
Diseño de líneas eléctricas con el software DLTCAD y la mejora en los tiempos de procesos de instalación de líneas eléctricas de antenas en zonas rurales

Design of electrical lines with the DLTCAD software and the improvement in the times of installation processes of electrical lines of antennas in rural areas

Freddy Jhonatan Meléndez Ramírez

<https://orcid.org/0000-0002-0852-2204>

fmelendezramirez@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica. Lima, Perú

RECIBIDO: 07/06/2023 - ACEPTADO: 12/07/2023 - PUBLICADO: 21/08/2023

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo presentar el diseño de líneas eléctricas con el software DLTCAD y la mejora en los tiempos de procesos de instalación de líneas eléctricas de antenas en zonas rurales.

Actualmente en las zonas rurales del Perú el servicio de telecomunicaciones es limitado y escaso, contando con un 68.6 % de acceso a "Telefonía Móvil" y un 68.7% de acceso a "Internet" (Fuente: ERETEL "Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones", 2021, OSIPTEL), de allí la importancia de contar con antenas en zonas rurales, necesarias para brindar el servicio de telecomunicaciones a las: escuelas, hospitales, comisarias, municipios, otros, y poder empezar a cerrar progresivamente la brecha digital en nuestro país. El DLTCAD es un software peruano y uno de los mejores en el mundo en el cálculo y diseño de líneas eléctricas. Las antenas ubicadas en zonas rurales requieren de energía eléctrica para el correcto funcionamiento de sus equipos, y para poder operar e irradiar el servicio de telecomunicaciones en beneficio de la población más necesitada con altos índices de pobreza extrema que no cuentan con servicios básicos de: agua, luz y más aun de telecomunicaciones, de allí la importancia de la instalación de líneas eléctricas de antenas en zonas rurales, y la importancia del diseño de estas líneas eléctricas con el uso de una herramienta o software de diseño eléctrico.

Palabras clave: Diseño, líneas eléctricas, DLTCAD, tiempos de procesos, instalación, antenas, zonas rurales.

ABSTRACT

This work aims to present the design of power lines with the DLTCAD software and the improvement in the process times for the installation of power lines for antennas in rural areas. Currently in rural areas of Peru the telecommunications service is limited and scarce, with 68.6% access to "Mobile Telephony" and 68.7% access to "Internet" (Source: ERETEL "Residential Survey of Telecommunications Services", 2021, OSIPTEL), hence the importance of having antennas in rural areas, necessary to provide the telecommunications service to: schools, hospitals, police stations, municipalities, others, and to be able to begin to gradually close the digital gap in our country. DLTCAD is a Peruvian software and one of the best in the world in the calculation and design of power lines. The antennas located in rural areas require electricity for the proper functioning of their equipment, and to be able to operate

and radiate the telecommunications service for the benefit of the most needy population with high rates of extreme poverty that do not have basic services such as: water , light and even more so in telecommunications, hence the importance of installing antenna power lines in rural areas, and the importance of designing these power lines with the use of an electrical design tool or software.

Keywords: Design, electrical lines, DLTCAD, process times, installation, antennas, rural areas.

I. ANTECEDENTES

Las antenas son elementos indispensables de las telecomunicaciones, desde el Telégrafo hidráulico inventado por Aeneas Tacticus en el siglo III a. C. utilizado en la 1ª Guerra Púnica, hasta la Torre de las Chimeneas en Corea del Sur (Anguera & Andújar, 2018) como primeras ideas del hombre de concepto en antenas de telecomunicaciones.

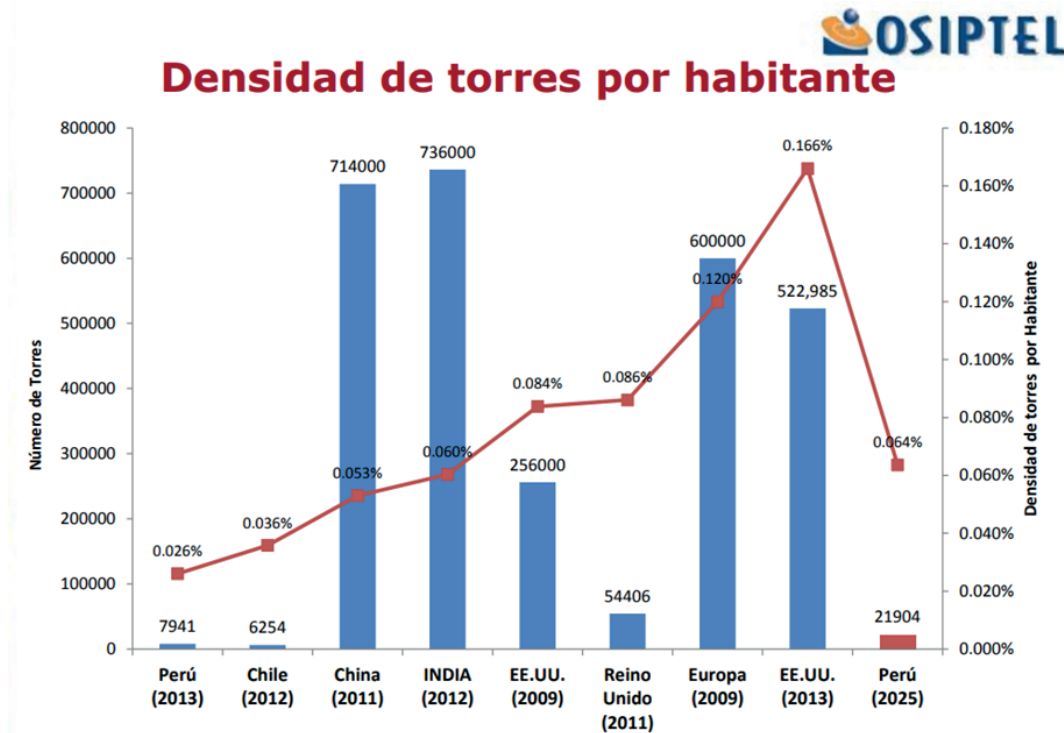
Comparando al Perú con otros países del mundo como: Chile, China, India, E.E.U.U., Reino Unido; tenemos una baja densidad de torres (antenas) por habitante y una baja densidad de torres (antenas)

por kilómetro cuadrado (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, 2013). Ver Fig. 1 y Fig. 2:

Las antenas de telecomunicaciones son de suma importancia para el desarrollo de las telecomunicaciones en el Perú, más aún las antenas ubicadas en zonas rurales. Éstas permiten brindar a los usuarios finales de zonas rurales el servicio de “Telefonía Móvil” e “Internet”.

Es necesario para la telefonía móvil que varias antenas se interconecten, y los clientes puedan tener conexión. Si la cantidad de antenas es insuficiente,

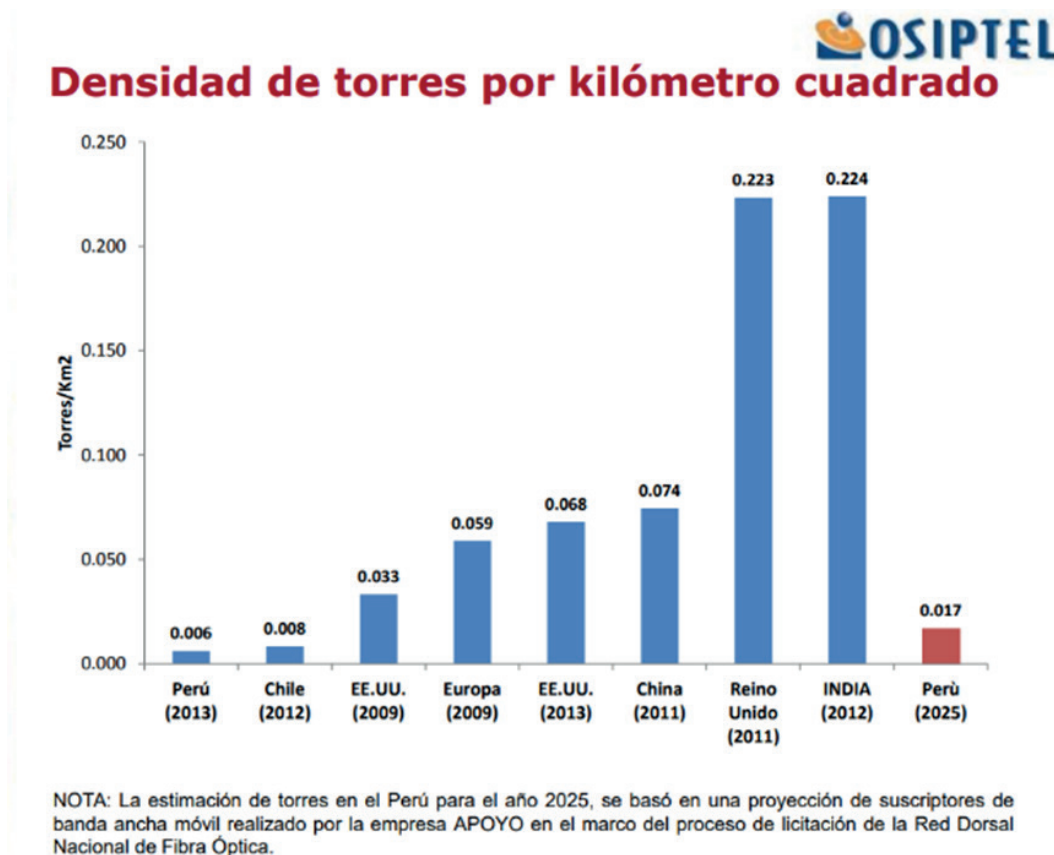
Fig. 1
 “Densidad de torres por habitante” Fuente: Osiptel (2013). “Infraestructura y Calidad de los Servicios Móviles”.



NOTA: La estimación de torres en el Perú para el año 2025, se basó en una proyección de suscriptores de banda ancha móvil realizado por la empresa APOYO en el marco del proceso de licitación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.

Fig. 2

“Densidad de torres por kilómetro cuadrado” Fuente: Osiptel (2013). “Infraestructura y Calidad de los Servicios Móviles”.



se perderá la conexión y se caerán las llamadas. La eficiencia de las llamadas y transmisión de datos, depende la cantidad de antenas que cuente la red de telecomunicaciones (Jaramillo, 2015).

Las comunicaciones actualmente pasaron a ser una necesidad para el ser humano, desde la utilización de un equipo celular hasta equipos de comunicaciones con GPS, Wifi, otros. Asimismo, existen zonas y/o sectores en los países que no acceden al servicio de tecnología móvil, lo que no genera el desarrollo de la población de manera integral, siendo las zonas y/o sectores rurales lo más perjudicados (Benítez, 2016).

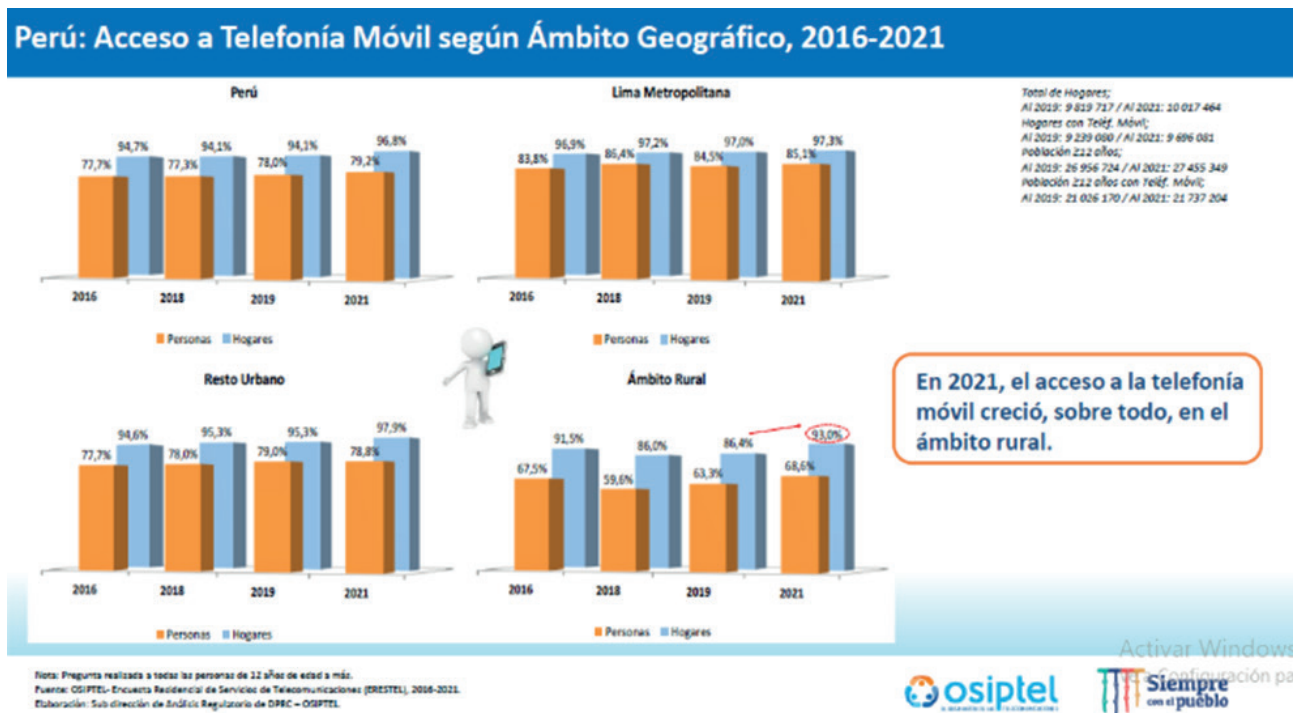
Lamentablemente en mayor medida por factores económicos, y en algunos casos por factores técnicos y/o legales, las empresas privadas y el Estado, no implementan una mayor cantidad de antenas de telecomunicaciones. En las empresas privadas, el factor económico principalmente se da en las zonas rurales, ya que no ven un buen nicho de mercado ni pronto retorno de su inversión.

En la reciente Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL) del año 2021 por parte de OSIPTEL, se verifica que el acceso de “Telefonía Móvil” a nivel nacional según ámbito geográfico está al 96.8 % en hogares y al 79.2 % en personas a nivel nacional, y al 93.0 % en hogares y al 68.6 % en zonas rurales, teniendo aún pendiente el 20.8 % de acceso de Telefonía Móvil a las personas a nivel nacional y el 31.4 % en zonas rurales (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, 2023). Ver Fig 3.

Además, se verifica que el acceso a “Internet” a nivel nacional está a un 87.7 % y en zonas rurales al 68.7 %, teniendo aún pendiente el 12.3 % de acceso de Internet a la población a nivel nacional y el 31.3 % en zonas rurales (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, 2023). Ver Fig. 4.

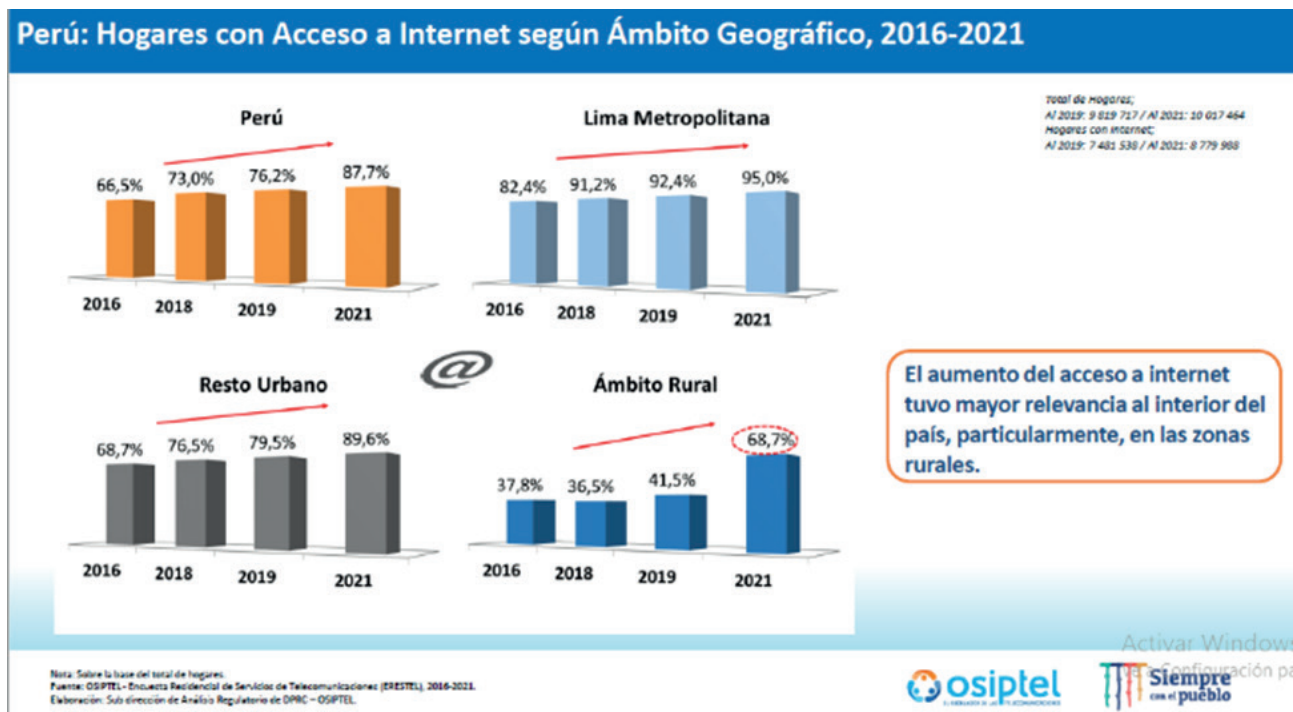
En el *CADE Digital del año 2021 (4ta Edición, Cade: Conferencia Anual de Ejecutivos)*, el presidente del Consejo Directivo del Organismo

Fig. 3
 “Perú: Acceso a Telefonía Móvil según Ámbito Geográfico, 2016-2021”



Fuente: OSIPTEL (2023) “Perú: Acceso a Telefonía Móvil según Ámbito Geográfico, 2016-2021”

Fig. 4
 “Perú: Hogares con Acceso a Internet según Ámbito Geográfico, 2016-2021”



Fuente: OSIPTEL (2023) “Perú: Hogares con Acceso a Internet según Ámbito Geográfico, 2016-2021”.

Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL), Rafael Munte, indicó: **“Hemos pasado de tener una conectividad de 2% en hogares rurales en el 2012 a más de 40% en la actualidad, lo que es importante para el mundo rural, pero nos plantea a avanzar mucho más todavía”**. Munte resaltó que se necesita continuar con el trabajo articulado entre el Estado y el sector privado para brindar mayor conectividad a más zonas del país, sin perder de vista otros factores que permitan aprovechar todas las oportunidades que ofrece el acceso a internet de banda ancha, para dotar de los servicios públicos que merecen los ciudadanos (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, 2021).

Según OSIPTEL al año 2021 se requirieron instalar más de 12 400 antenas o estaciones base celular. Ver Fig. 5.

Al cuarto trimestre del 2021, el número de antenas de telecomunicaciones, que son esenciales para un mayor y mejor despliegue de los servicios de telefonía e internet móvil en el país, llegó a 72 mil 918 a nivel nacional en servicio (El Peruano, 2022).

II. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Las antenas de telecomunicaciones requieren de energía eléctrica en AC (Corriente Alterna) en su fuente principal, para poder operar e irradiar el servicio de telecomunicaciones.

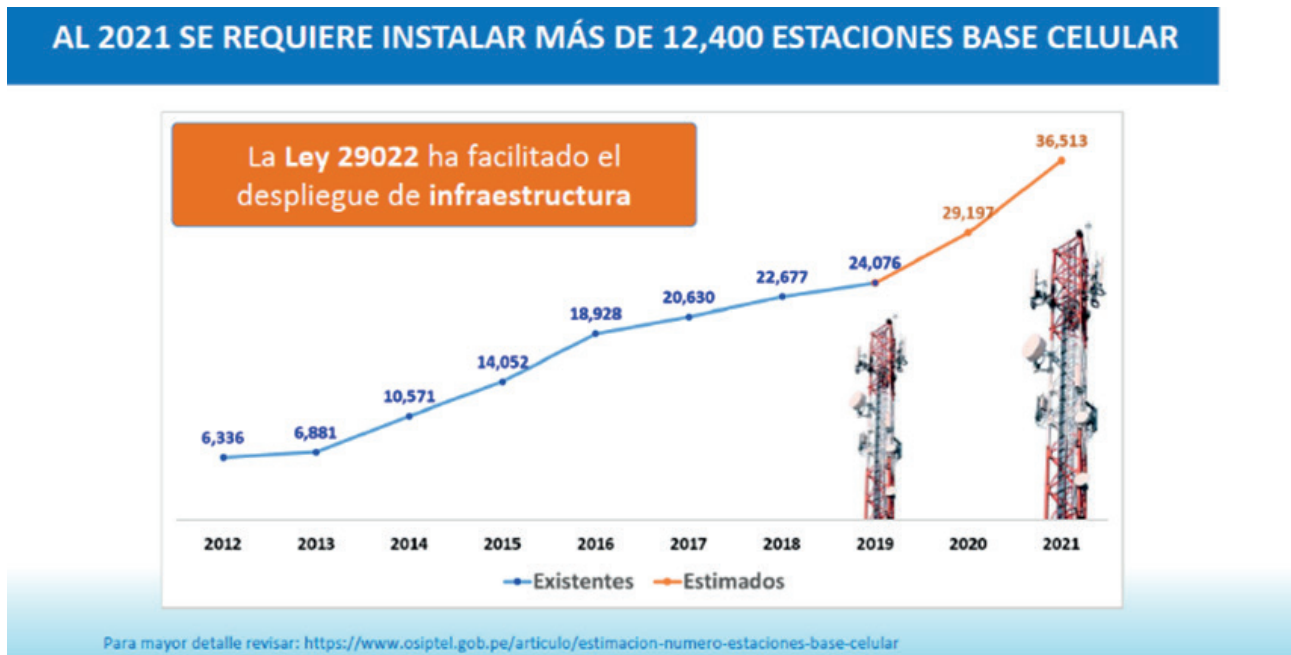
Por lo general, estas antenas necesitan una potencia contratada no mayor a 10 KW (kilo-watts), con sistema monofásico, 220 V (voltios) y 60 Hz (Hertz) de frecuencia, salvo casos específicos que se requiera un sistema trifásico cuando cuentan con una mayor cantidad de equipos eléctricos y/o electrónicos; de allí la importancia de la Instalación de Líneas Eléctricas de Antenas en Zonas Rurales. Ver Fig. 6, imagen referencial de Estación Base Celular o Antena de Telecomunicaciones:

Y ver Fig. 7, con esquema de línea eléctrica para antena de telecomunicaciones:

III. DEMORA EN LOS TIEMPOS DE PROCESOS DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

La demora en los tiempos de procesos de instalación de líneas eléctricas de antenas de telecomunicaciones, se debe a muchos factores, tales como:

Fig. 5
“Al 2021 se requiere instalar más de 12400 estaciones base celular”



Fuente: OSIPTEL (2021) “Al 2021 se requiere instalar más de 12400 estaciones base celular”

Fig. 6

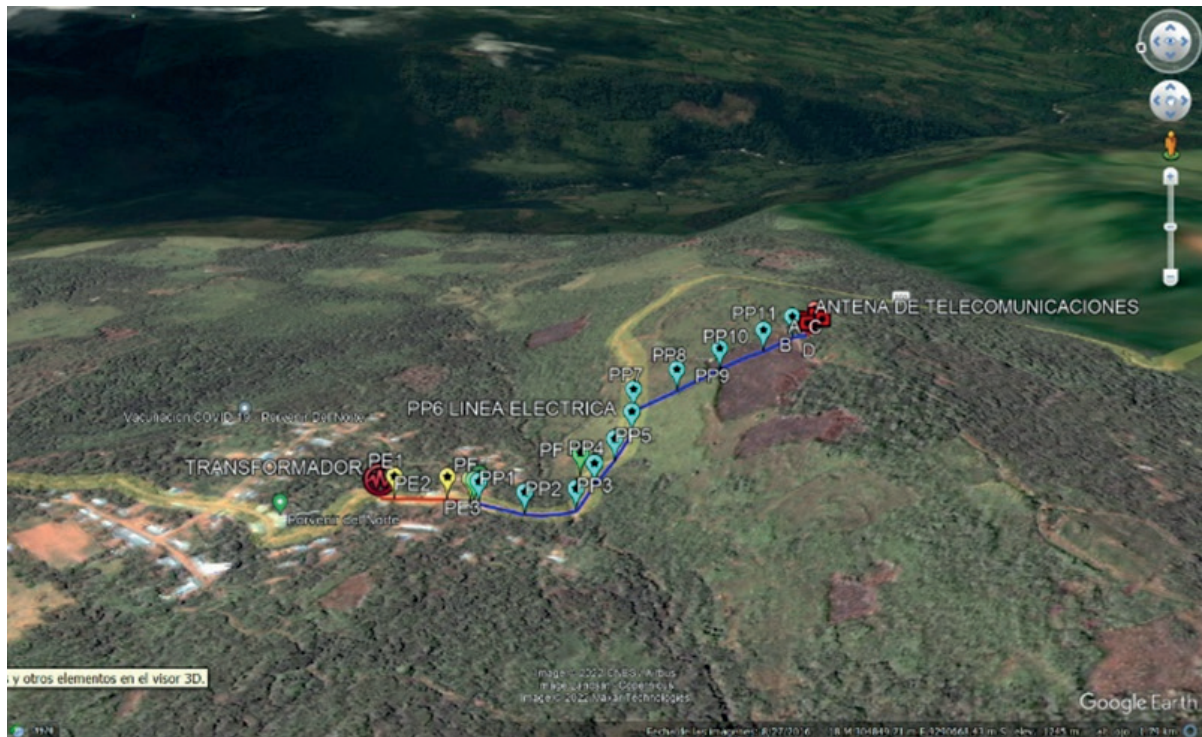
"Estación base celular o antena de telecomunicaciones"



Fuente: ANDINA, Agencia Peruana de Noticias (2022) "Otorgan concesión a cuatro empresas para servicio de telecomunicaciones".

Fig. 7

"Esquema de línea eléctrica para antena de telecomunicaciones"



Fuente: YOFC PERU S.A.C (2022) "Esquema de línea eléctrica para antena de telecomunicaciones".

1. **Personal técnico o cuadrillas de trabajo insuficiente.** (Solís, Martínez & Gonzales, 2009).
2. **Ausencia de recursos logísticos como materiales: postes, cables, transformadores, etc, o presencia de recursos logísticos (materiales) de mala calidad.**
3. **Ausencia de maquinarias para el montaje de la línea eléctrica como: grúas, camiones, etc, o presencia de maquinarias de mala calidad.**
4. **Factor climático y/o eventos naturales.**
5. **Contingencia social, problemas con la población que se oponen a la construcción de la línea eléctrica y construcción de las antenas de telecomunicaciones. Ver Fig. 8 y Fig. 9.**
6. **Ausencia de licencias municipales o contratos de servidumbre, para la construcción de la línea eléctrica.**
7. **“La deficiente ingeniería”, que genera demoras en la elaboración de los diseños de las líneas eléctricas, ya que se realizan con plantillas en excel desfasadas, plantillas de proyectos pasados y cálculos teóricos manuales**

desfasados, sin utilizar un software de diseño eléctrico adecuado.

Los principales inconvenientes que generan el retraso de los proyectos de construcción son: problemas con la mano de obra, problemas financieros y problemas de diseño (Rudeli, Viles, Gonzales & Santilli, 2018).

Este trabajo pretende dar solución al punto 7 “La deficiente ingeniería”, para lo cual se utilizará el software de diseño eléctrico DLTCAD.

IV. DISEÑO DE LINEAS ELÉCTRICAS CON EL SOFTWARE DLTCAD Y MEJORA EN LOS TIEMPOS DE PROCESOS DE INSTALACIÓN

La implementación de una línea eléctrica tiene dos etapas: primera etapa de “diseño” y segunda etapa de “instalación”.

Respecto a la primera etapa, convencionalmente **el diseño de una línea eléctrica para una antena de telecomunicaciones puede tomar de 1 a 2 días**, dependiendo de la información con la que cuente el Ingeniero Proyectista, y se realiza con plantillas en excel desfasadas, plantillas de proyectos pasados y cálculos teóricos manuales desfasados, lo cual

Fig. 8

“Pobladores se oponen a la instalación de antenas”



Fuente: Diario Correo (2018) “Pobladores se oponen a la instalación de antenas”

Fig. 9

"Huancayo: pobladores de Yanama se oponen a instalación de antena"



Fuente: RPP Noticias (2014) "Huancayo: pobladores de Yanama se oponen a instalación de antena".

no es estratégico a nivel de tiempos en la fase de diseño.

Con el uso del software DLTCAD se puede realizar el diseño de una línea eléctrica para una antena de telecomunicaciones entre 30 minutos a 1 hora máximo, y los resultados se magnifican en proyectos macro, donde el Ingeniero Proyectista debe realizar el diseño eléctrico masivo de 100, 200 o 1000 antenas de telecomunicaciones, cantidades típicas en los grandes despliegues de telecomunicaciones de proyectos regionales de telecomunicaciones del Perú y del mundo

El software DLTCAD pertenece a la empresa peruana ABS Ingenieros (ABS Ingenieros, 2023) y permite:

1. Cargar la data de topografía del terreno.
2. Realizar el trazo automático de ruta y cálculo del perfil topográfico.
3. Realizar la distribución automática de estructuras y cálculo automático de catenarias.
4. Verificar las alarmas y mensajes gráficos por cada tipo de error.
5. Evaluar el proyecto en todas las condiciones ambientales.

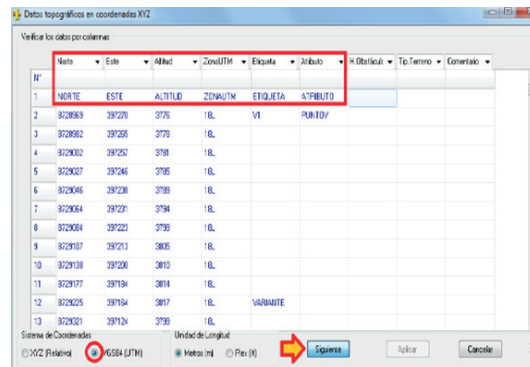
6. Realizar corte automático y presentación de planos del proyecto.
7. Exportar lista de materiales y múltiples reportes cálculos.
8. Exportar a Google Earth para una vista 3D.
9. Tener base de datos propias, personalizables por normativa de cada país.
10. Ser aplicable a la normativa de cualquier país del mundo.

El DLTCAD es un software de Diseño de Líneas de Distribución y Transmisión de energía eléctrica que realiza el proceso de diseño de manera automática desde el punto de vista mecánico y eléctrico (Huamán, 2019).

Para el diseño con el software DLTCAD el Ingeniero Proyectista deberá seguir el siguiente procedimiento:

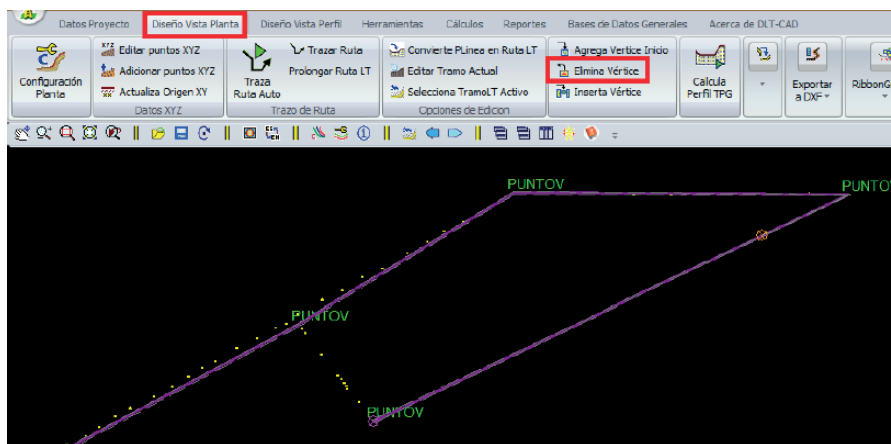
1. **Procesamiento de la Topografía:** Se carga la data de los puntos topográficos del recorrido de la línea eléctrica en coordenadas UTM. Ver Fig. 10.
2. **Trazo de ruta:** Se realiza el trazo de ruta en vista de planta. Ver Fig. 11.
3. **Cálculo del perfil topográfico:** Se realiza el cálculo del perfil topográfico para que la línea eléctrica pueda verse en vista de perfil. Ver Fig. 12.

Fig. 10
"Procesamiento de la Topografía"



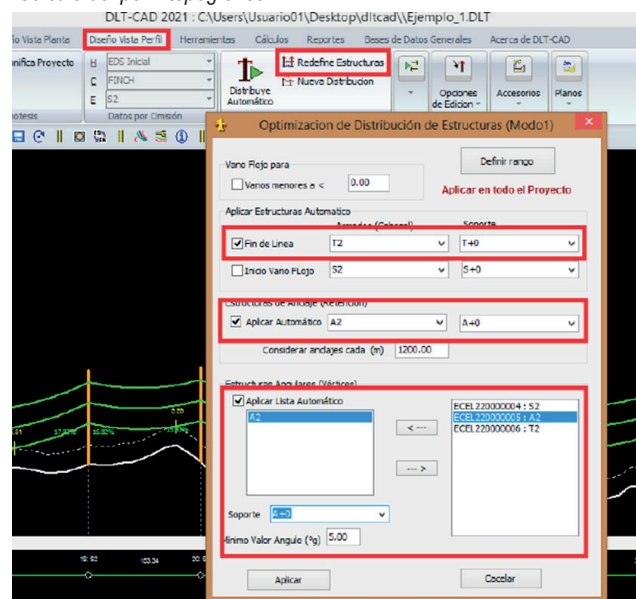
Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

Fig. 11
"Trazo de Ruta"



Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

Fig. 12
"Cálculo del perfil topográfico"



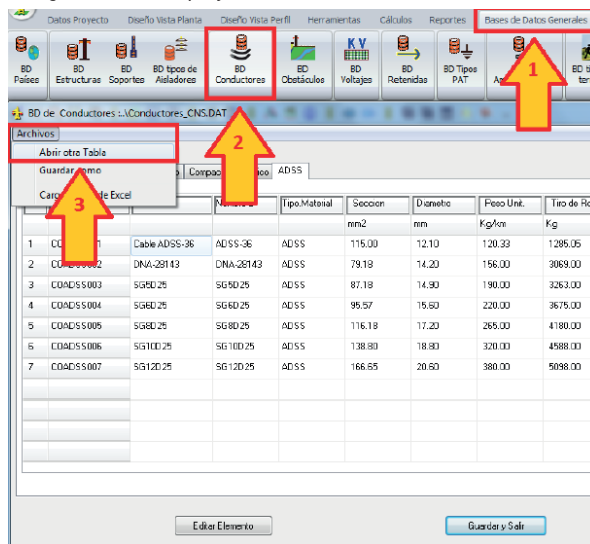
Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

4. **Carga de datos del proyecto:** Se cargan los datos de los componentes presentes en la línea eléctrica, como: postes, cables, etc; a la base de datos del software DLTCAD. El software es flexible porque permite cargar la base de datos de la normativa de cualquier país del mundo. Ver Fig. 13.
5. **Distribución automática de las estructuras:** Se realiza la distribución automática de las estructuras y se puede verificar el diseño con el perfil topográfico más las estructuras en vista de perfil, y el Ing. Proyectista puede

editar manual y automáticamente las ubicaciones de postes, cables, etc, para que cumplan con la normativa vigente y no presente el diseño problemas de DMS (Distancias Mínimas de Seguridad) con interferencias respecto a otros elementos externos (viviendas, torres de alta tensión, ríos, trenes, etc) cercanos al recorrido de la línea eléctrica. Ver Fig. 14.

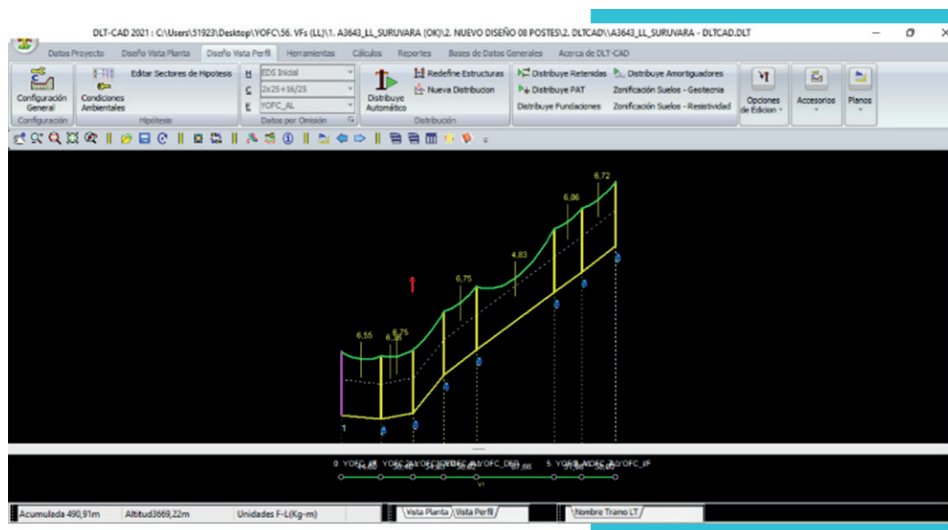
6. **Presentación final del diseño:** Una vez que el Ing. Proyectista culmine con la correcta distribución de estructuras (postes), cables, etc;

Fig. 13
"Carga de datos del proyecto"



Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

Fig. 14
"Distribución automática de las estructuras"



Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

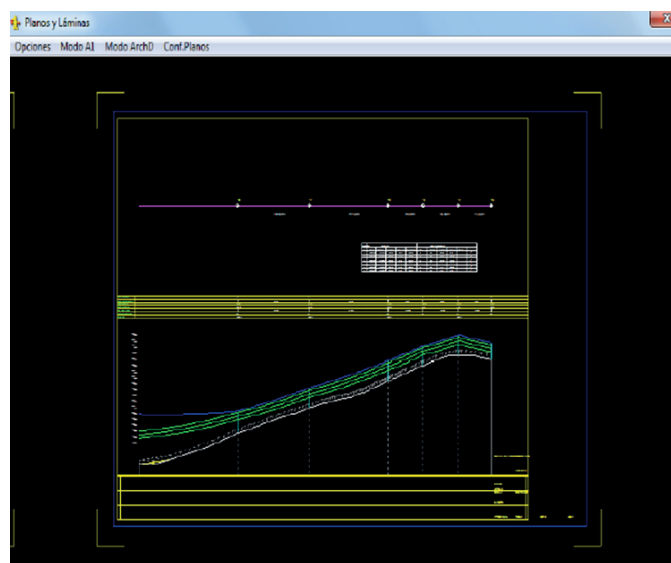
cumpliendo la normativa vigente, el software entrega como producto final los siguientes entregables:

- Planos en formato AUTOCAD y formato KMZ/KML.
- Planilla de estructuras, en formato Excel.
- Tabla de esfuerzos, en formato Excel.
- Resumen de Flechas, en formato Excel.
- Resumen de materiales, otros.

Con lo cual se tiene como producto final el diseño de la línea eléctrica. Ver Fig. 15 y Fig. 16.

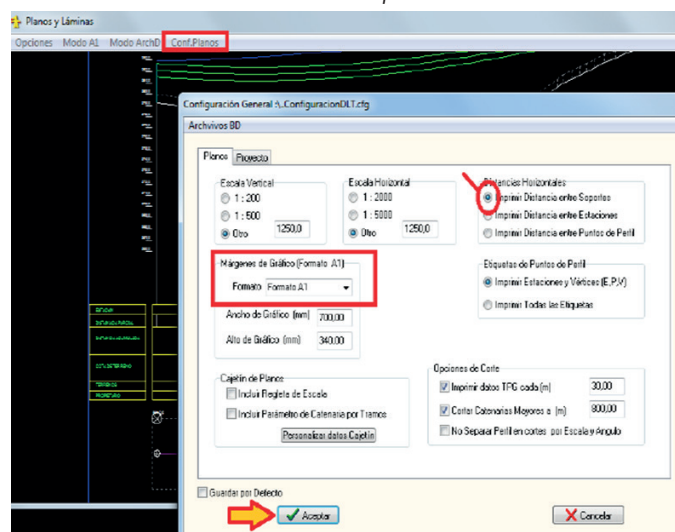
Para la segunda etapa de instalación de líneas eléctricas de antenas en zonas rurales, **se demuestra que se mejoran los tiempos**, y los procesos serán mucho más rápidos y dinámicos, porque **se podrá contar con la diseño de la ingeniería de las líneas eléctricas en menor tiempo (pasando de 1 a 2 días a 30 minutos o 1 hora máximo)**, permitiendo poder realizar una mejor planificación de los recursos como: mano de obra, materiales, equipos

Fig. 15
"Presentación final del diseño - Plano"



Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

Fig. 16
"Presentación final del diseño-Formato de ploteo"



Fuente: ABS Ingenieros (2023) "Software DLTCAD".

y/o maquinarias, etc., para los futuros trabajos de despliegue de líneas eléctricas para antenas de telecomunicaciones.

V. CONCLUSIONES

A través de la historia, las antenas son elementos esenciales para el desarrollo de las telecomunicaciones de zonas rurales del Perú y del mundo, porque permiten a los usuarios finales poder contar con los servicios de “Telefonía Móvil” e “Internet”.

El diseño de una línea eléctrica para una antena de telecomunicaciones puede tomar de 1 a 2 días de la manera tradicional, con el uso del software DLTCAD se reduce a 30 minutos o 1 hora máximo, permitiendo optimizar los tiempos en la primera etapa de diseño notablemente, y permitiendo tener una mejor planificación para la segunda etapa de instalación líneas eléctricas para antenas de telecomunicaciones.

REFERENCIAS

- [1] ABS Ingenieros (2023). *Software DLTCAD*, de <https://dlt-cad.com/>
- [2] Anguera, J., Andújar A. (2018). *Antenas: Elementos Indispensables de las Telecomunicaciones*. Cienciaprop., vol.1, n°1, agosto 2018, de https://cienciaprop.fundacioaixavinaros.com/wp-content/uploads/2018/07/paper1_Anguera_Andujar-5.pdf
- [3] Benítez, P. (2016). *Antenas para comunicaciones móviles y su impacto en las Zonas Rurales, Parroquia la Esperanza, 2016*. Tesis de Maestría. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1769/1/T-UTEQ-0013.pdf>
- [4] El Peruano (2022, 26 de junio). *Número de antenas de telecomunicaciones aumentó 6.8% al cierre del año 2021*, de <https://elperuano.pe/noticia/162343-numero-de-antenas-de-telecomunicaciones-aumento-68-al-cierre-del-año-2021>
- [5] Huamán, I. (2019). *Efecto del montaje de una red de fibra óptica sobre las estructuras de las redes de media y baja tensión en las localidades de Yauyos y alrededores*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú, de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6239>
- [6] Jaramillo, M. (2015). *La importancia de generar una política ambiental respecto al uso de las antenas móviles*. Tesis de posgrado. Universidad Militar Nueva Granada, de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7220>
- [7] Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, Osiptel (2013). *Infraestructura y Calidad de los Servicios Móviles*. Diciembre 2013, de https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/111/PPT%20RNI%20diciembre%202013_vf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [8] Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, Osiptel (2021). *OSIPTEL: acceso a internet en hogares rurales pasó de 2% a más del 40% desde el 2012*. Mayo 2021, de <https://www.osiptel.gob.pe/portal-del-usuario/noticias/osiptel-acceso-a-internet-en-hogares-rurales-paso-de-2-a-mas-del-40-desde-el-2012/>
- [9] Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, Osiptel (2023). *Los servicios de telecomunicaciones en los hogares peruanos. Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL) 2021*. Julio 2022, de <https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/808>
- [10] Rudeli, N., Viles, E., Gonzales, J., Santilli, A. (2018). *Causa de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo*. Memoria Investigaciones en Ingeniería, núm. 16 (2018), de <https://redi.anii.org.uy/jspui/bitstream/20.500.12381/215/1/Rudeli%20et%20al.%20%282018b%29.pdf>
- [11] Solís, R., Martínez, J., Gonzales J. (2009). *Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México*. Ingeniería 13-1(2009) 41-48, de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46713055004.pdf>

Fuentes de financiamiento:

Propia.

Conflictos de interés:

El autor declara no tener conflictos de interés.