

ADMINISTRACIÓN DE BASE DE DATOS GEOESPACIALES MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SECTOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA - PERÚ 2023

por NATALIA ADELI LOZADA CAMPOS

Fecha de entrega: 19-nov-2023 10:30a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2232841251

Nombre del archivo: 1A_LOZADA_CAMPOS_NATALIA_ADELI.docx (108.39K)

Total de palabras: 6619

Total de caracteres: 38183



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

7
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo

ADMINISTRACIÓN **DE** BASE DE DATOS GEOESPACIALES MEDIANTE **61**
SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SECTOR **DE** ENERGÍA ELÉCTRICA -
PERÚ 2023

Línea de investigación:

Sistemas de información y optimización

7
Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Lozada Campos, Natalia Adeli

Asesor:

Esenarro Vargas, Doris

(ORCID: 0000-0002-.....)

Jurado:

.....

.....

.....

Lima – Perú

2023

Resumen

En la era digital, donde ³⁹ los datos se han convertido en el activo más valioso para las decisiones estratégicas ante la creciente demanda de energía, y teniendo la necesidad de operaciones más eficientes y la integración de fuentes de energía convencionales y no convencionales, plantean interrogantes fundamentales sobre cómo gestionar de manera óptima las extensas redes ²³ de generación y transmisión eléctrica. En este contexto, aplicando ⁵¹ la tecnología de Sistemas de Información Geoespacial (SIG) se vuelve una herramienta esencial para visualizar, analizar y gestionar datos geográficos complejos. El objetivo de este informe es administrar base de datos geoespaciales ¹⁷ de las instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión en el OSINERGMIN, mediante ¹⁸ la implementación de Sistema de Información Geográfica, para la optimización en la accesibilidad, seguridad y eficiencia en el manejo de datos georreferenciados. Las cuales son publicados en los Web Map Services de ¹⁸ Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), que se utilizarán como herramienta para mejorar ³⁶ la eficiencia en la gestión de los procesos de regulación, supervisión y fiscalización, sirva de consulta para las unidades técnicas y, además, sirva de consulta tanto por el público en general como por instituciones externas para sus fines pertinentes.

Palabras Clave: administrar, Arc GIS, instalaciones eléctricas, sistemas de información geográfica

Abstract

En the digital era, where data has become the most valuable asset for strategic decisions ⁵³ in the face of growing energy demand, and with the need for more efficient operations and the integration of both conventional and unconventional energy sources, fundamental questions arise about how to optimally manage extensive electric generation and transmission networks. In this context, the application of Geospatial Information Systems (GIS) technology becomes an essential tool for visualizing, analyzing, and managing complex geographic data. ⁵² The objective of this report is to administer geospatial databases of high-voltage electric generation and transmission facilities at OSINERGMIN by implementing a Geographic Information System, aiming to optimize accessibility, security, and efficiency in handling georeferenced data. These databases are published on the Web Map Services of the Supervisory Agency for Energy and Mining Investments (OSINERGMIN) and will be ⁵⁴ used as a tool to enhance efficiency in the regulation, supervision, and oversight processes, serving as a reference for technical units and also as a resource for the general public and external institutions for their relevant purposes.

Keywords: administer, ArcGIS, electrical facilities, geographic information systems

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la electricidad, el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido una práctica común desde los años 90, como una extensión de los Sistemas de Gestión de Instalaciones y Mapas (Loai et al., 2010). Las empresas eléctricas necesitan métodos eficaces de visualizar información, es por ello que, en la Unión Eléctrica de Cuba, se está llevando a cabo la creación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que tenga una base conceptual sólida y pueda satisfacer las diversas solicitudes de los usuarios. Con este propósito, el enfoque de la investigación utiliza el SIG para la elaboración de un modelo destinado a la gestión de datos geoespaciales (Sánchez., 2019).

A su vez se señala que los SIG tienen la capacidad de iniciar una completa integración de la información de servicios eléctricos e incorpora un componente espacial para el análisis de sistemas de potencia. Por otro lado, se señala como fundamental el compartir la información de una organización haciendo más valioso el manejo de datos, y proporcionando un análisis visual y la presentación de información diversa, en forma sintética, ayudando así a los involucrados en la evaluación y pronta acción en la toma de decisiones (Sanhueza, 2014)

Por otro lado, la supervisión de las redes de electricidad, que implica tareas como, el cumplimiento de distancias de seguridad, la identificación de fallas o casos de fuerza mayor, verificación de datos en campo y la evaluación del riesgo de infraestructura antes de eventos naturales, entre otras, las cuales se ven optimizadas por completo mediante el uso de software SIG.

Las empresas del sector eléctrico que emplean estos sistemas, experimentan mejoras significativas en términos de plazos y costos y por parte de sus trabajadores añade un valor adicional, demostrando así su importancia en el sector, identificando así que el SIG se vuelve esencial para el diseño, administración y supervisión eficientes de las redes eléctricas.

Cabe señalar que, para algunos casos, aún persiste en el temor a la aplicación de nuevas

tecnologías, haciendo esto que persistencia de procesos obsoletos, lo que puede resultar en una pérdida de eficiencia y recursos.

Este informe describe en detalle ⁴⁷ las actividades llevadas a cabo por el equipo de ingenieros del Consorcio SEL, ²⁴ con el principal objetivo de administrar la base de datos geoespaciales ¹ de las instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión a nivel nacional. ³¹ Esto se logra a través de la implementación de un Sistema de Información Geográfica, siendo estos datos fundamentales para mejorar la accesibilidad, seguridad y eficiencia en el manejo de datos georreferenciados. Además, estos datos se publican en los Web Map Services de la institución, y se convierten en herramientas clave para ⁶ la gestión de los procesos de regulación, supervisión y fiscalización. Para alcanzar este objetivo, se llevaron a cabo las siguientes etapas de trabajo:

Como parte de la primera etapa, se realiza la recopilación de la información tanto en gabinete, recopilando datos georreferenciados y técnicos de diversos procedimientos de la institución, que requieren ser homogeneizados bajo un único modelo de datos y tablas maestras, como también se recopiló ⁶² datos obtenidos en trabajos de campo. En la segunda etapa, se generó información en formato vectorial utilizando herramientas como Model Builder y Python, esta información almacenaran en una geodatabase temporal, para que posteriormente en una tercera etapa se realizase la migración y actualización de los resultados hacia la Geodatabase de los servidores de la institución.

7

1.1. Trayectoria del Autor

Bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica en la Universidad Nacional Federico Villarreal, desde que egresó de la mencionada casa de estudios, ha trabajado en diversas entidades tanto del sector público como privado, enfocándose en la administración de SIG. En el año 2013, se desempeñó como Especialista GIS en la empresa PACIFIC PIR, donde se realizaron diversas actividades relacionadas con Sistemas de Información Geográfica, realizando mapas temáticos, georreferenciación, digitalización y ediciones cartográficas. A su vez, se realizó el procesamiento de datos de campo y de la gestión de datos tabulares utilizando el software ArcGIS para la presentación de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIAs), Programas de Manejo Ambiental (PMA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs).

Entre los años 2013 y 2014, formó parte del equipo de Control y Reducción de Fugas (ECRF) de SEDAPAL como Técnico GIS. Durante este período, se contribuyó al ajuste de los límites de expedientes de las redes de agua y alcantarillado, edición de las redes de agua y alcantarillado, así como la actualización de la base de datos y cartografía del Control de Fugas no visibles, para posteriormente esta información sea migrada de la plataforma CAD a la plataforma ArcGIS.

En el 2015, participo en el equipo de trabajo de la empresa Técnicas y Proyectos S.A. en calidad de Especialista SIG. En este puesto, tuvo la responsabilidad de estructurar una Geodatabase para el proyecto titulado "Estudio de Evaluación de Recursos Hídricos en 12 Cuencas Hidrográficas del Perú", en colaboración con la Autoridad Nacional del Agua y a su vez se realizó la elaboración de mapas temáticos para este mismo proyecto.

Entre 2016 y 2018, se desempeñó como Supervisor S3-B en la empresa Energy And Information Technologies S.A.C, donde se prestó servicios para OSINERGMIN, realizando funciones de supervisor en el cumplimiento de la Resolución Osinergmin N.º 177-2014-

OS/CD, que se refiere a la "Guía de elaboración y Presentación de Información Georreferenciada de las Instalaciones de los Sistemas de Generación y Transmisión". Además, se consolidó las instalaciones de generación y transmisión eléctrica en una Geodatabase y mantuvo actualizado el Mapa GIS de la DSE, asegurando su sincronización con el Mapa Interactivo.

Desde 2018 hasta la fecha actual, forma parte del equipo en la empresa CONSORCIO SEL SAC como Supervisor S3B. Como parte de sus responsabilidades se desempeñó en la administración y actualización de la base de datos de la información de instalaciones eléctricas y la supervisión del cumplimiento de la Guía de Elaboración y Presentación de Información Georreferenciada de las Instalaciones de los Sistemas de Generación y Transmisión (Resolución N.º 177-2014-OS/CD) para OSINERGMIN.

1.2. Descripción de la empresa

Consortio SEL es una empresa peruana, inscrito el 29 de agosto de 2018, teniendo como actividad económica principal la arquitectura, ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica. Por otro lado, este consorcio se encuentra integrado por las empresas COVIEM S.A., Asesoría & Supervisión Servicios Generales S.A.C. (ASESSUP S.A.C.) y Carlos Antonio Tineo Ramos, identificados con RUC Nos. 20264419434, 20549664408 y 17360030229, respectivamente, ubicándose en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima, debidamente representado legalmente por el Sr. Carlos Alberto Muñoz Medina, según consta en su Contrato de Formalización de Consorcio debidamente formalizado de manera notarial.

Desde el inicio de sus operaciones hasta la fecha, viene proporcionando servicios profesionales en el subsector eléctrico para OSINERGMIN. Se ha dedicado de forma ininterrumpida a la supervisión y fiscalización de actividades de generación y transmisión eléctrica, ofreciendo servicios en los siguientes aspectos:

- Supervisión y fiscalización de los Planes de Contingencias Operativos (procedimiento 264-2012- OS/CD y/o aquella que lo modifique o reemplace) y condiciones de seguridad (RESESATE) de los agentes que desarrollan actividades de generación y transmisión eléctrica.²³
- Supervisión y fiscalización de la georreferenciación de instalaciones de los agentes que desarrollen actividades de generación y/o transmisión eléctrica (procedimiento 177-2014-OS/CD y/o aquella que lo modifique o reemplace).¹⁸
- Emitir opinión técnica y legal respecto de los procesos de solicitudes generadas por los agentes del sector eléctrico, autoridades, instituciones y personal interesado.
- Emitir opinión técnica y legal respecto de los procesos sancionadores iniciados por Osinergmin por incumplimientos a los procedimientos y normativa de los planes de contingencia operativo y georreferenciación de instalaciones eléctricas.¹
- Soporte y administración técnica de los sistemas de información de la DSE.⁵⁰

1.2.1. Misión⁵

Resolver con excelencia las necesidades de servicios de electricidad requeridos por cada uno de nuestros clientes. Teniendo como característica fundamental la capacitación continua que asegure la mejora del desempeño de los trabajadores de todos los niveles de la empresa.

1.2.2. Visión

Ser reconocido como empresa líder en el Perú por su excelencia en la atención de servicios profesionales de electricidad (Estudios, proyectos y obras electro mecánicas).

1.3. Organigrama de la empresa

El Consorcio SEL cuenta con un equipo altamente capacitado para ofrecer servicios de supervisión y fiscalización de alta calidad en el sector eléctrico. A continuación, en la Figura 1, se detalla la estructura organizacional de la empresa, detallando los cargos y especialistas quienes conforman el equipo el trabajo.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Bachiller forma parte del equipo de ingenieros del Consorcio SEL desde el 17 de setiembre del 2018 hasta la actualizada, desempeñando el cargo de Supervisor S3-B y brindando servicios de supervisión a OSINERGMIN. Respecto a las principales funciones desempeñadas se puede mencionar las siguientes:

1.4.1. Administración del Base de datos de instalaciones eléctricas

Administración y actualización de la base de datos georreferenciada de instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión a nivel nacional para la institución, es una de nuestras responsabilidades principales. Esta información se actualiza periódicamente, teniendo como fuente de datos: información del procedimiento Resolución N.º 177-2014-OS/CD, información de campo, información proporcionada por las unidades de la Gerencia de Supervisión de Electricidad, información a nivel proyecto, información decepcionada bajo otros procedimientos que supervisa Osinergmin, entre otras, utilizando como software principal el ArcGIS.

1.4.2. Supervisión de la Resolución N.º 177-2014- OS/CD

Generar informes, informes especiales y otros documentos con el fin de supervisar el cumplimiento de las obligaciones legales, contractuales, técnicas o fiscales, según lo establecido en la Resolución N.º 177-2014-OS/CD, como parte de su Plan Anual de Supervisión. Esto implica la validación y verificación de la información proporcionada por las empresas que cuentan con instalaciones eléctricas, con el objetivo de garantizar la calidad de

la información presentada para su retroalimentación en la base de datos de instalaciones eléctricas.

1.4.3. Validación de la Información geoespacial

Se revisa y validación de la información geoespacial enviada por las empresas que cuentan con instalaciones eléctricas, y que bajo la obligación de otros procedimientos de OSINERGMIN y que también se utiliza como fuente de información para retroalimentar la base de datos. Esta información debe ajustarse a los parámetros y condiciones establecidos. Dicha información puede incluir datos en formato vectorial, como archivos shapefile, CAD o geodatabase, así como información en formato Excel, CSV y documentos.

1.4.4. Inspecciones de Campo

Realización de inspecciones de campos a instalaciones eléctricas a nivel nacional. Estas inspecciones tienen como objetivo validar la información reportada por la empresa empresas eléctricas y establecer criterios para casos que involucren nuevas tecnologías u otros aspectos particulares, garantizando así que se pueda realizar una supervisión efectiva en gabinete.

1.4.5. Respuesta a solicitudes de información pública e interna

Realización de informes e información gráfica (archivos shapefile, kmz o AutoCAD), para la atención de solicitudes de información pública que se encuentran amparadas bajo la Ley N.º 27444 – Texto Único Ordenado de la Ley de Procedimiento Administrativo General, referido a la colaboración entre entidades así como el Artículo 11 inciso b) de la Ley N.º 27806 – Ley de transferencia y Acceso a la Información Pública, teniendo como fuente de datos la base de datos de instalaciones eléctricas, y teniendo a su vez como base las consideraciones señaladas en el Código de Nacional de electricidad (Suministro, 2011) aprobado bajo la resolución N°214-2011-MEM/DM, en cumplimiento de las normativas vigentes y la colaboración entre entidades.

Por otro lado, Las unidades técnicas constantemente requieren que les proporcione información en formato KMZ para llevar a cabo sus procesos de supervisión, tanto en campo como en el gabinete.

1.4.6. Identificación de Instalaciones eléctricas en escenarios de Riesgo

Ante los fenómenos climatológicos es un factor recurrente en el país, los que se presentan en magnitud diversa y dependen del grado de presentación impactan hacia la población. Se realizan informes de identificación de instalaciones de generación y transmisión eléctrica susceptibles ante eventos naturales. Estos informes con mayor frecuencia se realizan a fines e inicios de año, realizando un monitoreo constante de las zonas de riesgo identificadas por ¹⁹ Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), ENFEN y otras instituciones públicas relevantes, con el objetivo de preparar un sistema de prevención fin de minimizar las consecuencias, realizar acciones de reforzamiento a las instalaciones eléctricas y por ende se produzca las interrupciones del fluido eléctrico a nivel nacional.

1.4.7. Generación de Información Grafica

Con el fin de optimizar la eficiencia operativa, estos diagramas, planos y esquemas georreferenciados no solo reflejarán los resultados de supervisión, sino que también proporcionarán una representación detallada y visualmente intuitiva de la infraestructura eléctrica y las áreas específicas que requieran atención, ofreciendo así una herramienta integral para la toma de decisiones informada. Esta información gráfica, también incluirá no solo la información elaborada para la institución, sino también se tomará cartográfica base de los Web Services de las instituciones públicas (véase en anexos).

7 II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

La actividad que será descrita en el presente informe será **3** administración de una base de datos georreferenciada de instalaciones de generación y transmisión eléctrica a nivel nacional, para la publicación en los Web Services de OSINERGMIN para uso interno y público, utilizando la plataforma ArcGIS.

2.1. Generalidades

2.1.1. Antecedentes

Según lo señalado por Sánchez et al. (2017), en el artículo “Sistema de información geográfica y ontologías para la toma de decisiones en la gestión eléctrica”, se destaca la necesidad de un modelo que gestione datos mediante un profundo esquema conceptual del dominio. El objetivo principal, derivado del análisis del estado actual de los sistemas de información geográfica, especialmente aquellos empleados en el sector eléctrico, consiste en establecer una ontología que potencie las capacidades de recuperación del Sistema de Información Geográfica de la Unión Eléctrica en la gestión de datos, facilitando así la toma de decisiones en diversos procesos eléctricos; a través del desarrollo de una ontología ligera, que incorpora únicamente conceptos con su taxonomía y relaciones (propiedades de los objetos) en su conceptualización, simplificando el análisis de datos y evitando problemas de compatibilidad. Este Sistema de Información Geográfica de alcance nacional es aplicable a diversas áreas dentro de las empresas eléctricas. Sus principales ventajas incluyen la facilidad para realizar consultas, la generación de un visor que abarca toda la información de la base de datos, el acceso a la información en un lenguaje cercano al natural y facilidades para la gestión de recursos y la toma de decisiones. La evaluación del software se llevó a cabo utilizando los estándares de calidad establecidos por la norma ISO-9126:2002.

Por otro lado, según lo señalado por Lazo (2014) en su tesis “Los sistemas de información Geográfica (SIG) en la generación eléctrica del Ecuador”, propone integrar los sistemas de información geográfica con la generación eléctrica en Ecuador, estableciendo esta generación a lo largo de un territorio rico en recursos naturales. Su proyecto identifica la mayoría de las centrales de potencia, su ubicación geográfica y los criterios que las destacan como relevantes para la generación eléctrica. También se consideran los proyectos en aumento en la generación eléctrica. Presenta una aplicación de un sistema de información geográfica que registra las contribuciones energéticas de diversas centrales de potencia por hora, realizando un análisis para casos extremos, como períodos de lluvia y sequía en el país. Además, establece una conexión con la situación actual del país y se realiza un análisis energético sobre los posibles cambios que implicaría la transición de gas a energía eléctrica.

2.1.2. Justificación de la actividad

La administración de datos geospaciales en el sector de energía eléctrica, especialmente en el contexto de OSINERGMIN. Con el crecimiento continuo del sector eléctrico y la creciente complejidad de las infraestructuras, la correcta administración de datos georreferenciados se ha vuelto esencial para garantizar ⁶⁰ la eficiencia operativa y la toma de decisiones informadas.

Teniendo una base de datos actualizada y pública permiten la visualización, el análisis espacial y la integración de información diversa, permitiendo apoyar a ⁶ la gestión de los procesos de regulación, supervisión y fiscalización del Osinergmin. Además, contribuye a la toma de decisiones en los diferentes niveles de gobierno, inversionistas, organizaciones, entidades públicas y privadas del ámbito nacional. Facilita el acceso a esta información a estudiantes e investigadores que contribuyen al desarrollo del país, así como a los ciudadanos en general.

2.2. Objetivos de la actividad

2.2.1. Objetivo general

- Administrar base de datos geospaciales ¹⁷ de las instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión en el OSINERGMIN, mediante la implementación de Sistema de Información Geográfica, para lograr una optimización en la accesibilidad, seguridad y eficiencia en el manejo de datos georreferenciados.

2.2.2. Objetivos específicos

- Implementar ⁴⁰ de un Sistema de Información Geográfica para optimizar las actividades de supervisión de instalaciones de generación y transmisión eléctrica a nivel nacional.
- Recopilar datos técnicos e ¹ información georreferenciada de instalaciones de generación y transmisión eléctrica.
- Validar la calidad de los datos georreferenciados existentes en la división de electricidad de OSINERGMIN.
- Actualización de la geodatabase ³⁵ de información georreferenciada de instalaciones de generación y transmisión eléctrica en los servidores de Osinergmin.

2.3. Definiciones de términos básicos

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** ¹² Los sistemas de información geográfica, como herramientas informáticas, tienen la capacidad de gestionar y analizar datos georreferenciados para abordar cuestiones relacionadas con el territorio y el medio ambiente. El primer término enfatiza el enfoque computarizado del procesamiento de datos, lo que implica la ejecución automática de operaciones a través de computadoras. En segundo lugar, es importante resaltar que se centran en la administración, análisis y modelado de datos geográficos, que se caracterizan por tener una dimensión tanto

temática como espacial, como se discutirá en el próximo capítulo.¹² En este contexto, los SIG se orientan hacia el conocimiento y estudio de las estructuras espaciales, donde la ubicación relativa de los elementos geográficos en relación con un fenómeno particular es fundamental. Por último, los SIG son herramientas multipropósito que se aplican en una variedad de campos, desde la planificación territorial y la gestión catastral hasta la prevención de riesgos naturales y el análisis de mercados. (Santos, 2020)

- Web Map Service (WMS):** Los Web Map Service o Servicio de publicación de mapas genera mapas de manera interactiva utilizando datos geográficos en forma de vectores o imágenes raster, mostrando la información como imágenes digitales que se pueden ver en una pantalla. Normalmente, la representación visual se realiza en formatos raster, como PNG, GIF o JPEG,⁴³ aunque en ocasiones se muestran como datos vectoriales en formatos como Scalable Vector Graphics (SVG) o Web Computer Graphics Metafile (WebCGM).² Estos mapas pueden superponerse entre sí, siempre que compartan los mismos parámetros geográficos y el tamaño de salida (Del Rio, 2010).
- ArcGIS:** Forma parte de los productos S.I.G de Esri, que comparten una misma arquitectura y en los que se incluyen varios programas: Arc View, ArcEditor y ArcInfo. Todos estos programas se componen por ArcMap, ArcCatalog y ArcToolBox, cada uno con su propio grado de funcionalidad (Peña, 2005).
- ArcMAP:** Aplicación central usada en ArcGIS. ArcMap es emplea para visualizar y explorar información SIG, asignar símbolos y generar mapas con el propósito de imprimir o publicar (Cañón et al., 2023).
- Archivos CAD:** Equivale a una representación digital de un dibujo, figura o esquema creado a través de un sistema CAD.³ Los archivos CAD constituyen la fuente de datos para los conjuntos de datos de dibujos CAD, conjuntos de datos de entidades y clases de entidades de CAD. ArcGIS es compatible con formatos de archivo como DWG

(AutoCAD), DXF (AutoDesk's formato de intercambio de dibujos) y DGN (formato de archivo predeterminado de MicroStation). Los archivos CAD se representan en ArcCatalogo mediante un dataset de entidad de CAD y un dataset de dibujo CAD (Cañón et al., 2023).

- **Geodatabase:** Es una base de datos geográfica orientada a objetos que proporciona servicios para gestionar datos geográficos. Estos servicios abarcan reglas de validación, relaciones y conexiones topológicas. Un geodatabase incluye datasets de entidades y se organiza dentro de un sistema de gestión de base de datos relacionales (Peña, 2005).
- **Georreferenciar:** Procedimiento que establece la relación entre los datos de ráster y las coordenadas en un mapa. Al georreferenciar los datos ráster, permite su visualización, consulta y análisis junto a otros datos geográficos (Peña, 2005).
- **Shapefile:** Formato de almacenamiento de datos vectoriales que se utiliza para guardar la información sobre la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas. Se guarda como un conjunto de archivos relacionados y que contiene una única clase de entidad (Peña, 2005).
- **Featurdataset:** Colección de clases de entidad almacenadas juntas que comparten la misma referencia espacial; esto es, comparten un sistema de coordenadas y sus entidades se encuentran en un área geográfica común. Es posible almacenar clases de entidades con tipos de geometría diferentes en un dataset de entidades (Diccionario SIG de Esri Support, 2023).
- **Model Builder:** Interfaz utilizada para construir y editar modelos de geoprocamiento en ArcGIS (Diccionario SIG de Esri Support, 2023).
- **Datum:** Sistema de Referencia Geodésico que se establece por la superficie de referencia precisamente posicionada y mantenida en el espacio. Este Datum se crea a través de una red equilibrada de puntos. El Datum geodésico se describe como un conjunto de

parámetros que detallan la superficie de referencia el sistema de coordenadas de referencia utilizado en geodesia para calcular las coordenadas de puntos en la Tierra. En general, los Datums se dividen en componentes horizontales y verticales para su definición (IGN, 2015).

- **Empresa:** Entidad concesionaria o titular de autorización en el ámbito del sector eléctrico, ya sea como concesionario con sistemas eléctricos aislados o como municipalidades dedicadas a las actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica (OSINERGMIN, 2012).
- **Subestaciones eléctricas:** Parte de una red eléctrica, concentrada en una ubicación específica e incluye principalmente los puntos de conexión de los dispositivos de control y maniobra, así como las celdas de las líneas de transmisión o distribución, pudiendo también abarcar transformadores. Por lo general, engloba las instalaciones esenciales para los sistemas de seguridad y control (OSINERG, 2006).
- **Línea de transmisión:** Disposición de apoyos, conductores, ferretería, aisladores y accesorios para transportar electricidad a una tensión igual o superior de 30 kV, entre dos puntos de un sistema (OSINERG, 2006).
- **Centrales eléctricas:** Son complejos industriales destinados a la producción de energía eléctrica a gran escala, pudiendo albergar múltiples generadores. La electricidad generada en estas plantas se transporta a una subestación a través de conductores ubicados en torres eléctricas o vías subterráneas. En las cual, los transformadores mantienen la potencia constante, ajustando la tensión para garantizar niveles adecuados de transmisión y distribución de la energía eléctrica. (Pérez, 2023).

2.4. Equipos y herramientas

2.4.1. Equipos tecnológicos

- Computadora de escritorio: procesador Intel i5, RAM 16gb
- GPS Diferencial
- Cámara fotográfica

2.4.2. Herramientas de procesamiento

- Software ArcGIS Desktop
- Software AutoCAD
- Google Earth Pro
- SASPlanet
- Software Office

2.5. Recopilación de Información

De manera mensual se realiza la recopilación de información para la actualización de información de las instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión, bajo distintas fuentes de información:

Se debe considerar que cada una de estas fuentes de información, en muchos de los casos solo pueden contener coordenadas de ubicación de la instalación o/y información técnica que será acondicionada para completar los campos de cada capa a actualizar y que a su vez serán complementados entre ellos.

Toda esta recopilación de información y estructuración como una primera etapa se realiza en tablas en formato Excel, el cual nos permitirá el ordenamiento y disposición de los datos obtenidos por cada fuente de información:

2.5.1. Información georreferenciada presentada por las empresas eléctrica mediante el Resolución N.º 177-2014- OS/CD.

Mediante la Resolución Consejo Directivo N.º 177-2014-OS/CD, la cual aprueba la

Norma “Guía de Elaboración y Presentación de Información Georeferenciada de las Instalaciones de los Sistemas de Generación y Transmisión Eléctrica”. Esta normativa tiene como objetivo ¹ establecer los criterios, pautas, plazos, formatos y otros aspectos relevantes para la entrega de información georeferenciada sobre las instalaciones de generación y transmisión eléctrica ante OSINERGMIN, con el propósito de que sean ¹ implementar una base de datos de información georeferenciada de las instalaciones de generación y transmisión del país.

Esta información es presentada por todas las empresas cuyas instalaciones ³⁷ de generación y/o transmisión estén integradas en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional o de los Sistemas Aislados.

En esta Guía, solicitan información gráfica y técnica de instalaciones de las ¹ centrales de generación, subestaciones y líneas de transmisión y de los equipos principales que contiene, según se describe a continuación:

- ¹ Formatos de la Estructura Organizacional
- Formatos de Instalaciones Eléctricas
- Formatos ¹ de Metrados de Instalaciones de Generación y Transmisión Eléctrica

La información técnica ¹ se refiere a los detalles técnicos de las instalaciones eléctricas.

En cuanto a la información gráfica de estas instalaciones, se trata de la información esencial para ¹ representarlas gráficamente mediante coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) con datum WGS84 y zona UTM (17,18 ó 19).

También realizan entregables de información de planos de planta georeferenciados y esquemas unifilares de sus instalaciones, como se muestra en las siguientes figuras:

2.5.2. Información por procedimientos de la institución.

Se recopila información georeferenciada de otros procedimientos que forman parte de los procesos de supervisión y fiscalización y que, como parte de su cumplimiento, se presentan

coordenadas de ubicación de sus instalaciones e información técnica.

- RCD N.º 091-2006-OS/CD - Procedimiento para supervisión y fiscalización del performance de los Sistemas de Transmisión.
- RCD N.º 264-2012-OS/CD - Procedimiento para la supervisión de los planes de contingencias operativos en el sector eléctrico.
- RCD N.º 091-2021-OS/CD - Procedimiento para la Fiscalización del Cumplimiento del Plan de Inversiones de los Sistemas Secundarios y Complementarios de Transmisión”.
- Otros.

2.5.3. Información de las instalaciones eléctricas en Etapa de proyecto.

Mediante el portal Sissup - Sistemas de Información de la Supervisión de Contratos, la institución gestiona la información relevante de los proyectos incluidos en los Contratos de Concesión de Líneas de Transmisión y Contratos de Concesión y Compromisos de Inversión de Centrales de Generación Eléctrica y la evolución técnico - económica de los mismos; que conforman el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), además de los Sistemas Eléctricos Aislados.

Mediante esta información nos permite tener acceso a toda información entregada por las empresas eléctricas cuando se encuentran en la etapa de proyecto y documentación como parte del proceso de supervisión del avance de los proyectos, de lo cual se actualiza las capas de las subestaciones, líneas de transmisión y centrales, tanto:

- a. Identificación de instalaciones nuevas que están en etapa de proyecto.
- b. Actualización del dato “Estado” de cada una de las instalaciones que podría ser: en operación, en construcción, paralizadas, en estudio, en caducidad, otros
- c. Actualización de data técnica de la instalación y sus elementos
- d. Ubicación georreferenciada de la instalación eléctrica.

Por otro lado, al ser el SISSUP una plataforma de uso interno de la institución, se realizan las publicaciones de compendios tanto los que estaban en estado de Construcción y cambiaron de estado a “En Operación”, como también los que aún están en etapa de “Construcción”, lo cuales se pueden visualizar en su página web.

2.5.4. Información vectorial

Parte de la información que se recibe también abarca información en formato: tipo vectorial (punto, línea o polígono), información en formato de AutoCAD, archivos kml o kmz, entre otros; los cuales son entregados por personal que pertenece a la institución o forma parte del equipo técnico de este, que como parte de su trabajo las empresas eléctricas les proporcionan información o como parte de sus supervisiones de campo rescatan información geoespacial, que nos sirve también para la verificación o corrección de ubicación de instalaciones que se tienen como dato histórico.

2.5.5. Información recopilada en etapa de supervisión de campo.

Como parte de la recopilación y a la vez validación de la información con el que se cuenta, se realizan supervisiones de campo a nivel nacional, con el fin de la verificación ¹ de la información técnica y georreferenciada de instalaciones eléctricas de alta tensión y recaudar correcciones que se puedan identificar hacia la información base de alguna instalación que se tiene.

- a. Las supervisiones se realizan para las instalaciones como: Subestaciones y sus equipos principales, estructuras de línea de transmisión, como también las centrales de generación con sus equipos internos, todas en Operación.
- b. Se realizan contrastes de identificaciones únicos de cada elemento, con el cual se identifica al elemento o instalación en ¹⁴ la base de datos.

- c. Se realiza la verificación de planos de planta y esquemas unifilares que fueron previos entregados por las empresas eléctricas.
- d. Estas inspecciones de campo se realizan con la participación de equipo técnico, acompañado con representantes de la empresa eléctrica, los cuales firman un “Acta de Supervisión-ES” especificando las actividades realizadas y las observaciones encontradas durante la inspección.
- e. Estas mediciones se realizan con un GPS Diferencial: marca Trimble, modelo R8 GNSS. Precisión: ²⁰horizontal 3 mm + 0,5 ppm RMS y vertical 5 mm + 0,5 ppm RMS y posteriormente en la etapa de gabinete, los datos tomados son corregidos con la estación de rastreo permanente más cercana y operativa del Instituto Geográfico Nacional (IGN): AN03 (punto geodésico de referencia), según donde se ubique la instalación.

2.6. Generación de información vectorial

2.6.1. Generación de Información usando Model Builder

Con el fin de generar archivos vectoriales, ya sea de puntos, líneas o polígonos, teniendo como fuente de información la recopilación de información de la etapa antes descrita (formatos como Excel o CSV), dado que este proceso es rutinario se desarrolló un Modelo Generador en el cual se simplificarán las operaciones realizadas. Se emplearon la función del software ArcGIS como:

- Make XY Event Layer : Herramienta que posibilita la generación de una nueva capa de entidades de punto utilizando las coordenadas x e y que se encuentran definidas en una tabla. Si la tabla original contiene coordenadas z (que representan valores de elevación), también es posible indicar este campo durante la creación de la capa de eventos. Es importante mencionar que la capa generada por esta herramienta es de

naturaleza temporal (Esri, 2021).

- Feature class to Feature class: Convierte ² una clase de entidad o capa de entidades en una clase de entidad (Esri, 2021).
- Points to Line: ² Crea entidades de línea a partir de puntos (Esri, 2021).
- Feature to Polygon: ² Genera una clase de entidad que incluye polígonos creados a partir de las áreas delimitadas por las entidades de polígono o de línea proporcionadas como entrada (Esri, 2021).
- Spatial Join: ³ Tipo de operación de combinación de tablas en la cual los campos de una tabla de atributos de una capa se fusionan con la tabla de atributos de otra capa según la posición relativa de las entidades en ambas capas (Diccionario SIG de Esri Support, 2023).
- Join Field: Combinar dos tablas a través ²⁶ de un campo de atributos compartido. La tabla de entrada se modifica para incluir los campos de la tabla con la que se está realizando la unión. Es posible elegir cuáles campos de la tabla de unión se añadirán a la tabla de entrada (Esri, 2021).
- Table to table: Exporta registros de tablas, vistas de tablas, clases de entidades, capas de entidades o imágenes rasterizadas junto con una tabla de atributos a una geodatabase o a un formato de archivo .csv, .txt o .dbf (Esri, 2021).

Estos Model Builde lo que genera es transformar de datos de coordenadas (archivos Excel o CSV) a información vectorial (puntos, líneas o polígonos) y a su vez también se realizado un Join Data con otra tabla que contiene la información técnica de la instalación o elemento. Este Join Data se realiza en todos los casos teniendo como dato común el Código único de cada elemento. Tomar en cuenta que todo este proceso se almacena en una geodatabase temporal, almacenando información vectorial en capa que le corresponde (Capa de subestación, capa de línea de transmisión, de centrales, de generadores, entre otros).

2.6.2. Generación de Información usando Python en ArcMap

Python, es lenguaje de programación que nos permite la generación de código que nos permiten de manera efectiva la tarea de convertir un archivo excel a un shapefile utilizando. Este script, diseñado para la conversión de coordenadas de un sistema a otro, demuestra la capacidad de automatizar procesos geoespaciales. Esta herramienta aún se viene trabajando de manera inicial y haciendo que pueda ir adaptando a las nuevas necesidades, se menciona un ejemplo de código elaborado para la conversión de coordenadas a puntos en formatos shapefile.

2.7. Validación y transformación de la información

Posterior a tener esta información en una geodatabase temporal, en esta etapa se lleva a cabo la validación, ajuste del sistema de coordenadas, y transformación de proyección (si este lo requiere) de cada una de las instalaciones nuevas o que serán actualizadas. Para lograrlo, se realizaron las siguientes acciones o procesos:

2.7.1. Validación del datum.

Se debe verificar que la información este en datum WGS84 proyección UTM, en algunos casos se ha encontrado que la información se encuentra en datum Provisional Sudamericano de 1956 (PSAD56), por tanto, es necesario realizar la conversión:

Utilizando la herramienta Define Projection software ArcGIS, se asigna el datum y el sistema de coordenadas adecuados a los archivos vectoriales. Posteriormente, con la ayuda de la herramienta Project, se llevó a cabo la reproyección al sistema WGS84.

2.7.2. Verificación de información con imágenes

Después de validar el datum de la información recopilada, se procede a llevar a cabo una verificación adicional utilizando imágenes satelitales, así como imágenes proporcionadas por Google Earth. Esta validación visual es esencial ⁴² para asegurar la precisión y la integridad de los datos geoespaciales, permitiendo una comprobación detallada de ²⁰ la ubicación y la

disposición de los elementos en el terreno. La comparación entre la información geográfica obtenida y las imágenes satelitales garantiza la fiabilidad del conjunto de datos y mejora la confianza en los resultados finales.

2.8. Actualización de la información

Después de completar el proceso de validación, se procede con etapa de transferencia de información vectorial preliminar hacia la base de datos Oracle de los servidores de la institución. Esto se realiza con el fin de actualizar la información de las capas de las instalaciones eléctricas (instalaciones de generación y transmisión eléctrica), lo que implica una revisión minuciosa de los datos verificados y su integración con las últimas actualizaciones y cambios en las infraestructuras eléctricas.

La migración de los datos mencionados anteriormente se lleva a cabo mediante el uso de la herramienta "Simple Data Loader". Esta herramienta facilita la carga de datos en clases de entidad que ya tienen información. Es posible cargar datos desde coberturas, shapefiles o geodatabases existentes, siempre y cuando estén dentro de la referencia espacial de la clase de entidad en la que se realizará la carga. En la siguiente Figura se muestra la herramienta a utilizar:

Cuando esta migración se ha realizado, de manera automática que ven reflejados en los Web Services de la institución, que se encuentran públicas en su página web, como se muestra en las siguientes figuras:

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Entre los principales aportes del bachiller a la empresa se podrían mencionar los siguientes:

- Administración de la base de datos de instalaciones eléctricas ¹ de generación y transmisión eléctrica para OSINERGMIN, con el fin de que pueda ser utilizado para los fines de la institución.
- Recopilación datos técnicos e información georreferenciada de instalaciones eléctricas.
- Validación de datos georreferenciado de instalaciones de generación y transmisión.
- Elaboración de informes de supervisión de ¹⁰ la Resolución N° 177-2014- OS/CD que permitirá el cumplimiento del Plan anual de supervisión en la institución.
- Participación de inspecciones de campo a instalaciones eléctricas para la verificación de la información en gabinete.
- Realización de un Model Builder con el fin de optimizar del tiempo para procesos rutinarios, simplificando y acelerando el geoprocésamiento de la información al emplear un solo flujo de trabajo.
- Capacitación de personal de las divisiones de electricidad con respecto a los servicios WEB MAP SERVER y del uso de sus herramientas.
- Instrucción a las empresas eléctricas sobre la presentación de la información para el cumplimiento de la Resolución N.º ¹⁰ 177-2014- OS/CD.

IV. CONCLUSIONES

- La Administración de la base de datos geospaciales de las instalaciones de generación y transmisión eléctrica de alta tensión, mediante la implementación de Sistema de Información Geográfica, logró la optimización en la accesibilidad, seguridad y eficiencia en el manejo de datos georreferenciados.
- La Implementación de un Sistema de Información Geográfica permitió la optimización de las actividades de supervisión de instalaciones de generación y transmisión eléctrica a nivel nacional.
- La recopilación y validación de datos técnicos e información georreferenciada de instalaciones de generación y transmisión eléctrica, permitió la actualización de la base de datos garantizando la incorporación de información confiable, precisa y verificada.

V. RECOMENDACIONES

- Implementar nuevas tecnologías ² con el fin de que mejorar la calidad de datos, capacidad para recopilar y analizar datos.
- Definir flujos continuos de recopilación de información desde las unidades de supervisión de los distintos procedimientos.
- Implementar procedimientos de verificación y validación de manera automatizada de datos lo cual permitirá mayor rigurosidad en la calidad y precisión de la base de datos.
- Seguir capacitando al personal en el uso eficaz de las herramientas GIS, así puedan seguir identificando las ventajas que estas herramientas pueden brindar ²⁴ para la administración y actualización de la base de datos geoespaciales.

ADMINISTRACIÓN DE BASE DE DATOS GEOESPACIALES MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SECTOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA - PERÚ 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	zdocs.mx Fuente de Internet	2%
4	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	1%
6	www.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	portalgfe.osinerg.gob.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.osinerg.gob.pe Fuente de Internet	1 %
11	support.esri.com Fuente de Internet	1 %
12	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
13	es.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1 %
17	www.enelamericas.com Fuente de Internet	<1 %
18	CONSULTORIA INTERNACIONAL EN INGENIERIA Y GESTION PARA EL DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA-CINYDE. "ITS de la Ampliación del Proyecto de la Central Térmica Eten de 230 MW y la Línea de Transmisión en 220 kV-	<1 %

IGA0002951", R.D. N° 493-2015-MEM/DGAAE,
2020

Publicación

19

andina.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

21

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

22

Sánchez Fleitas, Nayi, Comas Rodríguez, Raúl, García Lorenzo, María Matilde, Riverol Quesada, Amanda. "LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS PROCESOS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA", Universidad Regional Autónoma de Los Andes - Extensión Santo Domingo, 2018

Fuente de Internet

<1 %

23

mef.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

www.elagrimensor.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

25

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

27	CESEL S A. "EIA-SD del Proyecto Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Carabayllo - S.E. Nueva Jicamarca-IGA0003081", R.D. N° 352-2013-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1 %
28	cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
29	ridum.umanizales.edu.co Fuente de Internet	<1 %
30	www.przetargi.info Fuente de Internet	<1 %
31	www.senasa.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
32	es.dreamstime.com Fuente de Internet	<1 %
33	www.eldis.org Fuente de Internet	<1 %
34	www.ruralfinanceandinvestment.org Fuente de Internet	<1 %
35	www.santivanez.com.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.uba.ar Fuente de Internet	<1 %
37	Finer, Matt, and Clinton N. Jenkins. "Proliferation of Hydroelectric Dams in the	<1 %

Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity", PLoS ONE, 2012.

Publicación

38	imasgal.com Fuente de Internet	<1 %
39	steemit.com Fuente de Internet	<1 %
40	up-rid.up.ac.pa Fuente de Internet	<1 %
41	www.consumer.es Fuente de Internet	<1 %
42	www.valpopular.com Fuente de Internet	<1 %
43	Submitted to UNAPEC Trabajo del estudiante	<1 %
44	bio.hgy.es Fuente de Internet	<1 %
45	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
47	www.agriconsultingeurope.be Fuente de Internet	<1 %
48	www.pj.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

49 PRIETO INGENIEROS CONSULTORES S.A .. <1 %
"DIA del Proyecto Variante en 60 kV de la
Línea de Transmisión Marcona - Bella Unión y
S.E.T. Elevadora 60/66 kV-IGA0003654", R.D.
N° 132-2015-MEM/DGAAE, 2021
Publicación

50 haddensecurity.wordpress.com <1 %
Fuente de Internet

51 ltuxgjltag.gr8domain.biz <1 %
Fuente de Internet

52 publications.gc.ca <1 %
Fuente de Internet

53 repositorio.ufrn.br <1 %
Fuente de Internet

54 worldwidescience.org <1 %
Fuente de Internet

55 www.dataprix.com <1 %
Fuente de Internet

56 www.irun.org <1 %
Fuente de Internet

57 www.lahora.com.gt <1 %
Fuente de Internet

58 www.mef.gob.pa <1 %
Fuente de Internet

59 www.tequio.org Fuente de Internet <1 %

60 www.winshuttle.es Fuente de Internet <1 %

61 www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet <1 %

62 OSCAR YANGALI INGENIERIA E.I.R.LTDA..
"DIA del Proyecto Línea de Transmisión 60 kV
S.E. Potrero - S.E. Aguas Calientes 4.97 km-
IGA0002139", R.D. N° 130-2014-MEM/DGAAE,
2020
Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo