.8 KWHMONTH

Consumo mensual promedio del abonado en kWh. Esta información es requerida para ejecutar la creación y asignación del perfil de la carga.

2.14.9 CLASS

Tipo de carga:

- R para residencial.
- C ara comercial.
- I para industrial.

2.14.10 MODEL

Modelo de carga en OpenDSS (recuerde que este atributo es opcional)

1. para P constante y Q constante: Normalmente denominado *modelo de carga de potencia constante*. Utilizado comúnmente para estudios de flujos de potencia.
2. para impedancia constante: Este modelo es esencialmente lineal. Este modelo usualmente garantiza una convergencia en cualquier condición de cargabilidad.
3. para P constante y Q cuadrático: Este modelo varía la potencia reactiva de forma cuadrática con la tensión, mientras que, la potencia activa es independiente de la tensión; tal y como se comportaría un motor.
4. para exponencial: En este modelo, la dependencia de P y Q con respecto a la tensión es definida por parámetros exponenciales. Este modelo es utilizado en estudios del alimentador de distribución cuando el comportamiento de la carga es desconocido.
5. para I constante: P y Q varían linealmente con la magnitud de la tensión mientras la magnitud de la corriente de la carga se mantiene constante.
6. para P constante y Q fijo: Q será un valor fijo independiente del tiempo y la tensión.
7. para P constante y Q cuadrático modificado: En este modelo Q varía al cuadrado del nivel de tensión.
8. para el modelo de carga ZIP: Este modelo refleja la carga como la unión de potencia constante, corriente constante e impedancia constante, estos definidos por coeficientes

2.14.11 X1

Localización X1 bajo el sistema de coordenadas XY

2.14.12 Y1

Localización Y1 bajo el sistema de coordenadas XY

3 Resultados

Una vez seleccionadas las capas respectivas con la información especificada anteriormente, se debe presionar el botón *Aceptar*, localizado en la parte inferior derecha del plugin. Inmediatamente, el plugin inicia la creación de las líneas de sentencia que modelan el circuito en OpenDSS. El usuario puede monitorear el progreso de la creación de las líneas de sentencia en OpenDSS, ver Figura 9.

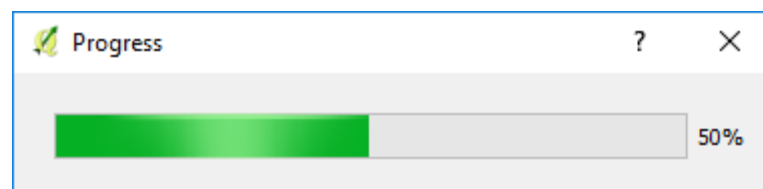


Figura 9. Barra de progreso de la creación del modelo de la red

Cuando finaliza el proceso de creación los archivos de OpenDSS se muestra un mensaje en la parte superior de la pantalla, en el que indica que el proceso ha finalizado. Esto se puede observar en la Figura 10. Por otro lado, en la Figura 11 se puede observar fragmentos de los scripts creados por el plugin.

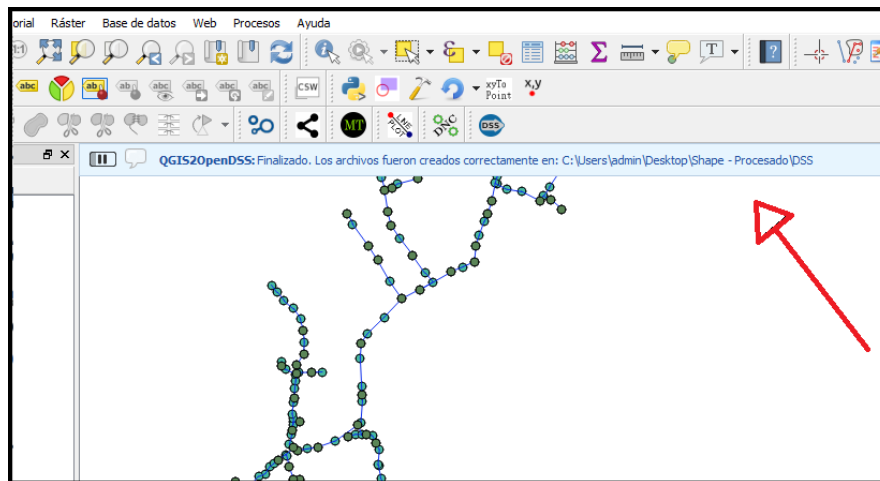


Figura 10. Mensaje de finalización de la creación del modelo en OpenDSS

```
new line.MV1PTES1 bus1=BUSMVTES1125.2 bus2=BUSMVTES485.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV3PTES2 bus1=BUSMVTES2.1.2.3 bus2=BUSMVTES1.1.2.3 geometry=3FMV
new line.MV3PTES3 bus1=BUSMVTES1.1.2.3 bus2=BUSMVTES474.1.2.3 geometry=3FMV
new line.MV1PTES4 bus1=BUSMVTES486.1 bus2=BUSMVTES1176.1 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES5 bus1=BUSMVTES966.1 bus2=BUSMVTES486.1 geometry=1FMV1/0A
new line.MV3PTES6 bus1=BUSMVTES54.1.2.3 bus2=BUSMVTES2.1.2.3 geometry=3FMV
new line.MV1PTES7 bus1=BUSMVTES487.2 bus2=BUSMVTES555.2 geometry=1FMV1/0A
new line.MV1PTES8 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES9 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES10 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES11 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES12 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES13 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES14 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES15 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES16 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV3PTES17 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=3FMV
new line.MV3PTES18 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=3FMV
new line.MV1PTES19 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES20 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES21 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new line.MV1PTES22 bus1=BUSMVTES1479.2 bus2=BUSMVTES487.2 geometry=1FMV1/0
new transformer.TES1P_8 phases=1 windings=3 Xhl=1.49 Xht=1.49 Xlt=1.00
new transformer.TES1P_9 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
new transformer.TES1P_10 phases=1 windings=3 Xhl=2.14 Xht=2.14 Xlt=1.43
new transformer.TES1P_11 phases=1 windings=3 Xhl=1.19 Xht=1.19 Xlt=0.80
new transformer.TES1P_12 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
new transformer.TES1P_13 phases=1 windings=3 Xhl=1.49 Xht=1.49 Xlt=1.00
new transformer.TES1P_14 phases=1 windings=3 Xhl=1.71 Xht=1.71 Xlt=1.14
new transformer.TES1P_15 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
new transformer.TES1P_16 phases=1 windings=3 Xhl=1.86 Xht=1.86 Xlt=1.24
new transformer.TES1P_17 phases=1 windings=3 Xhl=1.49 Xht=1.49 Xlt=1.00
new transformer.TES1P_18 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
new transformer.TES1P_19 phases=1 windings=3 Xhl=1.19 Xht=1.19 Xlt=0.80
new transformer.TES1P_20 phases=1 windings=3 Xhl=1.71 Xht=1.71 Xlt=1.14
new transformer.TES1P_21 phases=1 windings=3 Xhl=1.71 Xht=1.71 Xlt=1.14
new transformer.TES1P_22 phases=1 windings=3 Xhl=1.49 Xht=1.49 Xlt=1.00
new transformer.TES1P_23 phases=1 windings=3 Xhl=0.82 Xht=0.82 Xlt=0.55
new transformer.TES1P_24 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
new transformer.TES1P_25 phases=1 windings=3 Xhl=1.54 Xht=1.54 Xlt=1.03
```

Figura 11. Sentencias de OpenDSS creadas por el plugin

En caso de que exista algún problema con los atributos, el plugin se detendrá. Si la creación del modelo finaliza con éxito, los nuevos archivos *.dss se crearán en la carpeta definida por el usuario previamente.

Con el objetivo de identificar los elementos de OpenDSS desde QGIS, las capas de todos los elementos de red tendrán un nuevo atributo llamado DSSName, en donde se escribe el nombre que contiene el elemento en el modelo de OpenDSS. Además, se crean automáticamente dos capas de puntos para las barras de MT y BT.

El plugin puede detectar algunos errores en la red como desconexiones, conexión de fases distintas entre líneas de MT o bien que la fase de la línea de MT que alimenta un transformador no coincida con la fase del transformador. El usuario debe revisar la carpeta *errores*, corregir manualmente en el modelo de SIG y correr nuevamente el plugin.