

Gerencia Técnica de Distribución
Planificación y Estudio de la Red

GUÍA PARA TRADUCIR DATOS DEL SIG DE EDENORTE PARA EL COMPLEMENTO QGIS2OPENDSS



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

edenorte



PUCMM
Pontificia Universidad Católica
Madre y Maestra

CONTEXTO

Colaboración EDENORTE – PUCMM

**Proyecto de Investigación en Resiliencia Energética
y Microrredes.**

Abril 2021 – Abril 2023

RESPONSABLES - EDENORTE

Gerencia Técnica de Distribución

Joan Núñez – Técnico de Estudios de Red

Gerencia de Ingeniería y Planificación

Saul Azcona - Encargado de Planificación

INVESTIGADORES - PUCMM

Ramón Emilio De Jesús-Grullón (PI)

Abraham Espinal Serrata (CI)

Rafael Omar Batista (CI)



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

edenorte



PUCMM
Pontificia Universidad Católica
Madre y Maestra

CONTENIDO

FIGURAS	2
TABLAS.....	3
1. Presentación.....	4
2. Introducción.....	5
2.1. Desde el Sistema de Información Geográfico (SIG) a la Simulación de Sistemas de Potencia. 5	
2.2. Complemento QGIS2OpenDSS	6
2.3. Metodología y Restricciones	7
2.4. Versión del Software QGIS.....	7
3. Características del Circuito de Prueba.....	8
4. Procedimientos para traducir los atributos de las capas para QGIS2OpenDSS	9
4.1. Trabajo previo – Extracción de Datos	9
4.2. Trabajo previo – Creación de modelos en QGIS	11
4. Pasos para extraer capas MT Aérea y Soterrada	14
5. Pasos para extraer capa de transformadores	24
6. Pasos para extraer capas BT Aérea y Soterrada	34
7. Pasos para extraer capas de Cargas MT y BT	45
7.1. Cargas En Media Tensión	45
7.2. Cargas en Baja Tensión.....	45
7.3. Obtención de los atributos requeridos para el QGIS2OPENDSS	47
7.4. Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL) de Cargas	50
8. Conclusiones.....	53

FIGURAS

Fig. 1 - Integración de QGIS y OpenDSS a través del complemento QGIS2OPENDSS -----	5
Fig. 2 - Interfaz gráfica de usuario para QGIS2OPENDSS -----	6
Fig. 3 - Circuito VOLG101 -----	8
Fig. 4 - Vista principal data Geonorte -----	9
Fig. 5 - Vista tabla de atributos. -----	9
Fig. 6 - Exportar Shapes Geonorte -----	10
Fig. 7 - Vista portal ShapeGenerados -----	11
Fig. 8 - Vista general modelo de procesos -----	12
Fig. 9 - Vista parcial modelo de procesos-----	12
Fig. 10 - Panel modelo de procesos-----	13
Fig. 11 - Eliminar tramos internos de la subestación -----	14
Fig. 12 - Campos necesarios MT Aérea-----	15
Fig. 13 - Creación de campo calculado-----	19
Fig. 14 - Tabla de atributos MT -----	20
Fig. 15 - Selección de Red MT Soterrada-----	21
Fig. 16 - Exportar Capas MT Aéreas y Soterradas -----	21
Fig. 17 - Borrar campos de shapes -----	22
Fig. 18 - Campos necesarios MT Soterrada-----	22
Fig. 19 - Creación de campos calculados -----	23
Fig. 20 - Proceso extracción data TR SGD-----	24
Fig. 21 - Proceso extracción data TR SGD -----	25
Fig. 22 - Vista campos seleccionados shape TR -----	25
Fig. 23 - Añadir archivo CSV -----	26
Fig. 24 - Completar campos para archivo CSV -----	27
Fig. 25 - Exportar archivo como .SHP -----	27
Fig. 26 - Elegir ubicación para archivo .SHP-----	28
Fig. 27 - Campos necesarios TR -----	28
Fig. 28 - Creación de campos calculados -----	33
Fig. 29 - Creación de redes BT soterradas -----	34
Fig. 30 - Creación de puntos sobre líneas-----	35
Fig. 31 - Capturas proceso de creación de líneas de BT a Cargas -----	38
Fig. 32 - Campos necesarios red BT Aérea-----	39
Fig. 33 - Creación de campos calculados -----	41
Fig. 34- Creación de unión entre dos shapes-----	43
Fig. 35 - Actualización de campo mediante calculadora de campo -----	44
Fig. 36 - Transformación en Pentaho Data Integration para obtener las Cargas MT y BT.-----	50
Fig. 37 - Algoritmo de la Caja de herramientas de Procesos de QGIS-----	51
Fig. 38 - Modelo desarrollado para cargar capas rápidamente en QGIS -----	52
Fig. 39 - Parámetros de entrada para cargar las capas a QGIS-----	52

TABLAS

Tabla 1 - Características del circuito elegido	8
Tabla 2 - Equivalencias para DSS Red MT	16
Tabla 3 - Expresiones para DSS Red MT	18
Tabla 4 - Formato de campos calculados.....	19
Tabla 5 - Expresiones para seleccionar URD	20
Tabla 6 - Formato de campos calculados MT Soterrada	23
Tabla 7- Vista datos extraídos SGD	25
Tabla 8 - Expresiones para DSS Transformadores	32
Tabla 9 - Formato de campos calculados.....	33
Tabla 10 - Tabla de atributos TR.....	34
Tabla 11 - Equivalencias para DSS Red BT	39
Tabla 12 - Expresiones para DSS Red BT Aérea.....	40
Tabla 13 - Formato de campos calculados.....	41
Tabla 14- Expresiones para selección de campos vacíos	42
Tabla 15 - Atributos Cargas MT - QGIS2OpenDSS	45
Tabla 16 - Atributos Cargas BT - QGIS2OpenDSS	46
Tabla 17 - Clientes Diarios (Conexión)	46
Tabla 18 - Asociación del código de CLASS con el tipo de cliente	48
Tabla 19 - . Tensión nominal y tipo de conexión por código.....	48
Tabla 20 - Reducción de configuraciones de fases de transformadores.	49

1. Presentación

La preparación de esta guía se desarrolla en un periodo caracterizado por cambios tecnológicos disruptivos y la latente preocupación por el incremento de eventos climáticos destructivos, englobados en el escenario de la transición energética de nuestro país y el mundo. Este esfuerzo surge de la colaboración entre la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra y EDENORTE, en el contexto del proyecto de Investigación *Análisis de Resiliencia para el Desarrollo de la Arquitectura de Microrredes frente a Eventos Impulsados por el Clima en los Sistemas Eléctricos de República Dominicana*, que está siendo desarrollado por los profesores e investigadores Ramón Emilio De Jesús (PI), Rafael Batista (CI) y Abraham Espinal (CI), de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM). La investigación es parte del *Partnerships for Enhanced Engagement in Research* (PEER), que está financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) e implementado por la Academia Nacional de Ciencias (NAS).

Es bien sabido que una red eléctrica confiable es la columna vertebral de la sociedad moderna, un elemento clave en toda actividad y proceso económico, y aún más para las naciones como República Dominicana, que enfrentan el desafío del aislamiento geográfico y la necesidad de autosuficiencia. Por ello es de vital importancia que los gestores de la infraestructura energética de nuestra nación **exploren las herramientas e innovaciones tecnológicas** que permitan no solo aumentar nuestra capacidad de planificar, tomar decisiones y aumentar el nivel de resiliencia de nuestra infraestructura ante este tipo de eventos, pero también contar con el conocimiento técnico para integrar las tecnologías que lo harán posible.

El objetivo de esta guía es apoyar a EDENORTE en los procesos de digitalización necesarios para utilizar herramientas punteras de **modelado y simulación** de sus redes de media y baja tensión, con miras a incrementar la capacidad de la distribuidora de utilizar la creciente disponibilidad de datos para sus estudios de red como: Impacto de Generación Distribuida y diseño de microrredes, estudios de perfiles de voltaje para la identificación de pérdidas en la red, integración de la movilidad eléctrica, mapas de alojamiento de energías renovables, entre otros.

Agradecemos el apoyo de las Gerencia Técnica de Distribución y la Gerencia de Ingeniería y Planificación en la figura de los colaboradores **Joan Núñez y Saul Azcona**, cuyo trabajo y dedicación han hecho posible el desarrollo de este proyecto.



Ramón Emilio De Jesús-Grullón
Investigador - PUCMM

1. Introducción

1.1. Desde el Sistema de Información Geográfico (SIG) a la Simulación de Sistemas de Potencia.

Para evaluar y estudiar el impacto de la Generación Distribuida (GD), y el diseño de la Arquitectura Microrred en las redes de Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT), es necesario contar con herramientas avanzadas de simulación y modelos detallados de la Red de Distribución y sus componentes. Para hacer que estas simulaciones sean más accesibles, las herramientas de software de código abierto como OpenDSS ahora se utilizan con frecuencia en los laboratorios de servicios públicos y de investigación de todo el mundo.

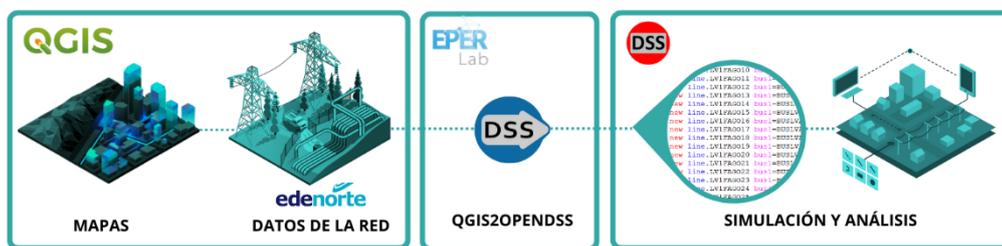


Fig. 1 - Integración de QGIS y OpenDSS a través del complemento QGIS2OPENDSS

Sin embargo, los resultados de la simulación con estas herramientas dependen en gran medida de la calidad y disponibilidad de los datos de la red (tipo, material, tamaño y longitud de los conductores, ubicación y capacidad de los transformadores y condensadores de distribución) que normalmente se almacenan en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de servicios públicos de energía. El trabajo necesario para traducir la información GIS a las respectivas herramientas de simulación de flujo de potencia no solo es arduo, sino que requiere paquetes de software de terceros para traducir los datos. Además, cualquier cambio en la base de datos requiere una nueva iteración de los intercambios de archivos de datos entre piezas de software, lo que ha demostrado ser un trabajo tedioso cuando se trata de muchos alimentadores de redes de distribución.

Aquí se presenta la guía para traducir datos del SIG de EDENORTE para el complemento **QGIS2OpenDSS**, un complemento diseñado para generar automáticamente modelos de red de distribución para OpenDSS, cuyos datos provienen directamente de un entorno de software del Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto, QGIS. Este complemento fue desarrollado por investigadores del Laboratorio EPER de la Universidad de Costa Rica (UCR), y es parte de una serie de herramientas en desarrollo para ayudar a los investigadores e ingenieros de energía a evaluar la evolución de los sistemas de energía y generación distribuida, reduciendo el tiempo del modelo a la simulación por órdenes de magnitud (meses a semanas).

Se ha creado un grupo de trabajo entre Investigadores de la PUCMM y la Gerencia Técnica de Distribución, Planificación y Estudio de Redes de EDENORTE. El objetivo principal del grupo es desarrollar los procesos y modelos *para limpiar, reparar, agregar o eliminar datos incorrectos, corruptos, con formato incorrecto, duplicados o incompletos dentro del conjunto de datos de la red SIG*, a fin de permitir que los datos sean procesados por el Complemento QGIS2OPENDSS en QGIS.

1.2. Complemento QGIS2OpenDSS

El EPERLab de la Universidad de Costa Rica (UCR) ha desarrollado una herramienta llamada QGIS2OPENDSS, disponible como complemento (plugin) en el software QGIS, que permite leer los datos contenidos en las capas de los elementos de la red de distribución eléctrica, y con esto crear el modelo de la red en OpenDSS de manera automática.

El complemento y el manual de usuario están disponibles en el repositorio GITHUB del grupo de investigación. Este contiene una interfaz gráfica de usuario (GUI) para guiar al usuario en la traducción de datos y le solicita que seleccione la capa de elementos DN que se modelarán en OpenDSS (ver Fig. 2). La interfaz posee bloques de entradas, donde cada bloque posee un texto en el cual se indica brevemente el parámetro de entrada. El proceso se puede encontrar en el manual de complementos, donde se proporciona una descripción detallada.

QGIS2OpenDSS

Enter the circuit name:

Select the location of load profiles: ...

Select the location of output files: ...

Choose layers

Líneas de media tensión: UG UG UG

Cargas de media tensión:

Seccionadores: Fusibles: Reconectores:

Transformadores:

Líneas de baja tensión: UG UG UG

Acometidas:

Cargas de baja tensión:

Generación distribuida gran escala: Generación distribuida pequeña escala:

Reguladores: Capacitores:

Vehículos eléctricos: Planteles de buses:

Subestación:

Model substation
 Substation as autotransformer
 Don't model substation

Largest route

OK Cancel Help

Fig. 2 - Interfaz gráfica de usuario para QGIS2OPENDSS

1.3. Metodología y Restricciones

3.1 Determinación de los criterios de decisión para la limpiar, reparar, agregar o eliminar datos incorrectos, duplicados o incompletos dentro del conjunto de datos de la red GIS de EDENORTE.

3.2 Modificación del código del complemento para ajustar a parámetros de red de EDENORTE,

3.3 Modificación de bibliotecas de datos para añadir geometrías de líneas de EDENORTE.

3.4 Traducción de los atributos de los elementos de la red de distribución para luego ser procesados por complemento QGIS2OPENDSS en QGIS.

3.5 Creación de base de datos en OpenDSS (*dss).

Restricciones Iniciales (Septiembre 2022)

- No hay cargas comerciales ni industriales en este modelo (58)
- Hay 150 transformadores sin cargas asociadas (datos faltantes).
- Faltan la capa PV (Curvas de perfiles de voltaje y temperatura).
- No existía una capa de acometidas (conexión desde red BT hacia cliente final)

1.4. Versión del Software QGIS

La versión de QGIS utilizada a lo largo de todo este ejercicio fue la **3.20.0 “Odense”**.

2. Características del Circuito de Prueba

Para los fines de la investigación en Resiliencia Energética y Microrredes de la PUCMM, el equipo buscaba un circuito con alta penetración de energías renovables. Las características del circuito son las siguientes:

Nomenclatura	VOLG101
Voltaje del Sistema (kV)	12.47
Voltaje de Subtransmisión (kV)	69
Líneas MT (kM)	78
Líneas BT (kM)*	145
Número de Transformadores	578
Número de Instalaciones Fotovoltaicas	394
Penetración Renovable	51%

Tabla 1 - Características del circuito elegido

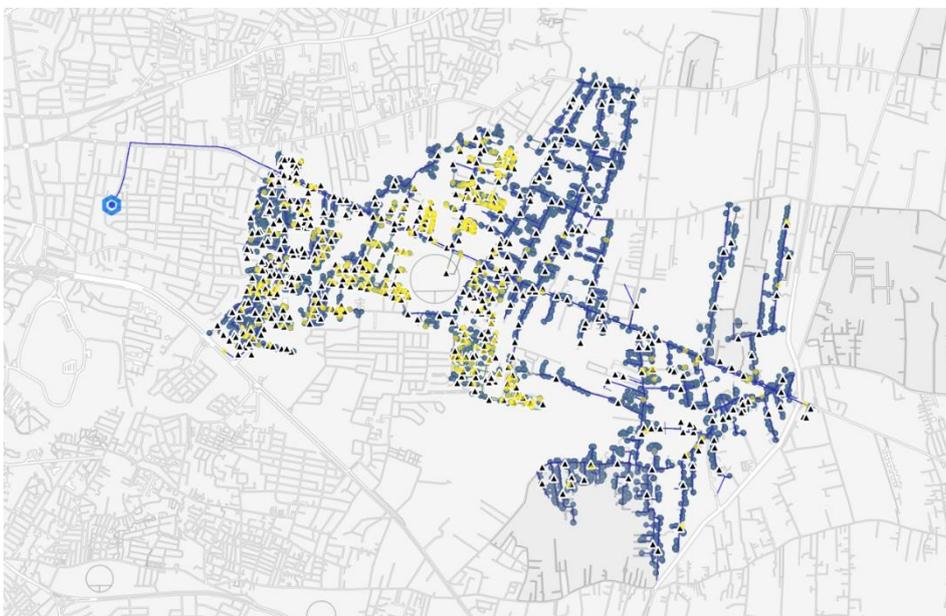


Fig. 3 - Circuito VOLG101

3. Procedimientos para traducir los atributos de las capas para QGIS2OpenDSS

3.1. Trabajo previo – Extracción de Datos

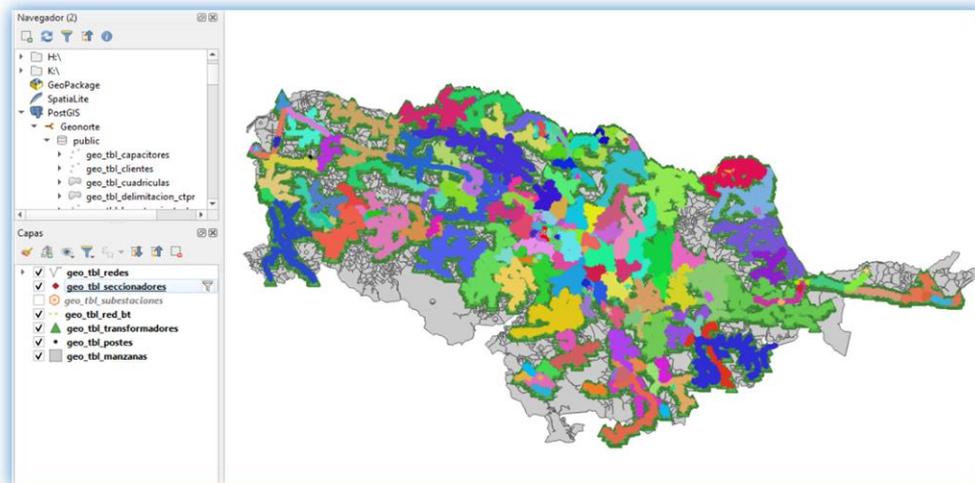


Fig. 4 - Vista principal data Geonorte

En primer lugar, antes de iniciar con el proceso es necesario tener presente el objetivo de la conversión. La necesidad surge debido a que el complemento QGIS2OpenDSS solo interpreta los datos en una determinada forma, sin embargo, esta difiere a como están comprendido los datos en el sistema de Edenorte. Edenorte mediante un programa llamado “SGD Producción” actualiza todos los cambios realizados en las redes eléctricas, esto es un proceso que se realiza de forma constante mediante el área de “BDI Distribución”. Esta data es extraída a través de un servidor de Qgis llamado “Geonorte”, las informaciones se dividen en capas llamadas “Shape”. Dependiendo de su tipo, los Shapes extraídos se clasifican en **Red MT, Red BT, Transformadores, Subestaciones, Suministros BT, Postes**, entre otros.

Dentro de cada una de estos Shapes se encuentra toda la data la cual puede ser observada mediante la “Tabla de atributos”.

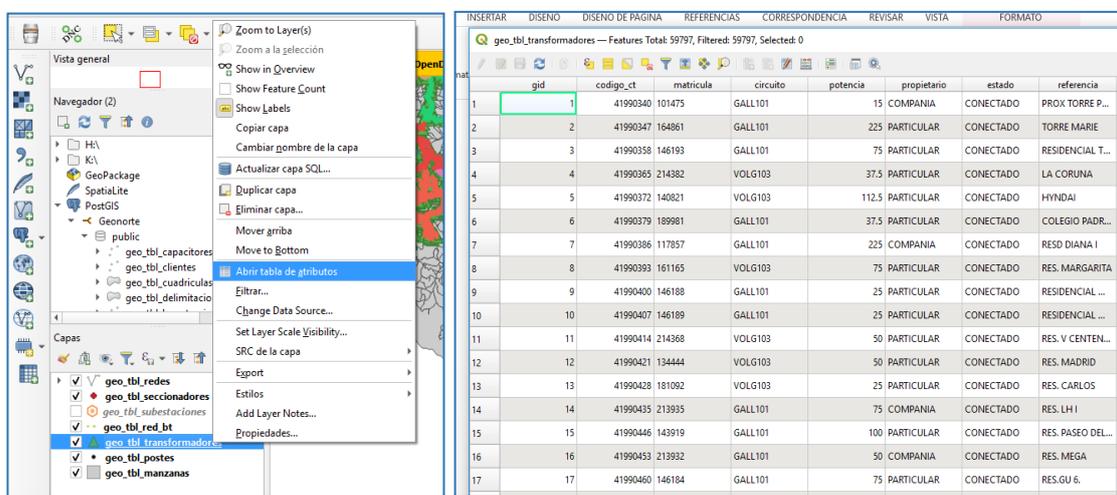


Fig. 5 - Vista tabla de atributos.

Como se puede observar en la imagen anterior, cada **columna** corresponde a un campo mientras que cada **fila** corresponde a un elemento espacial dentro de la base de datos. Es de suma importancia tener esta diferencia bien clara ya que trabajaremos con la creación de nuevos campos, por lo que no se puede confundir con la creación de nuevos objetos espaciales.

Como idea general para realizar los cambios crearemos nuevos campos calculados en donde la información va a cambiar dependiendo de las reglas que determinemos mediante expresiones. Cabe mencionar que por cada capa hay que crear varios campos calculados y cada uno de ellos se realiza de forma individual para cada una de ellas, así que es de suma importancia saber que capa se está editando, del mismo modo es importante tener los Shapes descargados en el computador debido a que las capas que se trabajan de forma directa en el servidor Geonorte no permiten realizar cambios en ella.

En caso de estar trabajando con el servidor Geonorte solo debe dar **Clic Derecho** en la capa, luego **Exportar** y seguido **Guardar Como**. A continuación, ubicar donde se desea guardar el archivo en el ordenador, seguido esto, solo queda presionar **Aceptar**. Este procedimiento repetirlo para los demás Shapes.

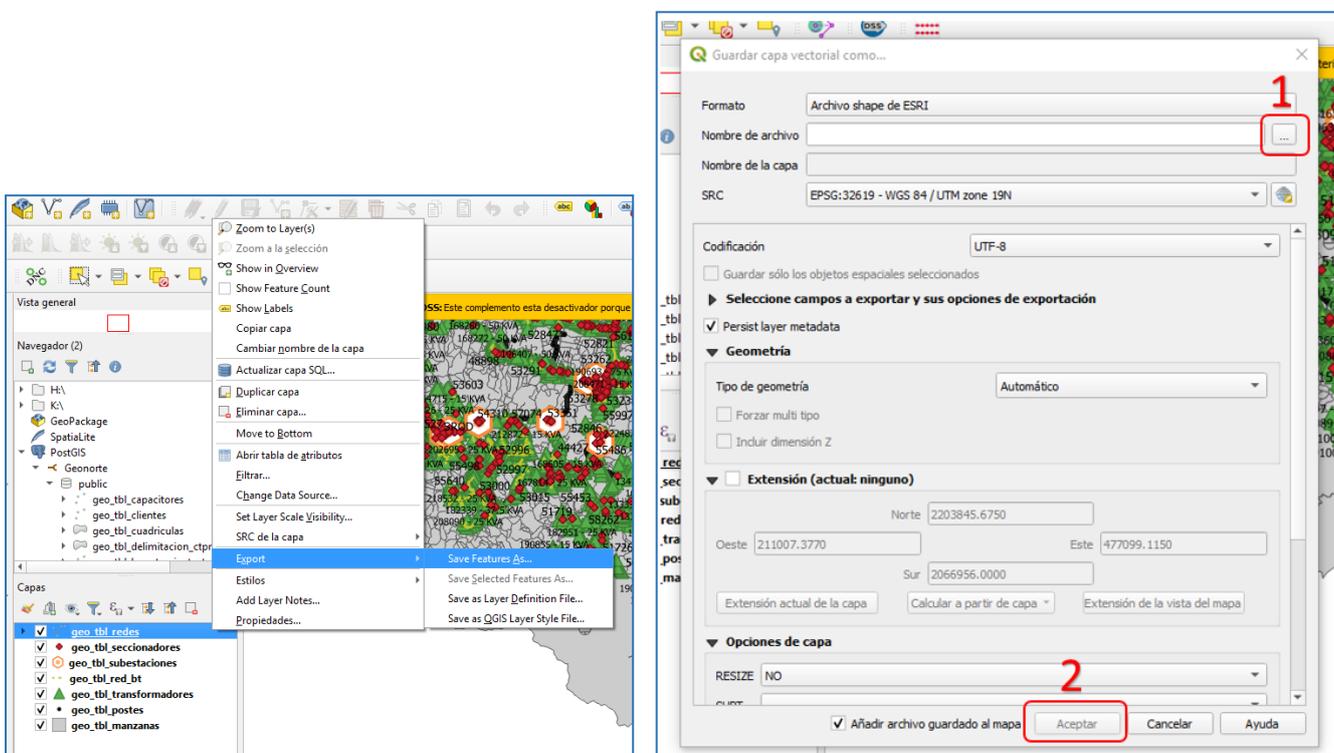
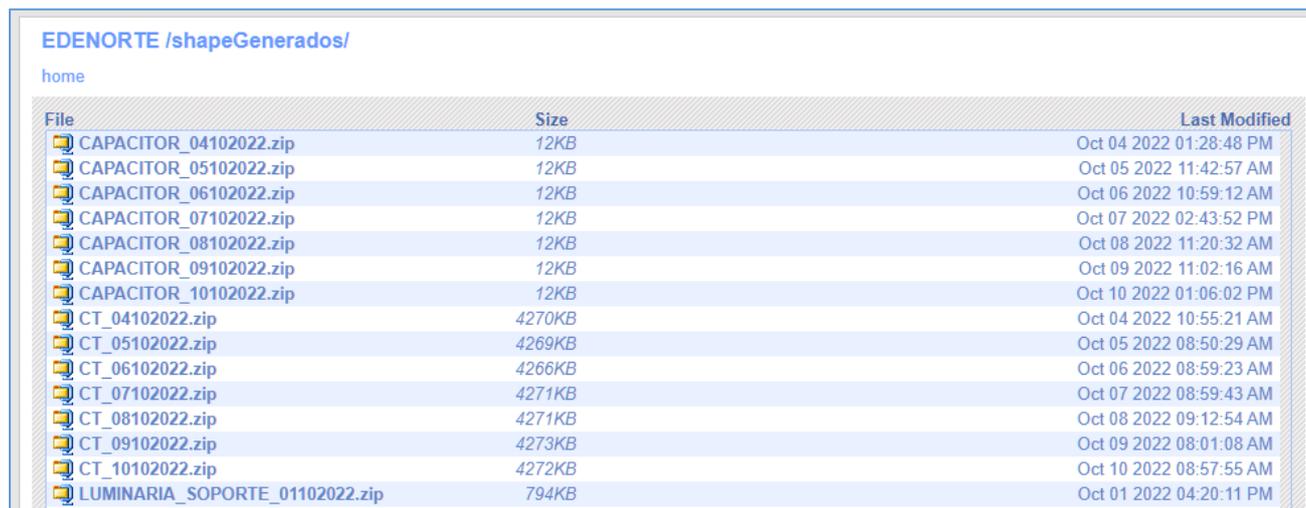


Fig. 6 - Exportar Shapes Geonorte

Por otra parte, en caso de no tener acceso al servidor Geonorte, los Shapes también pueden ser descargados desde el portal **Edenorte/shapeGenerados/** desde cualquier computador que se encuentre conectado dentro de la red de la empresa. En este portal se suben diariamente las diferentes capas actualizadas e inclusive permite descargas el shape de los días anteriores hasta una semana. Luego de descargados los Shapes necesarios (MT, BT, Suministros, Subestaciones) se deben de cargar los mismos al QGIS.

Enlace: <http://ensgigapp/shapeGenerados/>



File	Size	Last Modified
CAPACITOR_04102022.zip	12KB	Oct 04 2022 01:28:48 PM
CAPACITOR_05102022.zip	12KB	Oct 05 2022 11:42:57 AM
CAPACITOR_06102022.zip	12KB	Oct 06 2022 10:59:12 AM
CAPACITOR_07102022.zip	12KB	Oct 07 2022 02:43:52 PM
CAPACITOR_08102022.zip	12KB	Oct 08 2022 11:20:32 AM
CAPACITOR_09102022.zip	12KB	Oct 09 2022 11:02:16 AM
CAPACITOR_10102022.zip	12KB	Oct 10 2022 01:06:02 PM
CT_04102022.zip	4270KB	Oct 04 2022 10:55:21 AM
CT_05102022.zip	4269KB	Oct 05 2022 08:50:29 AM
CT_06102022.zip	4266KB	Oct 06 2022 08:59:23 AM
CT_07102022.zip	4271KB	Oct 07 2022 08:59:43 AM
CT_08102022.zip	4271KB	Oct 08 2022 09:12:54 AM
CT_09102022.zip	4273KB	Oct 09 2022 08:01:08 AM
CT_10102022.zip	4272KB	Oct 10 2022 08:57:55 AM
LUMINARIA_SOPORTE_01102022.zip	794KB	Oct 01 2022 04:20:11 PM

Fig. 7 - Vista portal ShapeGenerados

La única capa que no extraemos por ninguno de los métodos anteriormente descritos es la de Transformadores, esto debido a que para el proceso de la creación de los nuevos campos es necesario informaciones adicionales que solo pueden ser descargadas directamente desde el “SGD Producción”. En el apartado de edición de esta capa se explicarán los pasos necesarios para obtener este shape.

3.2. Trabajo previo – Creación de modelos en QGIS

Como se describió en la en los trabajos previos, el objetivo de este procedimiento es el de crear nuevos campos calculados a partir de los campos existentes suministrados por la base de datos Geonorte, en el que se debía crear cada campo de forma individual y en cierta forma repetitiva. Partiendo de esa premisa surgió la necesidad de realizar un proceso más amigable para los usuarios y que el tiempo se redujera al mínimo posible, por lo que introdujimos lo que es el **Modelado de Procesos de QGIS**.

Esta herramienta de Qgis nos da la facilidad de crear un diagrama de procesos a ejecutarse dependiendo de las reglas y el orden en que lo diseñemos. Actualmente el modelado que utilizaremos para la creación de los nuevos campos calculados está en una fase muy avanzada pero no completado. Este modelo permite realizar los cambios a los Shapes de MT Aérea, MT Soterrada, BT Aérea y Transformadores. Es tan simple como seleccionar las capas dependiendo de su tipo y el en breves instantes creará las capas nuevas ya con los campos necesarios incluidos.

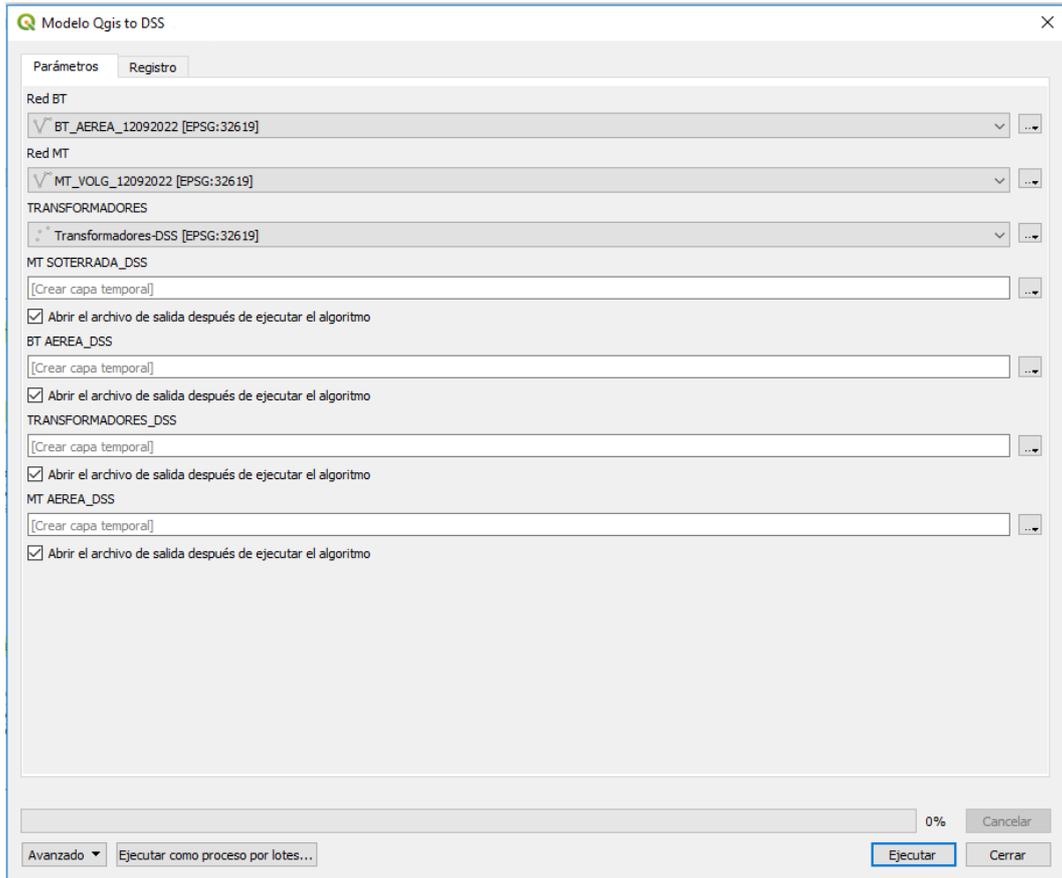


Fig. 10 - Panel modelo de procesos

4. Pasos para extraer capas MT Aérea y Soterrrada

Como inicio del proceso debemos buscar e introducir las capas correspondientes al Qgis. No es necesario que estén todas las capas montadas de manera simultánea, como prioridad solo debe estar presente la capa que se va a actualizar. Es importante saber que de este Shape se sacaran también las **Redes MT soterradas**, pero esto lo realizaremos en la siguiente parte del proceso.

Lo primero que debemos realizar es eliminar los tramos MT que son internos de la subestación ya que estos al no contener un nombre de circuito definido puede presentar inconvenientes en lo adelante, éstos tramos son cortos y se caracterizan por que solo llevan las 4 siglas de la subestación, por lo que será nuestro patrón para ubicarlos.

- 1- Con la capa de **Red MT** seleccionada presionaremos el botón de **Seleccionar objetos espaciales usando una expresión**.
- 2- Dentro del recuadro escribimos la siguiente expresión. A continuación, presionamos el botón **Seleccionar objetos espaciales** y luego el botón **Cerrar**.
- 3- Abrimos la **Tabla de Atributos** y en ella podemos observar que la selección se realizó satisfactoriamente. Presionamos el botón de **Conmutar Edición** y luego **Eliminar Objetos Seleccionados**. Para finalizar volvemos a presionar **Conmutar Edición** y guardamos los cambios.

Expresión

length("CIRCUITO")=4

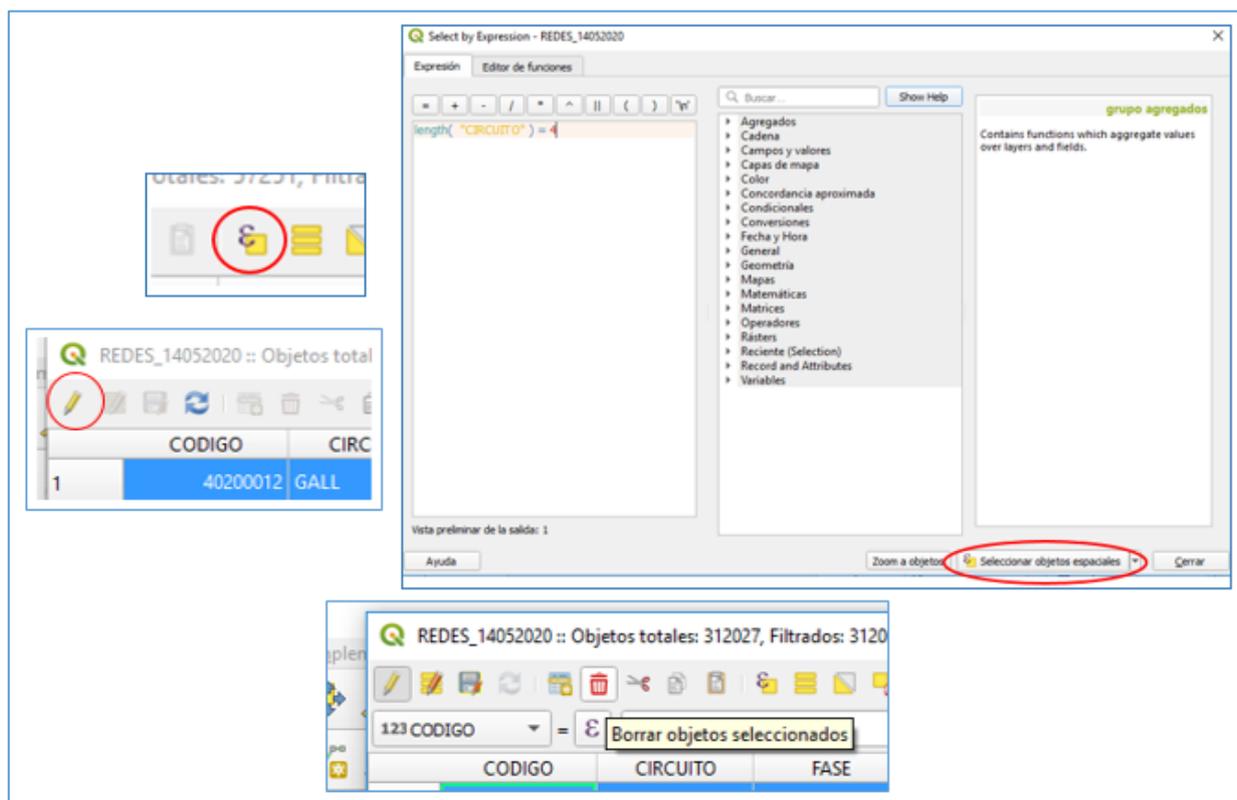


Fig. 11 - Eliminar tramos internos de la subestación

Debemos tomar en cuenta que para los campos **NEUTSIZ**, **NEUTMAT**, **LINGEO**, **LENUNIT**, se utilizaran valores unicos para todos los tramos, esto para mantener la fluidez del proceso.

Los parámetros requeridos que debemos crear para el correcto funcionamiento del complemento son los siguientes:

Líneas de MT aéreas	NEUMAT	LENGTH
	NEUTSIZ	LENUNIT
	PHASEMAT	X1
	PHASESIZ	Y1
	LINEGEO	X2
	PHASEDESIG	Y2
	NOMVOLT	

Fig. 12 - Campos necesarios MT Aérea

Los cambios generales que se harán en los distintos campos del Shape están designados por la siguiente tabla. En la primera columna se presenta la información suministrada por el shape de Edenorte, en las siguientes columnas a la derecha se observa los valores nuevos que nos creará en los **Campos Calculados**. Para mayor certeza se tomó como referencia todos los tipos de calibres existentes en la BDI de Edenorte y a partir de ahí se designó su equivalencia en los campos de salida.

EQUIVALENCIAS PARA DSS RED MT									
DATOS BDI	PHASESIZ	PHASEMAT	NOMVOLT	PHASEDESIG	NEUTSIZ	NEUMAT	LINGEO	LENUNIT	LENGTH
1/0 AWG	1/0	AAAC	Voltaje depende del nombre del circuito	A	2/0	AAAC	H	m	\$Lenght
1/0 AWG AR	1/0	AAC	Ejemplos:	B					
1/0AWGCU	1/0	CU	VOLG101 = 12.47/7.2 KV = "210"	C					
1000MCMURD	1000	CU	GORR701 = 7.2 KV = "210"	AB					
2 AWG	2	AAAC	ZFPP402 = 4.16/2.4 KV = "120"	AC					
2 AWG CU	2	CU	MANZ501 = 2.4 KV = "80"	BC					
2 AWG XLPE	2	CU	SRON301 = 34.5 KV = "380"	ABC					
2/0 AWG	2/0	AAAC							
2/0 AWG AR	2/0	AAC							
2/0 AWG CU	2/0	CU							
2/0AWGCU	2/0	CU							
2/0AWGXLP E	2/0	CU							
250 MCM	250	AAAC							
250MCMXLP E	250	CU							
266.8 MCM	266	ACSR							
2AWGCUXL PE	2	CU							
3/0 AWG	3/0	AAAC							
3/0AWGXLP E	3/0	CU							
4 AWG	4	AAAC							
4 AWG CU	4	CU							
4 AWG XLPE	4	CU							
4/0 AWG CU	4/0	CU							
4/0AWG	4/0	AAAC							

4/0AWGXLP E	4/0	CU							
465.4 MCM	465	AAAC							
477 MCM	477	ACSR							
4AWGCUXL PE	4	CU							
500MCMXLP E	500	CU							
559.5 MCM	559	ACSR							
6 AWG	6	AAAC							
6 AWG CU	6	CU							
6 AWGCUSOL	6	CU							
6/3 AWG	6	AAAC							
8/2 AWG	8	AAAC							

Tabla 2 - Equivalencias para DSS Red MT

La siguiente tabla contiene las expresiones que servirán de parámetros para crear los nuevos campos calculados, solo es cuestión de copiarlos y pegarlos donde se indica.

EXPRESIONES PARA CAMPO CALCULADO RED MT								
PHASESIZ	PHASEMAT	NOMVOLT	PHASEDESIG	NEUTSIZ	NEUTMAT	LINGEO	LENUNIT	LENGTH
CASE	CASE	CASE	CASE	'2/0'	'AAAC'	'H'	'm'	\$length
WHEN ("bit_fas" = '1/0 AWG') THEN '1/0'	WHEN ("bit_fas" = '1/0 AWG') THEN 'AAAC'	WHEN substr ("circuito" , '5','1') = '1' THEN '210'	WHEN ("fase" = 'A') THEN 'A'					
WHEN ("bit_fas" = '1/0 AWG AR') THEN '1/0'	WHEN ("bit_fas" = '1/0 AWG AR') THEN 'AAC'	WHEN substr ("circuito" , '5','1') = '7' THEN '210'	WHEN ("fase" = 'AN') THEN 'A'					
WHEN ("bit_fas" = '1/0AWGCU') THEN '1/0'	WHEN ("bit_fas" = '1/0AWGCU') THEN 'CU'	WHEN substr ("circuito" , '5','1') = '4' THEN '120'	WHEN ("fase" = 'ABC') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '1000MCMURD') THEN '1000'	WHEN ("bit_fas" = '1000MCMURD') THEN 'CU'	WHEN substr ("circuito" , '5','1') = '5' THEN '80'	WHEN ("fase" = 'ABCN') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2 AWG') THEN '2'	WHEN ("bit_fas" = '2 AWG') THEN 'AAAC'	WHEN substr ("circuito" , '5','1') = '3' THEN '380'	WHEN ("fase" = 'ABNC') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2 AWG CU') THEN '2'	WHEN ("bit_fas" = '2 AWG CU') THEN 'CU'	END	WHEN ("fase" = 'ANBC') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2 AWG XLPE') THEN '2'	WHEN ("bit_fas" = '2 AWG XLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'ACB') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG') THEN '2/0'	WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'ACBN') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG AR') THEN '2/0'	WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG AR') THEN 'AAC'		WHEN ("fase" = 'ANCB') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG CU') THEN '2/0'	WHEN ("bit_fas" = '2/0 AWG CU') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'ACNB') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '2/0AWGCU') THEN '2/0'	WHEN ("bit_fas" = '2/0AWGCU') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'AB') THEN 'AB'					
WHEN ("bit_fas" = '2/0AWGXLPE') THEN '2/0'	WHEN ("bit_fas" = '2/0AWGXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'ABN') THEN 'AB'					
WHEN ("bit_fas" = '250 MCM') THEN '250'	WHEN ("bit_fas" = '250 MCM') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'AC') THEN 'AC'					
WHEN ("bit_fas" = '250MCMXLPE') THEN '250'	WHEN ("bit_fas" = '250MCMXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'ACN') THEN 'AC'					
WHEN ("bit_fas" = '266.8 MCM') THEN '266'	WHEN ("bit_fas" = '266.8 MCM') THEN 'ACSR'		WHEN ("fase" = 'B') THEN 'B'					
WHEN ("bit_fas" = '2AWGCUXLPE') THEN '2'	WHEN ("bit_fas" = '2AWGCUXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BN') THEN 'B'					
WHEN ("bit_fas" = '3/0 AWG') THEN '3/0'	WHEN ("bit_fas" = '3/0 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'BCA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '3/0AWGXLPE') THEN '3/0'	WHEN ("bit_fas" = '3/0AWGXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BCAN') THEN 'ABC'					

WHEN ("bit_fas" = '4 AWG') THEN '4'	WHEN ("bit_fas" = '4 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'BNCA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '4 AWG CU') THEN '4'	WHEN ("bit_fas" = '4 AWG CU') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BCNA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '4 AWG XLPE') THEN '4'	WHEN ("bit_fas" = '4 AWG XLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BAC') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '4/0 AWG CU') THEN '4/0'	WHEN ("bit_fas" = '4/0 AWG CU') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BACN') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '4/0AWG') THEN '4/0'	WHEN ("bit_fas" = '4/0AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'BC') THEN 'BC'					
WHEN ("bit_fas" = '4/0AWGXLPE') THEN '4/0'	WHEN ("bit_fas" = '4/0AWGXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'BCN') THEN 'BC'					
WHEN ("bit_fas" = '465.4 MCM') THEN '465'	WHEN ("bit_fas" = '465.4 MCM') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'BA') THEN 'AB'					
WHEN ("bit_fas" = '477 MCM') THEN '477'	WHEN ("bit_fas" = '477 MCM') THEN 'ACSR'		WHEN ("fase" = 'BAN') THEN 'AB'					
WHEN ("bit_fas" = '4AWGCUXLPE') THEN '4'	WHEN ("bit_fas" = '4AWGCUXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'C') THEN 'C'					
WHEN ("bit_fas" = '500MCMXLPE') THEN '500'	WHEN ("bit_fas" = '500MCMXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'CN') THEN 'C'					
WHEN ("bit_fas" = '559.5 MCM') THEN '559'	WHEN ("bit_fas" = '559.5 MCM') THEN 'ACSR'		WHEN ("fase" = 'CBA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '6 AWG') THEN '6'	WHEN ("bit_fas" = '6 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'CBAN') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '6 AWG CU') THEN '6'	WHEN ("bit_fas" = '6 AWG CU') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'CNBA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '6 AWGCUSOL') THEN '6'	WHEN ("bit_fas" = '6 AWGCUSOL') THEN 'CU'		WHEN ("fase" = 'CBNA') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '6/3 AWG') THEN '6'	WHEN ("bit_fas" = '6/3 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'CAB') THEN 'ABC'					
WHEN ("bit_fas" = '8/2 AWG') THEN '8'	WHEN ("bit_fas" = '8/2 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("fase" = 'CABN') THEN 'ABC'					
END	END		WHEN ("fase" = 'CA') THEN 'AC'					
			WHEN ("fase" = 'CAN') THEN 'AC'					
			WHEN ("fase" = 'CB') THEN 'BC'					
			WHEN ("fase" = 'CBN') THEN 'BC'					
			END					

Tabla 3 - Expresiones para DSS Red MT

En la siguiente tabla se describe cómo se deben designar los formatos de los nuevos campos calculado.

FORMATOS DE CAMPOS CALCULADOS			
Campo	Tipo del Campo de Salida	Longitud del Campo de Salida	Precisión
PHASESIZ	Texto (cadena)	10	No aplica
PHASEMAT	Texto (cadena)	10	No aplica
NOMVOLT	Número entero (entero)	10	No aplica
PHASEDESIG	Texto (cadena)	10	No aplica
NEUTSIZ	Texto (cadena)	10	No aplica
NEUTMAT	Texto (cadena)	10	No aplica
LINGEO	Texto (cadena)	10	No aplica
LENUNIT	Texto (cadena)	10	No aplica
LENGTH	Número decimal (real)	10	2

Tabla 4 - Formato de campos calculados

Conocido estos parámetros seguiremos los siguientes pasos:

- 1- Con la capa de Redes MT seleccionada presionaremos el icono de **Conmutar Edición**.
- 2- Presionamos el icono de Abrir **Calculadora de Campo**.
- 3- Seguido esto se abre una ventana grafica en la cual definimos los parámetros para el nuevo campo que se va a crear además aquí deben ser ingresadas las expresiones anteriormente definidas.
- 4- En este punto solo debemos pulsar el botón de **Guardar Cambios de la Capa** y nueva vez pulsar el botón de **Conmutar edición** para que los cambios queden de forma permanente.

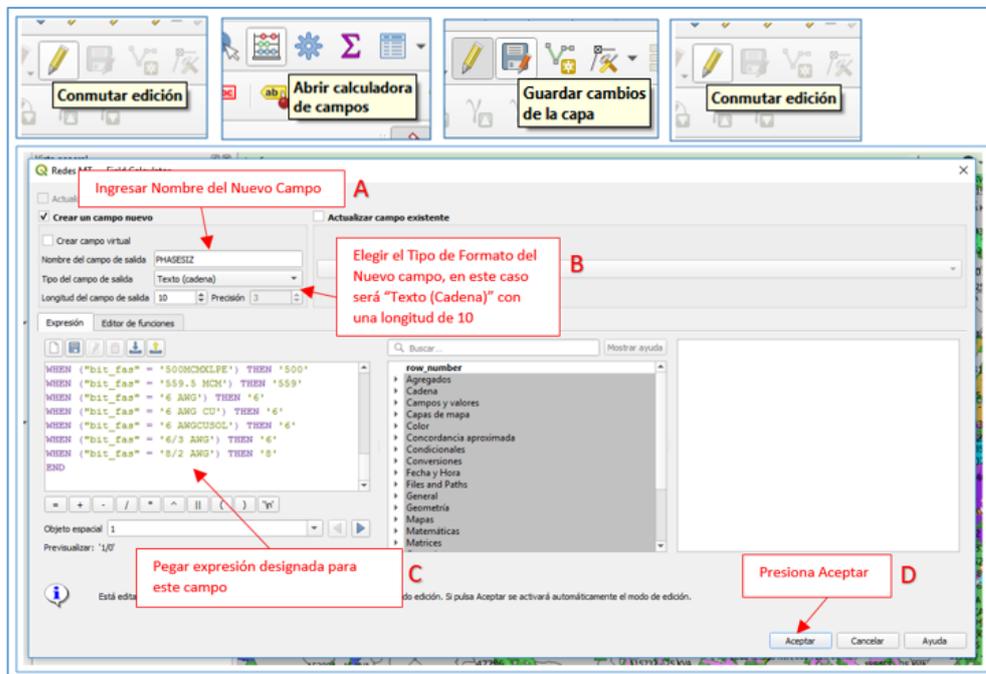


Fig. 13 - Creación de campo calculado

ε

Finalizado esto, se pueden verificar los cambios en la **Tabla de Atributos** con el nuevo campo calculado con los datos que nos interesan.

bit_fas	mat_fas	iso_fas	PHASESIZ	propietari	distancia_	fecha_carg
465.4 MCM	B	D	465	COMPAÑIA	45.78863153668...	2021/07/06 04:0...
465.4 MCM	B	D	465	COMPAÑIA	44.52874582777...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	43.23372174584...	2021/07/06 04:0...
465.4 MCM	B	D	465	COMPAÑIA	44.59342635408...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	32.06180281889...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	19.32979619658...	2021/07/06 04:0...
1/0 AWG	B	D	1/0	COMPAÑIA	36.67321859326...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	26.87149085929...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	62.42595614005...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	48.10405388322...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	65.22584311444...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	B	D	2/0	COMPAÑIA	51.14679471880...	2021/07/06 04:0...
2/0 AWG	R	D	2/0	COMPAÑIA	62.64982043070	2021/07/06 04:0

Fig. 14 - Tabla de atributos MT

El proceso es el mismo para los demás campos, solo es necesario volver a realizar los pasos, copiando y pegando las expresiones correspondientes para cada campo y respetando el **Tipo de Campo de Salida**, ya que no todos comparten el mismo formato en la salida.

Como explicamos al principio debido a que la capa de red **MT Aérea** y **MT Soterrada** comparten muchas similitudes es más factible separarlas al final. Eso lo logramos presionando el botón de **Seleccionar objetos espaciales usando una expresión** y aplicando el siguiente procedimiento. Con esto lo que haremos es seleccionar las redes **MT** que son **Soterradas** y luego las exportaremos de forma individual, después invirtiendo la selección conseguiremos sacar las que son **Aéreas**. Así tendremos cada una de forma individual. A continuación, se muestran las expresiones que será utilizadas para realizar la selección.

Seleccionar conductores URD
"bit_fas" IN ('1000MCMURD', '1/0AWGCU', '1/0 AWG AR', '2 AWG CU', '2/0 AWG AR', '2/0 AWG CU', '2/0 AWGCU',
'2 AWG XLPE', '2/0AWGXLPE', '250MCMXLPE', '2AWGCUXLPE', '3/0AWGXLPE', '4 AWG XLPE', '4/0 AWG CU', '4/0AWGXLPE',
'4AWGCUXLPE', '500MCMXLPE')

Tabla 5 - Expresiones para seleccionar URD

Conocidas las expresiones seguiremos los siguientes pasos:

- 1- Copiar y pegar la expresión, presionar **Seleccionar Objetos Espaciales** luego **Cerrar**.
- 2- Ya con los tramos seleccionados vamos a la capa de red MT y exportamos, luego guardamos **solo los objetos seleccionados**. En este momento se guarda una capa de solo **Redes Soterradas**.
- 3- Para exportar solo las **Redes Aéreas** debemos **Invertir la Selección** y volver a guardar **solo los objetos seleccionados**. Con este último ya tendremos una capa MT aérea con el cambio definitivo.

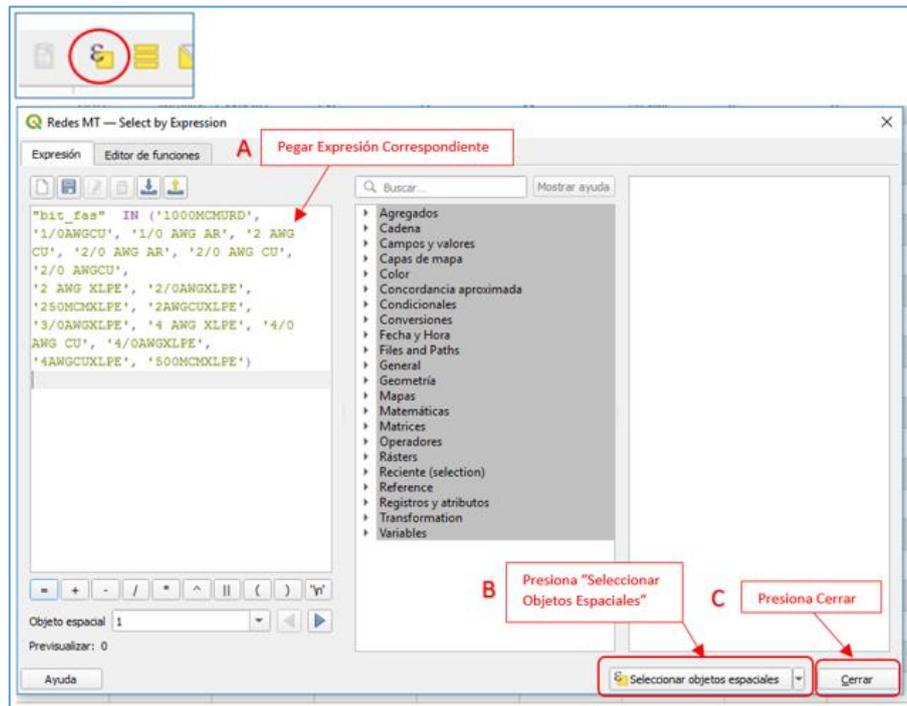


Fig. 15 - Selección de Red MT Soterrada

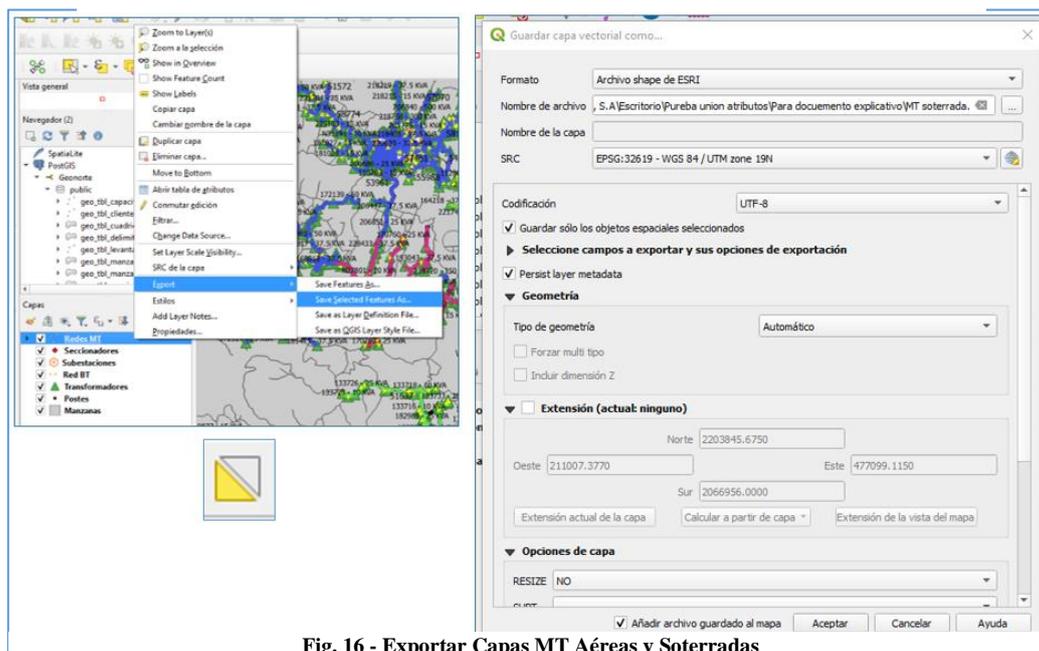


Fig. 16 - Exportar Capas MT Aéreas y Soterradas

Luego de exportar la capa de **Red MT Soterrada** esta se abre en forma de una nueva capa, si revisamos la tabla de atributos de ella notaremos que comparten los mismos campos con la capa de **Red MT Aérea**, en este caso como idea general tenemos que eliminar aquellos campos que no pertenecen a la **Red MT Soterrada**, por lo que borraremos el campo **LINGEO**, seguido esto, empezamos a agregar los nuevos campos faltantes.

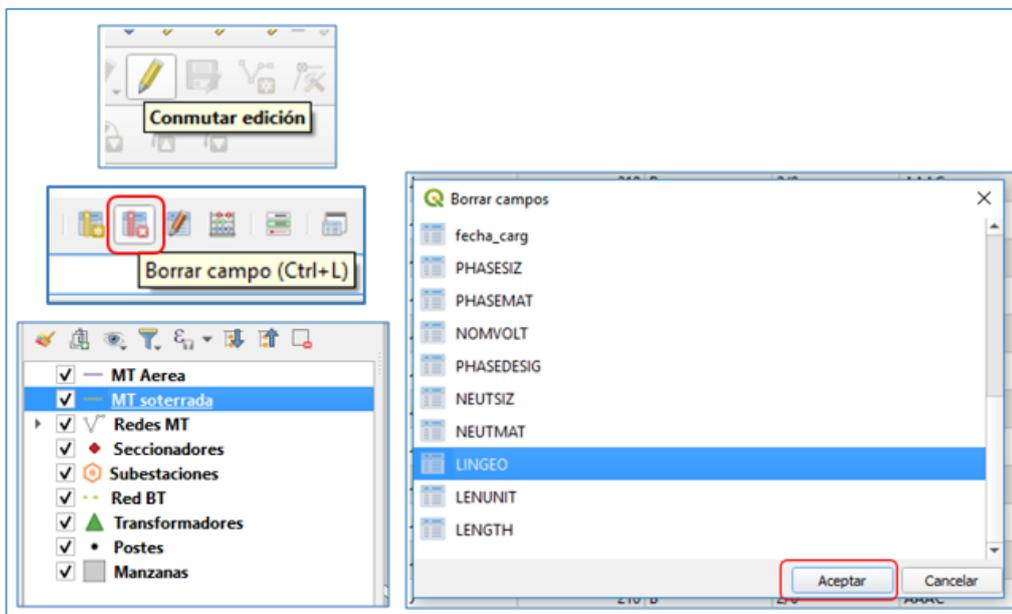


Fig. 17 - Borrar campos de shapes

Los parámetros requeridos que debemos crear para el correcto funcionamiento del complemento son los siguientes:

Líneas de MT subterráneas	NEUTMAT	LENGTH
	NEUTSIZ	LENUNIT
	PHASEMAT	INSULEV
	PHASESIZ	NEUTPER
	INSULVOLT	X1
	PHASEDESIG	Y1
	INSULMAT	X2
	NOMVOLT	Y2
	SHIELDING	

Fig. 18 - Campos necesarios MT Soterrada

La siguiente tabla contiene las expresiones que servirán de parámetros para crear los nuevos campos calculados, solo es cuestión de copiarlos y pegarlos donde se indica.

EXPRESIONES PARA CAMPOS ADICIONALES RED MT SOTERRADA		
INSULMAT	SHIELDING	INSULVOLT
'XLP'	'CN'	'15'

A continuación, se describe cómo se deben designar los formatos de los nuevos campos calculado.

FORMATOS DE CAMPOS CALCULADOS			
Campo	Tipo del Campo de Salida	Longitud del Campo de Salida	Precisión
INSULMAT	Texto (cadena)	10	No aplica
SHIELDING	Texto (cadena)	10	No aplica
INSULVOLT	Número entero (entero)	10	No aplica

Tabla 6 - Formato de campos calculados MT Soterrada

Conocido estos parámetros aplicaremos los mismos pasos que habíamos realizado en la capa anterior. Estos pasos son los siguientes:

- 1- Con la capa de Redes MT seleccionada presionaremos el icono de **Conmutar Edición**.
- 2- Presionamos el icono de **Abrir Calculadora de Campo**.
- 3- Seguido esto se abre una ventana grafica en la cual definimos los parámetros para el nuevo campo que se va a crear además aquí deben ser ingresadas las expresiones anteriormente definidas.
- 4- En este punto solo debemos pulsar el botón de **Guardar Cambios de la Capa** y nueva vez pulsar el botón de **Conmutar edición** para que los cambios queden de forma permanente.

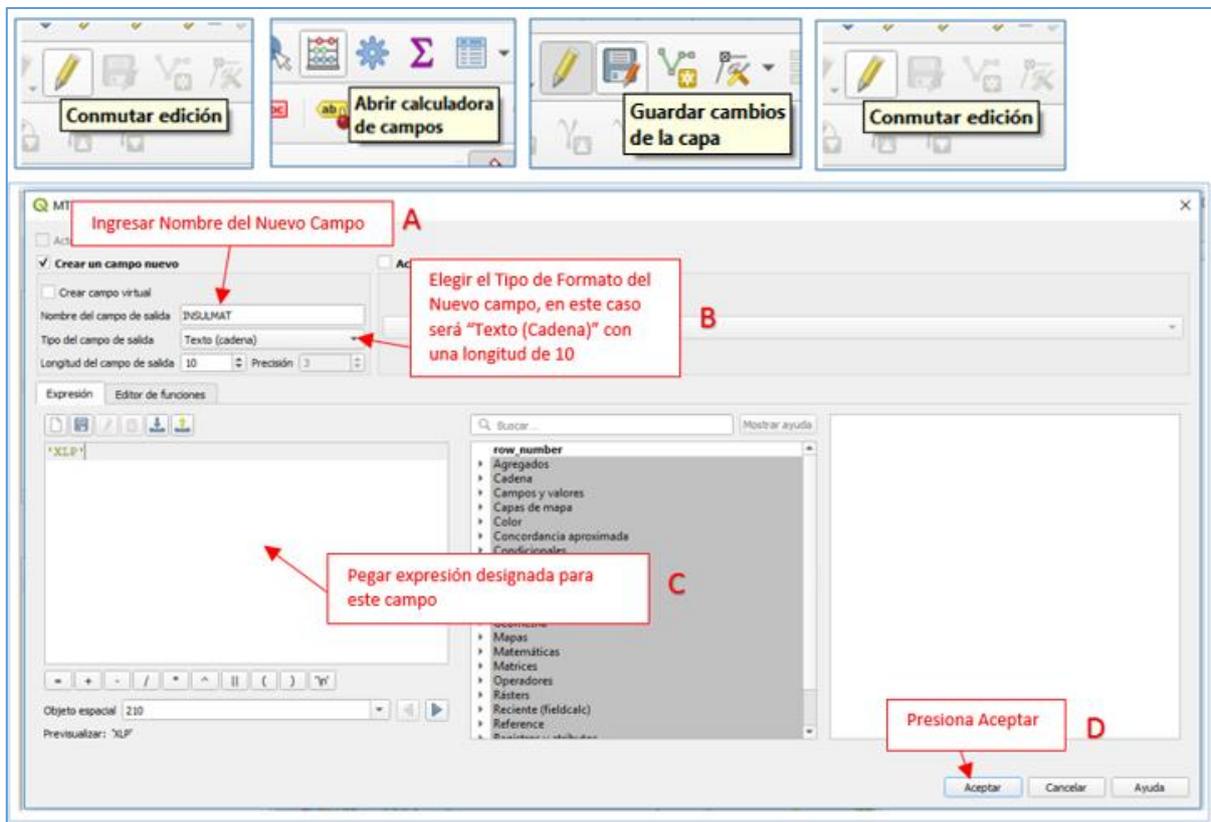


Fig. 19 - Creación de campos calculados

El proceso es el mismo para los demás campos, solo es necesario volver a realizar los pasos, copiando y pegando las expresiones correspondientes para cada campo y respetando el **Tipo de Campo de Salida**.

Con estos nuevos campos agregados completamos los requerimientos necesarios para el Shape de **Red MT Soterrada** por lo que inmediatamente podremos continuar con lo demás.

5. Pasos para extraer capa de transformadores

La creación de este Shape es un tanto diferente a las que trabajamos anteriormente. El Shape de **Transformadores** presente en el servidor **Geonorte** no contiene algunos campos indispensables para poder alterar la capa correctamente, por lo que se debe extraer esta data directamente del programa utilizado por DBI Distribución, “**SGD Producción**”.

Estos datos fueron extraídos en un archivo de **.XLSX** en donde se seleccionaron solo las columnas de datos que nos interesaban, para más facilidad esas columnas fueron cortadas y pegadas en un nuevo **.XLSX** y seguido, fue guardado como un **.CSV** esto con la finalidad de poder cargarlo al **Qgis**.

Luego de tener la capa cargado debemos exportar y guardar en el ordenador, pero ya como un archivo **.SHP**, esto para que nos permita realizar las alteraciones. Cabe mencionar que puede presentarse algún dato con inconsistencias, pudiendo deberse a una mala actualización de la BDI.

En lo pronto se prevé solicitar que estos nuevos campos sean cargados a la base de datos del servidor **Geonorte** y así no haya que realizar el proceso anteriormente descrito.

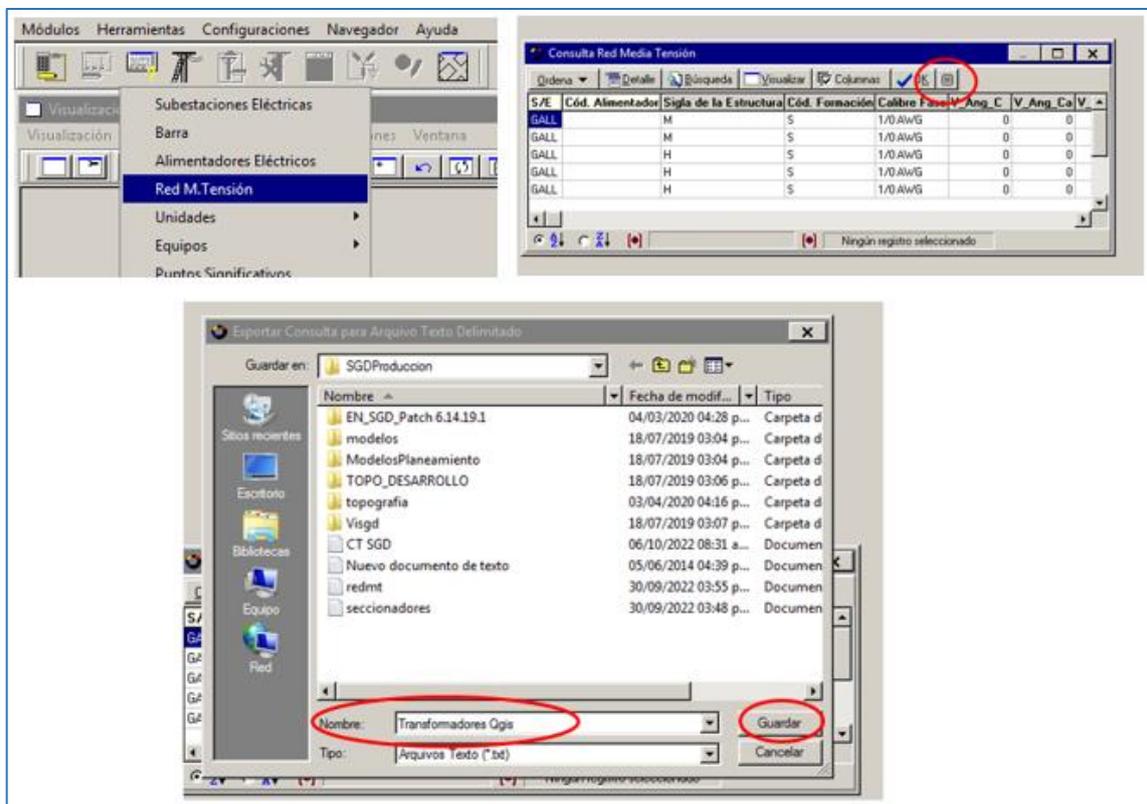


Fig. 20 - Proceso extracción data TR SGD

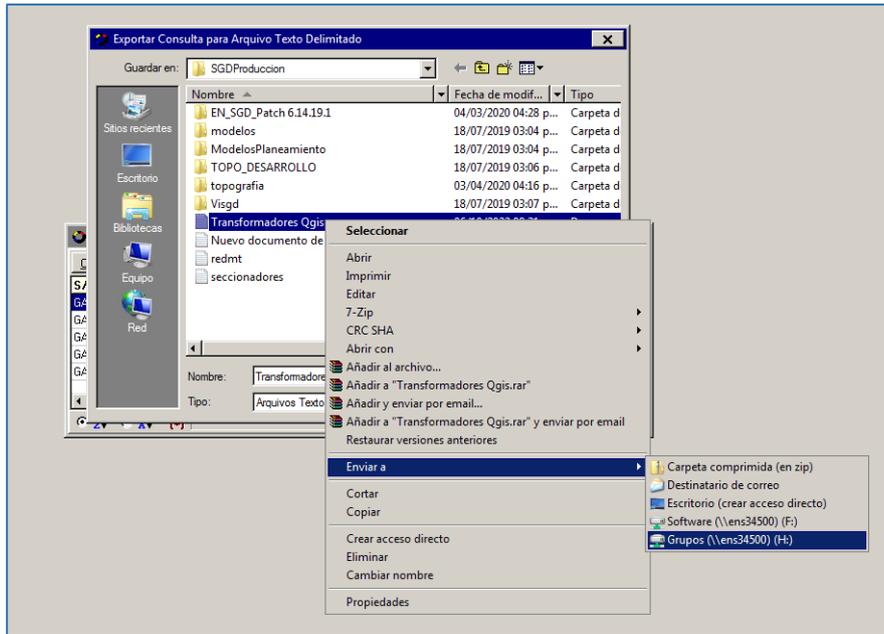


Fig. 21 - Proceso extracción data TR SGD

Tabla 7- Vista datos extraídos SGD

En la captura anterior se puede observar que de todos esos campos solo fueron tomados aquellos que nos interesan para el proceso, se pegan en un nuevo documento .XLSX y finalmente es guardado como un .CSV.

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Instalacion	Cod EEC	Potencia No	Tipo C	Tap Primario	Tap Secundario	Fases	Cant. Fases	Coord. X del Transf.	Coord. Y del Transf
172663	UTGALL112	15	MR	7200	240	BN	1	327411.996	2152627.044
106970	UTCANA102	225	TR	12500	240	ABC	3	329274.609	2150040.946
172665	UTDPED103	25	TR	7200	240	C	1	327305.023	2152283.246
162107	UTDPED103	50	MR	7200	240	CN	1	327880.949	2152651.861
153707	UTDPED103	50	MR	7200	240	C	1	326829.723	2151649.191
194664	UTDPED103	50	MR	7200	240	C	1	326983.785	2151696.839
172666	UTDPED103	25	MR	7200	240	CN	1	327264.427	2152256.275
194676	UTDPED103	75	TR	7200	240	C	1	327595.89	2152747.684
194672	UTDPED103	50	MR	7200	240	CN	1	327358.908	2152374.599
194667	UTDPED103	37.5	MR	7200	240	C	1	327099.476	2151961.222
172668	UTDPED103	50	MR	7200	240	CN	1	327645.893	2152589.735
194668	UTDPED103	50	TR	7200	240	C	1	327198.199	2152111.988

Fig. 22 - Vista campos seleccionados shape TR

A continuación vamos a cargar ese archivo .CSV hacia el Qgis:

- 1- Pulsamos el Botón de **Capa, Añadir Capa** y luego **Añadir Capa de Texto Delimitado**.
- 2- Luego se abre una ventana en la que llenamos cada campo respectivamente.
- 3- Se agrega la nueva capa en el Qgis, por lo que procederemos a extraerla como un archivo .SHP.
- 4- Por ultimo solo tenemos que ubicar donde se quiere guardar el archivo en el ordenador, solo queda presionar **Aceptar**. Inmediatamente se agregará la nueva capa. Esta será con la que estaremos trabajando en lo adelante.

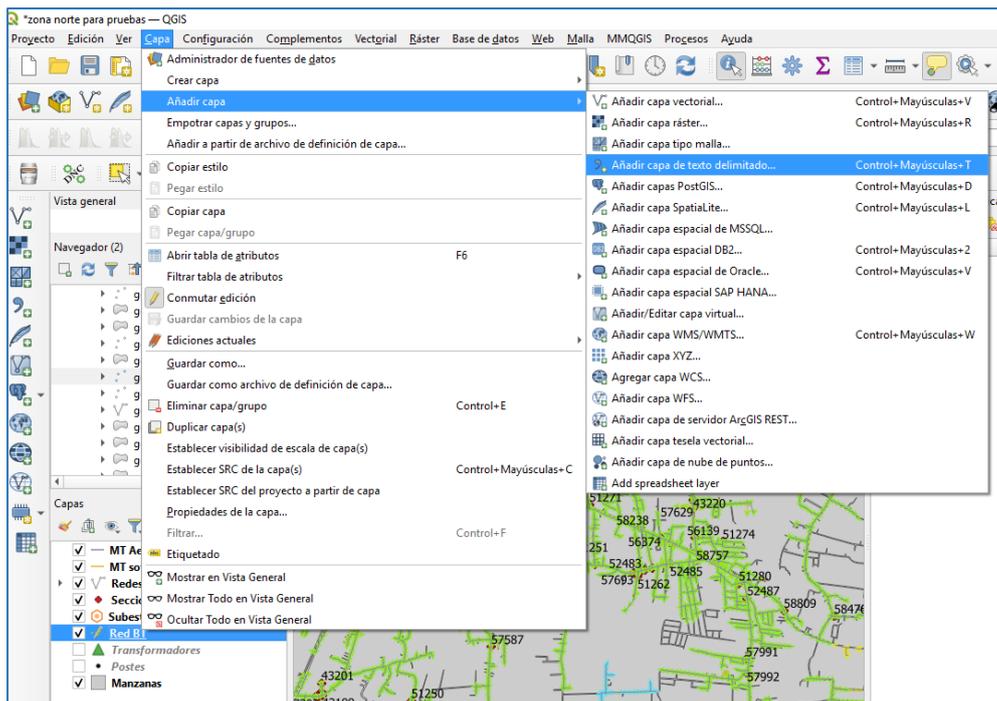


Fig. 23 - Añadir archivo CSV

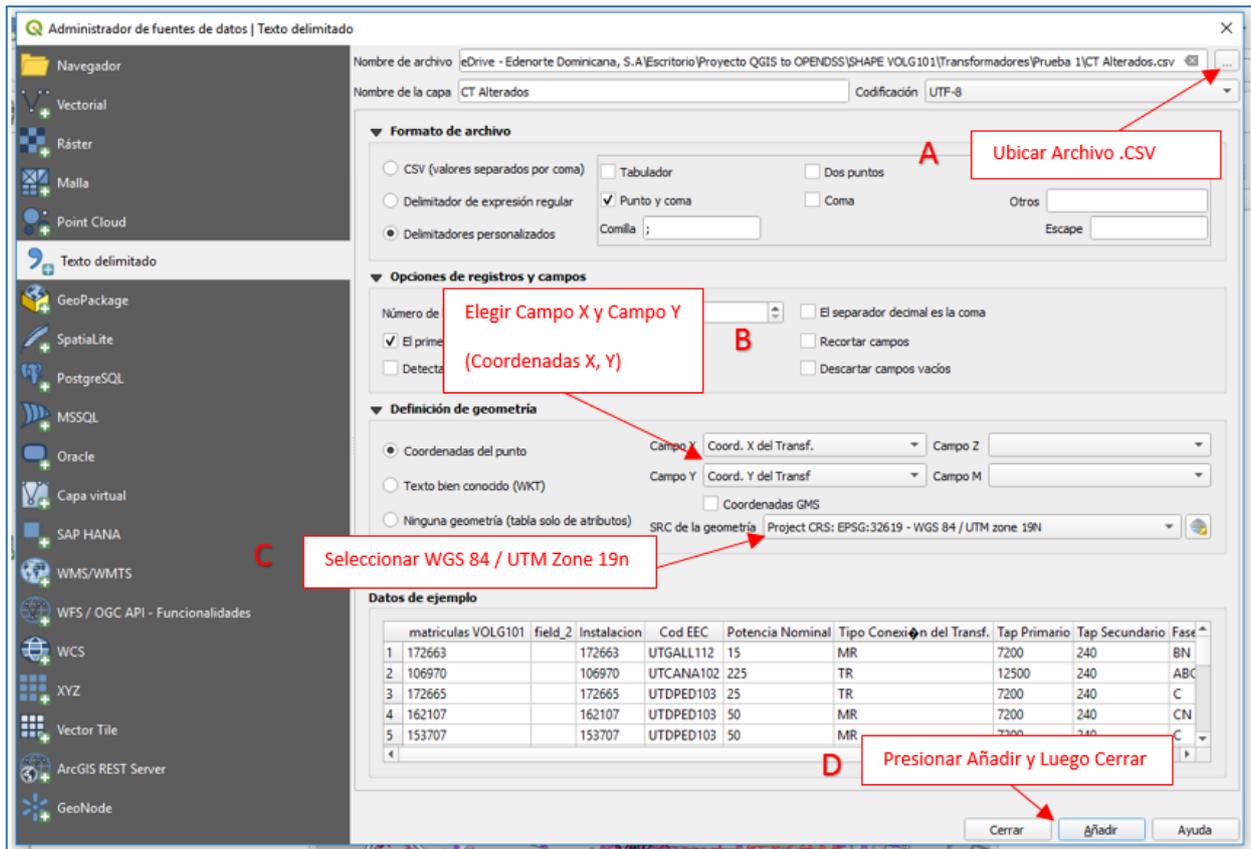


Fig. 24 - Completar campos para archivo CSV

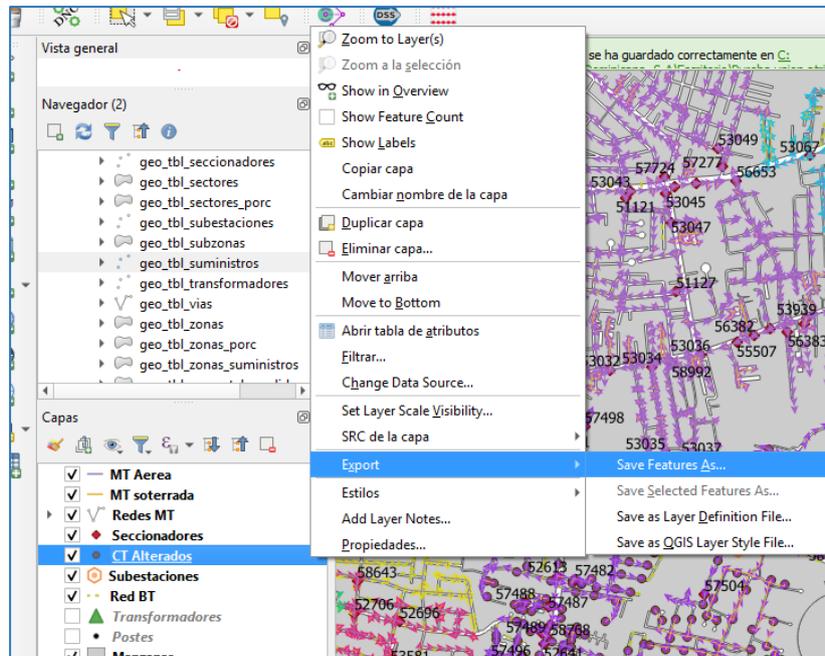


Fig. 25 - Exportar archivo como .SHP

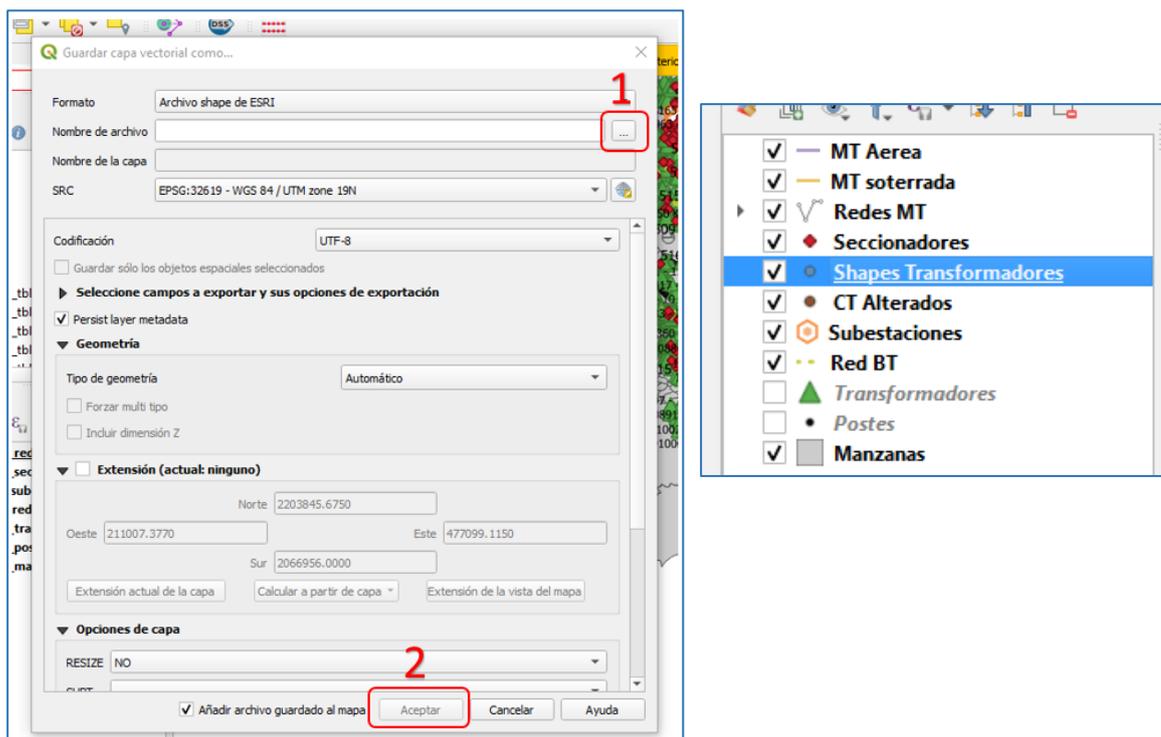


Fig. 26 - Elegir ubicación para archivo .SHP

Los parámetros requeridos que debemos crear para el correcto funcionamiento del complemento son los siguientes:

	PHASEDESIG	
	PRIMVOLT	
	SECVOLT	
	PRIMCONN	TAPS
Transformadores	SECCONN	X1
	KVAPHASEA	Y1
	KVAPHASEB	MV/MV
	KVAPHASEC	
	RATEDKVA	
	TAPSETTING	

Fig. 27 - Campos necesarios TR

Para la conexión de los bancos de transformadores, en el **Lado de Alta (PRIMCONN)** se designó la conexión **Estrella** para todos los ellos, esto debido a que no se consigue extraer esa información de la base de datos, además de que en el terreno esta es la conexión más común. Del mismo modo para la conexión del **Lado de Baja (SECCONN)** se tomó como referencia el nivel de tensión del banco para su selección.

Lado de Alta	Lado de baja	
Conexión	Voltajes Trifásicos	Conexión
Estrella	208	Estrella
	240	Delta
	480	Delta

Si el transformador es monofásico en los apartados de **KVAPHASEA**, **KVAPHASEB**, **KVAPHASEC** se completará con la potencia del Transformador de forma automática en el campo de la fase en la que se encuentre conectado mientras que los dos restantes se ponen en CERO. En el campo de **PRIMCONN** se designan las letras “LG” mientras que en el campo de **SECCONN** se designan las letras “SP”.

La siguiente tabla contiene las expresiones que servirán de parámetros para crear los nuevos campos calculados, solo es cuestión de copiarlos y pegarlos donde se indica.

EXPRESIONES PARA CAMPO CALCULADO TRANSFORMADORES									
PHASEDESIG	PRIMVOLT	SECVOLT	PRIMCONN	SECCONN	KVAPHASEA	KVAPHASEB	KVAPHASEC	RATEDKVA	TAPSETTING
CASE	CASE	CASE	if(length("Fases") = 3 or length("Fases") = 4 ,	if(length("Fases") = 3 or length("Fases") = 4 ,	if("Fases" = 'A' or "Fases" = 'AN' , "Potencia Nominal",	if("Fases" = 'B' or "Fases" = 'BN' , "Potencia N",	if("Fases" = 'C' or "Fases" = 'CN' , "Potencia N",	"Potencia Nonimal"	'1'
WHEN ("Fases" = 'A') THEN 'A'	WHEN ("Tap Primar" = '2400') THEN '80'	WHEN ("Tap Secund" = '120') THEN '20'	CASE	CASE	if(length("Fases") = 3, "Potencia Nominal" /3,0'))	if(length("Fases") = 3, "Potencia Nominal" /3,0'))	if(length("Fases") = 3, "Potencia Nominal" /3,0'))		
WHEN ("Fases" = 'AN') THEN 'A'	WHEN ("Tap Primar" = '2500') THEN '80'	WHEN ("Tap Secund" = '204') THEN '20'	WHEN ("Tap Primar" = '2400') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '120') THEN 'Y'					
WHEN ("Fases" = 'ABC') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '2700') THEN '80'	WHEN ("Tap Secund" = '208') THEN '20'	WHEN ("Tap Primar" = '2500') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '204') THEN 'Y'					
WHEN ("Fases" = 'ABCN') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '4100') THEN '110'	WHEN ("Tap Secund" = '220') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '2700') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '208') THEN 'Y'					
WHEN ("Fases" = 'ABNC') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '4160') THEN '110'	WHEN ("Tap Secund" = '240') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '4100') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '220') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ANBC') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '4200') THEN '110'	WHEN ("Tap Secund" = '277') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '4160') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '240') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ACB') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '7200') THEN '210'	WHEN ("Tap Secund" = '380') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '4200') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '277') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ACBN') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '7400') THEN '210'	WHEN ("Tap Secund" = '400') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '7200') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '380') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ANCB') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '7500') THEN '210'	WHEN ("Tap Secund" = '440') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '7400') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '400') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ACNB') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '8025') THEN '210'	WHEN ("Tap Secund" = '480') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '7500') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '440') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'AB') THEN 'AB'	WHEN ("Tap Primar" = '8700') THEN '210'	WHEN ("Tap Secund" = '24050') THEN '50'	WHEN ("Tap Primar" = '8025') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '480') THEN 'D'					
WHEN ("Fases" = 'ABN') THEN 'AB'	WHEN ("Tap Primar" = '12400') THEN '210'	End	WHEN ("Tap Primar" = '8700') THEN 'Y'	WHEN ("Tap Secund" = '24050') THEN 'D'					

WHEN ("Fases" = 'AC') THEN 'AC'	WHEN ("Tap Primar" = '12450') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12400') THEN 'Y'	END					
WHEN ("Fases" = 'ACN') THEN 'AC'	WHEN ("Tap Primar" = '12460') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12450') THEN 'Y'	,SP)					
WHEN ("Fases" = 'B') THEN 'B'	WHEN ("Tap Primar" = '12470') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12460') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BN') THEN 'B'	WHEN ("Tap Primar" = '12490') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12470') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BCA') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '12500') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12490') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BCAN') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '12740') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12500') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BNCA') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '13200') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '12740') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BCNA') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '13800') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '13200') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BAC') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '17200') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '13800') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BACN') THEN 'ABC'	WHEN ("Tap Primar" = '24000') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '17200') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BC') THEN 'BC'	WHEN ("Tap Primar" = '34500') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '24000') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BCN') THEN 'BC'	WHEN ("Tap Primar" = '72000') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '34500') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BA') THEN 'AB'	WHEN ("Tap Primar" = '72002') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '72000') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'BAN') THEN 'AB'	WHEN ("Tap Primar" = '72003') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '72002') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'C') THEN 'C'	WHEN ("Tap Primar" = '124700') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '72003') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'CN') THEN 'C'	WHEN ("Tap Primar" = '7200240') THEN '210'		WHEN ("Tap Primar" = '124700') THEN 'Y'						
WHEN ("Fases" = 'CBA') THEN 'ABC'	End		WHEN ("Tap Primar" = '7200240') THEN 'Y'						

WHEN ("Fases" = 'CBAN') THEN 'ABC'			End						
WHEN ("Fases" = 'CNBA') THEN 'ABC'			,LG')						
WHEN ("Fases" = 'CBNA') THEN 'ABC'									
WHEN ("Fases" = 'CAB') THEN 'ABC'									
WHEN ("Fases" = 'CABN') THEN 'ABC'									
WHEN ("Fases" = 'CA') THEN 'AC'									
WHEN ("Fases" = 'CAN') THEN 'AC'									
WHEN ("Fases" = 'CB') THEN 'BC'									
WHEN ("Fases" = 'CBN') THEN 'BC'									
END									

Tabla 8 - Expresiones para DSS Transformadores

En la siguiente tabla se describe cómo se deben designar los formatos de los nuevos campos calculado.

FORMATO DE CAMPO DE SALIDA			
Campo	Tipo del Campo de Salida	Longitud del Campo de Salida	Precisión
PHASEDESIG	Texto (cadena)	10	No aplica
PRIMVOLT	Número entero (entero)	10	No aplica
SECVOLT	Número entero (entero)	10	No aplica
PHASEDESIG	Texto (cadena)	10	No aplica
PRIMCONN	Número entero (entero)	10	No aplica
SECCONN	Texto (cadena)	10	No aplica
KVAPHASEA	Número decimal (real)	10	1
KVAPHASEB	Número decimal (real)	10	1
KVAPHASEC	Número decimal (real)	10	1
RATEDKVA	Número decimal (real)	10	1
TAPSETTING	Número entero (entero)	10	No aplica

Tabla 9 - Formato de campos calculados

Conocido estos parámetros aplicaremos los mismos pasos que hemos realizado a las capas anteriores. Estos pasos son los siguientes:

- 1- Con la capa de Redes MT seleccionada presionaremos el icono de **Conmutar Edición**.
- 2- Presionamos el icono de Abrir **Calculadora de Campo**.
- 3- Seguido esto se abre una ventana grafica en la cual definimos los parámetros para el nuevo campo que se va a crear además aquí deben ser ingresadas las expresiones anteriormente definidas.
- 4- En este punto solo debemos pulsar el botón de **Guardar Cambios de la Capa** y nueva vez pulsar el botón de **Conmutar edición** para que los cambios queden de forma permanente.

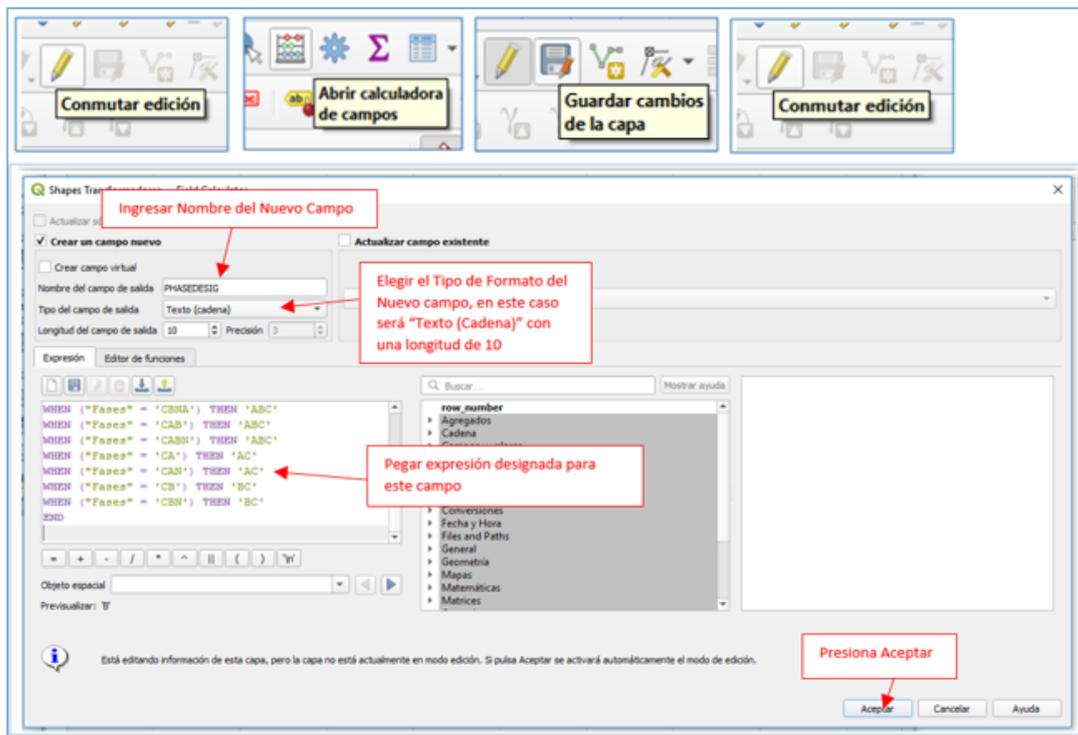


Fig. 28 - Creación de campos calculados

PHASEDESIG	PRIMVOLT	SECVOLT	SECONN	KVAPHASEA	KVAPHASEB	KVAPHASEC	RATEDKVA	TAPSETTING
B	210	50	SP	0	15.0	0	15.0	1
ABC	210	50	D	75.0	75.0	75.0	225.0	1
C	210	50	SP	0	0	25.0	25.0	1
C	210	50	SP	0	0	50.0	50.0	1
C	210	50	SP	0	0	50.0	50.0	1
C	210	50	SP	0	0	50.0	50.0	1
C	210	50	SP	0	0	25.0	25.0	1
C	210	50	SP	0	0	75.0	75.0	1
C	210	50	SP	0	0	50.0	50.0	1
C	210	50	SP	0	0	37.5	37.5	1

Tabla 10 - Tabla de atributos TR

6. Pasos para extraer capas BT Aérea y Soterrada

Continuamos aplicando el mismo proceso de alteración de los Shapes, en esta ocasión trabajaremos las **Redes BT Aéreas**. Para tener una idea general de cómo se realizarán estos cambios, tiene mucha similitud con los Shapes trabajados anteriormente ya que para esta capa se tomaron en cuenta los tipos de calibres existentes en la BDI de Edenorte, a partir de cada tipo se asignó un valor en la salida que nos ayudara a ir completando cada campo.

Las redes BT soterradas no son actualizadas en la BDI por lo que en lugares específicos como “Las quintas de Pontezuela” se procedió a dibujar de forma manual estos tramos de redes que van desde los transformadores hasta las cargas. Se prevé en el futuro estas redes también puedan ser actualizadas directamente en la base de datos y así se pueda obtener el shape de manera instantánea.



Fig. 29 - Creación de redes BT soterradas

En esta fase del proyecto solamente se utilizaron redes BT aéreas, por lo que para acercarse más a los valores reales estas redes soterradas que se habían creado manualmente fueron unificadas a las redes aéreas extraídas del Geonorte, por lo que el complemento lo analiza como una única capa.

Cabe mencionar que para mayor fluidez en el proceso las redes BT se designaron como tipo TPX ya que son las que representa la gran mayoría instaladas en el terreno, para el caso en que los clientes tengas Service 1 se designara el conductor DPX. De igual manera, para sacar el apartado de voltaje nominal se utilizará el voltaje de baja del transformador asociado por lo que es indispensable tener esta capa añadida.

Para obtener este shape de redes de una forma correcta tendremos que hacer un sub-proceso, en el cual crearemos una línea que una cada suministro con el shape de BT aérea, esto es de suma importancia ya que el complemento QGIS2OPENDSS necesita que haya una conexión física entre estas. Al final esta nueva capa de líneas hasta las cargas y las líneas BT aéreas serán unificadas para convertirse en único shape BT.

Este Shape se creará como una línea entre el **Shape de Red BT** y el **Shape de suministro**, para eso haremos uso de algunos complementos del Qgis para lograrlo. Los complementos necesarios son **MMQGIS** y **LOCATE LINES ALONG LINES**, por lo que es indispensable la instalación de los mismos.

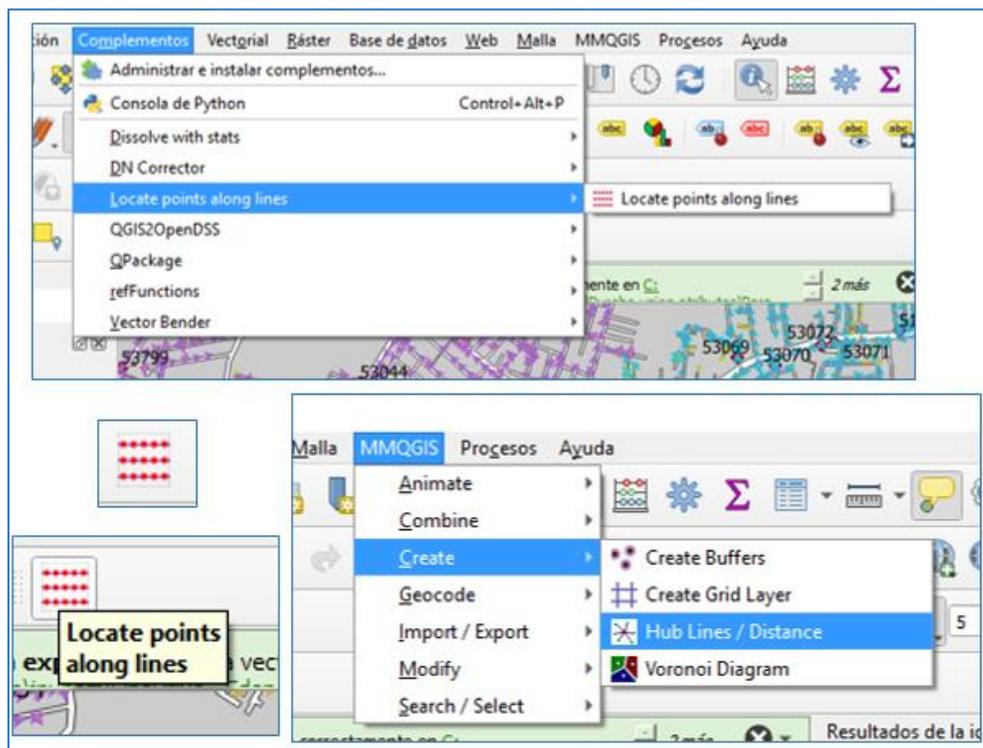


Fig. 30 - Creación de puntos sobre líneas

El complemento **LOCATE LINES ALONG LINES** se encarga de crear una capa de puntos la cual hace el mismo recorrido que la **Red BT**, se pueden elegir la distancia a la que va a crear cada punto y que tome en cuenta los vértices o finales de las líneas.

El complemento **MMQGIS** es el que se encarga de crear la capa de líneas, el tomará el número de matrícula del transformador como similitud entre las capas de **Red BT** y la capa de **Suministros**, en los casos en que no haya similitud entre las capas, el complemento va a crear las líneas por los elementos que se encuentren más próximos.

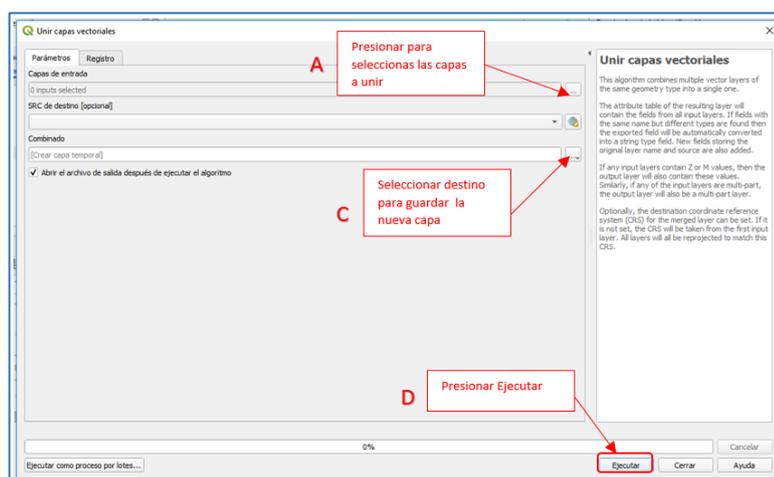
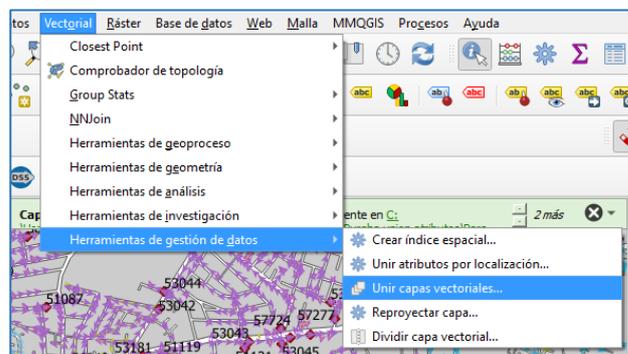
Al final el Shape resultante tendrá dentro de su tabla de atributos los datos del Shape de **Suministros** por lo que solo nos costará eliminar aquellos campos que no nos interesen y crear aquellos que sea necesario.

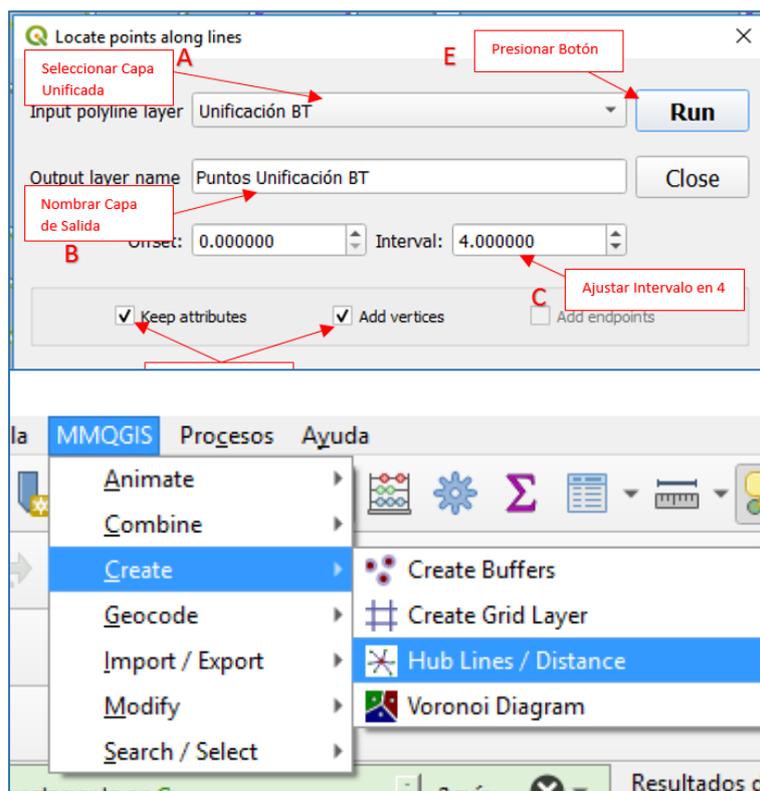
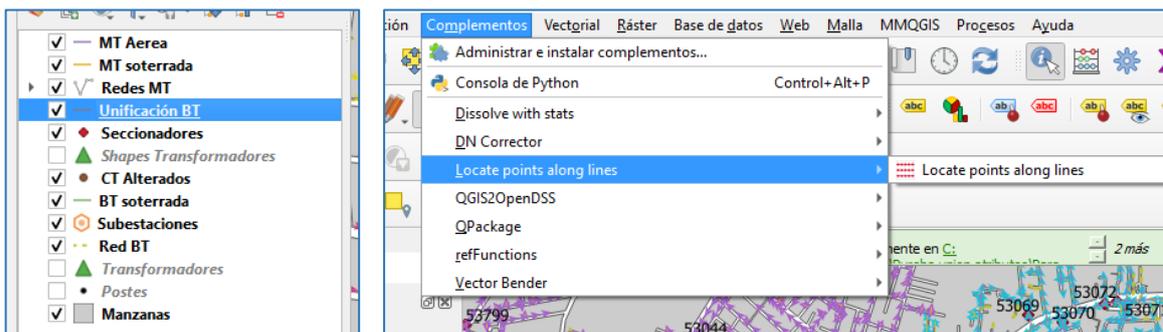
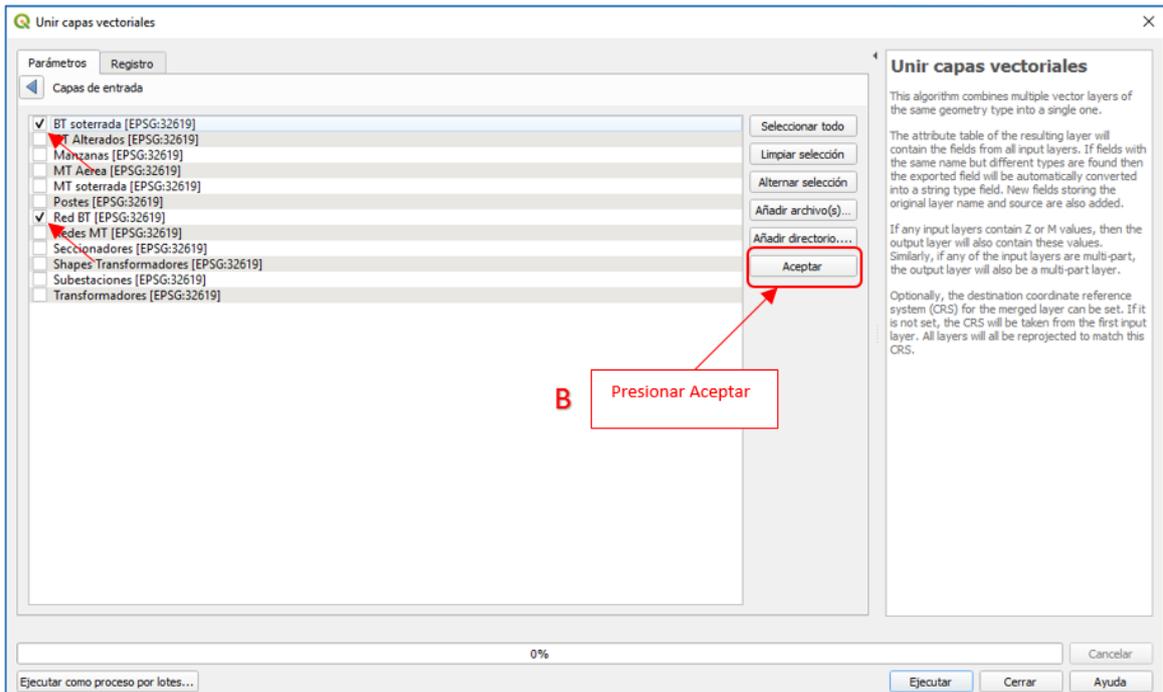
Debido a lo pesadas que pueden llegar a ser las capas de **Suministros** y hacer el proceso de creación de acometidas se recomienda trabajar esta parte por circuitos individuales o por subestaciones en caso de ser posible.

Es importante que el voltaje secundario sea el mismo tanto en el TR, la línea BT y las cargas que estén conectadas de ella.

A continuación, los pasos necesarios para crear las líneas hacia los suministros tomando en cuenta que tuviéramos la capa **Red BT soterrada** de forma individual:

- 1- Pulsar **Vectorial**, Herramientas de **Gestión de Datos** y **Unir Capas Vectoriales**.
- 2- Se muestra una nueva ventana en la que debemos indicar cuales capas se van a unir y luego solo debemos presionar **Ejecutar**.
- 3- Luego de la unificación abrimos el complemento **LOCATE LINES ALONG LINES** y configuramos los parámetros. (ver imágenes anexas)
- 4- Ahora abrimos el complemento **MMQGIS**, dentro de este vamos a **Create** y luego a **Hub Lines /Distance**. Para este punto es indispensable tener cargado el Shape de **Suministros BT**, se recomienda contener los suministros de un solo circuito para no cargar mucho el proceso. (ver imágenes anexas)
- 5- Como podemos comprobar la nueva capa fue añadida y se confirma la conexión mediante una línea entre ambas capas. Ahora solo queda alterar los valores de la tabla de atributos aplicando el mismo método que hemos estado trabajando anteriormente.
- 6- Unificar la capa de líneas creadas hacia las cargas con las líneas de BT, esto para dejar la que será nuestra capa BT definitiva.





Hub Lines

Hub Layer: Puntos Unificación BT
 Hub Name Field: utransf
 Spoke Layer: Suministros BT
 Hub Name in Spoke Layer: NIS_RAD
 Allocation Criteria: Nearest Hub
 Output Geometry: Lines to Hubs
 Distance Unit: Meters
 Output File Name: OneDrive - Edenorte Dominicana, S.A\Escritorio\Acometidas BT\Acometidas BT.shp

Ready

Cerrar Aplicar

7448 nodes created

- MT Aerea
- Acometidas BT
- Suministros BT
- Puntos Unificación BT
- Unificación BT
- MT soterrada
- Redes MT

Fig. 31 - Capturas proceso de creación de líneas de BT a Cargas

Los parámetros requeridos que debemos sacar para el correcto funcionamiento del complemento a DSS son los siguientes:

Líneas de BT aéreas	NEUTMAT	LENGTH
	NEUTSIZ	LENUNIT
	PHASEMAT	X1
	PHASESIZ	Y1
	NOMVOLT	X2
	TYPE	Y2

Fig. 32 - Campos necesarios red BT Aérea

Los cambios generales que se harán en los distintos campos del Shape están designados por la siguiente tabla. En ella se presenta la información que nos da el Shape de Edenorte y seguido los datos nuevos que nos creará el **Campo Calculado**.

EQUIVALENCIAS PARA DSS RED BT								
DATOS BDI	PHASESIZ	PHASEMAT	NOMVOLT	NEUTMAT	NEUTSIZ	LENUNIT	LENGHT	TYPE
1/0 AWG AAAC	1/0	AAAC	30	AAAC	1/0	m	\$length	TPX
1/0AWGXLPE	1/0	AAAC		AAAC	1/0			
2 AWG AAAC	2	AAAC		AAAC	2			
2 AWG AL XLPE	2	AAAC		AAAC	2			
2 AWG CU	2	CU		CU	2			
2/0 AWG AAAC	2/0	AAAC		AAAC	2/0			
2/0 AWG ACSR	2/0	ACSR		ACSR	2/0			
2/0 AWG AL XLPE	2/0	AAAC		AAAC	2/0			
250 MCM CU XLPE	250	CU		CU	250			
2AWGCUXLPE	2	CU		CU	2			
4 AWG	4	AAAC		AAAC	4			
4 AWG XLPE	4	AAAC		AAAC	4			
4/0 AWG	4/0	AAAC		AAAC	4/0			
4/0 AWG XLPE	4/0	AAAC		AAAC	4/0			
477 MCM	477	ACSR		ACSR	477			
6 AWG	6	AAAC		AAAC	6			
6 AWGCUSOL	6	CU		CU	6			
6/3 AWG	6	AAAC		AAAC	6			
(en blanco)	2/0	AAAC		AAAC	2/0			

Tabla 11 - Equivalencias para DSS Red BT

La siguiente tabla contiene las expresiones que servirán de parámetros para crear los nuevos campos calculados, solo es cuestión de copiarlos y pegarlos donde se indica.

EXPRESIONES PARA CAMPO CALCULADO							
PHASESIZ	PHASEMAT	NOMVOLT	NEUTSIZ	NEUTMAT	TYPE	LENUNIT	LENGHT
CASE	CASE	'30'	CASE	CASE	'TPX'	'm'	\$length
WHEN ("s_fases" = '1/0 AWG AAAC') THEN '1/0'	WHEN ("s_fases" = '1/0 AWG AAAC') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '1/0 AWG AAAC') THEN '1/0'	WHEN ("s_fases" = '1/0 AWG AAAC') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '1/0AWGXLPE') THEN '1/0'	WHEN ("s_fases" = '1/0AWGXLPE') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '1/0AWGXLPE') THEN '1/0'	WHEN ("s_fases" = '1/0AWGXLPE') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '2 AWG AAAC') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG AAAC') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '2 AWG AAAC') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG AAAC') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '2 AWG AL XLPE') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG AL XLPE') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '2 AWG AL XLPE') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG AL XLPE') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '2 AWG CU') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG CU') THEN 'CU'		WHEN ("s_fases" = '2 AWG CU') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2 AWG CU') THEN 'CU'			
WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AAAC') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AAAC') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AAAC') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AAAC') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG ACSR') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG ACSR') THEN 'ACSR'		WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG ACSR') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG ACSR') THEN 'ACSR'			
WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AL XLPE') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AL XLPE') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AL XLPE') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = '2/0 AWG AL XLPE') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '250 MCM CU XLPE') THEN '250'	WHEN ("s_fases" = '250 MCM CU XLPE') THEN 'CU'		WHEN ("s_fases" = '250 MCM CU XLPE') THEN '250'	WHEN ("s_fases" = '250 MCM CU XLPE') THEN 'CU'			
WHEN ("s_fases" = '2AWGCUXLPE') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2AWGCUXLPE') THEN 'CU'		WHEN ("s_fases" = '2AWGCUXLPE') THEN '2'	WHEN ("s_fases" = '2AWGCUXLPE') THEN 'CU'			
WHEN ("s_fases" = '4 AWG') THEN '4'	WHEN ("s_fases" = '4 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '4 AWG') THEN '4'	WHEN ("s_fases" = '4 AWG') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '4 AWG XLPE') THEN '4'	WHEN ("s_fases" = '4 AWG XLPE') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '4 AWG XLPE') THEN '4'	WHEN ("s_fases" = '4 AWG XLPE') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG') THEN '4/0'	WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG') THEN '4/0'	WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG XLPE') THEN '4/0'	WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG XLPE') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG XLPE') THEN '4/0'	WHEN ("s_fases" = '4/0 AWG XLPE') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '477 MCM') THEN '477'	WHEN ("s_fases" = '477 MCM') THEN 'ACSR'		WHEN ("s_fases" = '477 MCM') THEN '477'	WHEN ("s_fases" = '477 MCM') THEN 'ACSR'			
WHEN ("s_fases" = '6 AWG') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '6 AWG') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6 AWG') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = '6 AWGCUSOL') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6 AWGCUSOL') THEN 'CU'		WHEN ("s_fases" = '6 AWGCUSOL') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6 AWGCUSOL') THEN 'CU'			
WHEN ("s_fases" = '6/3 AWG') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6/3 AWG') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = '6/3 AWG') THEN '6'	WHEN ("s_fases" = '6/3 AWG') THEN 'AAAC'			
WHEN ("s_fases" = ' ') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = ' ') THEN 'AAAC'		WHEN ("s_fases" = ' ') THEN '2/0'	WHEN ("s_fases" = ' ') THEN 'AAAC'			
END	END		END	END			

Tabla 12 - Expresiones para DSS Red BT Aérea

En la siguiente tabla se describe cómo se deben designar los formatos de los nuevos campos calculado.

FORMATO DE CAMPO DE SALIDA			
Campo	Tipo del Campo de Salida	Longitud del Campo de Salida	Precisión
PHASESIZ	Texto (cadena)	10	No aplica
PHASEMAT	Texto (cadena)	10	No aplica
NOMVOLT	Número entero (entero)	10	No aplica
NEUTSIZ	Texto (cadena)	10	No aplica
NEUTMAT	Texto (cadena)	10	No aplica
TYPE	Texto (cadena)	10	No aplica
LENUNIT	Texto (cadena)	10	No aplica
LENGTH	Número decimal (real)	10	2

Tabla 13 - Formato de campos calculados

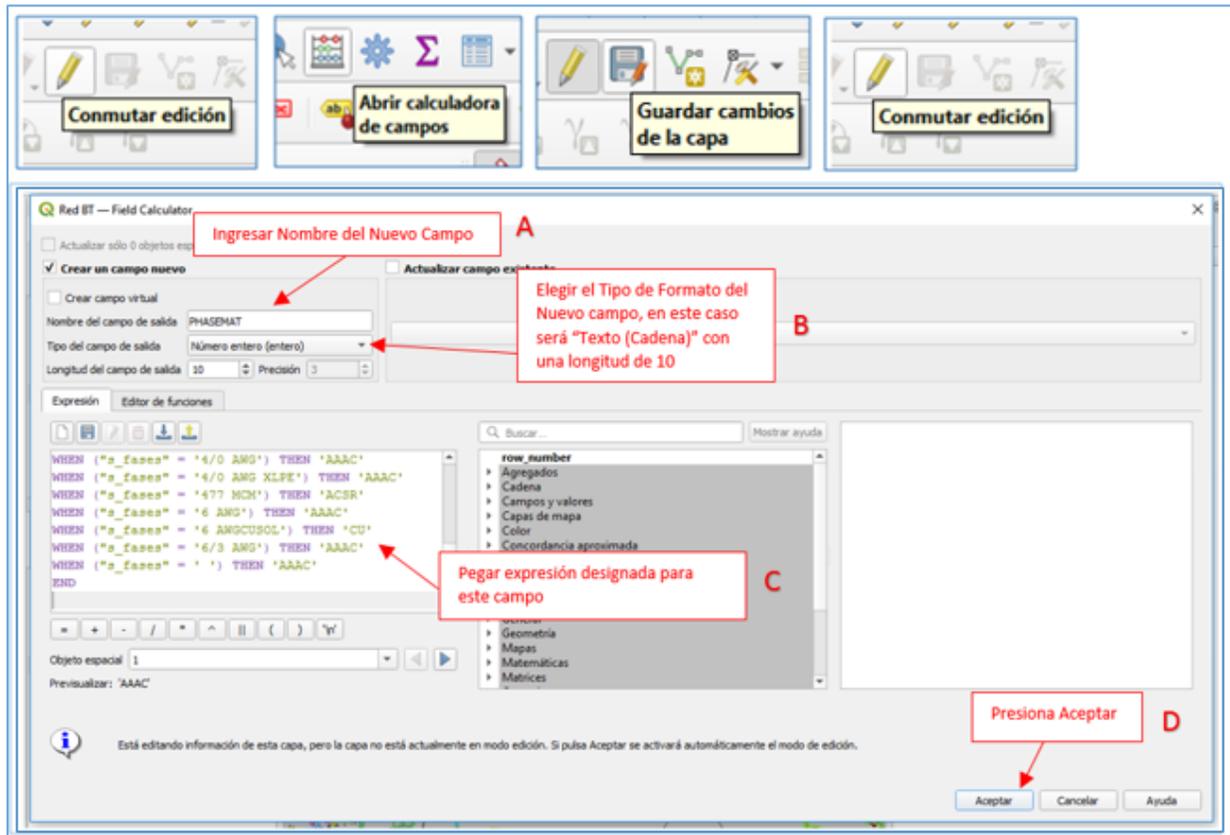


Fig. 33 - Creación de campos calculados

Si vemos la tabla de atributos de esta capa nos percatamos que en los tramos de líneas que creamos hasta las cargas los campos nuevos se encuentran vacíos, por lo que para la fluidez del proceso lo llenaremos con valores únicos a cada uno de ellos. A continuación, iremos seleccionando cada campo que se encuentre en blanco (“NULL”) y mediante la calculadora de campos realizaremos los cambios tomando en cuenta que este activado la casilla de solo alterar la selección.

EXPRESIÓN INDIVIDUAL PARA LA SELECCIÓN DE CAMPOS VACIOS
"PHASESIZ" is NULL
"PHASEMAT" is NULL
"NEUTSIZ" is NULL
"NEUTMAT" is NULL

Tabla 14- Expresiones para selección de campos vacios

Las expresiones que serán utilizadas para completar los campos vacíos pueden ser encontradas en la siguiente tabla:

EXPRESIONES PARA CAMPO CALCULADO			
PHASESIZ	PHASEMAT	NEUTSIZ	NEUTMAT
'2/0'	'AAAC'	'2/0'	'AAAC'

Para actualizar el campo de NOMVOLT que sea común con los voltajes de los transformadores y de las cargas, tomando en cuenta que el predominante será el voltaje del TR, para ellos debemos aplicar los siguientes pasos:

- 1- Realizar una unión entre el shape de Red BT con el shape de TR, tomando como referencia para la unión la matricula del transformador. En esta unión se traerá el campo SECCVOLT del transformador.
- 2- Mediante la calculadora de campo se actualiza el campo de NOMVOLT de la linea diciendo que esta será igual al nuevo campo agregado en la unión (SECCVOLT).
- 3- Guardar los cambios de la capa y eliminar la unión.
- 4- Realizar una nueva unión, pero esta vez entre la shape de Suministros con el shape de Red BT, tomando como referencia la matricula del transformador. En esta unión se traerá el campo NOMVOLT de la línea BT.
- 5- Mediante la calculadora de campo se actualiza el campo de NOMVOLT del suministro diciendo que este será igual al nuevo campo agregado en la unión (NOMVOLT).
- 6- Guardar los cambios de la capa y eliminar la unión.

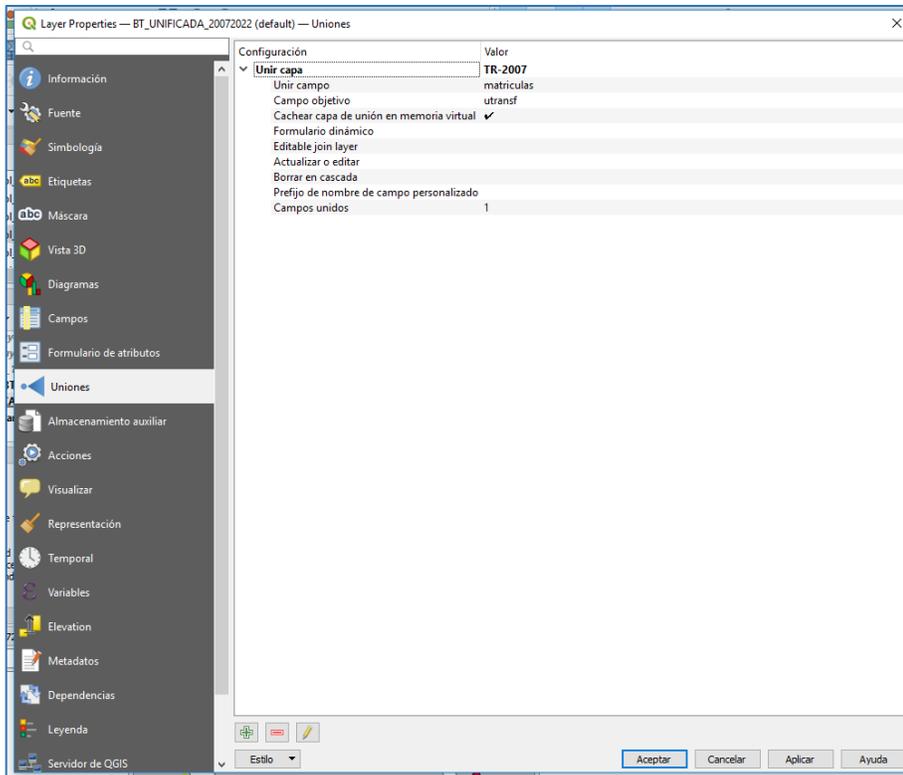
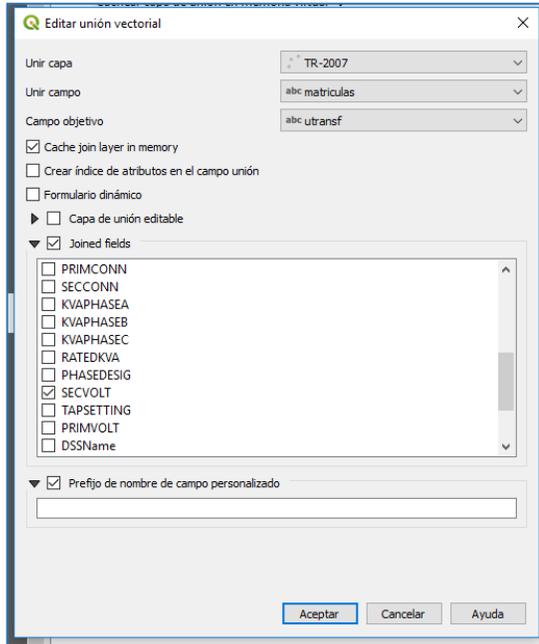


Fig. 34- Creación de unión entre dos shapes

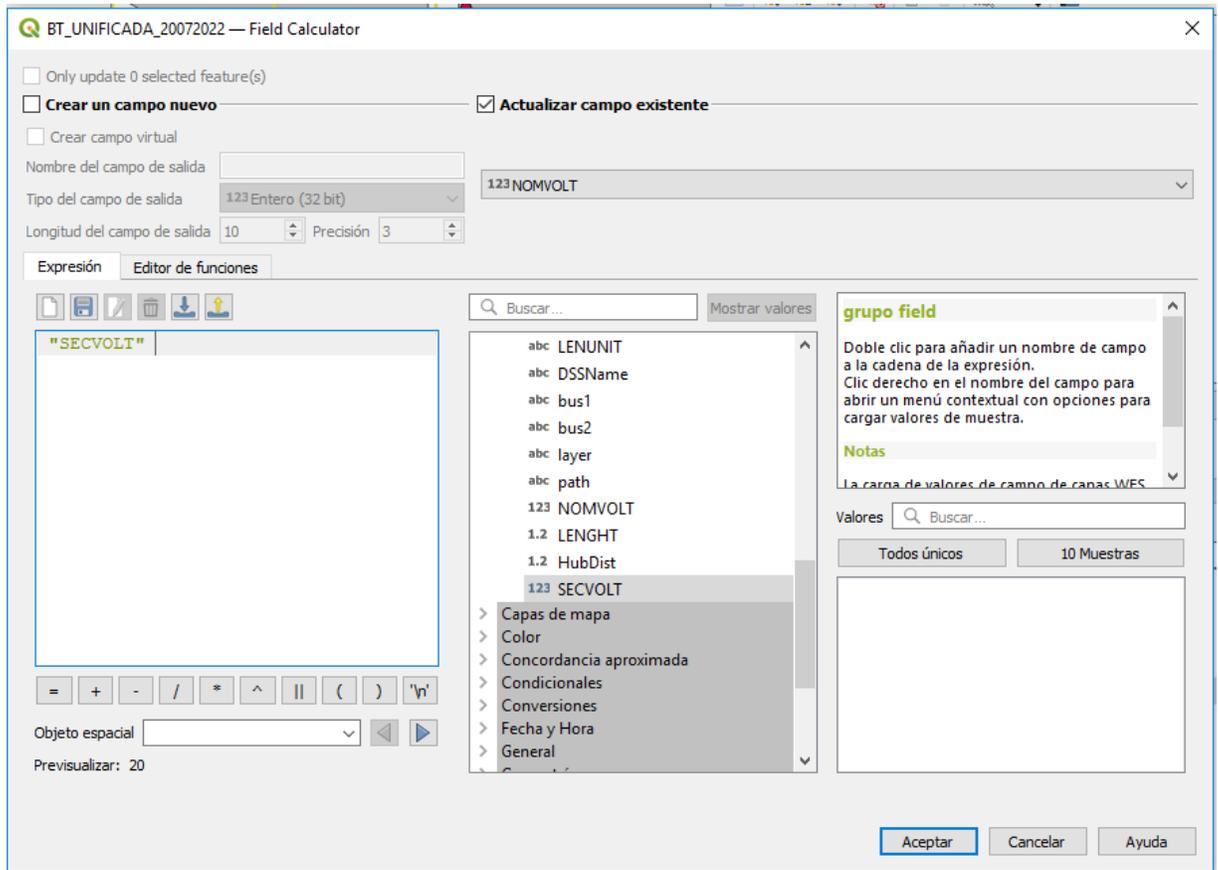


Fig. 35 - Actualización de campo mediante calculadora de campo

<p>Nota de los autores</p>	<p>Versión – Septiembre 2022</p>	<p>Las cargas en las capas de EDENORTE se puntean solapadas una encima de otra, de forma que se realizó un proceso manual para conectar cada carga a su acometida previa a la disponibilidad del plugin DNCorrector (ver Metodología y Restricciones)</p>
-----------------------------------	---	--

7. Pasos para extraer capas de Cargas MT y BT

7.1. Cargas En Media Tensión

Se consideran como cargas en Media Tensión (MT), aquellos suministros cuya tarifa se categorizan en:

- **MN1:** Clientes medidos en MT que poseen un transformador de 15 KVA en adelante y que NO procesa materia prima.
- **MN2:** Clientes medidos en MT que poseen un transformador de 15 KVA en adelante y que procesa materia prima (industriales).
- **MNH:** Clientes medidos en MT que poseen un transformador de 15 KVA en adelante con Demanda Horaria.

De acuerdo con el Manual QGISOPENDSS, el cuadro 5 muestra los atributos de la capa

Atributos obligatorios	Atributos opcionales
<ul style="list-style-type: none">• PHASEDESIG• NOMVOLT• KWHMONTH• PF• CLASS	<ul style="list-style-type: none">• MODEL• CONN

Tabla 15 - Atributos Cargas MT - QGIS2OpenDSS

7.2. Cargas en Baja Tensión

Se consideran como cargas en Baja Tensión (BT), aquellos suministros cuya tarifa se categorizan en:

- **BN1:** Clientes residenciales medidos en BT y que poseen una demanda menor a 10 kW.
- **BN2:** Clientes comerciales medidos en BT y que poseen una demanda menor a 10 kW.
- **BNB:** Clientes Bono Luz.
- **BND:** Clientes medidos en BT con Demanda mayor a 10 kW.
- **BNH:** Clientes medidos en BT con Demanda Horaria mayor a 10 kW.
- **PN1:** Suministros residenciales Prepago.
- **PN2:** Suministros comerciales Prepago.

De acuerdo con el cuadro 6 del manual, los campos para esta capa son:

Atributos obligatorios	Atributos opcionales
<ul style="list-style-type: none"> • NOMVOLT • KWHMONTH • PF • SERVICE • CLASS 	<ul style="list-style-type: none"> • AMI • ID • MODEL • X1 • Y1

Tabla 16 - Atributos Cargas BT - QGIS2OpenDSS

Requisitos y componentes necesarios

Los requisitos previos para obtener las capas en media y baja tensión de forma sistemática son:

- Tener acceso a internet y a la base de datos georreferenciada de la empresa.
- Tener instalado el *Pentaho Data Integration* (PDI Spoon).
- Tener el fichero de consumos por clientes al mes.

Los archivos y conexiones necesarias de entrada para obtener los atributos son:

- **Clientes Diarios (Conexión)**

CAMPO	TIPO DE DATO	USO
NIS_RAD	Entero	Llave foránea entre informes
NIC	Entero	Llave foránea entre informes
TARIFA	Texto	Atributo requerido para segregar las cargas en MT y BT
ESTADO_SUMINISTRO	Texto	Campo que permite segregar los clientes en activos o inactivos.
CT	Texto	Matrícula del transformador asociado, requerido para obtener el atributo PHASEDESIG
TIPO_TENSION	Texto	Contiene el tipo de tensión en el que el cliente está contratado. Se obtienen los campos NOMVOLT y SERVICE.
TIPO_CLIENTE	Texto	Campo que segrega el cliente en residencial, comercial o industrial. Se obtiene el campo CLASS.
X	Decimal	Coordenada en X (Longitud)
Y	Decimal	Coordenada en Y (Latitud)

Tabla 17 - Clientes Diarios (Conexión)

- **Consumo por cliente (Archivo)**

Campo	Tipo de dato	Uso
NIS_RAD	Entero	Llave foránea entre informes
NIC	Entero	Llave foránea entre informes
Consumo	Entero	Atributo requerido KWHMONTH.

- **Transformadores (Conexión)**

Campo	Tipo de dato	Uso
Matrícula	Texto	Llave foránea entre informes
Fase	Texto	Atributo requerido PHASEDESIG
Circuito	Texto	Filtrado de datos

7.3. Obtención de los atributos requeridos para el QGIS2OPENDSS

Se han construido diversas tablas con el objetivo de explicar la relación entre los atributos de las tablas de clientes y el plugin QGISOPENDSS para combinar los datos necesarios y convertirlos en los atributos requeridos.

Para ambas capas MT y BT el campo categórico “TIPO_CLIENTE” del suministro definirá el tipo de carga (CLASS), tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Campo TIPO_CLIENTE	CLASS
No se usa	R
Eventuales	R
Entes civiles sin ánimo de lucro	R
Rurales	R
Sin Contrato	R
Domestico Urbanos y Rurales	R
Residenciales	R
Domésticos (urbanos y rurales)	R
Desmante PRA	R
Desmante P R A	R
Desmante P. R. A.	R
Beneficiario bonoluz	R
Beneficiario bonoluz P. R. A.	R
Comerciales	C
Consumos Propios	C
Consumos propios empresa	C
Industriales 69kv	I
Industriales	I
Otras empresas del grupo	I
Otras empresas asociadas	I
Clientes Acceso Mercado Desregulado	I

Campo TIPO_CLIENTE	CLASS
Grandes Clientes Industriales \geq 69 kV	I

Tabla 18 - Asociación del código de CLASS con el tipo de cliente

El código para la tensión nominal (NOMVOLT) para ambas capas se obtiene por el tipo de tensión asignado al cliente, de igual forma el tipo de conexión que representa la carga (SERVICE) puede también asociarse para las cargas BT. A continuación, se muestra la configuración creada:

TIPO_TENSION	NOMVOLT	Tensión LN (kV)	Tensión LL (kV)	Configuración	SERVICE	Descripción SERVICE
120 V	30	0.12	0.24	fase partida	1	Carga conectada a vivo 1 y neutro
120/240 V	30	0.12	0.24	fase partida	12	Conectado a vivo 1 y vivo 2
Baja 120 Monofásica	30	0.12	0.24	fase partida	1	Carga conectada a vivo 1 y neutro
Baja 120/208 Bifásica	20	0.12	0.208	estrella	123	Conexión trifásica
Baja 120/240 Doble Monofásica	30	0.12	0.24	fase partida	12	Conectado a vivo 1 y vivo 2
Baja 120/208 Trifásica	20	0.12	0.208	estrella	123	Conexión trifásica
Baja 120/240 Trifásica Delta	70	0.24	0.416	estrella	123	Conexión trifásica
Baja 277/480 Trifásica	50	0.277	0.48	estrella	123	Conexión trifásica
Baja 480 Trifásica Delta	60	0.48	0.48	delta	123	Conexión trifásica
Baja 240 Trifásica Delta	70	0.24	0.416	estrella	123	Conexión trifásica
Alta 4,160 kV	110	4.16	4.16	delta	123	Conexión trifásica
Alta 12,5 kV	210	7.22	12.5	estrella	123	Conexión trifásica
Alta 34,5 kV	380	19.92	34.5	estrella	123	Conexión trifásica
Alta 69 kV		---	---	---		---
Alta 138 kV		---	---	---		---
Alta 220 kV		---	---	---		---
Alta 7.2 kV	150	7.2	7.2	delta	123	Conexión trifásica
Alta 2,4 kV	80	2.4	2.4	delta	123	Conexión trifásica

Tabla 19 - . Tensión nominal y tipo de conexión por código.

Los clientes registrados en Alta Tensión a 69 kV, 138 kV y 220 kV se obviarán.

Finalmente, la capa de transformadores en QGIS posee la fase en la que está conectado el equipo, sin embargo, posee aproximadamente 27 designaciones de fases que deben ser estandarizadas acorde al cuadro 2 del manual del software:

Fases Capa TR	PHASEDESIG
A	A
AB	AB
ABC	ABC
ABCN	ABC
ABN	AB
ABNC	ABC
AC	AC
ACB	ABC
ACBN	ABC
ACN	AC
AN	A
B	B
BA	AB
BAC	ABC
BACN	ABC
BAN	AB
BC	BC
BCAN	ABC
BCN	BC
BN	B
C	C
CAB	AC
CABN	ABC
CB	BC
CBA	ABC
CBAN	ABC
CN	C

Tabla 20 - Reducción de configuraciones de fases de transformadores.

7.4. Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL) de Cargas

Este proceso consta en extraer los clientes asociados a un circuito en particular para realizar diversas transformaciones y obtener los atributos necesarios para la simulación:

Atributos obligatorios	Atributos opcionales
<ul style="list-style-type: none"> • PHASEDESIG • NOMVOLT • KWHMONTH • PF • SERVICE • CLASS 	<ul style="list-style-type: none"> • AMI • ID • MODEL • X1 • Y1

El fichero de Consumo Por Cliente contiene el consumo registrado en kilowatts-hora por clientes. Se obtiene de la tabla “*stg_tbl_consumos*” de la base de datos de Reducción de Pérdidas a través de la herramienta ETL, *Pentaho Data Integration*. Este insumo contiene el campo “consumo”, que es el equivalente al atributo **KWHMONTH** para el plugin.

Se interactuará con las tablas de clientes y transformadores a través de conexiones con bases de datos para mejor versatilidad.

Pentaho Data Integration permite establecer “pasos” en donde se realiza un proceso en particular para obtener un resultado final. En el siguiente diagrama podemos todos los pasos para obtener las Cargas MT & BT:

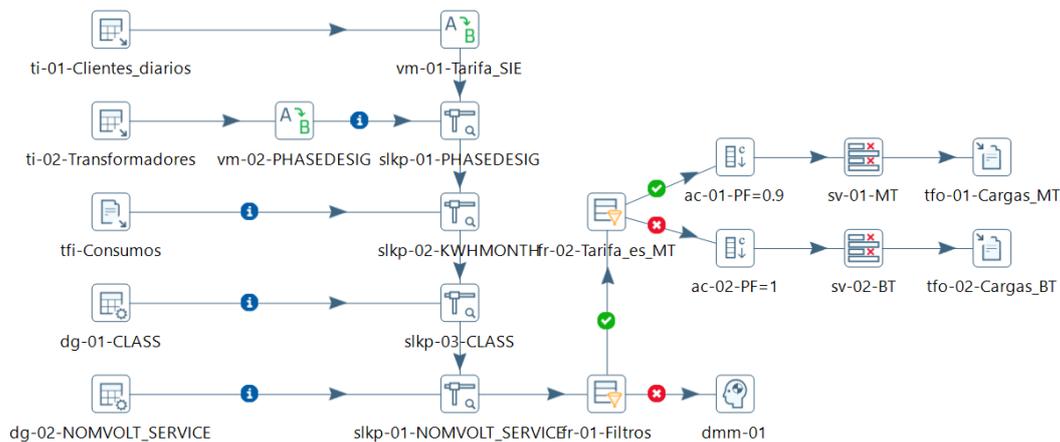


Fig. 36 - Transformación en Pentaho Data Integration para obtener las Cargas MT y BT.

A continuación, se muestra el desglose de cada paso:

Paso 1. ti-01-Clientes_diarios: Lee información desde la base de datos del Geonorte a través de una declaración en SQL para consultar los clientes.

Paso 2. vm-01-Tarifa_SIE: Mapea la tarifa estándar de la distribuidora por la homologada en la Super Intendencia de Electricidad (SIE).

- Paso 3. ti-02-Transformadores:** Lee información desde la base de datos del Geonorte a través de una declaración en SQL para consultar los transformadores.
- Paso 4. vm-02-PHASEDESIG:** Mapea la nomenclatura de las fases para acoplarlas al formato base del plugin (ABC).
- Paso 5. slkp-01-PHASEDESIG:** Realizar el cruce entre la matrícula asociada en el cliente y el transformador para obtener la fase en que está asociado y para obtener el atributo PHASEDESIG.
- Paso 6. tfi-01-Consumos:** Conecta con el fichero de Consumo por clientes, que contiene el campo “consumo”.
- Paso 7. slkp-02-KWHMONTH:** Realizar el cruce entre las llaves correspondientes asociadas al cliente para obtener la fase en que está asociado para obtener el atributo PHASEDESIG.
- Paso 8. dg-01-CLASS:** Tabla introducida manualmente que contiene los mismos datos que la **Error! Reference source not found.**
- Paso 9. slkp-03-CLASS:** Realiza la conversión del campo “TIPO_CLIENTE” al atributo “CLASS”.
- Paso 10. dg-02-NOMVOLT_SERVICE:** Tabla introducida manualmente que contiene los mismos datos que la **Error! Reference source not found.**
- Paso 11. fr-01-Filtros:** Se realizan el filtrado de aquellos clientes que están dentro del ciclo comercial, que sean las tarifas correspondientes y que no sean en alta tensión. Cuando la condición es verdadera va hacia el paso **fr-02-Tarifa_es_MT**, cuando es falso va hacia el paso **dmm-01**.
- Paso 12. dmm-01:** Este paso no hace nada, es útil para bifurcar flujos.
- Paso 13. fr-02-Tarifa_es_MT:** Se filtran los clientes (cargas) en media tensión con tarifas MTD1, MTD2 y MNH hacia el paso “**ac-01-PF=0.9**”, lo demás se considera clientes en baja tensión y se dirige al paso “**ac-02-PF=1**”.
- Paso 14. ac-01-PF=0.9:** Se agrega el atributo PF igualado a 0.9, ya que en base de datos no se proporciona el factor de potencia de dichos clientes.
- Paso 15. sv-01-MT:** Se seleccionan y organizan los campos (atributos) requeridos para las Cargas MT.
- Paso 16. tfo-01-Cargas_MT:** Se exportan todos los datos en formato .csv y en una ruta particular del ordenador de las Cargas MT.
- Paso 17. ac-02-PF=1:** Se agrega el atributo PF igualado a 1, ya que en base de datos no se proporciona el factor de potencia de dichos clientes.
- Paso 18. sv-02-BT:** Se seleccionan y organizan los campos (atributos) requeridos para las Cargas MT.
- Paso 19. tfo-01-Cargas_MT:** Se exportan todos los datos en formato .csv y en una ruta particular del ordenador de las Cargas BT.

Los dos ficheros .CSV resultantes pueden importarse en QGIS para crear las capas en formato .SHP con el algoritmo de la caja de herramientas de Procesos “Crear capa de puntos a partir de tabla”.

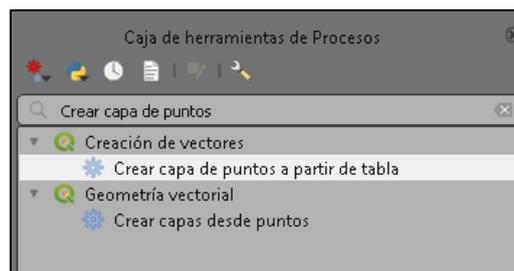


Fig. 37 - Algoritmo de la Caja de herramientas de Procesos de QGIS

Como este proceso requiere de varios pasos y debe repetirse dos veces, nos auxiliaremos del **diseñador de modelos de geoprocésamiento** para simplificar y sistematizar significativamente este procedimiento:

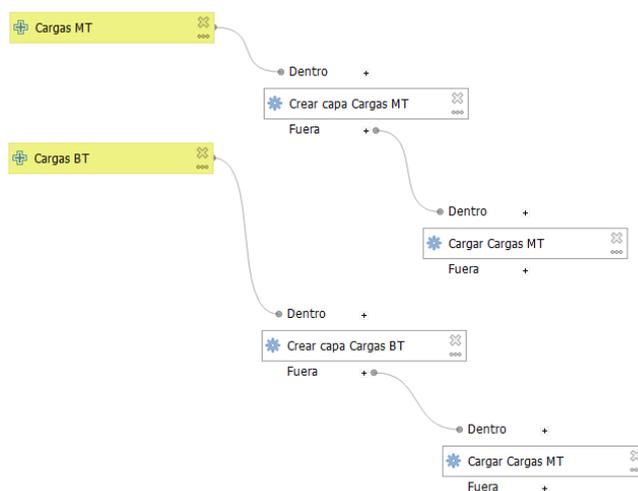


Fig. 38 - Modelo desarrollado para cargar capas rápidamente en QGIS

Los parámetros de entrada que el modelo nos solicitará al ejecutarlo serán las ubicaciones en el disco de los archivos .CSV, todo lo demás se procesará automáticamente.

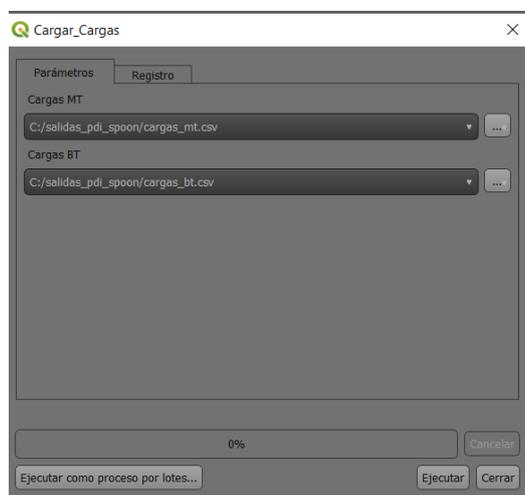


Fig. 39 - Parámetros de entrada para cargar las capas a QGIS

Los beneficios que trae utilizar un modelo en vez de hacerlo de forma análoga radican en la claridad, eficiencia y reciclabilidad de estos procesos a través de una interfaz gráfica simple y fácil de usar.

8. Conclusiones

La **Digitalización** es un aspecto clave de las 3D de la Transición Energética junto con la **Descarbonización y la Descentralización**. Hoy en día, es vital para cualquier empresa aprovechar la oportunidad de utilizar los datos como un activo y extraer valor de ellos. Durante el proceso de exploración de las herramientas y los procesos utilizados por las empresas de distribución de energía en RD para realizar sus estudios de red, el equipo de investigación descubrió lo rezagadas que están estas instituciones en su curva de digitalización y cuán valiosas serían estas herramientas para, por ejemplo, estudiar las pérdidas de distribución, que siguen siendo uno de los lastres más importantes en el sector.

Con este trabajo se han creado sinergias que, con el debido seguimiento, pueden catapultar los esfuerzos de EDENORTE para integrar dentro de sus procesos herramientas punteras de modelado y simulación de sus redes de media y baja tensión, con miras a incrementar la capacidad de la distribuidora de utilizar la creciente disponibilidad de datos para sus estudios de red como: Impacto de Generación Distribuida y diseño de microrredes, estudios de perfiles de voltaje para la identificación de pérdidas en la red, integración de la movilidad eléctrica, mapas de alojamiento de energías renovables, interconexión, entre otros.

En el proceso se identificaron oportunidades para mejorar y consolidar las bases de datos de la distribuidora que serán comunicadas por los medios oficiales. Con el objetivo de dar seguimiento a esta línea de investigación se propondrán proyectos piloto en los cuales las bases de datos se creen con los atributos necesarios para ahorrar horas hombre en los procesos de limpieza de datos, a fin de permitir que los datos sean procesados por el Complemento QGIS2OPENDSS en QGIS directamente.

Se plantearán proyectos piloto en los cuales las distintas gerencias de la empresa identifiquen oportunidades para utilizar las capacidades de **OpenDSS**.

8.1. Trabajos Futuros - Plataforma de Datos Abiertos para Estudios de Redes de Distribución en RD.

Con el objetivo de colocar los componentes básicos de una plataforma de datos abiertos para estudios de Redes de Distribución en República Dominicana, el equipo está creando un repositorio de GitHub con los datos GIS disponibles para estos circuitos, junto con los modelos de red OpenDSS creados. Se documentarán los diccionarios de datos, limitaciones y consideraciones. Esto servirá como una plataforma para desarrollar futuros trabajos e investigaciones. El equipo también organizará talleres sobre el uso y las capacidades de estas dos herramientas para las partes interesadas, específicamente dirigidos a los profesionales de Distribución de Energía de las EDE.

En la misma línea, la Fundación Madre y Maestra y el equipo de investigación de Microrredes se encuentran empujando un convenio de pasantías con la Distribuidora, con el objetivo de dar continuidad a esta línea de investigación, a la vez que se entrena a la próxima generación de ingenieros y servidores públicos responsables de seguir empujando la transición energética de nuestra nación.

Repositorio de GITHUB: https://github.com/MicrogridPUCMM/QGIS2OpenDSS_EDENORTE

Para más información sobre el proyecto de investigación puede acceder al siguiente enlace: <https://microgrid.pucmm.edu.do/> o escanear el siguiente código QR.

