



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

AJUSTE GEOMÉTRICO DE REDES ELÉCTRICAS SOBRE CARTOGRAFÍA

GENERADA CON IMÁGENES SATELITALES DE LIBRE ACCESO

Línea de Investigación

Procesamiento Digital de Imágenes y Señales

Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Icochea Rodriguez Abel Pablo

**Asesor:**

Zúñiga Díaz Walter Benjamín

(ORCID: 0000-0001-6860-7456)

**Jurado:**

Alva Velásquez Miguel

Arteaga Llacza Pedro Pablo

Alvarado Pérez Karina Milagros

**Lima, Perú**

**2023**

## Índice

I. Introducción.....	9
1.1. Trayectoria del autor.....	9
1.1.1. Grado académico.....	9
1.1.2. Cualificación profesional .....	9
1.1.3. Experiencia Profesional .....	10
1.2. Descripción de la Empresa .....	11
1.3. Organigrama de la Empresa .....	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas .....	13
II. Descripción de una actividad específica .....	14
2.1. Objetivos.....	14
2.2. Alcance .....	14
2.3. Información Fuente.....	15
2.4. Problemática .....	15
2.5. Propuesta Técnica.....	16
2.6. Iniciación del proyecto .....	17
2.7. Recepción de información fuente .....	17
2.8. Acondicionamiento de información fuente .....	17
2.8.1. Base de datos del área comercial.....	17
2.8.2. Base de datos del área técnica .....	19
2.9. Proceso de descarga de imágenes satelitales base .....	22
2.10. Proceso de vectorización de ejes viales .....	25
2.11. Proceso de generación de polígonos urbanos .....	30
2.12. Proceso de ingreso de contenido urbano .....	32
2.13. Proceso de ajuste geométrico de redes eléctricas .....	35
2.13.1. Casuísticas del ajuste geométrico.....	37
2.14. Control de calidad.....	37
2.14.1. Control de calidad en cartografía .....	37
2.14.2. Control de calidad en ajuste de redes eléctricas .....	40
2.15. Resultados.....	45

2.15.1. Base cartográfica actualizada del área de proyecto.....	45
2.15.2. Redes eléctricas ajustadas geoméricamente a la cartografía actualizada...	47
III. Aportes más destacables a la Empresa/Institución .....	60
IV. Conclusiones.....	61
V. Recomendaciones.....	62
VI. Referencias bibliográficas .....	63

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Detalle de capacitación continua del autor</i> .....	9
<b>Tabla 2</b> <i>Nombre de tablas y cantidad de registros de la base comercial</i> .....	17
<b>Tabla 3</b> <i>Nombre de tablas y cantidad de registros de la base comercial</i> .....	18
<b>Tabla 4</b> <i>Nombre y cantidad de registros de las tablas de cartografía de la base técnica</i> .....	19
<b>Tabla 5</b> <i>Nombre y cantidad de registros de las tablas de redes eléctricas de la base técnica</i> .....	20
<b>Tabla 6</b> <i>Cantidad de elementos de red trabajados en la zona A</i> .....	49
<b>Tabla 7</b> <i>Cantidad de elementos de red trabajados en la zona B</i> .....	52
<b>Tabla 8</b> <i>Cantidad de elementos de red trabajados en la zona C</i> .....	55
<b>Tabla 9</b> <i>Cantidad de elementos de red trabajados en la zona D</i> .....	58

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Organigrama de ASTRUM SAC</i> .....	11
<b>Figura 2</b> <i>Muestra de regeneración gráfica de redes de baja tensión.</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Muestra de regeneración gráfica de redes de media tensión.</i> .....	21
<b>Figura 4</b> <i>Muestra de regeneración gráfica de redes de alta tensión.</i> .....	22
<b>Figura 5</b> <i>Flujograma del proceso de descarga de imágenes satelitales base.</i> .....	23
<b>Figura 6</b> <i>Muestra de imagen satelital base descargada.</i> .....	24
<b>Figura 7</b> <i>Flujograma del proceso de vectorización de ejes viales.</i> .....	25
<b>Figura 8</b> <i>Muestra de ejes viales primarios vectorizados.</i> .....	26
<b>Figura 9</b> <i>Muestra de ejes viales secundarios vectorizados (1).</i> .....	26
<b>Figura 10</b> <i>Muestra de ejes viales secundarios vectorizados (2).</i> .....	27
<b>Figura 11</b> <i>Muestra de ejes viales peatonales vectorizados (1).</i> .....	28
<b>Figura 12</b> <i>Muestra de ejes viales peatonales vectorizados (2).</i> .....	28
<b>Figura 13</b> <i>Muestra de ejes viales principales, secundarias y peatonales vectorizados.</i> .....	29
<b>Figura 14</b> <i>Flujograma del proceso de generación de polígonos urbanos.</i> .....	30
<b>Figura 15</b> <i>Modelo desarrollado en QGIS para generación de polígonos urbanos.</i> .....	31
<b>Figura 16</b> <i>Muestra de polígonos urbanos generados y clasificados por tipo.</i> .....	31
<b>Figura 17</b> <i>Flujograma del proceso de ingreso de contenido urbano</i> .....	33
<b>Figura 18</b> <i>Muestra del contenido urbano ingresado a la cartografía.</i> .....	34
<b>Figura 19</b> <i>Flujograma del proceso de ajuste geométrico de redes eléctricas</i> .....	35
<b>Figura 20</b> <i>Muestra de visualización de los objetos de red en AutoCAD.</i> .....	36
<b>Figura 21</b> <i>Muestra de movimiento de alineamiento de los objetos de red</i> .....	36
<b>Figura 22</b> <i>Flujograma del proceso de control de calidad en cartografía</i> .....	38
<b>Figura 23</b> <i>Modelo desarrollado en QGIS para limpieza de geometrías</i> .....	39
<b>Figura 24</b> <i>Flujograma del proceso de control de calidad en ajuste de redes eléctricas</i> .....	40

<b>Figura 25</b> <i>Ejemplo de correcta ubicación de clientes de red eléctrica dentro de manzana...</i>	42
<b>Figura 26</b> <i>Ejemplo de topología lógica de red (poste-tramo).</i>	43
<b>Figura 27</b> <i>Visualización de la red eléctrica ajustada sobre la cartografía.</i>	44
<b>Figura 28</b> <i>Muestra del detalle de cartografía sobre imagen satelital.</i>	46
<b>Figura 29</b> <i>Vista general del ajuste de redes en la zona A.</i>	48
<b>Figura 30</b> <i>Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona A.</i>	50
<b>Figura 31</b> <i>Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona A.</i>	50
<b>Figura 32</b> <i>Vista general del ajuste de redes en la zona B.</i>	51
<b>Figura 32</b> <i>Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona B.</i>	53
<b>Figura 33</b> <i>Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona B.</i>	53
<b>Figura 34</b> <i>Vista general del ajuste de redes en la zona C.</i>	54
<b>Figura 35</b> <i>Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona C.</i>	56
<b>Figura 36</b> <i>Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona C.</i>	56
<b>Figura 37</b> <i>Vista general del ajuste de redes en la zona D.</i>	57
<b>Figura 38</b> <i>Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona D.</i>	58
<b>Figura 39</b> <i>Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona D.</i>	59

## Resumen

El presente informe, tiene como finalidad dar a conocer la trayectoria del autor como bachiller en Ingeniería Geográfica, los campos en los que ha trabajado y en los proyectos en los que ha participado. Así mismo menciona la empresa donde laboró como especialista en Sistemas de Información Geográfica para la atención de los diferentes proyectos de ingeniería territorial. Luego describe la actividad en la que participó como parte del proyecto “Normalización y estandarización del callejero con la actualización de su base cartográfica y la corrección y/o ajuste geométrico de sus redes eléctricas AT/ MT/BT” ejecutada en noviembre del 2020 por la empresa ASTRUM SAC, donde tenía como objetivos generar la Base Cartográfica actualizada del área del proyecto, a nivel manzanas, desde imágenes satelitales de Google o Bing, para toda zona urbana con presencia de red eléctrica; así como, ajustar geoméricamente las redes eléctricas de BT/MT/AT, usando como base la nueva cartografía generada. La redacción del proyecto presentado se enfoca en la problemática de carecer de una base cartográfica para el mantenimiento espacial del dibujo de las redes eléctricas, y atiende esta necesidad a partir una serie de procesos desarrollados íntegramente en gabinete, limitado en gran medida por la coyuntura que produjo la pandemia del covid-19, donde finalmente se generó la Base Cartográfica actualizada del área del proyecto, a nivel manzana, actualizada al 2020, la cual cuenta con 11 capas de información, y se realizó el movimiento geométrico (traslado, rotación, escala) de todos los elementos de la red eléctrica (AT/MT/BT), utilizando como base la cartografía original, y logrando adecuar 3 mil kilómetros de tendido de red eléctrica sobre una nueva cartografía actualizada.

Palabras claves: Base Cartográfica, Google Earth, imágenes satelitales, red eléctrica.

### **Abstrac**

The purpose of this report is to publicize the author's career as a Bachelor of Geographic Engineering, the fields in which he has worked and the projects in which he has participated. He also mentions the company where he worked as a specialist in Geographic Information Systems for the attention of the different territorial engineering projects. Then he describes the activity in which he participated as part of the project "Normalization and standardization of the street map with the updating of its cartographic base and the correction and/or geometric adjustment of its AT/MT/BT electrical networks" carried out in November 2020 by the company ASTRUM SAC, whose objectives were to generate the updated Cartographic Base of the project area, at the block level, from Google or Bing satellite images, for all urban areas with the presence of an electrical network; as well as, geometrically adjust the electrical networks of BT/MT/AT, using as a base the new cartography generated. The drafting of the presented project focuses on the problem of lacking a cartographic base for the spatial maintenance of the drawing of electrical networks, and meets this need from a series of processes developed entirely in the office, limited to a great extent by the situation that The covid-19 pandemic occurred, where the updated Cartographic Base of the project area was finally generated, at the block level, updated to 2020, which has 11 layers of information, and the geometric movement (transfer, rotation, scale ) of all the elements of the electrical network (AT/MT/BT), using the original cartography as a base, and managing to adapt 3 thousand kilometers of electrical network laying on a new updated cartography.

Keywords: Cartographic Base, Google Earth, satellite images, electrical network.

## I. Introducción

### 1.1. Trayectoria del autor

Abel Pablo Icochea Rodriguez, en adelante el autor, es bachiller en Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

#### 1.1.1. Grado académico

El consejo universitario en fecha de 24 de setiembre del año 2014 otorga el diploma de Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Geográfica y se encuentra en el libro 139, folio 148 y en el registro 105013; de la oficina de grados y títulos de la secretaría general de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

#### 1.1.2. Cualificación profesional

A continuación, se muestra el detalle de cada capacitación que llevó el autor desde el año 2016 hasta la actualidad.

**Tabla 1**

*Detalle de capacitación continua del autor*

<b>Año</b>	<b>Materia de la capacitación</b>	<b>Organización</b>	<b>Horas lectivas</b>
2016	Curso de especialización en Base de Datos Espaciales	Colegio de Ingenieros del Perú	26
2017	AutoCAD Map3D v2015 - Avanzado	Instituto de Capacitación en Ingeniería E.I.R.L.	72
2017	ArcGIS v10.3 - Avanzado	Instituto de Capacitación en Ingeniería E.I.R.L.	72
2017	QGIS v2.18 - Intermedio	Colegio de Ingenieros del Perú	20
2019	Diplomado en Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial	Sociedad Peruana de Ingeniería Geográfica, Ecológica, y Ambiental	384
2021	Administración de Geodatabases y Análisis Espacial con PostGIS	Centro de Altos Estudios en Geomática E.I.R.L.	48
2022	Curso Gerencia de Proyectos	Projectical S.A.S.	30
<b>Total de horas lectivas</b>			<b>652</b>

### ***1.1.3. Experiencia Profesional***

El autor cuenta con más de 9 años de experiencia, principalmente en temas relacionados a los Sistemas de Información Geográfica y confección de Cartografía a medida para diferentes proyectos de ingeniería. Se puede resumir la trayectoria del autor en las siguientes líneas:

Entre el 2012 y el 2014 se desempeñó como Supervisor en Sistemas de Información Geográfica para la empresa ASTRUM S.A.C., participando en el proyecto de generación de cartografía y levantamiento de información predial urbano en diferentes distritos de Lima para Cálida.

En el 2014 se desempeñó como Especialista en Sistemas de Información Geográfica en el proyecto de levantamiento catastral urbano del distrito de Villa María del Triunfo, realizando actividades sobre el control de la calidad de la información cartográfica para alimentar las bases de los sistemas de información predial de COFOPRI.

Entre el 2014 y el 2016 se desempeñó como Supervisor en Sistemas de Información Geográfica para la empresa ASTRUM S.A.C., participando en: Proyecto de actualización cartográfica y consecuente ajuste geométrico de las redes de distribución eléctrica para Edenor. Proyecto de estandarización y migración a un sistema de información geográfica de las redes de agua y desagüe para el Condado de Anne Arundel (Maryland-EE.UU.).

En el 2017 se desempeñó como Especialista en Sistemas Información Geográfica en el proyecto de Investigación Arqueológica Paracas (PIAP Paracas), procesando los datos arqueológicos producto de las excavaciones de campo.

Entre el 2017 y el 2020 se desempeñó como Especialista en Sistemas Información Geográfica para la empresa FUTUREALBA S.A.C., participando en: Proyectos de ampliación de frontera energética y masificación de gas natural, dando el soporte operativo y supervisión a la información cartográfica del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE).

Entre el 2020 y el 2022 se desempeñó como Especialista en Sistemas de Información Geográfica para la empresa ASTRUM S.A.C., participando en: Proyecto de actualización cartográfica y consecuente ajuste geométrico de las redes de distribución eléctrica para ENEL. Proyecto de actualización cartográfica y consecuente ajuste geométrico de las redes de distribución eléctrica para ElectroDunas. Proyecto de generación de datos geoespaciales de altura de pisos construidos por manzana como información complementaria para la cartografía de ENEL.

## **1.2. Descripción de la Empresa**

ASTRUM, empresa especializada en proyectos de Sistemas de Información Geográfica, comenzó a operar desde el año 1994 en Perú y Argentina, desarrollando diversos proyectos de envergadura (dado por el auge de la privatización) para las Utilities de Electricidad, Telefonía, Cable TV, Gas y Agua, Catastro y otros relacionados. En el año 2000 comenzó a implementar proyectos en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se creó estratégicamente Astrum LLC en La Florida Miami, empresa dedicada exclusivamente a proyectos de Tecnologías de la Información orientados principalmente a la variable de ubicación geográfica, manteniendo las oficinas de USA y su subsidiaria en Perú.

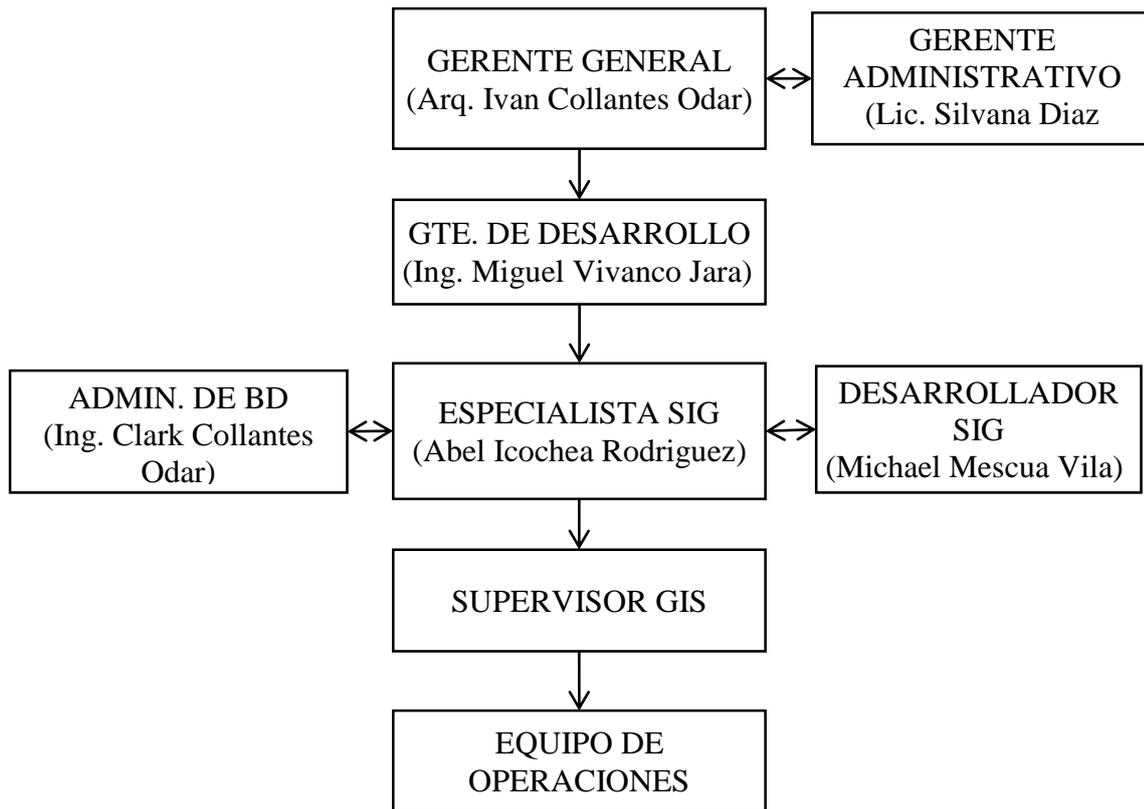
En el 2008 se crea Astrum SAC en el Perú, descentralizada y con capacidad de ejecutar y llevar sus propios proyectos con su propio personal, para proyectos locales y para brindar soporte especializado a Astrum USA.

## **1.3. Organigrama de la Empresa**

El organigrama gráfico de ASTRUM es el siguiente:

### **Figura 1**

*Organigrama de ASTRUM SAC*



El gerente general de ASTRUM, Arq. Ivan Collantes Odar, es un ejecutivo senior con 20 años de experiencia y conocimientos adquiridos nacional e internacionalmente. Experto en GeoPortal, Geospatial Geonegocios, Geomarketing, LBS, AVL, GIS, Cadastral Solutions, Mapping y tecnologías georeferenciadas. Especialista en Dirección y Gestión de proyectos en Sistemas Territoriales, Tecnologías Georeferenciadas y gestión de activos, con aplicación de estándares PMI. En el Perú, como Gerente de Proyectos, ha dirigido proyectos de envergadura con empresas de distribución de servicios públicos como Telefónica del Perú, AT&T Perú, Edelnor (Enel Italy), Luz del Sur, Sedapal y Calidda (EAI). Es consultor internacional y especialista en análisis geoespacial, procesos y sistemas territoriales, sistemas georeferenciados para empresas de servicios públicos (agua, electricidad, gas, telecomunicaciones).

#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

El autor formó parte del equipo de Especialistas en Sistemas de Información Geográfica para la atención de los diferentes proyectos de ingeniería territorial, siendo las principales funciones desempeñadas las siguientes:

- Elaborar propuestas de procedimientos de generación de cartografía.
- Elaborar propuestas de procedimientos para el tratamiento de información geoespacial.
- Elaborar propuestas de diseño de las tablas, atributos, y relaciones geoespaciales para las diferentes bases de datos.
- Diseñar los procedimientos de control de calidad (QA/QC) para los productos cartográficos.
- Colaborar con el seguimiento y control de las actividades de los equipos de generación de datos espaciales.
- Organizar y coordinar las reuniones para el desarrollo del proyecto.
- Elaborar informes de y reportes del avance del proyecto en tiempo, alcance y uso de recursos.
- Coordinar el seguimiento de las métricas y objetivos del proyecto.
- Colaborar en la documentación de los productos cartográficos entregados.

## **II. Descripción de una actividad específica**

El presente capítulo describe la actividad que se realizó para realizar el ajuste geométrico de las redes eléctricas sobre cartografía generada con imágenes satelitales de libre acceso.

La actividad se realizó como parte del proyecto “Normalización y estandarización del callejero con la actualización de su base cartográfica y la corrección y/o ajuste geométrico de sus redes eléctricas AT/ MT/BT” ejecutada en noviembre del 2020 por la empresa ASTRUM SAC.

### **2.1. Objetivos**

Los objetivos de la actividad específica fueron:

Generar la Base Cartográfica del área del proyecto, a nivel manzanas, desde imágenes satelitales de Google o Bing, para toda zona urbana con presencia de red eléctrica.

Ajustar geométricamente las redes eléctricas de BT/MT/AT (vectores), usando como base la nueva cartografía generada.

### **2.2. Alcance**

El alcance del proyecto fue enteramente de gabinete, no consideró trabajos de campo, principalmente limitado por la pandemia de COVID-2019.

El alcance en el servicio consideró el uso de imágenes satelitales de uso libre, para la para actualización cartográfica y para la confección en nuevas zonas urbanas con presencia de redes eléctricas.

Es importante señalar que el producto de Cartografía sólo es una variable en la solución, igualmente importante es construir un modelo y tener la integración de toda la información cartográfica, que permita la explotación de la información en los sistemas técnicos y comerciales de la empresa servidora de los suministros eléctricos, presente en el área del proyecto. La cartografía es un modelo para la representación de la realidad y sirve de acuerdo

con los requerimientos que se establezcan, en el caso del sector eléctrico no se llega al uso de la precisión submétrica, por la relación costo-beneficio y por los altos costos que representa. Tal vez en otros sectores si es utilizada como agua, gas, infraestructura civil, minería, etc. Se debe entender que alcanzar una mayor precisión geométrica y menor escala de visualización está directamente relacionada al costo de inversión.

### **2.3. Información Fuente**

Se utilizó como información fuente la cartografía existente en las bases de datos de la empresa servidoras de suministros eléctricos, cuya concesión se encuentra dentro del área del proyecto.

Toda la información fuente, proveniente de diferentes bases de datos, fue convertida a formatos portables de tipo Shapefile para su visualización en software GIS y compararse versus imágenes aéreas de Google y Bing.

### **2.4. Problemática**

De acuerdo con el análisis realizado, se obtuvieron las siguientes problemáticas:

Ausencia de una actualización de base cartográfica que cubra el área urbana. Se observaron casos de urbanizaciones y expansión urbana sin cartografía en áreas urbanas y rurales.

Ausencia de ejes viales en la base cartográfica, así como una ausencia de ejes viales articulados al sistema nacional, regional y local, que interconecte las distintas áreas urbanas y rurales en el área del proyecto.

Se identificaron grupos de redes eléctricas (MT/BT) con un mal ajuste geométrico con referencia a la base cartográfica existente. Tal vez sea el problema más significativo, puesto que las ubicaciones de redes eléctricas distorsionadas de la realidad del terreno y la cartografía base nos induce al error cuando realizamos incrementos y gestionamos las redes eléctricas, postes, SEDs y sus suministros. Esto conlleva a errores de posicionamiento geográfico,

limitando luego el uso adecuado de imágenes satelitales y equipos GPS para la debida localización y mantenimiento de las redes. Esto también genera un problema adicional cuando se provee de información con mala georreferencia a Osinergmin.

La base cartográfica existente presentaba carencia de otros niveles de información como numeraciones de puerta, nombres de parques, puntos de interés entre otros que ayuden a la identificación y localización plena en el campo de los clientes y los activos eléctricos.

## **2.5. Propuesta Técnica**

La propuesta técnica se propuso desarrollar e implementar una base cartográfica actualizada y ajustar geoméricamente las redes eléctricas de alta, media y baja tensión para la obtención de un sistema de información geográfico integrado que proporcione herramientas geoespaciales para el análisis de los activos eléctricos, y pueda proporcionar información de calidad para identificación de clientes y activos eléctricos en campo.

Como insumo fundamental para lograr una buena base cartográfica se utilizó las base técnica y base comercial existentes en la empresa servidora de suministros eléctricos, conteniendo principalmente los polígonos de manzanas, los datos de dirección de sus suministros.

Al generar la nueva base cartográfica se procedió al ajuste geométrico los vectores de las redes eléctricas de baja tensión (BT), media tensión (MT), y alta tensión (AT), con ello se alinearán físicamente la geometría de los suministros a la nueva cartografía y todos los componentes de la red (postes, tramos de red, acometidas, etc.).

Para desarrollar esto, se convirtieron las diferentes bases de todos los vectores de las redes eléctricas y su geometría a un entorno donde se tenga libertad del uso de herramientas Autodesk & ArcGIS, con aplicaciones de construidas a medida para el control de topología, logrando el objetivo de una base cartográfica y de redes eléctricas integral. Asimismo, en este

entorno se configuraron todos los controles que aseguraron el cumplimiento de la calidad esperada.

Al obtener la integración geométrica de las bases de datos de la cartografía y redes eléctricas, se generaron las capacidades necesarias para vincular esta nueva cartografía a otros sistemas de la empresa servidora de los suministros eléctricos del área del proyecto, como: La Dirección Estructurada de la Base de Clientes, vinculado a los suministros y la cartografía.

## 2.6. Iniciación del proyecto

### 2.7. Recepción de información fuente

La principal información fuente recibida fue la siguiente:

- Base de Datos de área Técnica (en formato dump)
- Base de Datos de área Comercial (en formato dump)

Adicionalmente se recibió información complementaria que da soporte al entendimiento de estas bases de datos del área técnica y comercial.

- Diccionario de Datos de la Base Técnica (formato Excel)
- Modelo de Relación entre Tablas de la base Comercial (formato Excel)

### 2.8. Acondicionamiento de información fuente

#### 2.8.1. Base de datos del área comercial

El formato de la información recibida consistió en un archivo (dump) que contenía las tablas del esquema comercial que comprenden la información del cliente, su dirección y detalle de la cuenta. En la siguiente tabla se detalla las tablas y cantidad de registros recibidos:

**Tabla 2**

*Nombre de tablas y cantidad de registros de la base comercial*

Nro.	Esquema	Tabla	Registros
1	ENERGIA	RELATIONSHIP	317,657
2	ENERGIA	ADDRESS	384,590

3	ENERGIA	ADDRESS_TYPE	5
4	ENERGIA	GEOGRAPHIC_ENTITY	5,258
5	ENERGIA	NEIGHBORHOOD	5,882
6	ENERGIA	SECTOR_SUPPLY	311,826
7	ENERGIA	SERVICE	352,965
8	ENERGIA	STREET	104,160
9	ENERGIA	STREET_NEIGHBORHOOD	101,758
10	ENERGIA	STREET_TYPE	22
11	ENERGIA	SUPPLY	311,826
12	ENERGIA	RE_MEASUREMENT_POINT	331,762

Asimismo, se detalla la descripción de cada tabla recibida en el dump de la base de datos comercial.

### Tabla 3

*Nombre de tablas y cantidad de registros de la base comercial*

Nro.	Nombre de la tabla	Descripción
1	RELATIONSHIP	Tabla que contiene los datos de clientes
2	SEND_SERVICE	Tabla que contiene datos de servicio de envío - contiene la dirección postal
3	ADDRESS	Tabla maestra que contiene toda la data de la dirección
4	ADDRESS_TYPE	Tabla que contiene la tipología de la dirección
5	GEOGRAPHIC_ENTITY	Tabla recursiva que contiene todo el árbol geográfico hasta nivel localidad
6	NEIGHBORHOOD	Tabla maestra de los barrios
7	SECTOR_SUPPLY	Tabla de relación con los suministros
8	STREET	Tabla del maestro de calles

9	STREET_NEIGHBORHOOD	Tabla de relación calles con barrios
10	STREET_TYPE	Tabla de tipología de calles
11	SUPPLY	Tabla de maestro de suministros
12	MEASUREMENT_POINT	Tabla maestra de puntos de medida

---

### **2.8.2. Base de datos del área técnica**

El formato de la información recibida consistió en un archivo (dump) que contenía tablas con la información de la cartografía, áreas poligonales, soporte y redes eléctricas en los 3 niveles de la red eléctrica (BT/MT/AT), con su respectiva ubicación en el espacio y geometría. El sistema de coordenadas utilizado correspondió al UTM WGS84-18S. En la siguiente tabla se detalla el nombre de las tablas correspondientes a la base cartográfica del área técnica.

**Tabla 4**

*Nombre y cantidad de registros de las tablas de cartografía de la base técnica*

<b>Nombre tabla</b>	<b>Descripción capa</b>	<b>Geometría</b>	<b>Registros</b>
TEXT_LAYER	Camada de texto	Línea	76,198
ROAD	Carretera	Línea	1,506
PIPELINE	Gaseoducto	Línea	4
FENCE	Lote	Línea	234,159
SQUARE	Manzana	Superficie	24,870
PARK	Parque	Superficie	1,910
BUILDING	Pedio	Línea	110
RURAL_ESTATE	Pedio rural	Línea	46,801
RIVER	ríos	Línea	8,205
CARTO	Tramo vía	Línea	24,526

---

En la siguiente tabla, se detalla el nombre de las tablas correspondientes a los elementos de red eléctrica del área técnica.

**Tabla 5**

*Nombre y cantidad de registros de las tablas de redes eléctricas de la base técnica*

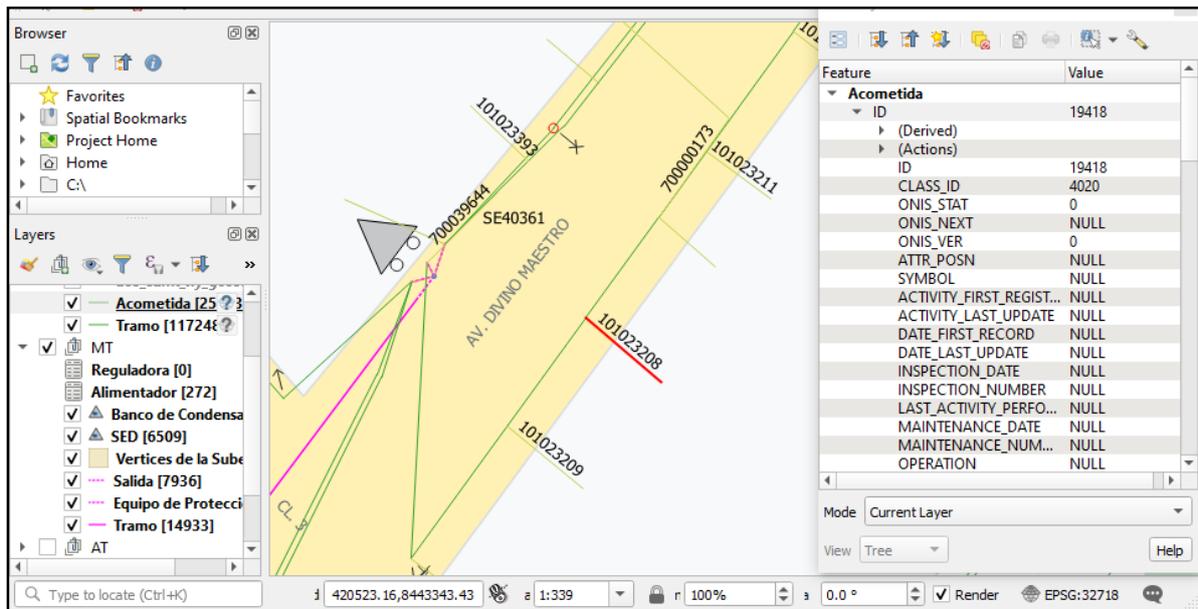
<b>Grupo</b>	<b>Nombre tabla</b>	<b>Descripción capa</b>	<b>Topología</b>	<b>Registros</b>
ESTRUCTURAS	ANCHOR_GUYS	Retenida	Nodo	42,576
	ARRESTER	Pararrayos	Nodo	161
	GROUNDING	Puesta tierra	Nodo	24,439
	POLES	Estructura	Nodo	138,944
	TOWERS	Estructura AT	Nodo	1,667
ALTA TENSION	HV_NETWORK	Tramo AT	Línea	1,992
	HV_SWITCH	Equipo protección at	Línea	41
	SUBSTATIONS	Sub est. de transformación	Nodo	28
MEDIA TENSION	CAPACITOR_BANKS	Banco de condensadores	Nodo	73
	CIRCUIT_BREAKER	Salida MT	Línea	93
	MV_NETWORK	Tramo MT	Línea	15,170
	MV_SWITCH	Equipo protección	Línea	13,745
	TRANSFOR_CENTER	Sub est. de distribución	Nodo	6,452
BAJA TENSION	DELIVERY_POINTS	Acometida	Línea	265,215
	LIGHTING	Equipo de alumbrado	Nodo	86,648
	LV_CIRCUIT_BREAKER	Salida BT	Línea	7,863
	LV_NETWORK	Tramo BT	Línea	148,845
<b>Total de registros</b>				<b>753,952</b>

Se reconstruyó la información y se clasificaron los componentes de la red, se le dio forma y estilo de representación, de manera que se pudo graficar en un mapa con el sistema de

coordenadas correspondiente al proyecto, en el respectivo nivel de tensión eléctrica como se puede apreciar a continuación:

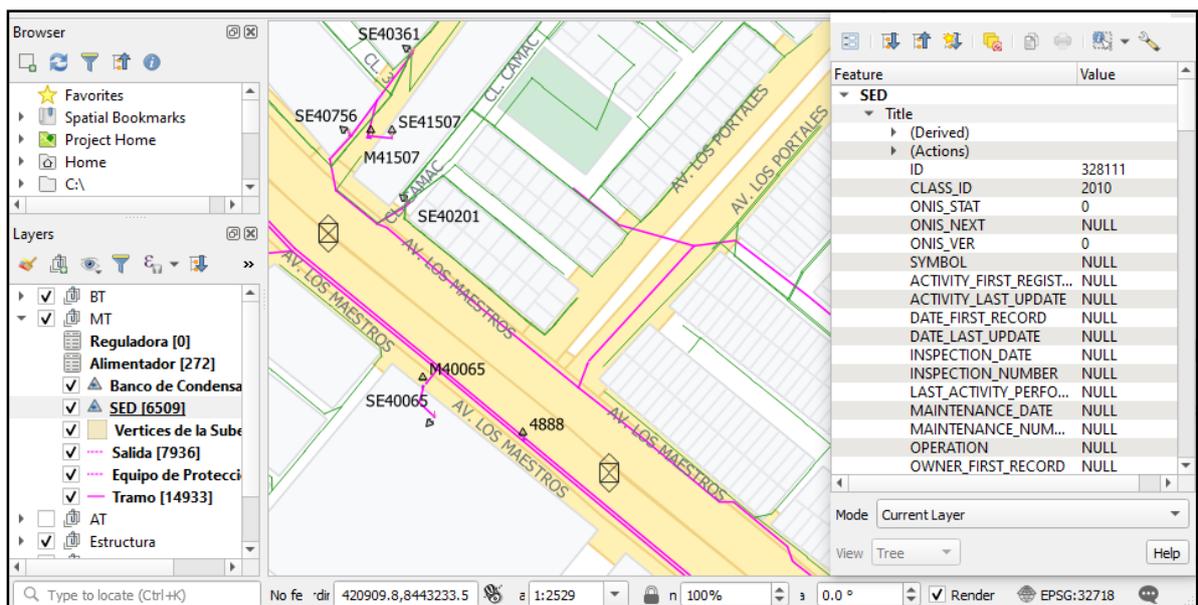
**Figura 2**

*Muestra de regeneración gráfica de redes de baja tensión.*



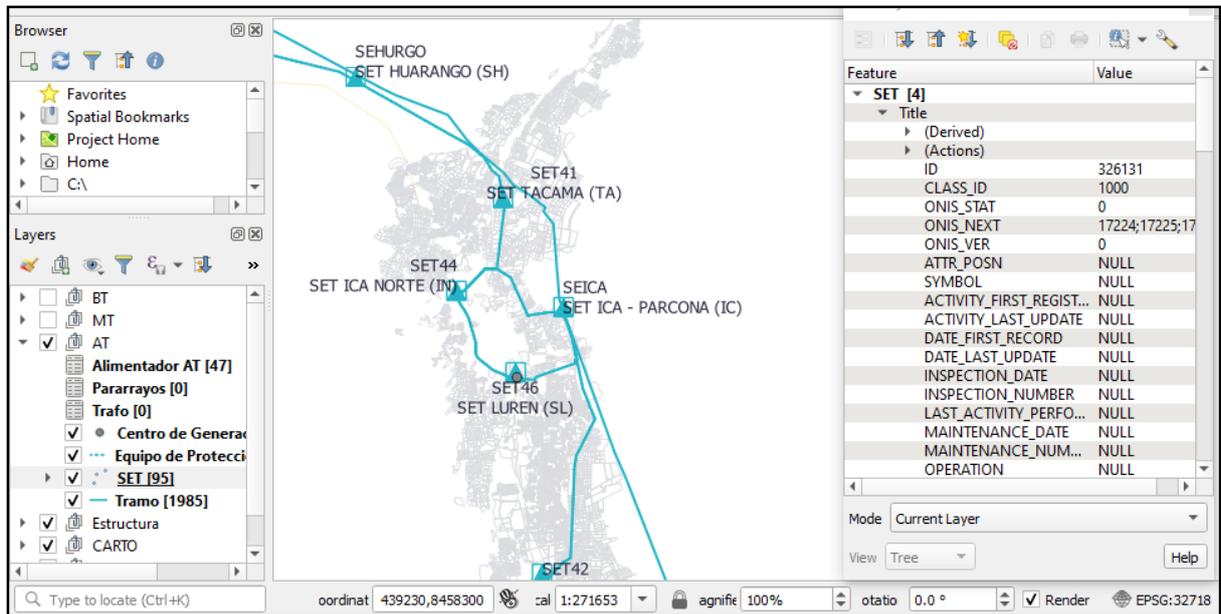
**Figura 3**

*Muestra de regeneración gráfica de redes de media tensión.*



**Figura 4**

*Muestra de regeneración gráfica de redes de alta tensión.*



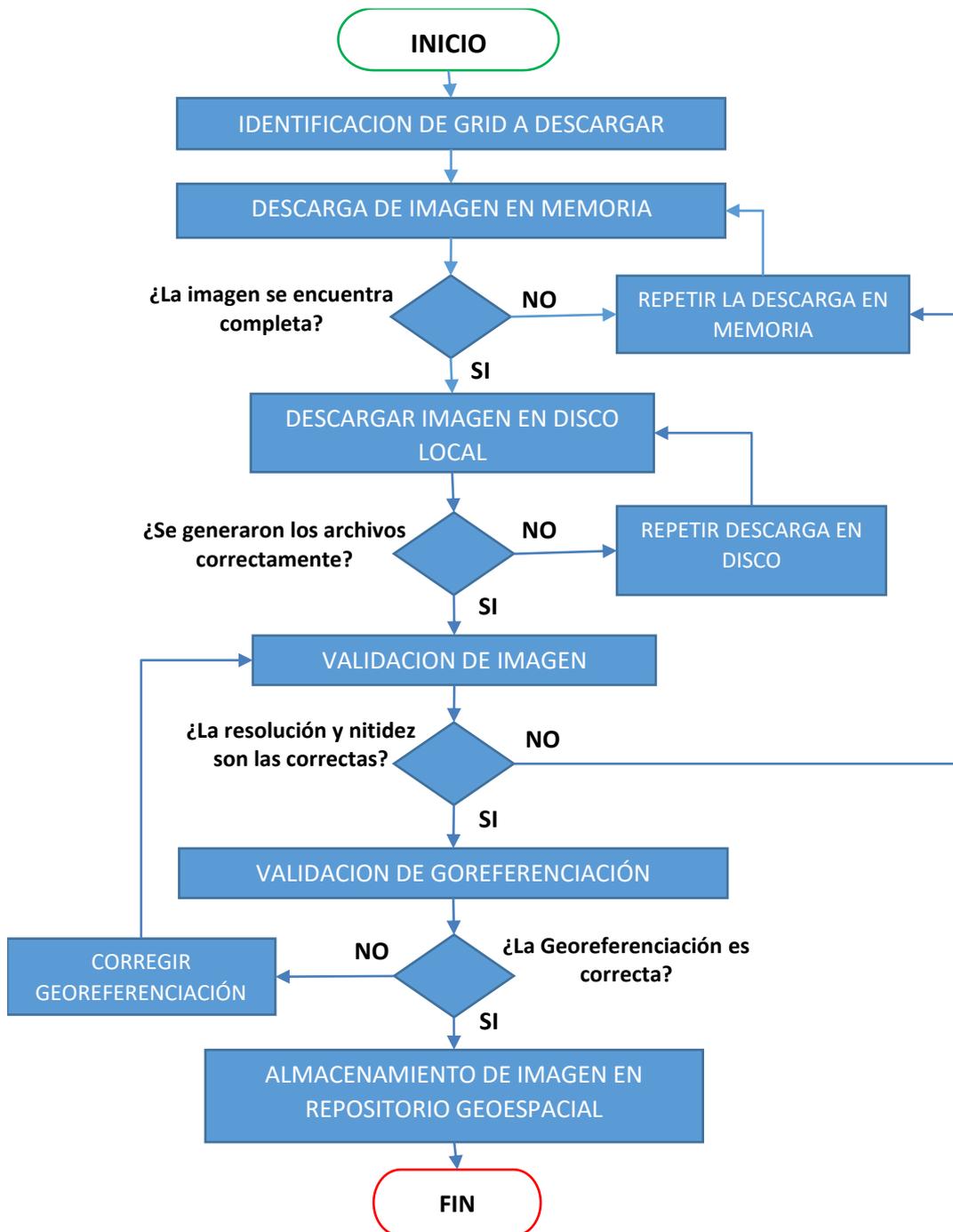
## 2.9. Proceso de descarga de imágenes satelitales base

La cartografía se basó en imágenes satelitales de Google y Bing en el sistema de coordenadas UTM WGS84-18S. A partir de estas imágenes satelitales se digitalizó la cartografía conformada principalmente por los vectores de manzanas, parques y vías; asimismo los vectores distritales, provinciales y departamentales desde fuentes de información de datos públicos correctamente codificados.

En este proceso se descargaron y almacenaron las imágenes base actualizadas en el sistema de coordenadas WGS84-UTM18S (EPSG: 32718):

**Figura 5**

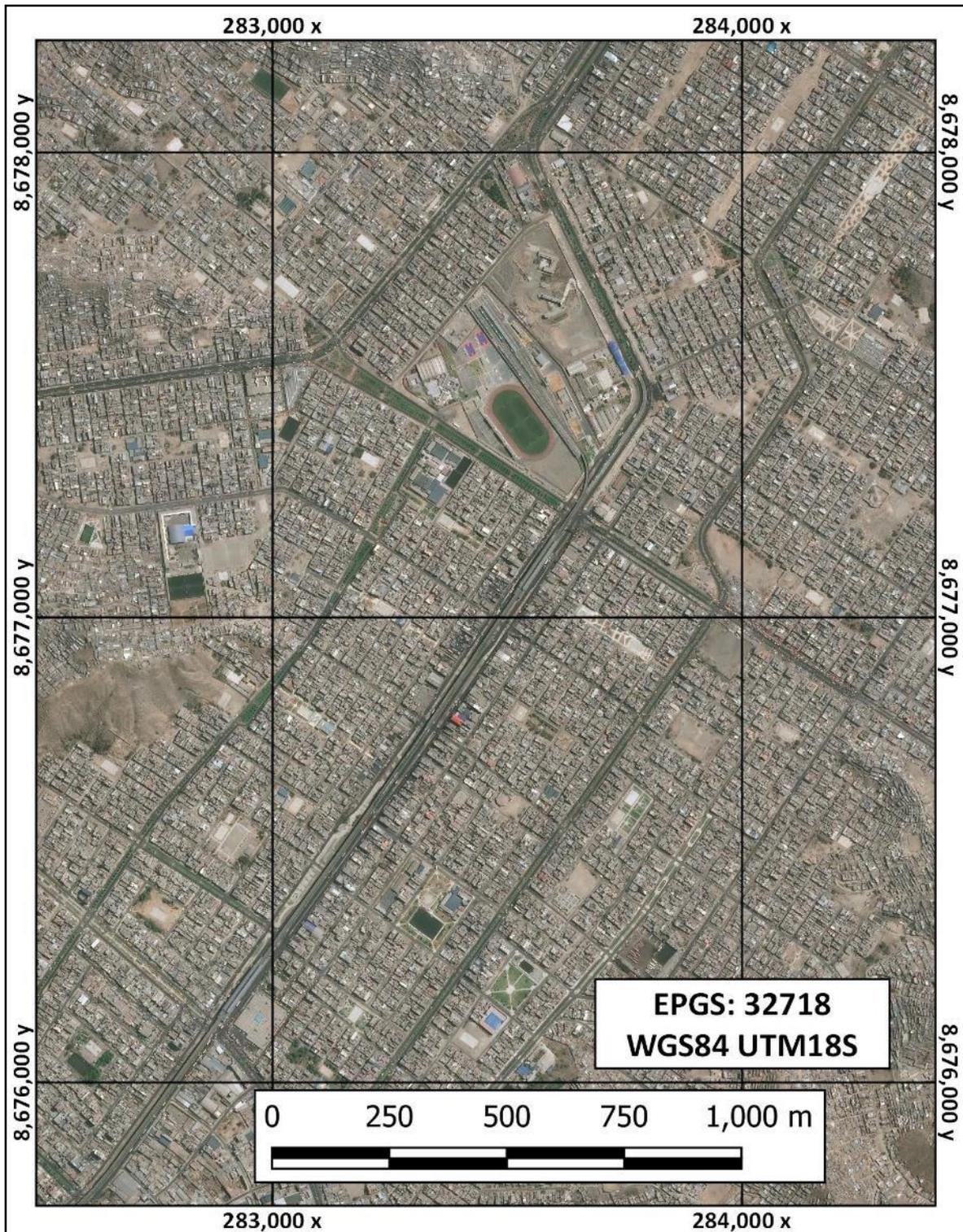
*Flujograma del proceso de descarga de imágenes satelitales base.*



A continuación, se muestra un ejemplo de una imagen base en el sistema de coordenadas WGS84-UTM18S (EPSG: 32718) obtenida del proceso anterior.

**Figura 6**

*Muestra de imagen satelital base descargada.*



## 2.10. Proceso de vectorización de ejes viales

Los vectores de ejes viales fueron digitalizados basados en las imágenes satelitales antes descargadas. La secuencia de tareas desarrolladas para esta actividad fue la siguiente:

**Figura 7**

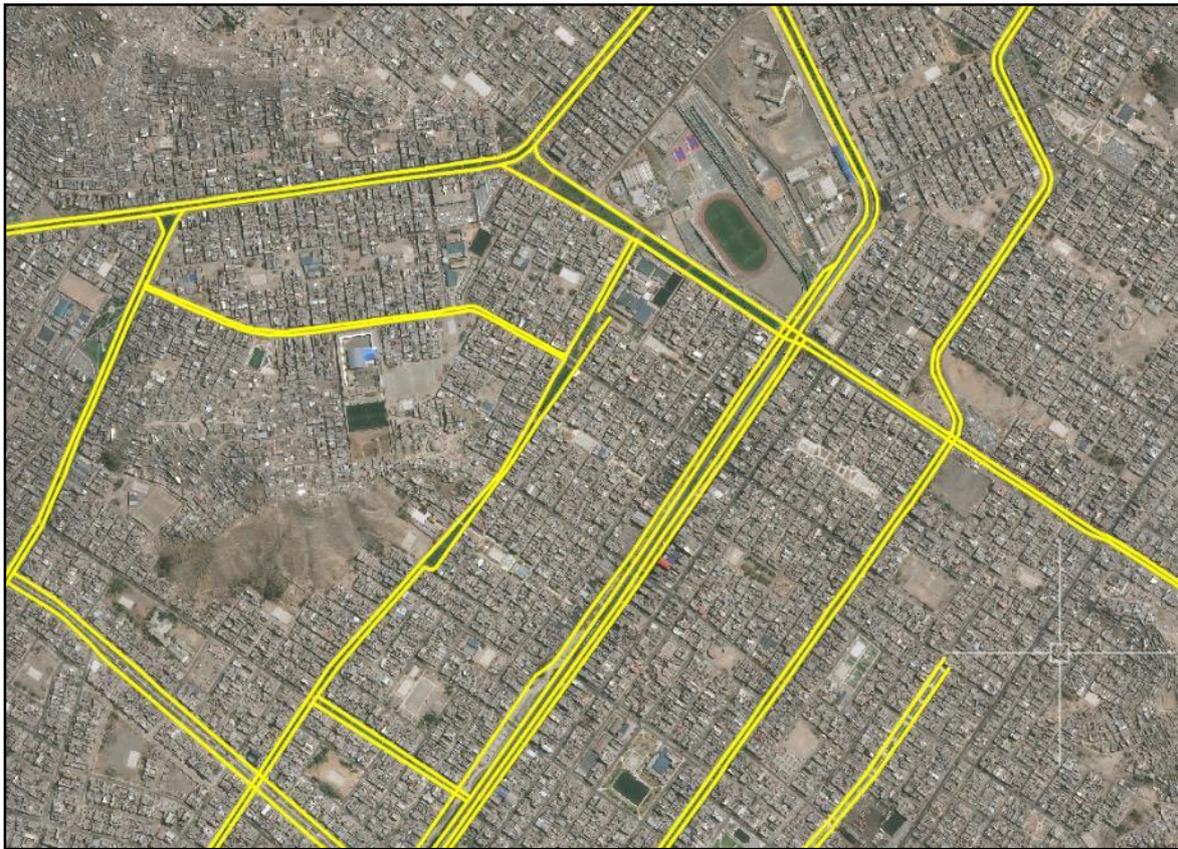
*Flujograma del proceso de vectorización de ejes viales.*



Todos los ejes viales principales (Carreteras y vías con berma central) fueron denominados primarios y vectorizados en una primera fase como prioridad, nótese que esta digitalización nos divide el territorio en espacios urbanos relativamente homogéneos (Distribución de manzanas y paralelismo entre las mismas). Ver imagen:

### **Figura 8**

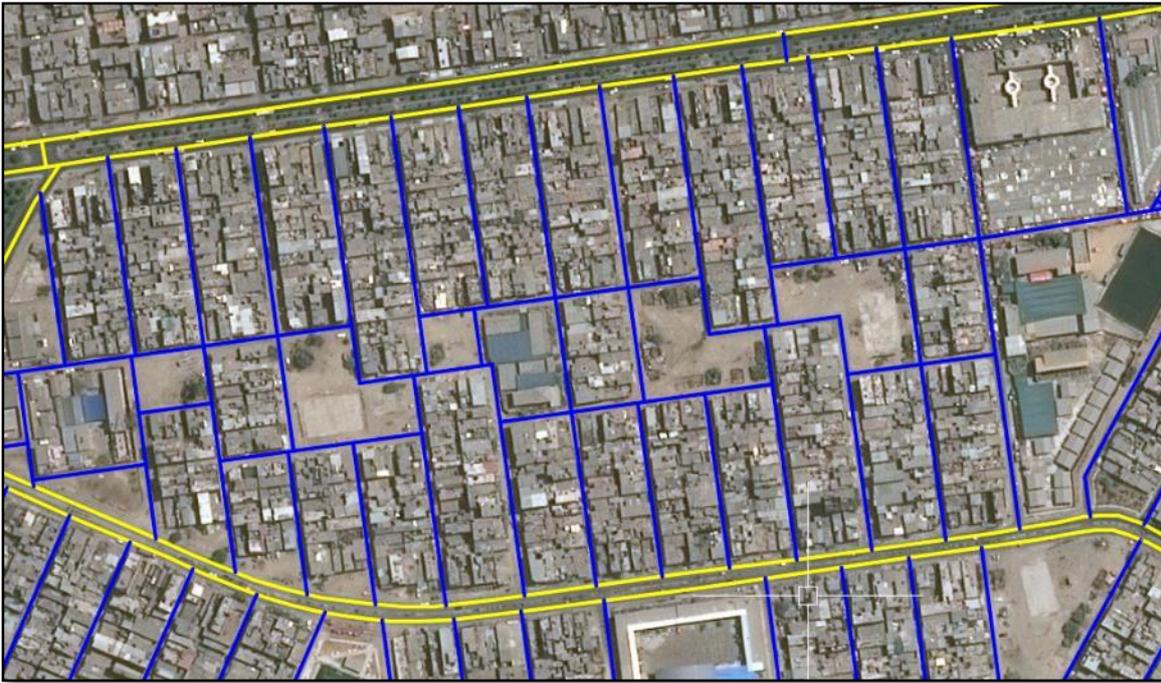
*Muestra de ejes viales primarios vectorizados.*



Las calles, pasajes, jirones, y similares (denominados ejes viales secundarios) fueron digitalizados por paralelismo de preferencia, tomando en consideración la línea imaginaria longitudinal de la calzada. A continuación, observamos la presentación de la vectorización sobre la imagen satelital.

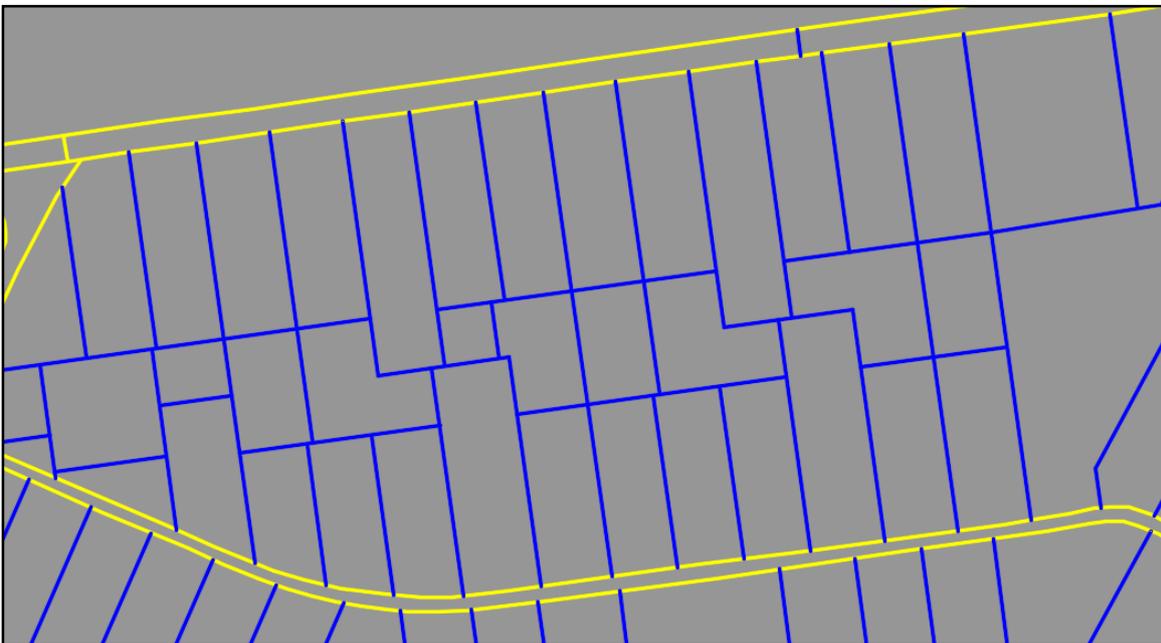
### **Figura 9**

*Muestra de ejes viales secundarios vectorizados (1).*



**Figura 10**

*Muestra de ejes viales secundarios vectorizados (2).*



Los ejes viales de acceso peatonal (escaleras en pendientes y similares de uso notoriamente peatonal) fueron vectorizados tendiendo en consideración las posibles rutas de acceso a las parcelas o lotes que conforman las manzanas.

**Figura 11**

*Muestra de ejes viales peatonales vectorizados (1).*

**Figura 12**

*Muestra de ejes viales peatonales vectorizados (2).*



En la siguiente imagen tenemos un ejemplo de las vías principales, secundarias y peatonales vectorizadas en un área específica:

**Figura 13**

*Muestra de ejes viales principales, secundarias y peatonales vectorizados.*

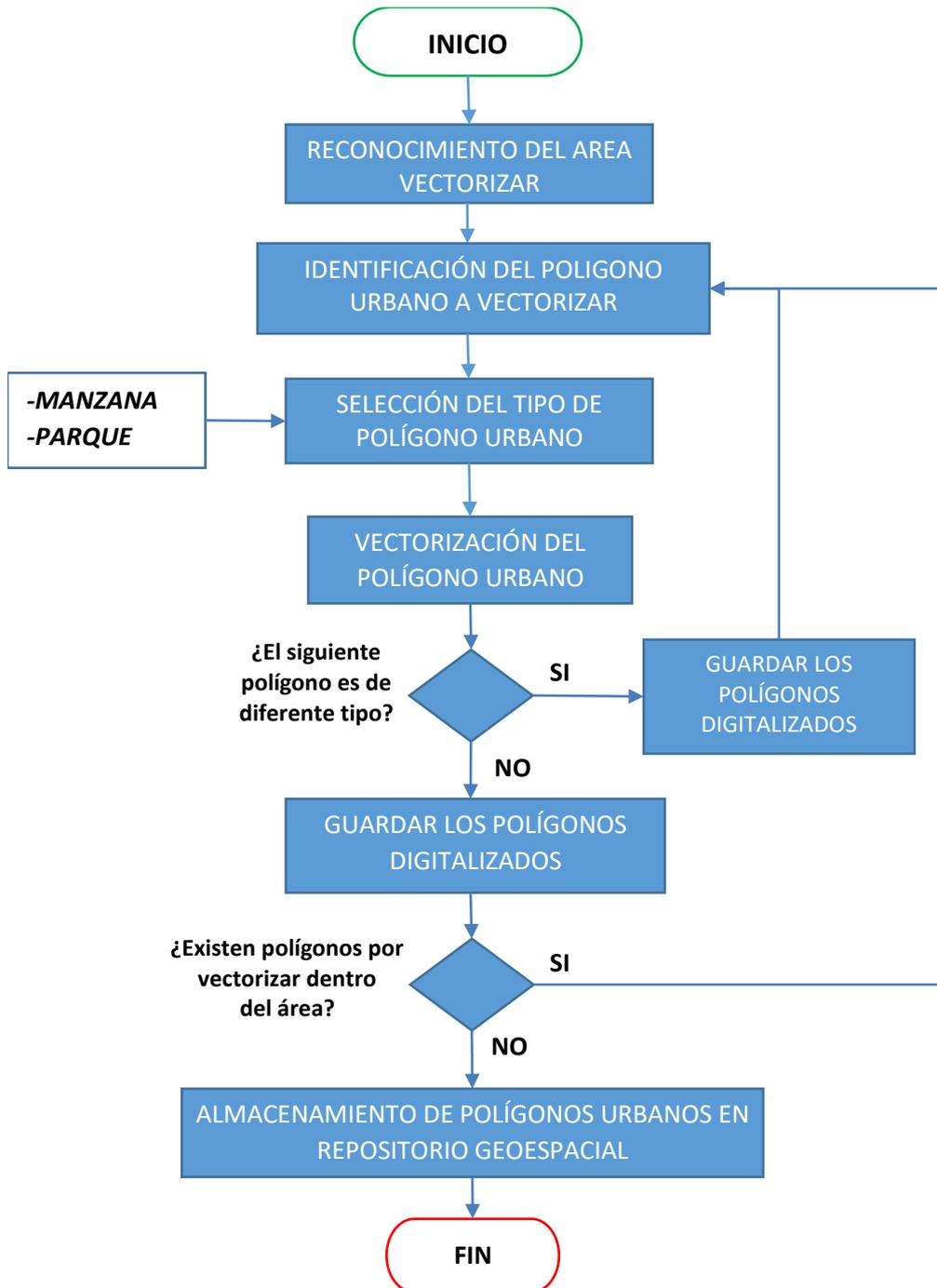


## 2.11. Proceso de generación de polígonos urbanos

La generación de los polígonos urbanos (Manzanas y Parques) se obtuvo con la ejecución de siguiente secuencia de tareas:

**Figura 14**

*Flujograma del proceso de generación de polígonos urbanos.*

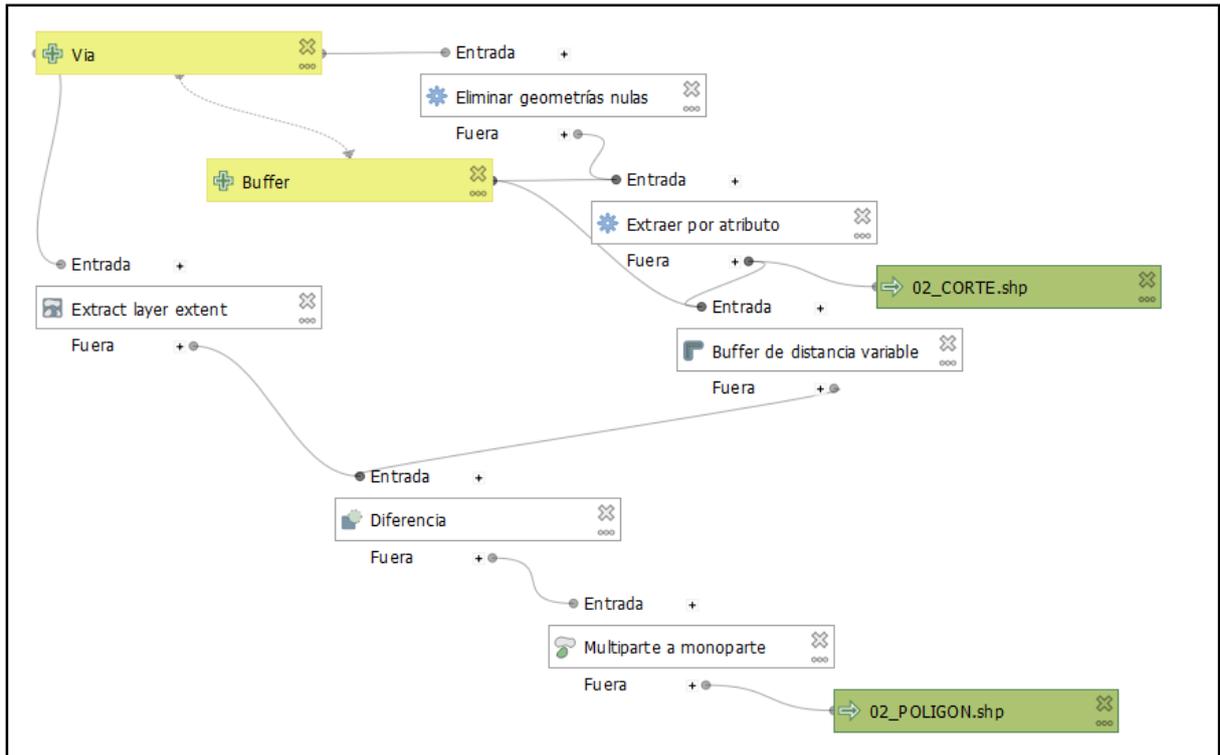


:

Durante el proceso de generación de polígonos urbanos se utilizaron herramientas confeccionadas a medida para la obtención de las geometrías. A continuación, una imagen de un modelo generado en QGIS:

**Figura 15**

*Modelo desarrollado en QGIS para generación de polígonos urbanos.*



Los polígonos urbanos producto de las herramientas fueron validados y corregidos para ser clasificados por tipos en Manzanas y Parques. Ver la imagen con el ejemplo de polígonos urbanos clasificados:

**Figura 16**

*Muestra de polígonos urbanos generados y clasificados por tipo.*



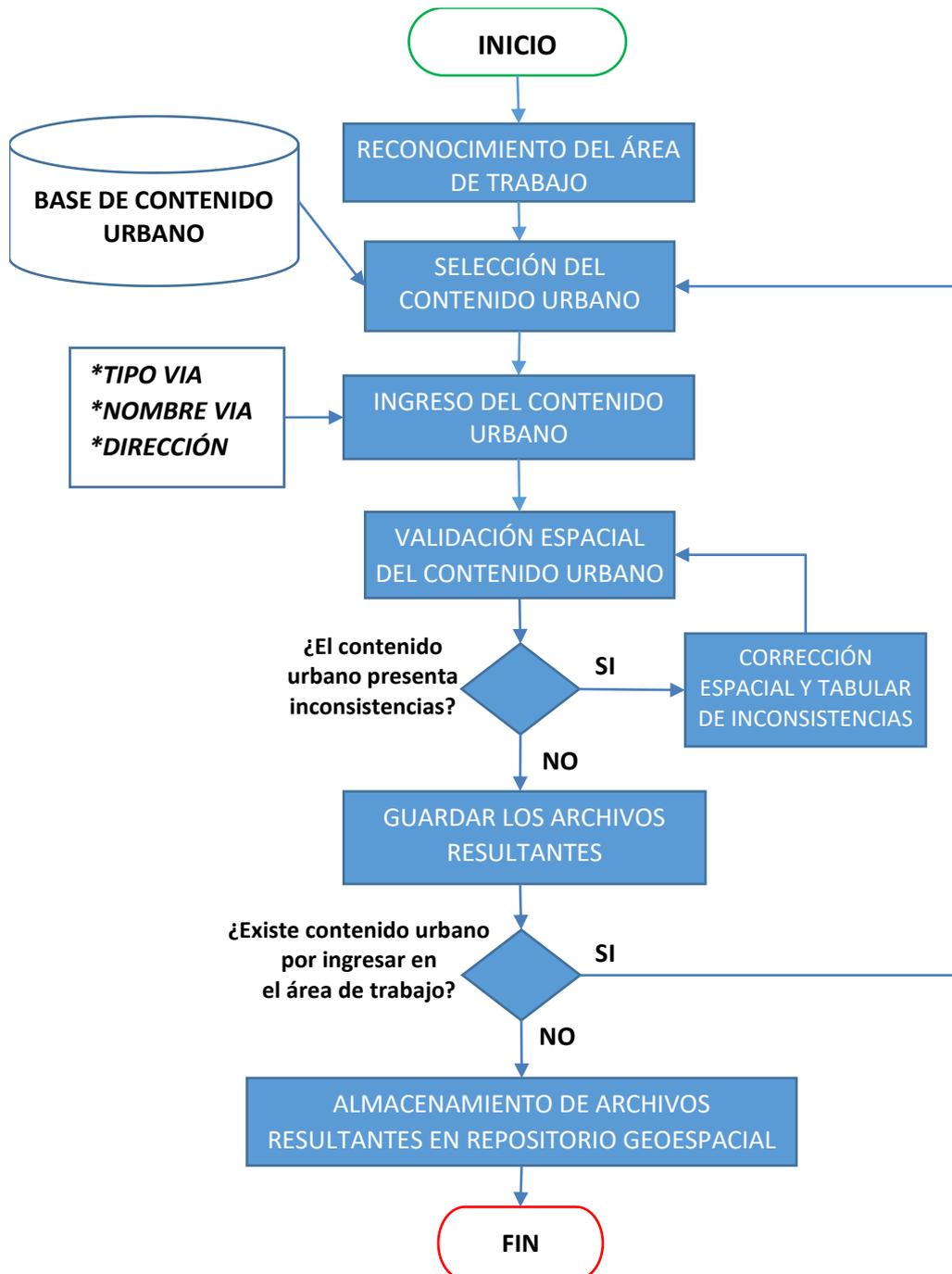
### **2.12. Proceso de ingreso de contenido urbano**

Para el proceso de ingreso del contenido urbano se tomó los vectores obtenidos en la cartografía y se les ingresó datos atributivos, principalmente el nombre y tipo de vía. Adicionalmente, se ingresaron las puertas con sus valores de dirección como un vector de tipo

punto asociados atributivamente a los ejes viales. Las actividades para este proceso fueron las siguientes:

**Figura 17**

*Flujograma del proceso de ingreso de contenido urbano*



El contenido urbano enriquece los vectores cartográficos con la finalidad de la construcción de un mapa vial y de direcciones de un distrito o de una ciudad entera, conteniendo adicionalmente información necesaria para su eficiente navegación en el campo:

- Nombre de la calle o vía, atributo que contiene el nombre de la vía.
- Tipo de la calle o vía, atributo que contiene el tipo de vía, como son avenidas, calles, jirones, pasajes, y otros.
- Puerta, vector de tipo punto que identifica la puerta o dirección, y contiene el atributo del número o nombre de la puerta (Dirección).

**Figura 18**

*Muestra del contenido urbano ingresado a la cartografía.*

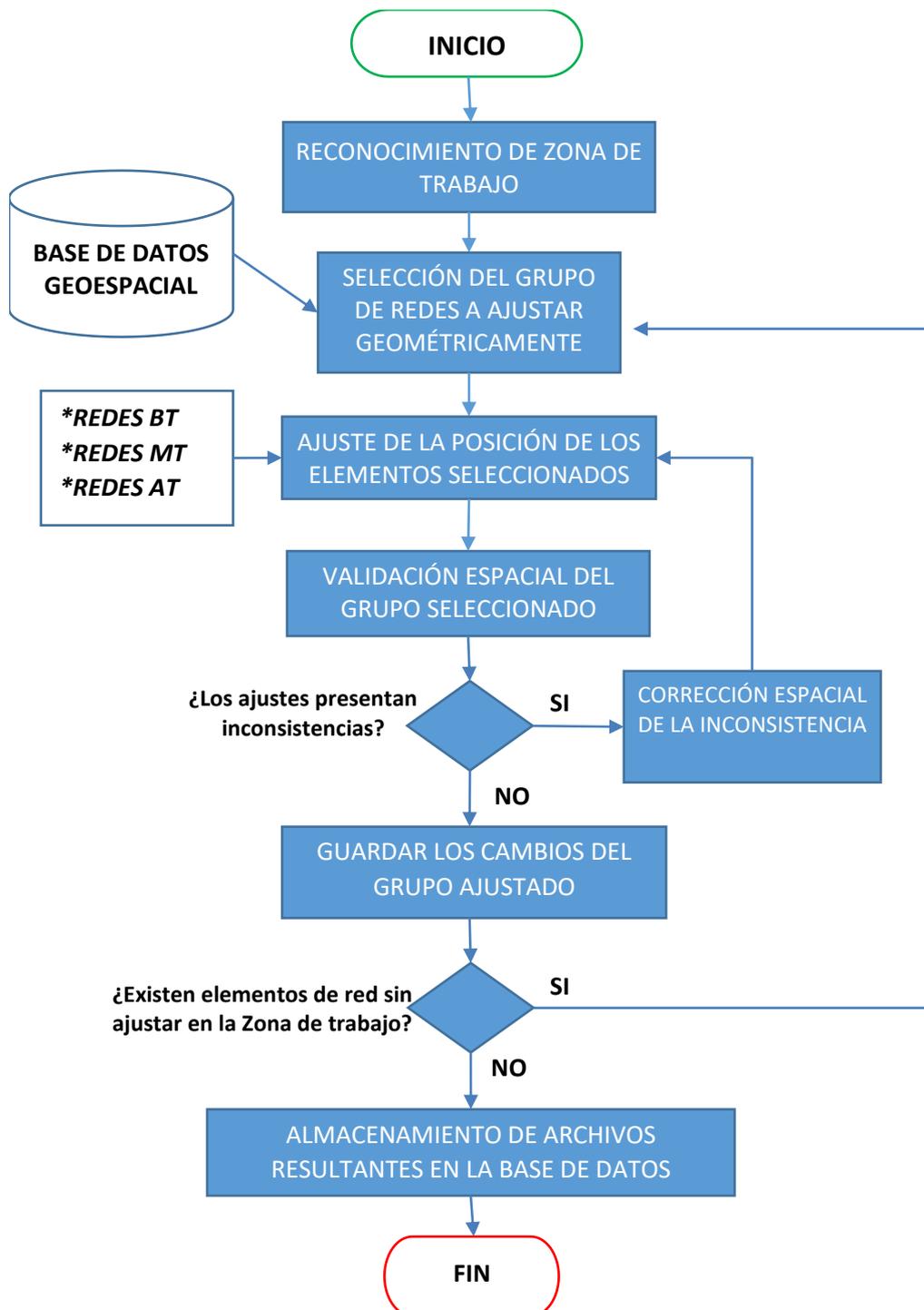


### 2.13. Proceso de ajuste geométrico de redes eléctricas

El ajuste geoespacial de redes eléctricas (AT/MT/BT) se realizó con la utilización de la siguiente secuencia de actividades:

**Figura 19**

*Flujograma del proceso de ajuste geométrico de redes eléctricas*

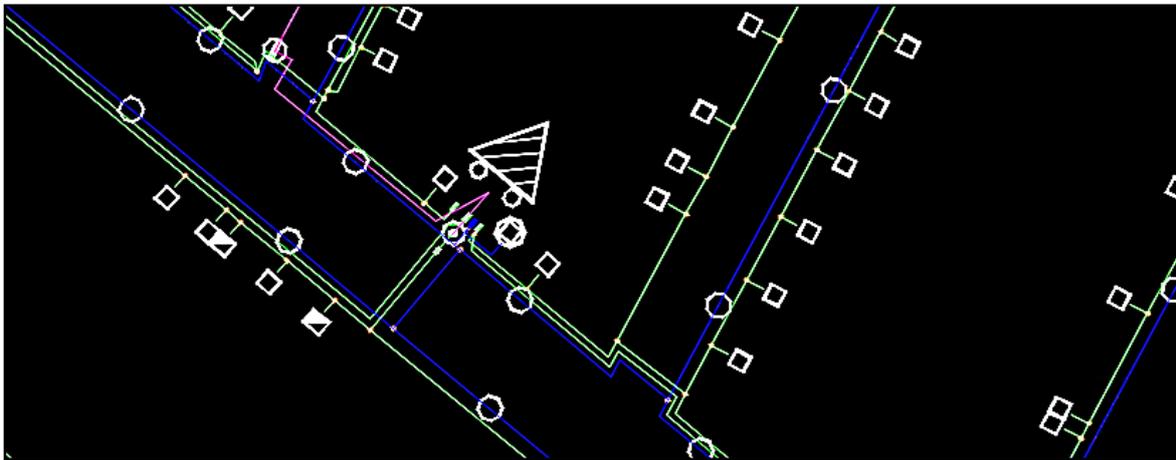


Este proceso consiste en regenerar las redes eléctricas en una sesión de AutoCAD desde la base de datos de trabajo (Postgres SQL), esta regeneración se puede realizar por nivel de red, estos niveles de red son: AT, BT, MT y sus correspondientes objetos de estructura (postes). En la misma área de trabajo se consideran también regenerar los objetos de la cartografía original y actualizada.

La visualización de las redes, la cartografía original y la cartografía actualizada juntas en una misma sesión de trabajo fueron el punto de partida para realizar el ajuste de estos elementos de red sobre la nueva cartografía.

### **Figura 20**

*Muestra de visualización de los objetos de red en AutoCAD.*



Luego de regenerar los objetos de red y la cartografía para una determinada área de trabajo, se procedió al ajuste de las redes sobre la nueva cartografía con el uso de herramientas confeccionadas a medida para este proceso. Cada elemento de la red fue editado en su posición geométrica, esta tarea consistió en mover la ubicación de los objetos tipo nodo y los vértices de los objetos tipo línea de las redes, para que quedasen alineadas y mejor ubicadas sobre la nueva cartografía.

### **Figura 21**

*Muestra de movimiento de alineamiento de los objetos de red*



Luego del ajuste, se realizaron validaciones de las redes para verificar la geometría y la topología. Se verificó que no se generaron inconsistencias como agregar o eliminar algún objeto de la red, duplicar vértices, o, desconectar topologías gráficas.

### ***2.13.1. Casuísticas del ajuste geométrico***

Durante el proceso de ajuste geométrico se presentaron las siguientes casuísticas:

Mover, consiste en desplazar de manera horizontal y/o verticalmente un conjunto de elementos de la red, este conjunto de elementos de red puede comprender el tendido eléctrico de una sed de baja tensión.

Rotar, en casos puntuales, con el objetivo de mejorar el ajuste, se podrá usar esta opción, para ajustar la ubicación, mediante una rotación un conjunto de elementos de la red, tomando de referencia un par de puntos sobre el mapa.

Escalar, en otro tipo de casos puntuales, donde la manzana de la nueva cartografía no disponga del suficiente espacio y que se comparte tramos del tendido eléctrico de dos SED, se realizará un ajuste escalar y evitar que se superpongan.

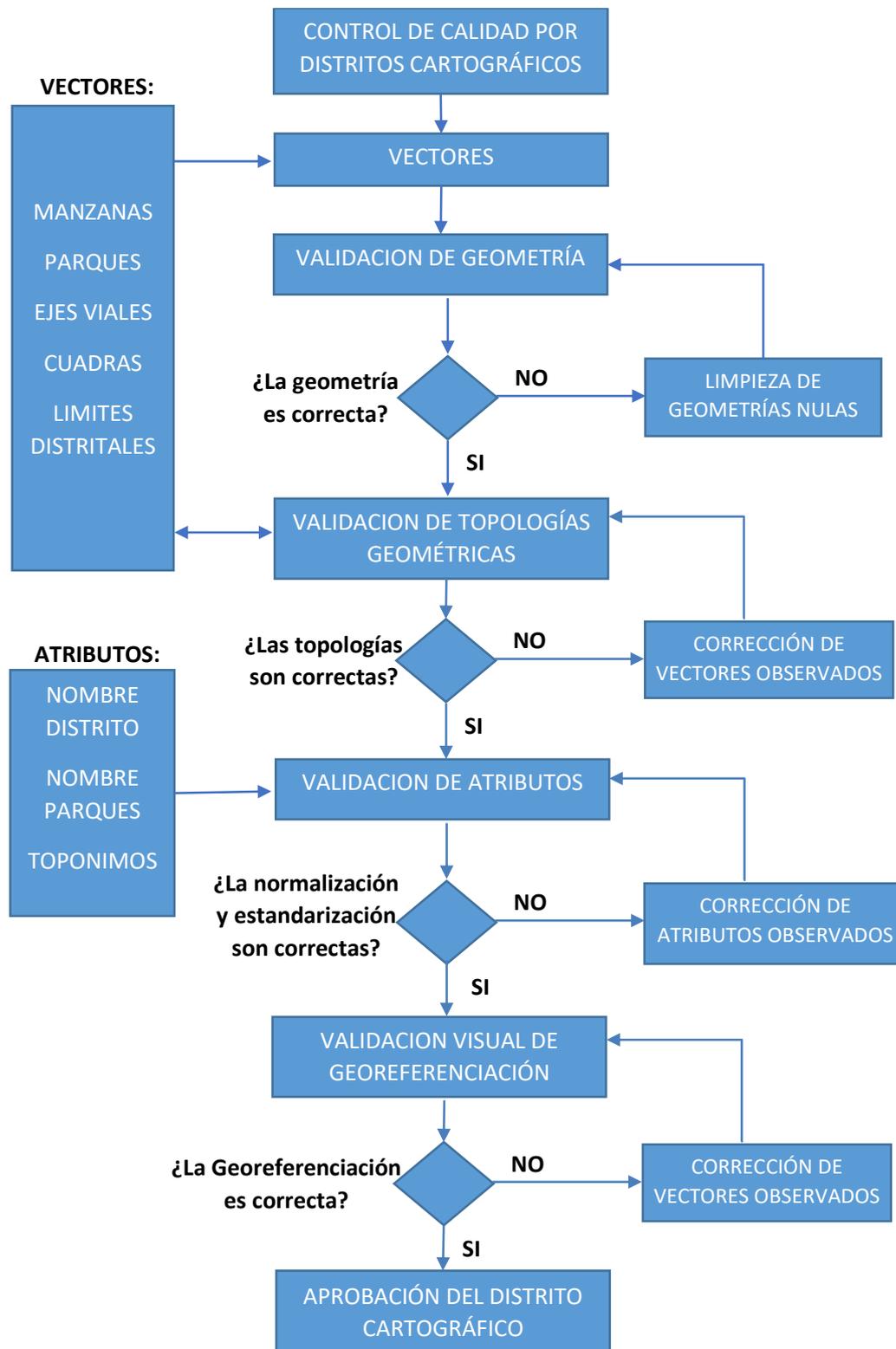
## **2.14. Control de calidad**

### ***2.14.1. Control de calidad en cartografía***

En el siguiente flujograma se observan los controles de calidad que fueron aplicados en la cartografía:

Figura 22

Flujograma del proceso de control de calidad en cartografía



Las actividades de control de calidad de la cartografía fueron realizadas por grupos de vectores distritales. Durante y al finalizar las tareas de vectorización de las diferentes capas que conforman la cartografía, fueron aplicados los siguientes controles de calidad:

**2.14.1.1. Validación de geometría.** La cartografía contiene geometrías de tipos polígonos, líneas, y puntos. A las diferentes geometrías se les validó los siguientes conceptos geométricos:

Se corrigieron o eliminaron los registros sin geometría (nulos o vacíos).

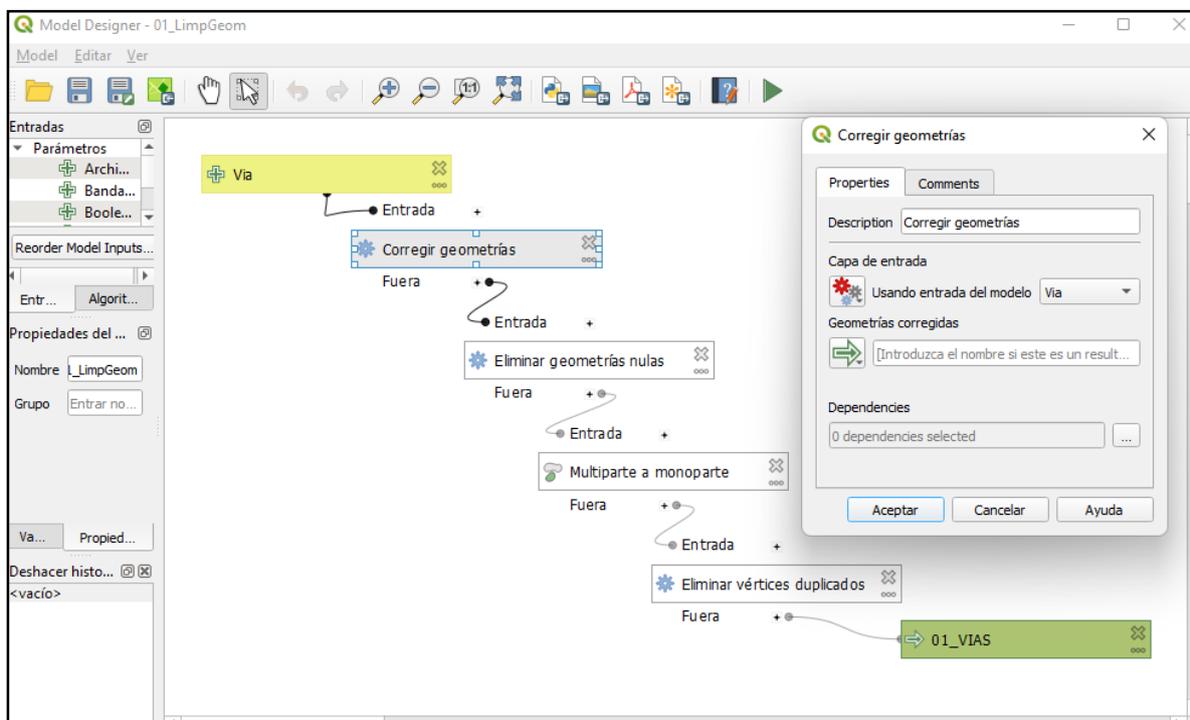
Se corrigieron/eliminaron los vértices de geometría sobrepuestos.

Se corrigieron o eliminaron los tramos cortos de geometría (residuos).

Se corrigieron o eliminaron las áreas mínimas de geometría (residuos).

**Figura 23**

*Modelo desarrollado en QGIS para limpieza de geometrías*



**2.14.1.2. Validación de topologías.** Las validaciones topológicas fueron aplicadas sobre la misma capa vectorial y su relación con las demás capas que conforman la cartografía. Se aplicaron los siguientes conceptos:

Se corrigieron o eliminaron los tramos geometría que se sobrepongan sobre si mismos.

Se corrigieron o eliminaron las áreas de geometría que se sobrepongan sobre si mismas.

Se corrigieron o eliminaron tramos de geometrías con subtrazo o sobretrazo.

**2.14.1.3. Validación de atributos.** Los atributos de los vectores que conforman la cartografía cumplieron con la estandarización y normalización de sus datos atributivos. Asimismo, fue validada la naturaleza, longitud y precisión de los campos asignados para cada vector.

**2.14.1.4. Validación visual de georreferenciación.** Por último, fue validada la georreferenciación de los vectores en el sistema WGS84\_UTM18S (EPSG:32718) contra imágenes satelitales y fotografías aéreas en el sistema establecido. El método para esta validación fue por muestreo de áreas al azar dentro del distrito en observación.

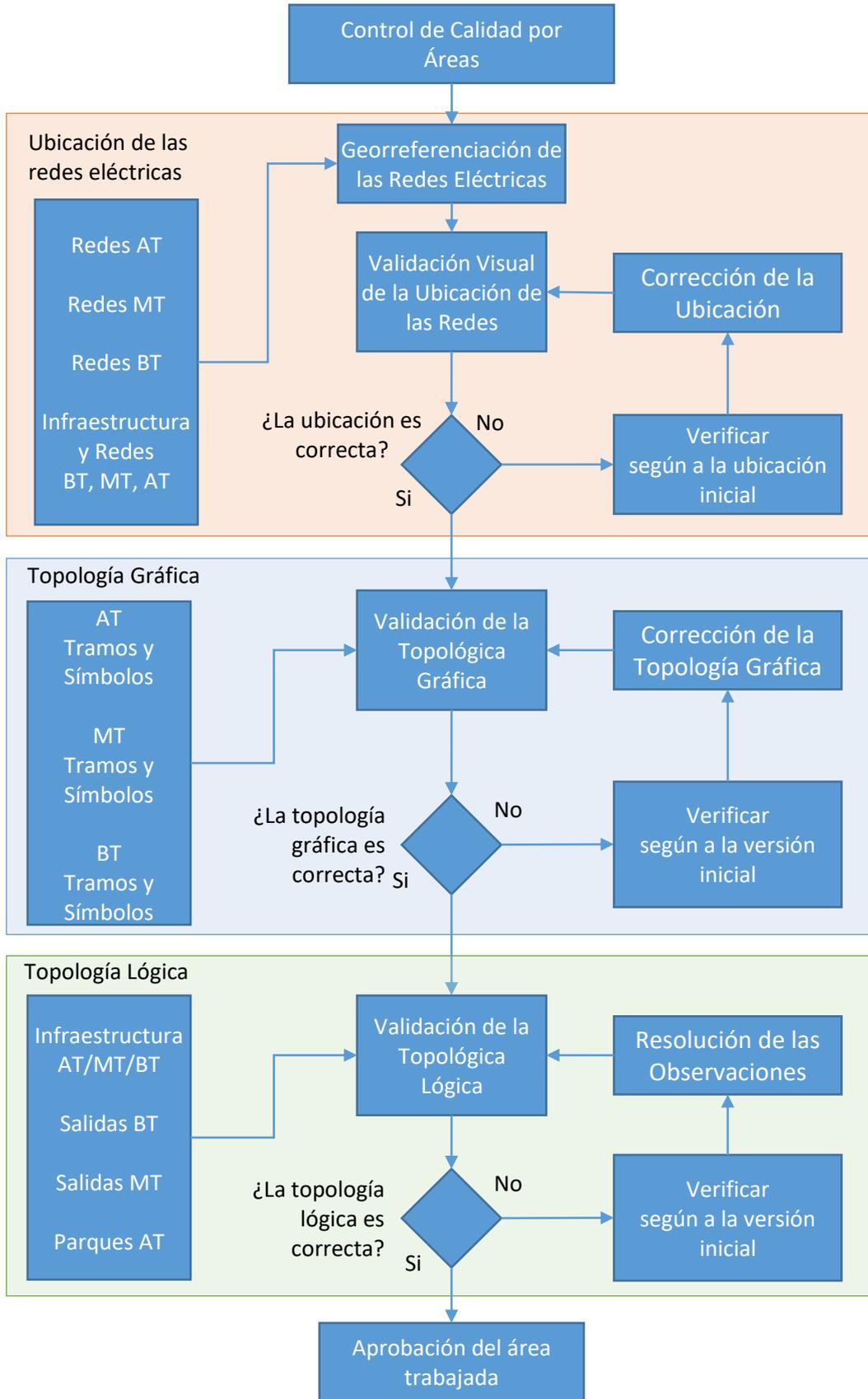
**2.14.1.5. Aprobación del distrito cartográfico.** La cartografía de cada distrito en el área del proyecto fue aprobada cumpliendo los controles de calidad establecidos en los puntos anteriores.

#### **2.14.2. Control de calidad en ajuste de redes eléctricas**

En el siguiente flujograma se observan los controles de calidad que fueron aplicados en el ajuste de redes eléctricas:

#### **Figura 24**

*Flujograma del proceso de control de calidad en ajuste de redes eléctricas*



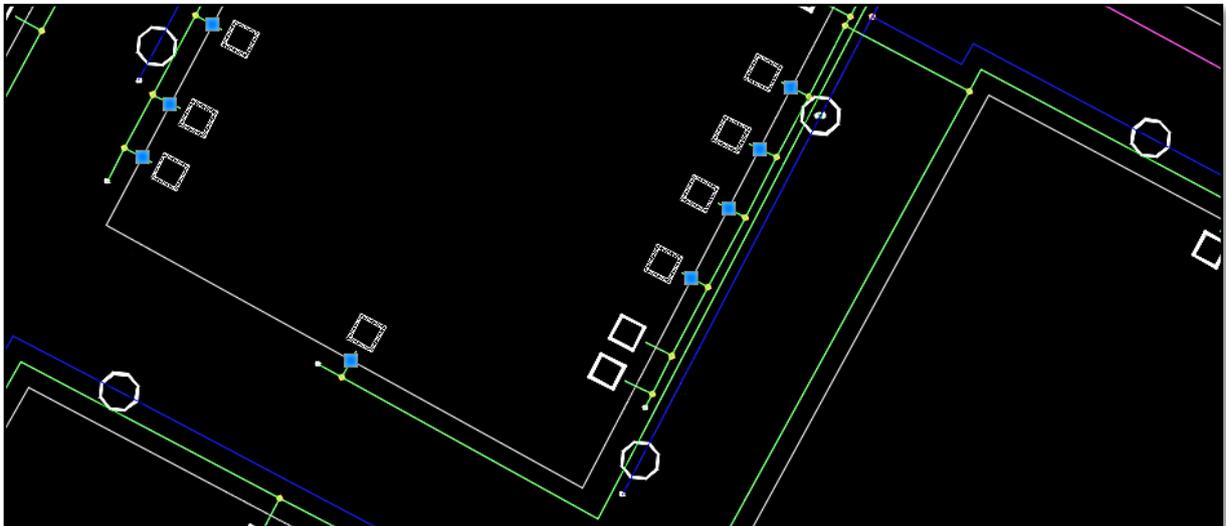
El progreso del control de calidad de redes eléctricas se realizó por cuadrantes que dividen a los distritos, de forma que la computadora no genere problemas de memoria y manejo de recursos, y para que la validación acumule avances progresivos antes que esperar que todo un distrito sea georreferenciado.

**2.14.2.1. Validación de la ubicación de las redes eléctricas.** El área operativa se encargó de la georreferenciación, luego en las validaciones se verificó que los suministros se encuentren dentro de las manzanas, y que los tramos de red se encuentren fuera de las manzanas, en los lugares donde ocurre lo contrario, se procedió a verificar según la versión inicial de las redes. Mediante herramientas de verificación geográfica se pudieron identificar los suministros y redes eléctricas que no cumplen con estos supuestos.

Las observaciones encontradas, se marcaron sobre el mapa y se remitieron a su corrección por el área operativa.

### Figura 25

*Ejemplo de correcta ubicación de clientes de red eléctrica dentro de manzana.*



**2.14.2.2. Validación de la topología gráfica de los componentes de red.** La topología gráfica para redes señala que los puntos de conexión de los símbolos corresponden a los puntos de conexión de los tramos, y también que estos objetos conectados sean los mismo de cómo están conectados en la versión inicial.

Mediante herramientas de comparación de topología, se verificó que la topología gráfica luego de la georreferenciación sea la misma respecto a la versión original, se marcó sobre el mapa las diferencias para su revisión y levantamiento de observaciones.

**2.14.2.3. Validación de la topología lógica de los componentes de red.** La topología lógica se realiza entre objetos que no están asociados en sus puntos de conexión gráfica, los casos posibles de este tipo de topología son:

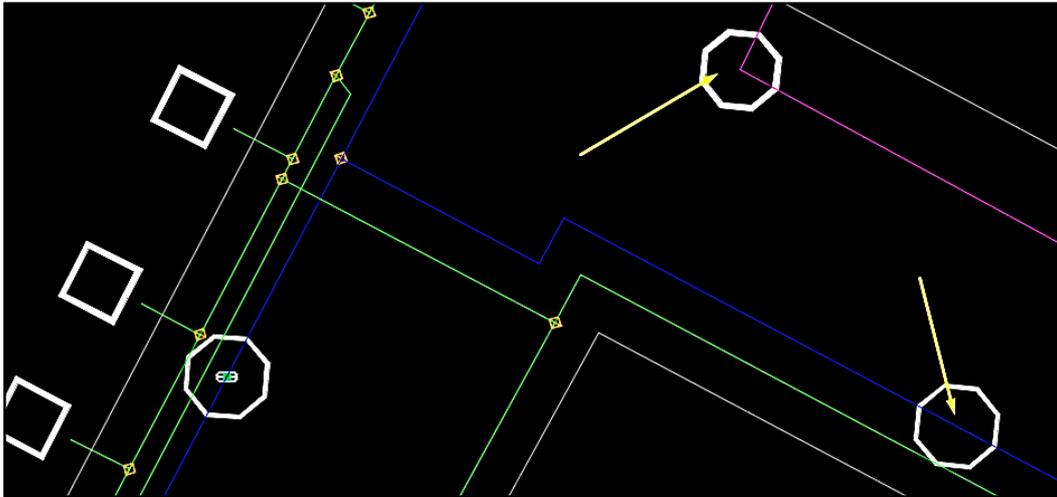
- Postes de BT sobre tramos de BT
- Postes de MT sobre tramos de MT
- Torres de AT sobre tramos de AT
- Salida de BT a SED
- Salida de MT a las SET

Mediante herramientas de comparación de este tipo de topología y complementado con la relación geográfica entre estos objetos se identificaron las diferencias para que sean revisadas.

La topología lógica no se modificó, y se verificó que la ubicación con respecto a los otros objetos de red sea la misma a la versión inicial, los casos que debe ser corregidos, se resaltan y se remitieron para su corrección.

## **Figura 26**

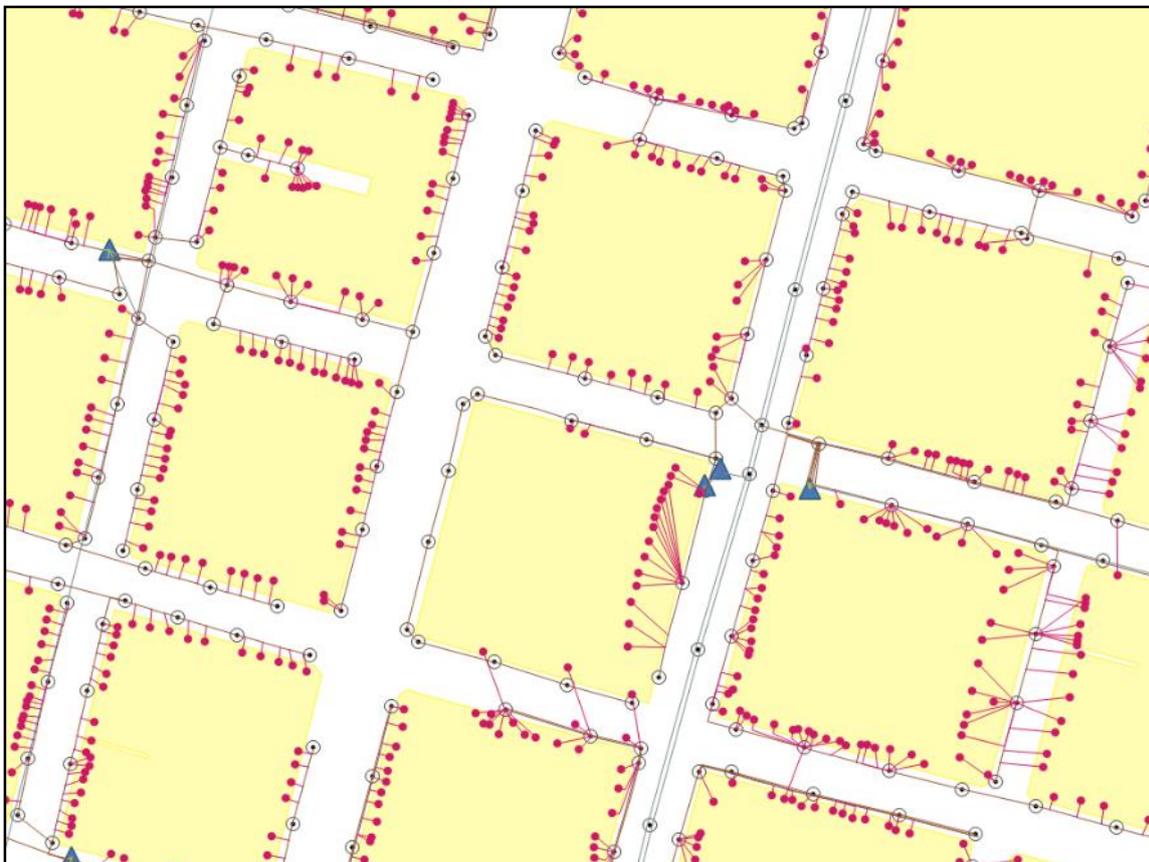
*Ejemplo de topología lógica de red (poste-tramo).*



El uso de estas herramientas de validación también está disponible durante el proceso de georreferenciación de las redes, de forma que permita a los usuarios identificar los puntos faltantes u observables antes de cerrar y enviarlos a control de calidad.

**Figura 27**

*Visualización de la red eléctrica ajustada sobre la cartografía.*



## 2.15. Resultados

Se generó la Base Cartográfica del área de concesión del proyecto, a nivel manzana, actualizada al 2020, la cual cuenta con 11 capas de información, conteniendo un aproximado de 43 mil manzanas urbanas, a continuación, se describe con mayor detalle:

### *2.15.1. Base cartográfica actualizada del área de proyecto*

Se generó una base cartográfica actualizada a nivel manzana del área del proyecto, actualizada al 2020, a través de la utilización como insumo imágenes satelitales de Google o Bing, para todas aquellas zonas urbanas con presencia de red eléctrica. Las capas de información generadas se describen a continuación:

**2.15.1.1. Distrito.** Vector de tipo polígono, que representa la entidad administrativa territorial de un distrito, basada en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática. 125 registros.

**2.15.1.2. Provincia.** Vector de tipo polígono, que representa la entidad administrativa territorial de la provincia, basada en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática. 14 registros.

**2.15.1.3. Departamento.** Vector de tipo polígono, que representa la entidad administrativa territorial del departamento, basada en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática. 4 registros.

**2.15.1.4. Puerta.** Vector de tipo punto, que representa las numeraciones de los ingresos a las viviendas o comercios, estos pueden ser numéricos o tener codificación de manzana y lote. 215, 407 registros.

**2.15.1.5. Vía.** Vector de tipo línea, que representan las calles, las cuales son los espacios urbanos de uso público que permiten la circulación vehicular o peatonal, y que da acceso a las edificaciones que se encuentran a ambos lados. 87,368 registros.

**2.15.1.6. Manzana.** Vector de tipo polígono, que representa los espacios urbanos de usos residenciales, comerciales o de servicios; delimitados por todos sus frentes por calles, en algunos casos delimitado también por accidentes geográficos importantes como laderas o corrientes de agua. 43,945 registros.

**2.15.1.7. Parque.** Vector de tipo polígono, que representa los espacios urbanos públicos con fines recreativos y vegetación, se incluyen también las plazas, plazuelas, alamedas, jardines, y similares. 2,532 registros.

**2.15.1.8. Topónimo.** Vector de tipo punto, que representa los lugares de interés urbano, incluye la ubicación de entidades públicas y comercios notables. 8,431 registros.

**2.15.1.9. Lote.** Vector de tipo polígono, que pretende representar las divisiones al interior de las manzanas, comúnmente conocidos como Lotes. Estos polígonos son el resultado de la colección de diferentes bases de datos, ajustadas a la cartografía principal generada. 223,636 registros.

**2.15.1.10. Berma.** Vector de tipo polígono, que representa los espacios urbanos por lo general ubicados entre calle o avenidas. 619 registros.

**2.15.1.11. Área Agrícola.** Vector de tipo polígono, que representa los espacios notoriamente de uso agrícola. 948 registros.

## **Figura 28**

*Muestra del detalle de cartografía sobre imagen satelital.*



### ***2.15.2. Redes eléctricas ajustadas geoméricamente a la cartografía actualizada***

Se realizó el movimiento geométrico (traslado, rotación, escala) de todos los elementos de Red Eléctrica en AT/MT/BT, un aproximado de 750 mil entidades en un tendido de 3 mil kilómetros de red eléctrica, utilizando como base la cartografía original, y logrando adecuar las redes sobre la nueva cartografía.

Se establecieron cuatro zonas de intervención con las siguientes denominaciones para seguimiento:

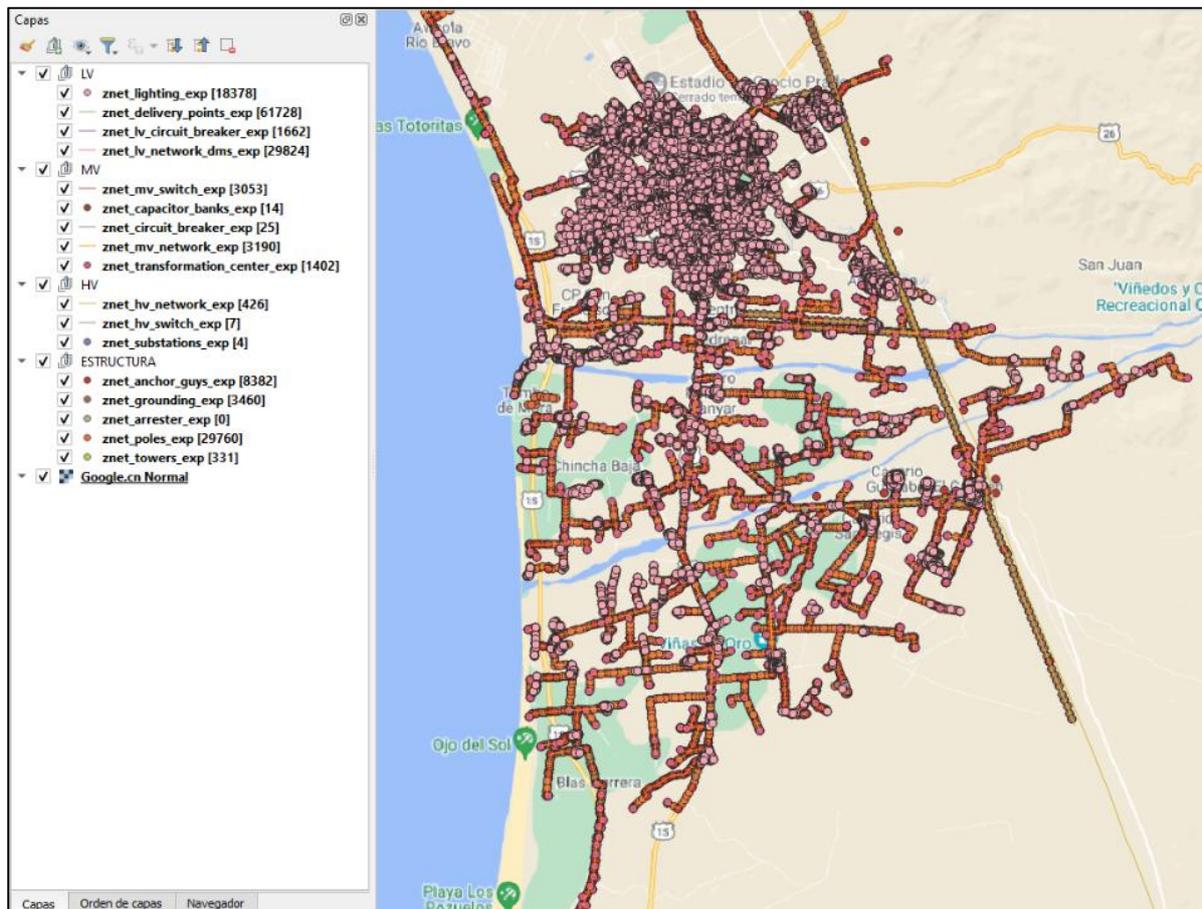
- Zona A: CHINCHA
- Zona B: PISCO\_CAUDALOSA
- Zona C: PALPA\_NASCA\_PUQUIO
- Zona D: ICA

El detalle del ajuste geométrico de las redes eléctricas en cada zona es el siguiente:

**2.15.2.1. Ajuste geométrico de las redes en la zona A.** Se realizó el trabajo de ajuste geométrico de los elementos de la red eléctrica en 689 kilómetros de red aproximadamente. El promedio de movimiento líneas de los elementos fue de 11.83 metros y su desviación estándar de 21.8 metros.

**Figura 29**

*Vista general del ajuste de redes en la zona A.*

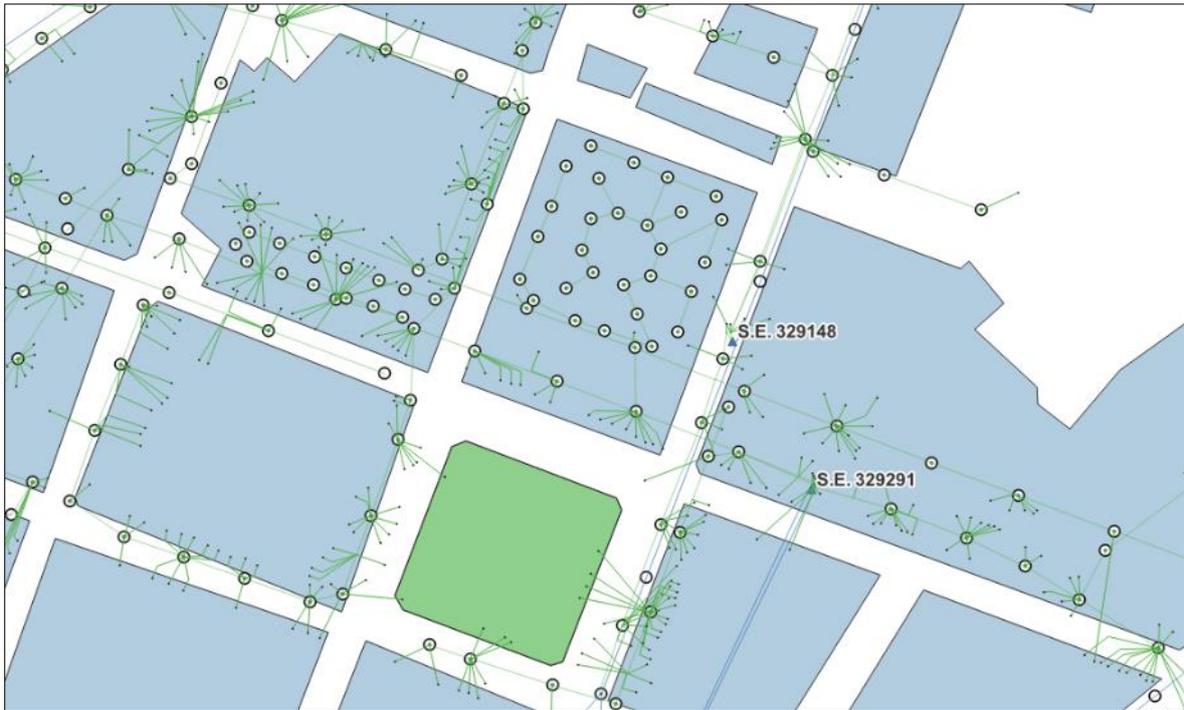


**Tabla 6***Cantidad de elementos de red trabajados en la zona A*

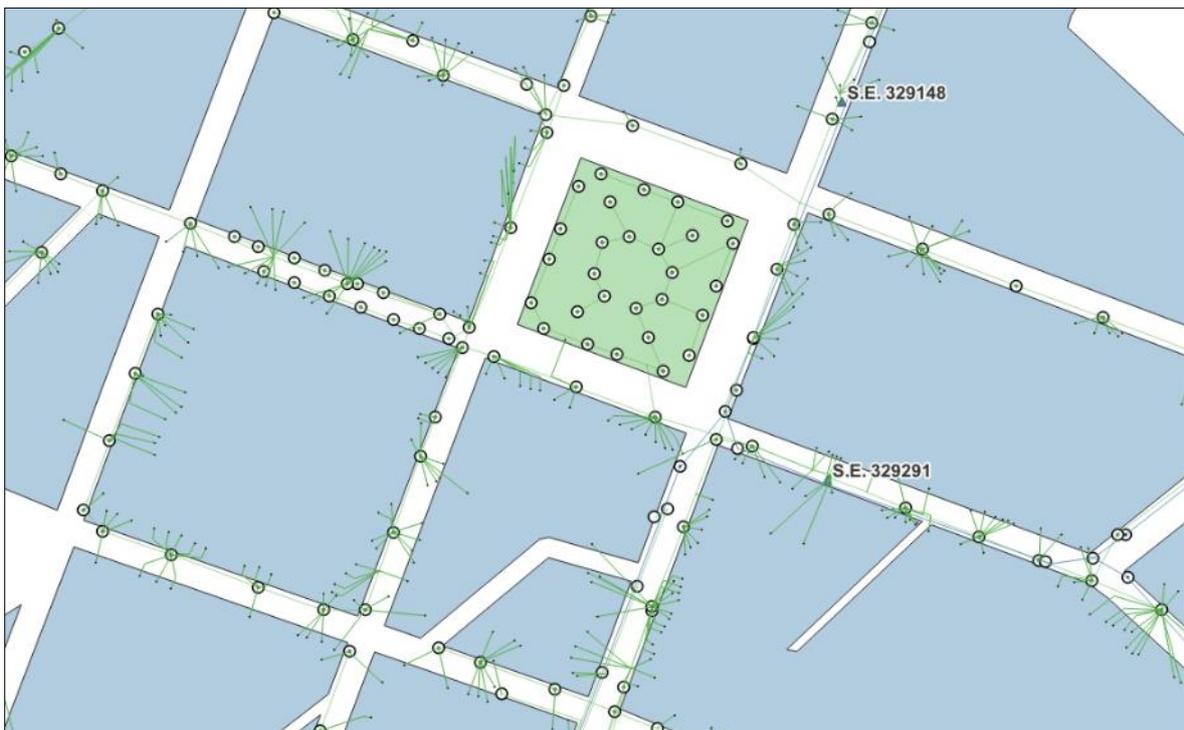
Grupo	Nombre tabla	Descripción capa	Topología	Registros
ESTRUCTURAS	ANCHOR_GUYS	Retenida	Nodo	8,382
	ARRESTER	Pararrayos	Nodo	-
	GROUNDING	Puesta tierra	Nodo	3,460
	POLES	Estructura	Nodo	29,760
	TOWERS	Estructura AT	Nodo	331
ALTA TENSION	HV_NETWORK	Tramo AT	Línea	426
	HV_SWITCH	Equipo protección at	Línea	7
	SUBSTATIONS	Sub est. de transformación	Nodo	4
MEDIA TENSION	CAPACITOR_BANKS	Banco de condensadores	Nodo	14
	CIRCUIT_BREAKER	Salida MT	Línea	25
	MV_NETWORK	Tramo MT	Línea	3,190
	MV_SWITCH	Equipo protección	Línea	3,053
	TRANSFOR_CENTER	Sub est. de distribución	Nodo	1,402
BAJA TENSION	DELIVERY_POINTS	Acometida	Línea	61,728
	LIGHTING	Equipo de alumbrado	Nodo	18,378
	LV_CIRCUIT_BREAKER	Salida BT	Línea	1,662
	LV_NETWORK	Tramo BT	Línea	29,824
GRAN TOTAL				161,646

**Figura 30**

*Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona A.*

**Figura 31**

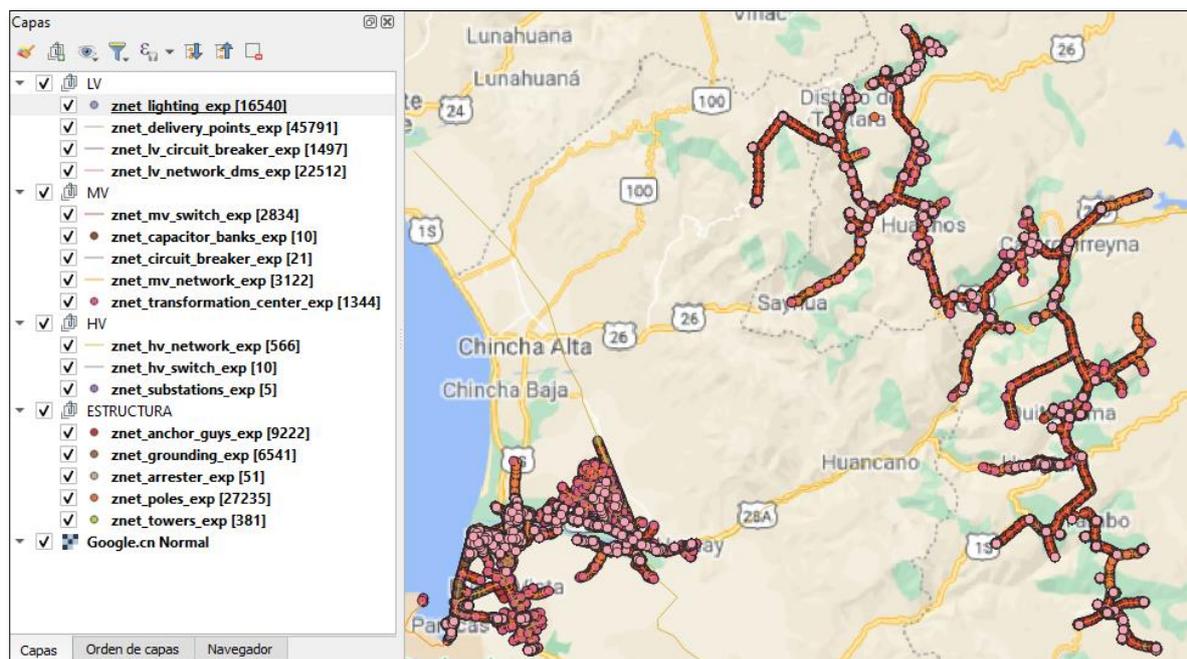
*Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona A.*



**2.15.2.2. Ajuste geométrico de las redes en la zona B.** Se realizó el trabajo de ajuste geométrico de los elementos de la red eléctrica en 563 kilómetros de red aproximadamente. El promedio de movimiento líneas de los elementos fue de 13.08 metros y su desviación estándar de 70.49 metros.

### Figura 32

*Vista general del ajuste de redes en la zona B.*



**Tabla 7***Cantidad de elementos de red trabajados en la zona B*

Grupo	Nombre tabla	Descripción capa	Topología	Registros
ESTRUCTURAS	ANCHOR_GUYS	Retenida	Nodo	9,222
	ARRESTER	Pararrayos	Nodo	51
	GROUNDING	Puesta tierra	Nodo	6,541
	POLES	Estructura	Nodo	27,235
	TOWERS	Estructura AT	Nodo	381
ALTA TENSION	HV_NETWORK	Tramo AT	Línea	566
	HV_SWITCH	Equipo protección at	Línea	10
	SUBSTATIONS	Sub est. de transformación	Nodo	5
MEDIA TENSION	CAPACITOR_BANKS	Banco de condensadores	Nodo	10
	CIRCUIT_BREAKER	Salida MT	Línea	21
	MV_NETWORK	Tramo MT	Línea	3,122
	MV_SWITCH	Equipo protección	Línea	2,834
	TRANSFOR_CENTER	Sub est. de distribución	Nodo	1,344
BAJA TENSION	DELIVERY_POINTS	Acometida	Línea	45,791
	LIGHTING	Equipo de alumbrado	Nodo	16,540
	LV_CIRCUIT_BREAKER	Salida BT	Línea	1,497
	LV_NETWORK	Tramo BT	Línea	22,512
GRAN TOTAL				137,682

**Figura 33**

*Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona B.*

**Figura 34**

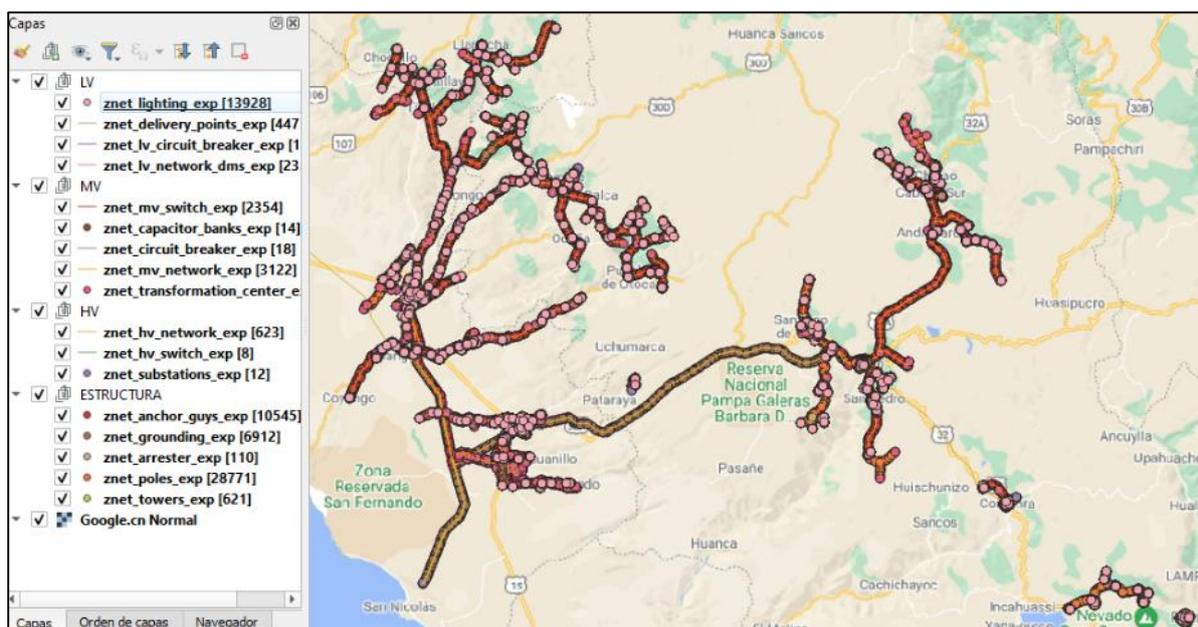
*Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona B.*



**2.15.2.3. Ajuste geométrico de las redes en la zona C.** Se realizó el trabajo de ajuste geométrico de los elementos de la red eléctrica en 592 kilómetros de red aproximadamente. El promedio de movimiento líneas de los elementos fue de 16.81 metros y su desviación estándar de 49.22 metros.

**Figura 35**

*Vista general del ajuste de redes en la zona C.*



**Tabla 8***Cantidad de elementos de red trabajados en la zona C*

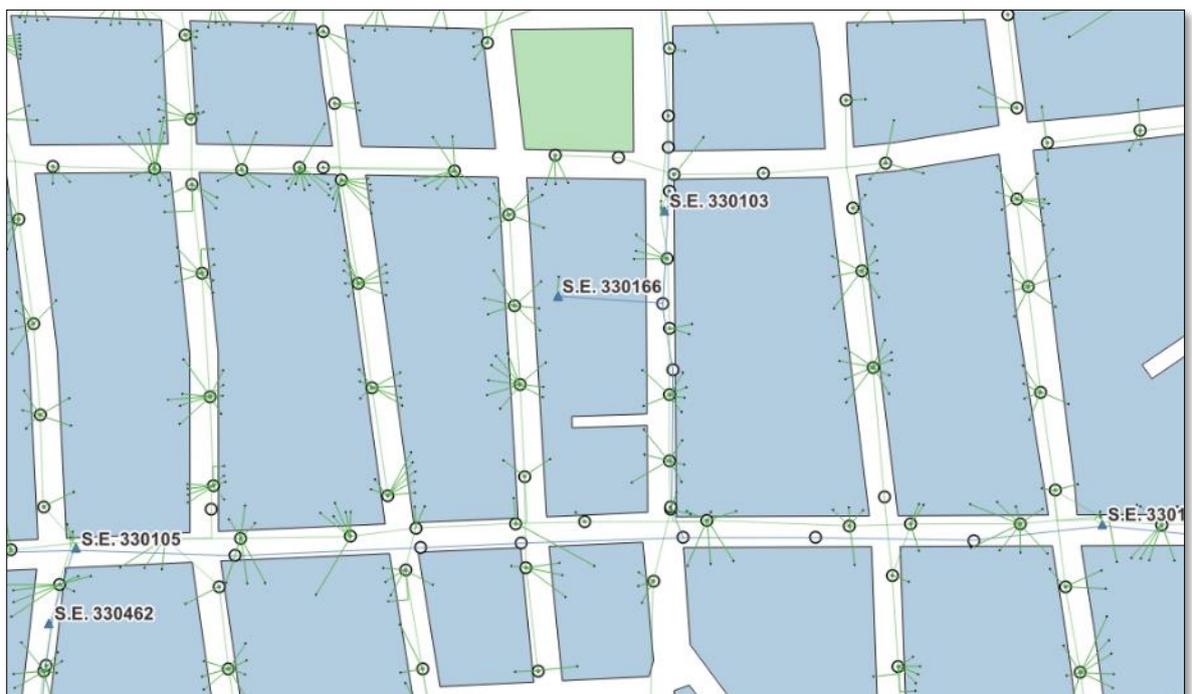
Grupo	Nombre tabla	Descripción capa	Topología	Registros
ESTRUCTURAS	ANCHOR_GUYS	Retenida	Nodo	10,545
	ARRESTER	Pararrayos	Nodo	110
	GROUNDING	Puesta tierra	Nodo	6,912
	POLES	Estructura	Nodo	28,771
	TOWERS	Estructura AT	Nodo	621
ALTA TENSION	HV_NETWORK	Tramo AT	Línea	623
	HV_SWITCH	Equipo protección at	Línea	8
	SUBSTATIONS	Sub est. de transformación	Nodo	12
MEDIA TENSION	CAPACITOR_BANKS	Banco de condensadores	Nodo	14
	CIRCUIT_BREAKER	Salida MT	Línea	18
	MV_NETWORK	Tramo MT	Línea	3,122
	MV_SWITCH	Equipo protección	Línea	2,354
	TRANSFOR_CENTER	Sub est. de distribución	Nodo	1,143
BAJA TENSION	DELIVERY_POINTS	Acometida	Línea	44,758
	LIGHTING	Equipo de alumbrado	Nodo	13,928
	LV_CIRCUIT_BREAKER	Salida BT	Línea	1,483
	LV_NETWORK	Tramo BT	Línea	23,583
GRAN TOTAL				138,005

**Figura 36**

*Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona C.*

**Figura 37**

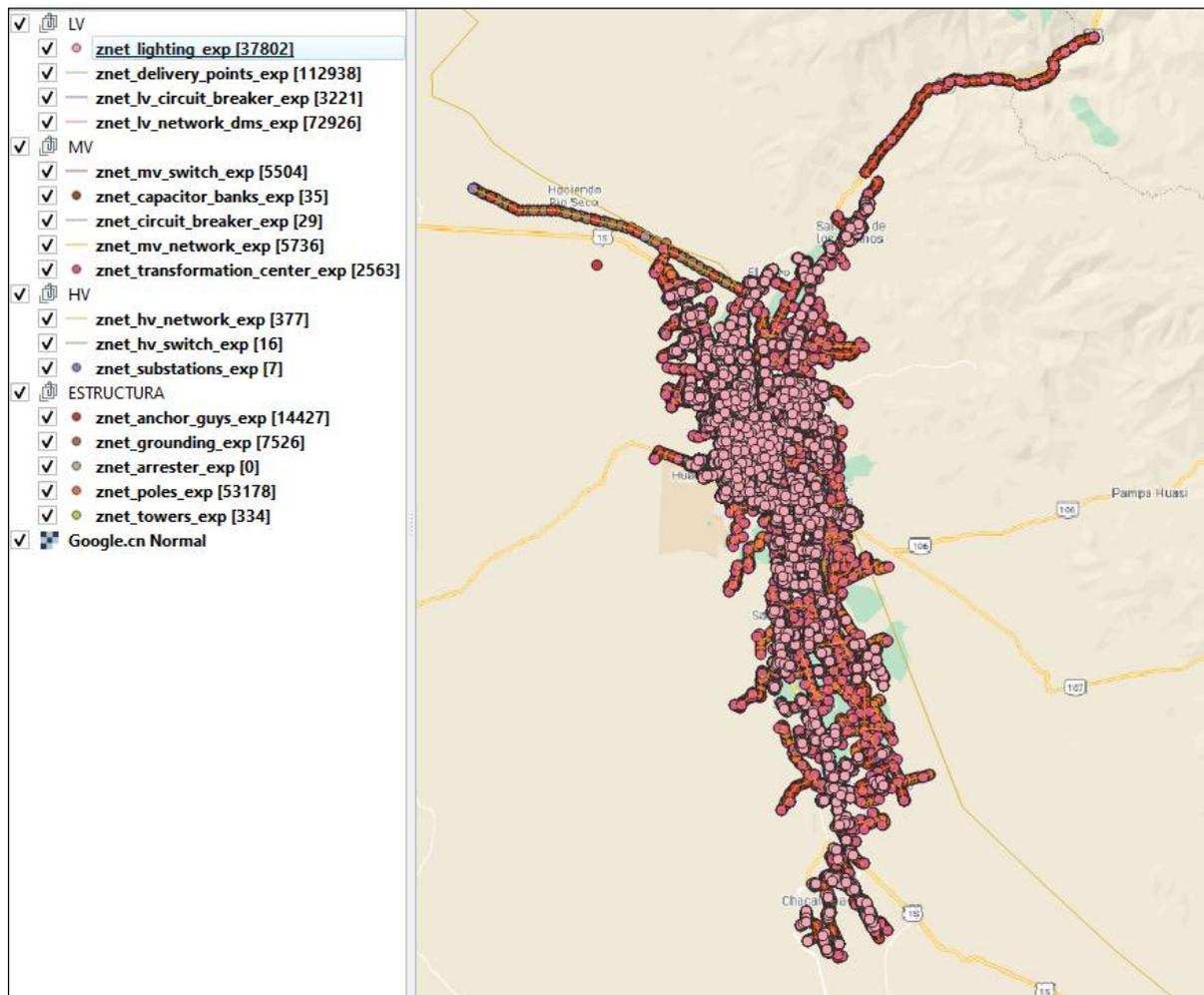
*Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona C.*



**2.15.2.4. Ajuste geométrico de las redes en la zona D.** Se realizó el trabajo de ajuste geométrico de los elementos de la red eléctrica en 1280 kilómetros de red aproximadamente. El promedio de movimiento líneas de los elementos fue de 6.7 metros y su desviación estándar de 10.18 metros.

**Figura 38**

*Vista general del ajuste de redes en la zona D.*



**Tabla 9***Cantidad de elementos de red trabajados en la zona D*

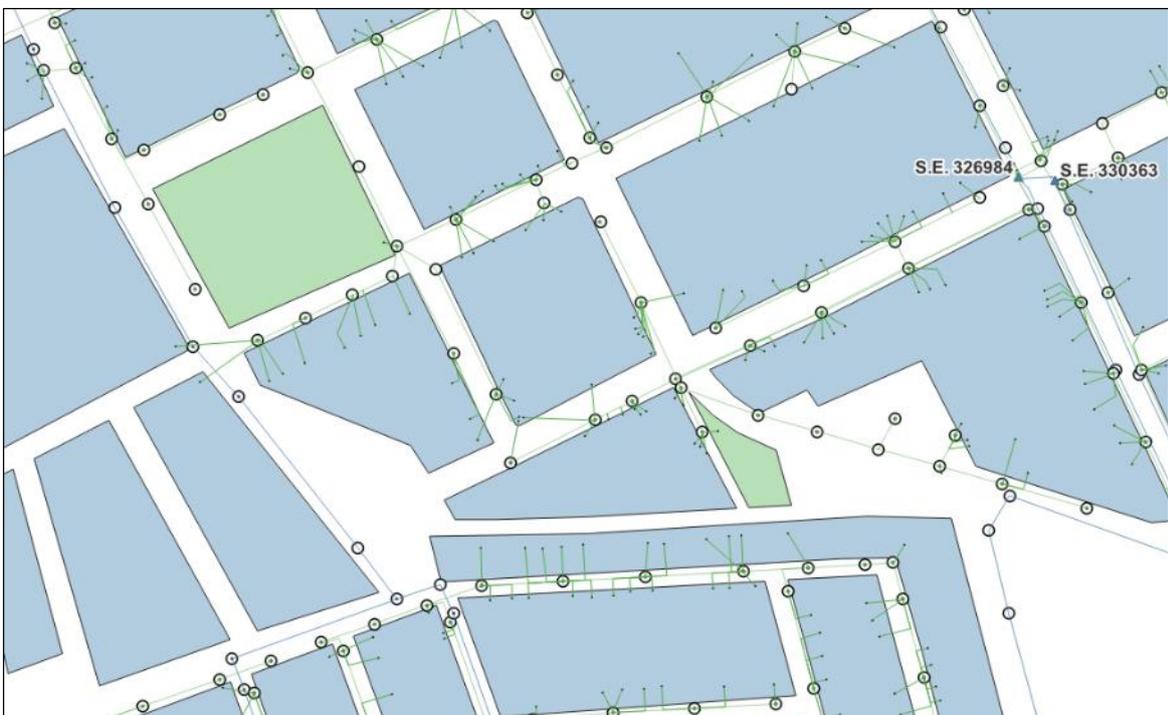
Grupo	Nombre tabla	Descripción capa	Topología	Registros
ESTRUCTURAS	ANCHOR_GUYS	Retenida	Nodo	14,427
	ARRESTER	Pararrayos	Nodo	-
	GROUNDING	Puesta tierra	Nodo	7,526
	POLES	Estructura	Nodo	53,178
	TOWERS	Estructura AT	Nodo	334
ALTA TENSION	HV_NETWORK	Tramo AT	Línea	377
	HV_SWITCH	Equipo protección at	Línea	16
	SUBSTATIONS	Sub est. de transformación	Nodo	7
MEDIA TENSION	CAPACITOR_BANKS	Banco de condensadores	Nodo	35
	CIRCUIT_BREAKER	Salida MT	Línea	29
	MV_NETWORK	Tramo MT	Línea	5,736
	MV_SWITCH	Equipo protección	Línea	5,504
	TRANSFOR_CENTER	Sub est. de distribución	Nodo	2,563
BAJA TENSION	DELIVERY_POINTS	Acometida	Línea	112,938
	LIGHTING	Equipo de alumbrado	Nodo	37,802
	LV_CIRCUIT_BREAKER	Salida BT	Línea	3,221
	LV_NETWORK	Tramo BT	Línea	72,926
GRAN TOTAL				316,619

**Figura 39***Muestra de redes eléctricas sobre cartografía original antes del proyecto en la Zona D.*



**Figura 40**

*Muestra de redes eléctricas ajustadas sobre cartografía actualizada en la Zona D.*



### **III. Aportes más destacables a la Empresa/Institución**

El autor durante su permanencia en la empresa ASTRUM elaboró documentos de procedimientos para la producción de información cartográfica, control de calidad del producto en diversos proyectos de ingeniería. A continuación, se detalle los aportes más destacados:

- Elaboración de documentación para propuestas técnicas con referencia a los Sistemas de Información Geográfica.
- Formulación de métodos y procesos de generación de vectores cartográficos a partir de imágenes satelitales.
- Generación de herramientas en software SIG para producción y control en la generación de vectores geográficos.
- Formulación de métodos y procesos para el control de calidad para las capas vectoriales de las bases geoespaciales.
- Generación de material de capacitación y entornos de trabajo para las actividades de generación cartográfica.

#### **IV. Conclusiones**

El autor obtuvo el grado de bachiller en el año 2014. Ingreso a la empresa ASTRUM en el año 2014. ASTRUM aportó en la formación profesional del autor en el que inició como Cadista hasta ocupar el puesto de Especialista en Sistemas de Información Geográfica. En su ejercicio profesional fuera de ASTRUM participo con otras instituciones públicas y privadas reforzando sus conocimientos en los Sistemas de Información Geográfica. Acumuló 652 horas lectivas en los últimos diez años, entre ellos un diplomado en Sistemas de Información geográfica.

El proyecto de Generación de cartografía base y ajuste de redes eléctricas demostró ser una propuesta técnica viable para la obtención de una cartografía base al nivel manzana de bajo costo, y consecuentemente el ajuste geométrico de las redes eléctricas para obtener una única base de datos que pueda tener un mantenimiento simultaneo y uniforme al crecimiento urbano.

## **V. Recomendaciones**

Antes de la implementación de la presente metodología se recomienda recopilar exhaustivamente todas las bases de datos posibles que existan en el área del proyecto, a fin de tener una versión de análisis y proyectar un entregable de acuerdo con las necesidades de su uso final.

Durante el desarrollo de las actividades de la presente metodología se recomienda realizar seguimientos periódicos a las actividades del equipo de operaciones a fin de mejorar procesos o sistematizarlos para mejorar los tiempos de entrega y la calidad del producto.

Luego de finalizado y conseguidos los entregables, se recomienda generar metodologías de mantenimiento de la información cartográfica y de redes eléctricas, con el objetivo de no perder el estado de armonía vectorial y puedan crecer al ritmo de la expansión urbana.

## VI. Referencias bibliográficas

- Agüero, C. A., di Mauro, G. F., Anaut, D. O., Strack, J. L., & Vignerte, J. (2022). Georreferenciación de las redes de distribución eléctrica con apoyo de imágenes de satélite y servicios de cartografía en la web / Georreferenciação de redes de distribuição eléctrica com apoio de imagens de satélite e serviço de mapeamento web. *Brazilian Journal of Development*, 8(5), 38674-38685.  
<https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-387>
- Atalaya Quiroz, Y. L. F., & Castro Purisaca, R. (2018). Diseño e Implementación de un Sistema de Comunicación para la Optimización del Servicio de Datos del Centro Poblado de Conchucos-Distrito de Pátapo.  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1930/BC-TES-TMP-777.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berckhoff, A. A. P. (2005). Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfico (Gis) Para Telefónica Del Sur SA (Doctoral Dissertation, Universidad Austral De Chile).  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmf cip649d/doc/bmf cip649d.pdf>
- Castro Andrade, H. P. (2018). Los sistemas de información geográfica y su incidencia en la visualización interactiva de resultados socio-ambientales del uso de agua y energía eléctrica en la ciudad de Ibarra-Ecuador (Master's thesis).  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8498/1/PG%20683%20TESIS.pdf>
- Choque Llusco, E., & Delgado Álvarez, J. L. (2011). Aplicación de los sistemas de posicionamiento global y la geomática para la planificación de Electrificación Rural caso: Urujara-Pongo (Doctoral dissertation).

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15389/MT-1155-%20Choque%20Lusco%2c%20Emilio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diaz Camargo, A. M. S., & Sanabria Rojas, J. S. (2021). Sistematización para el uso de sistemas de información geográfica con software libre en el inventario de señalización vial “señalización vertical” (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

[https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12817/1/T.EGP\\_DiazAngel-SanabriaJuan\\_2021.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12817/1/T.EGP_DiazAngel-SanabriaJuan_2021.pdf)

Flores Moncayo, V., Tong Tsang, E., Veintimilla Galarza, G., & Urquizo, J. (1998). Sistema de información geográfico para una empresa eléctrica (Bachelor's thesis).

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3193/1/5712.pdf>

Metternicht, G. (2014). Consideraciones acerca del impacto de Google Earth en la valoración y difusión de los productos de georrepresentación. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, (6), 1–10. Retrieved from

<https://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/82>

Moreno Marimbardo, F. J., Gutierrez Corea, F. V., Manso Callejo, M. Á., & Castañeda Sanabria, E. (2012). Geoprosesamiento como Herramienta de Cálculo y Comunicación de Afecciones por Obras Lineales: Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

<https://oa.upm.es/10986/1/MorenoGutierrezMansoCastanedaSIMGEOIV.pdf>

Moyón Gunsha, D. I., & Centeno Guananga, O. S. (2016). Desarrollo de un sistema de geolocalización y cálculos de redes eléctricas basado en Google Maps. Caso práctico LYREC (Líneas y Redes Eléctricas del Centro) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6244/1/18T00655.pdf>

Orlando, F., Bias, E., Hoyos, E., & Pazmiño, M. (2022). Evaluación de la exactitud posicional de imágenes Google Earth en zonas de Brasil para aplicaciones cartográficas. *Revista Cartográfica*, (105), 73-94.

<https://doi.org/10.35424/rcarto.i105.1105>

Pardo Ospina, J. A., & Guzmán Tunarozza, M. A. (2021). Apoyo para el análisis y procesamiento de la información del proyecto de prestación de servicio de consultoría en ingeniería para la toma de datos mediante tecnología LIDAR para el diseño de línea de transmisión de energía de 115 KV entre los municipios de Guamal y Granada.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28973/GuzmanTunarozzaM ariaAlejandra2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quezada Solís, T. V., & Ordóñez Jara, J. E. (2008). Elaboración de un prototipo para la visualización de la información de la Empresa Eléctrica Centrosur con la ayuda de Google-Earth (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2346/1/06844.pdf>

Ruiz, S. E. (2012). Sistema de Información Geográfica para automatizar la gestión de la distribución de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica.

[https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/ident/TD\\_05860\\_12/2/TD\\_05860\\_12.pdf](https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/ident/TD_05860_12/2/TD_05860_12.pdf)

Saavedra Cotrina, R. (2017). Levantamiento de redes eléctricas con tecnología lidar y fotogrametría para localizar incumplimientos según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (retie).

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16574/SaavedraCotrinaRicardo2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez Fleitas, N., Comas Rodríguez, R., & García Lorenzo, M. M. (2017). Propuesta de ontología para el desarrollo de un sistema de información geográfico para la energía eléctrica en Cuba.

<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2356/1/Ontolog%c3%adas.pdf>

Sanhueza Hormazábal, R., & Estrada Ramírez, M. (2014). Integración de un sistema de información geográfica en la planificación y gestión de los sistemas de distribución eléctrica. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(1), 6-13.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052014000100002&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052014000100002&script=sci_arttext)

Soliz, R. L. (2021). Modelamiento 3d para redes aéreas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión a partir de una geodatabase. *bit@ bit*, 3(5).

<http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/bitabit/article/view/871/871>

Sosa-Pedroza, J., & Martínez-Zúñiga, F. (2009). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. *Científica*, 13(1), 27-34.

<https://www.redalyc.org/pdf/614/61412184005.pdf>

Velázquez-Quesada, S. I., Deniau, Y., Pérez-Macías, L. F., & Zazueta, I. A. M. (2019). Visualizador cartográfico y construcción de bases de información sobre infraestructura eléctrica en Centroamérica. *Terra Digitalis*, 3(1).

[https://terradigitalis.igg.unam.mx/html/ojs3/index.php/terra\\_digitalis/article/view/57/1](https://terradigitalis.igg.unam.mx/html/ojs3/index.php/terra_digitalis/article/view/57/1)