



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES
GEORREFERENCIADAS Y GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE
DOCUMENTACIÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Eléctrico

**AUTORES: JOSUÉ NICOLÁS CARPIO PEÑAHERRERA
ANDRÉS MARCELO CHITACAPA GUIRACOCHA**

TUTOR: ING. HERNÁN PATRICIO GUILLÉN COELLO

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Josué Nicolás Carpio Peñaherrera con documento de identificación N° 0107200933 y Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha con documento de identificación N° 0106290034; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 17 de marzo del 2022.

Atentamente,



Josué Nicolás Carpio Peñaherrera
0107200933



Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha
0106290034

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Josué Nicolás Carpio Peñaherrera con documento de identificación N° 0107200933 y Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha con documento de identificación N° 0106290034, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño de redes de distribución mediante el uso de imágenes georreferenciadas y generación automática de documentación”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de marzo del 2022.

Atentamente,



Josué Nicolás Carpio Peñaherrera
0107200933



Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha
0106290034

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hernán Patricio Guillén Coello con documento de identificación N° 0102063120, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES GEORREFERENCIADAS Y GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE DOCUMENTACIÓN, realizado por Josué Nicolás Carpio Peñaherrera con documento de identificación N° 0107200933 y por Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha con documento de identificación N° 0106290034, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de marzo del 2022.

Atentamente,



Ing. Hernán Patricio Guillén Coello
0102063120

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a las personas que me han acompañado y motivado siempre, a mis padres, a mis hermanos, a mi hermana, a mis amigos y a las personas que han sido importantes para mí dentro de mi vida universitaria. Además, se la dedico a todas esas personas que me supieron dejar enseñanzas de superación a lo largo de mi vida.

Josué Nicolás Carpio Peñaherrera

Dedico este proyecto a Dios, a mi papá Ricardo, mi mamá Anita y mi hermano Diego, que son fundamentales en la realización del mismo. Como también a mis familiares, amigos y docentes que han sido importantes dentro de la formación de mi vida universitaria.

Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre por siempre, con amor y sabiduría, motivarme a seguir adelante y nunca rendirme a pesar de las adversidades.

También agradezco a mi tutor Ing. Hernán Guillén por saber apoyarme y guiarme dentro de este proceso, además de impulsar el uso de drones dentro del sector eléctrico y la industria.

Agradezco a mi compañero de tesis Andrés, ya que gracias a su trabajo y cooperación, fue posible culminar este proyecto técnico con enfoque investigativo.

Que sería la vida sin esas personas importantes que siempre están ahí para apoyarnos y motivarnos, por eso quiero agradecer a mis amigos Adrián, Carmen y a mi querida Nathy por siempre estar a mi lado sin permitir que tire la toalla.

Y por último quiero agradecer en general a todas esas personas que supieron darme ánimos durante este proceso de titulación.

Josué Nicolás Carpio Peñaherrera

Agradezco a dios por permitirme culminar mis estudios.

Agradezco a mi Papá por ser el apoyo, motivación e inspiración de mi vida, por estar apoyándome en todos los proyectos que tengo en la vida.

Agradezco a mi Mamá por ser la persona que día a día me daba ánimos para no rendirme, la que me brindaba su apoyo, cariño y los consejos para seguir adelante en mi carrera.

A mis tíos Pachi y Marco por brindarme la oportunidad de salir adelante con mis estudios, por enseñarme el valor del trabajo y esfuerzo del día a día, de igual manera a mis tías, Rosa, Maura, Anita, que me apoyaban y me brindaban su amor y cariño como si fuera un hijo más.

De manera especial también quiero agradecer a mis amigos Adrián, Carmen, Nathy, por su apoyo incondicional en este proyecto, a Cinthya y Angie, que día a día no dejaban que abandone mis sueños y estaban ahí para apoyarme en los buenos y malos momentos, y por ultimo a mi Paulina que en todo el trayecto de mi vida universitaria fue un apoyo incondicional, estaba en los buenos y malos momentos de mi vida, como también brindó su apoyo en este proyecto técnico como en la búsqueda de mi dron accidentado.

Finalmente agradecer a mi compañero de tesis, mi mejor amigo, mi hermano Nico, por su apoyo y su paciencia al elaborar este proyecto, que a pesar de los contratiempos se pudo finalizar.

Andrés Marcelo Chitacapa Guiracocha

Este documento fue realizado
enteramente en L^AT_EX

Índice

Declaratoria de Responsabilidad	I
Cesión de Derechos de Autor	II
Certificación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XIV
Abstract	XV
1. Introducción	1
2. Problema	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Importancia y alcances	3
2.3. Delimitación	4
2.4. Problema General	5
2.5. Problemas Específicos	5
3. Objetivos	6
3.1. Objetivo General	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. Marco Teórico	7
4.1. Sistemas de Distribución Eléctrica	7
4.1.1. Sistemas Aéreos:	7
4.1.2. Sistemas Subterráneos:	7
4.1.3. Sistemas Mixtos:	8
4.1.4. Cargas Residenciales:	8
4.1.5. Cargas Comerciales:	8
4.1.6. Cargas Industriales:	8
4.1.7. Cargas de Alumbrado Público:	8

4.2. SIG (Sistema de Información Geográfica)	9
4.2.1. Tecnología:	9
4.2.2. Datos:	9
4.2.3. Métodos:	9
4.2.4. Organización:	9
4.2.5. Cuerpo de Ideas:	9
4.2.6. Redes:	10
5. Marco Metodológico	11
5.1. Análisis de una Red de Distribución Existente	12
5.1.1. Levantamiento de la Red Existente	14
5.2. Inspección y Replanteo del Área de Estudio mediante Tecnología en Drones .	29
5.2.1. Tipo de Dron Utilizado para el Vuelo	29
5.2.2. Zonas de Vuelo Permitidas	32
5.2.3. Consideraciones del Clima	35
5.2.4. Baterías y Control del Dron	38
5.2.5. Planificación de Vuelo y Captura de Imágenes	42
5.3. Procesamiento de Imágenes	48
5.4. Nuevo Diseño de la Red de Distribución Mediante CIVIL3D	71
5.4.1. Tendido de Redes para el Plano Propuesto	74
5.4.2. Creación del Plano Proyectado	79
5.5. Desarrollo de la Automatización sobre la Documentación de la Centro Sur .	88
6. Resultados	94
6.1. Desarrollo de la nueva metodología de diseño de redes de distribución mediante tecnología en drones	94
6.2. Automatización para el Llenado de la Documentación de Presentación de Proyectos	98
7. Conclusiones	100
8. Recomendaciones	100
9. Futuros Trabajos	101
ANEXOS	104

Lista de Figuras

1.	Componentes de un SIG	10
2.	Diagrama de la Metodología General	11
3.	Procedimiento para Elaboración de Diseños Particulares	12
4.	Procedimiento para Elaboración de Diseños Centro Sur	13
5.	Procedimiento para el Diseño Eléctrico	13
6.	Ubicación Geográfica de la Red de Distribución Existente	14
7.	Procedimiento Red Existente	15
8.	Red Existente en el Geoportal	16
9.	Procedimiento para Obtención de Planos	16
10.	Base de Datos de la Empresa Eléctrica	17
11.	Área Delimitada de la Red de Distribución Existente	17
12.	Capas Utilizadas dentro del Diseño de la Red	18
13.	Códigos de Cliente dentro de la Red Existente	19
14.	Número de Clientes por Poste	19
15.	Enumeración de Postes	20
16.	Cambio de Fuente de Conductores	20
17.	Distancia en Metros de Conductores	21
18.	Componentes de la Red de Distribución Existente	22
19.	Red de Distribución Existente	22
20.	Componentes de la Red de Distribución Existente Limpia	23
21.	Red de Distribución Existente Limpia	23
22.	Transferencia de Archivos	24
23.	Tabla de la Red de Distribución Existente	24
24.	Red de Distribución Existente en el Area de Estudio	25
25.	Fotografías Tomadas en el Area de Estudio	26
26.	Tabla Llenada de los Postes de la Red Existente	27
27.	Plano de la Red Existente con Fotografías de los Postes	28
28.	Modelos de la Serie Phantom	29
29.	Modelos de la Serie Mavic	30
30.	Dron DJI Mavic Pro	31
31.	Dron DJI Mavic Mini 2	31
32.	Zonas de Vuelo en la Ciudad de Cuenca	33
33.	Zonas de Vuelo en la Zona de Estudio	35

34.	Condiciones Climáticas de la Zona	36
35.	Pronóstico de la Zona	37
36.	Perfil de Viento de la Zona	38
37.	Aplicaciones para Dispositivos IOS	39
38.	Aplicaciones para Dispositivos Android	39
39.	Configuración de Control Remoto	40
40.	Configuración de Botones	40
41.	Configuración Botón 5D	41
42.	Configuración Controlador Principal	41
43.	Tipos de Misiones de Vuelo	42
44.	Configuración de Sincronización	44
45.	Selección del Modelo de Dron a Utilizar	44
46.	Plan de Vuelo Trazado	45
47.	Configuración por Defecto	45
48.	Inicio del Vuelo de Inspección en el Area	46
49.	Vuelo de Inspección en la Zona de Estudio	47
50.	Creación de Cuenta en la Aplicación PIX4D	48
51.	Confirmación del Correo de Registro	49
52.	Acceso a la Herramienta PIX4Dcloud	50
53.	Creación de un Nuevo Proyecto	50
54.	Información del Proyecto	51
55.	Carga de Imágenes dentro de la Aplicación	51
56.	Procesamiento de Imágenes	52
57.	Descarga de Ortofoto para el Nuevo Diseño	53
58.	Creación de Cuenta en la Aplicación PIX4D	54
59.	Confirmación del Correo de Registro	55
60.	Descarga de PIX4Dmapper	55
61.	Ventana de Instalación de PIX4Dmapper	56
62.	Creación de Proyecto dentro de PIX4Dmapper	56
63.	Llenado de Información del Proyecto Creado	57
64.	Subida de Imágenes a la Herramienta PIX4Dmapper	58
65.	Propiedades de Imágen	59
66.	Propiedades de Imágen	60
67.	Selección para Generación de Ortofoto	61
68.	Propiedades de Imágen	62

69.	Configuración Adicional	63
70.	Selección de Curvas de Nivel	64
71.	Selección de Recursos para Procesamiento	65
72.	Primera Parte del Procesamiento de Imágenes	66
73.	Puntos de Paso	67
74.	Primer Resultado del Procesamiento	67
75.	Reemparejamiento y Optimización	68
76.	Proceso Final del Procesamiento	69
77.	Proceso Final del Procesamiento	69
78.	Directorio de Resultados	70
79.	Ortofoto Generada de la Zona de Estudio	70
80.	Carpeta Creada para Guardar los Archivos	71
81.	Carpeta Creada para Guardar los Archivos	72
82.	Capas Existentes dentro de CIVIL3D	72
83.	Plano Colocado en la Ortofoto Obtenida	75
84.	Unión de Bloques del Plano de la Red	75
85.	Simbología Utilizada dentro del Plano Propuesto	76
86.	Red Propuesta Diseñada con Nueva Simbología	77
87.	Red Propuesta Diseñada con Ortofoto	78
88.	Red Propuesta en la Zona de Estudio	78
89.	Presentación de la Información	79
90.	Plano de la Red Propuesta	80
91.	Plano sin Ortofoto	80
92.	Eliminación de Líneas dentro del Plano	81
93.	Simbología Empleada en la Red Existente	82
94.	Simbología Empleada en la Red Existente	83
95.	Plano Existente en el Plano Propuesto	83
96.	Plano Existente en el Plano Propuesto	84
97.	Simbología en Postes	85
98.	Información de Estructuras	86
99.	Plano Proyectado	87
100.	Red de Distribución Diseñada	88
101.	Hoja de Documentación de la Empresa Eléctrica Centro Sur	89
102.	Formato de Tabla de Información de Postes	90
103.	Información de Postes	91

104. Información de Postes	91
105. Tabla en Matlab	92
106. Hoja Llenada de forma Automática	93
107. Trayectoria de Vuelo	94
108. Plan de Vuelo en el Área	95
109. Ortofoto Georreferenciada	96
110. Red de Distribución Diseñada	96
111. Tabla de Postes dentro de Matlab	98
112. Hoja Llenada Automáticamente en Excel	99

Resumen

El proceso de diseñar una red de distribución es sumamente esencial al momento de ororgar el servicio de energía eléctrica de una ciudad, debido a que cuándo se realiza el diseño, se estudia la estructuración de la red, la ubicación de transformadores de distribución y el tendido de los cables para su conexión, pero el aspecto que se analiza a mayor detalle, es el número de usuarios a los que servirá de energía eléctrica dicha red, ya que el objetivo primordial de estas redes es brindar energía al mayor número de usuarios que no dispongan de la misma, por ello se analizan todos los aspectos ya mencionados para de esta forma construir una red de distribución eficiente.

Sin embargo, en la actualidad, los diseños de redes de distribución se continúan realizando mediante imágenes obtenidas de forma satelital del área de estudio para su análisis, lo que conlleva una falta de precisión a la hora del diseño, se hace uso de la herramienta AutoCAD para diseñar la red y la presentación del proyecto se la realiza mediante el llenado de la documentación de presentación de diseños de la Centro Sur, lo que conlleva un tiempo considerado ya que el llenado se realiza de forma manual, es por los motivos detallados, que el uso de esta metodología tradicional de diseño, toma un gran tiempo de trabajo y no brinda la eficiencia que se busca.

Por este motivo, en este trabajo se analizan las ventajas que conlleva el uso de imágenes georreferenciadas obtenidas mediante la tecnología en drones para el diseño de la red de distribución, usando nuevas herramientas de diseño y nuevas tecnologías con la finalidad de mostrar beneficios por parte de este nuevo método, tales como la reducción de tiempo en el diseño y una mayor eficiencia y seguridad de la red de distribución. Además, se detalla la automatización de la documentación para presentación de proyectos, obteniendo una hoja de datos completamente automatizada donde se muestran todos los detalles referentes a la red de distribución diseñada, de esta forma, optimizando el tiempo que conlleva la realización del trabajo.

Palabras clave: ArcGIS, Diseño, Red de Distribución, Tecnología, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.

Abstract

The process of designing a distribution network is extremely essential at the time of ororgar the electric power service of a city, because when the design is made, the structuring of the network is studied, the location of distribution transformers and the laying of cables for connection, but the aspect that is analyzed in greater detail is the number of users that will be served by this network, since the primary objective of these networks is to provide energy to the largest number of users who do not have it, so all the aspects mentioned above are analyzed in order to build an efficient distribution network.

However, at present, distribution network designs continue to be made using satellite images of the study area for analysis, which leads to a lack of precision at the time of design, The use of the AutoCAD tool is used to design the network and the presentation of the project is done by filling out the Centro Sur design presentation documentation, which takes a considerable amount of time, since the filling is done manually.

For this reason, this paper analyzes the advantages of using georeferenced images obtained by drone technology for the design of the distribution network, using new design tools and new technologies in order to show the benefits of this new method, such as the reduction of time in the design and greater efficiency and safety of the distribution network. In addition, the automation of the documentation for project presentation is detailed, obtaining a fully automated data sheet where all the details concerning the designed distribution network are shown, thus optimizing the time involved in carrying out the work.

keywords: ArcGIS, Design, Distribution Network, Technology, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.

1. Introducción

La oportunidad de negocio para el uso de drones en el sector energético es impresionante, aunque aún son muy pocas las compañías que se han sumado a su implementación, debido a que se trata de una nueva tecnología que recientemente está saliendo a flote para su uso en la industria. En el primero de una serie de artículos especiales de Power Engineering International (PEI) sobre drones, varias compañías explican cómo están trabajando en los sectores de energía solar, eólica y térmica, y en las redes de transmisión eléctrica y distribución de energía.

Las empresas de servicios eléctricos de todo el mundo realizan un seguimiento de todos los equipos en su red de distribución, buscando una mejora en la gestión y calidad de los servicios que ofrecen a sus clientes. Sin embargo, el uso que se le da es netamente de revisión y mantenimiento, más no de diseño para las redes, lo que implica que, para diseñar una red eléctrica de distribución, se sigue utilizando el método tradicional de diseño.

El diseño de redes eléctricas de distribución requiere un tiempo considerable de trabajo, ya que para obtener las imágenes de la zona de estudio, se utilizan herramientas como Google Maps para obtener las vistas aéreas de dicha área, lo que implica una falta de precisión por la pésima resolución de las imágenes, el diseño de la red se la realiza en la herramienta AutoCAD, lo que también implica un tiempo considerable por el hecho de que se deben ir ingresando los puntos o postes uno por uno con sus especificaciones, y por último, el llenado de la documentación para la presentación de proyectos, que se debe de realizar de forma manual con todas las especificaciones de la red, debido a todos estos puntos, se necesita de mucho tiempo realizar este trabajo, además de que no se consigue la precisión y eficiencia deseada mediante el uso del método tradicional de diseño.

Debido a esto, se expone el diseño de una red eléctrica de distribución mediante tecnología en drones, donde con el uso de imágenes georreferenciadas obtenidas del vuelo del dron, se obtiene una ortofoto que sirve para el diseño de la red mediante la herramienta ArcGIS, de esta forma aumentando la precisión y eficiencia de la red diseñada. Además, se presenta la automatización de la documentación de presentación de diseños que dispone la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, de esta forma optimizando el tiempo de realización del proyecto, evitando que la documentación se llene de forma manual.

2. Problema

2.1. Antecedentes

La automatización de los sistemas de distribución es un enfoque importante para aumentar el nivel de gestión de la red de distribución, la confiabilidad de la entrega de energía, la calidad del suministro de energía, la capacidad del suministro de energía y lograr una operación eficiente y económica de la red de distribución. En [1], los autores exponen un proceso de actualización a gran escala de las redes eléctricas urbanas y rurales en China, donde se analiza las limitaciones técnicas de la Compañía de Suministro de Energía de Jinan hace diez años y señala cuatro problemas del sistema de automatización de distribución tradicional.

El término de DSSR (Región de Seguridad del Sistema de Distribución) se origina en la región de Seguridad del Sistema de Transmisión. El método denominado región "proporciona información sistemática y global sobre la región de operación factible, que posee ventajas convincentes sobre el método "tradicional". Además, como resultado del desarrollo de la tecnología informática, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se están utilizando ahora en el mantenimiento de sistemas eléctricos de distribución. La base de datos digital en la que un sistema de coordenadas espaciales común es el medio principal de referencia, se conoce como SIG. Debido a esto, en [2], los autores proponen un sistema de gestión de distribución inteligente seguro y eficiente, donde se analizan los efectos de la teoría de la región de seguridad del sistema de distribución DSSR en la red de distribución inteligente. Por otro lado, los autores en [3] presentan una nueva metodología para realizar la operación de distribución basada en SIG, donde se hace uso de un modelo de programación para los datos dinámicos de distribución de energía.

Una metodología utilizada para la obtención de datos sobre el consumo energético de los pequeños clientes de empresas de servicios públicos como contadores de gas, de electricidad y de agua, es la lectura remota de contadores mediante redes de telecomunicaciones combinada con técnicas de transmisión a través de líneas eléctricas. En la primera parte de [4], los autores tratan los problemas de navegación y control de drones en el campo, mientras que en la segunda parte se describe la lectura adecuada del rango supuesto a 100 - 500 metros.

El uso de drones en la industria energética puede ofrecer una mejora a las condiciones de trabajo de los obreros en entornos extremos, como torres de acero instaladas en mares o montañas. Debido a esto, Korean Electric Power Corporation (KEPCO) está llevando a

cabo una investigación y un desarrollo para utilizar drones en el monitoreo y diagnóstico de líneas de distribución y líneas de transmisión en la industria eléctrica. En [5], se muestran los resultados del desarrollo de la plataforma de operación de drones y el sistema desarrollado por KEPCO utilizando la aeronave para realizar el diagnóstico de la línea de transmisión.

Debido al enorme desarrollo de tecnología en drones, su aplicación se ha expandido a gran escala, desde el campo militar tradicional al campo civil. Liu, Guan y Xie estudiaron un modelo de enrutamiento de camiones con drones, donde se enfocan en resolver la problemática de enrutamiento de drones y camiones bajo condiciones de escasa demanda [6].

Las empresas de distribución de energía eléctrica alrededor del mundo están realizando un seguimiento de los equipos utilizados en su red de distribución, ya que esto mejorará la gestión y calidad de los servicios [7].

Con el paso de tiempo, las computadoras son más rápidas que antes, por lo tanto, el proceso que toma más tiempo en las simulaciones de sistemas de distribución es la preparación de casos de datos de entrada para los programas de simulación [8]. En la actualidad, la información es muy importante, sin embargo, la gran cantidad de empresas de servicio eléctrico no utilizan el sistema de información para problemas técnicos.

Debido a esto, en [9], los autores exponen brevemente el sistema de información que desarrollaron para una empresa de distribución eléctrica. La distribución "lastmile" distribución en el último tramo genera problemas en la demanda de drones, debido a esto se consideran diversos factores como el rendimiento de los drones, el entorno del espacio aéreo y las tareas de transporte para minimizar el costo de transporte mediante un modelo de demanda de UAV. En [10], Fang y Hong-hai proponen un método capaz de calcular la demanda de UAV en el área de estudio en milisegundos, además de proporcionar esquemas de demanda flexibles cuando los estilos de drones, las políticas de puertas abiertas del espacio aéreo y la demanda de transporte varían.

2.2. Importancia y alcances

Dentro del área de la ingeniería civil, los drones han llegado a facilitar diversas tareas, entre ellas, los levantamientos topográficos/fotogramétricos, que son realizados en un menor tiempo, con mayor detalle y con alta precisión. [11]

En el área eléctrica, el uso de tecnología en drones aún no es aprovechado en su totalidad, sin embargo, las empresas de distribución de energía eléctrica alrededor del mundo están realizando un seguimiento de los equipos utilizados en su red de distribución, ya que esto mejorará la gestión y la calidad que se oferta. [5]

Debido a esto, el uso de drones dentro de la industria energética puede llegar a ofrecer una mejora a las condiciones de trabajo, como el monitoreo y diagnóstico en las líneas de distribución y líneas de transmisión en la industria eléctrica. [7]

Lo que se pretende alcanzar con este trabajo es la implementación de una nueva metodología para diseñar una red eléctrica de distribución, que consiste en el uso de tecnología en drones para la obtención de una ortofoto, que será de utilidad para la elaboración del nuevo diseño de la red de distribución, además, mediante las herramientas ArcGIS y Matlab, se pretende automatizar la documentación que posee la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, de esta forma facilitando el trabajo a la hora de llenar dicho documento para la presentación de proyectos.

Esta nueva metodología de diseño y presentación de proyectos brindará una mayor precisión para el diseño, así como también permitirá una reducción considerable a la hora del llenado de la documentación para la presentación de proyectos, lo cual resultará muy beneficioso para los diseñadores y las empresas de distribución al momento de realizar un diseño y presentarlo para su evaluación, además, de que sirve para introducir herramientas como ArcGIS para realizar procesos de automatización.

Actualmente, los diseños eléctricos (media y alta tensión) se realizan con el método tradicional, que consiste en el uso de la herramienta AutoCAD para el diseño de la red, donde los diseñadores usan imágenes satelitales del área de estudio para la ubicación de la zona, dando como resultado márgenes de error a la hora de la colocación de postes y estructuras en el área de estudio.

2.3. Delimitación

Con la utilización del dron DJI Mavic Pro, en la zona de estudio, ubicada en la parroquia Asunción, del Cantón Girón, de la Provincia del Azuay, se realizó el vuelo para la obtención de las imágenes del área para su procesamiento y la elaboración del diseño de la red de distribución.

Además, las herramientas ArcGIS y Matlab, permiten realizar la automatización de la hoja de presentación de proyectos que dispone la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, de esta forma otorgando un beneficio a la hora de realizar diseños de redes de distribuciones, proporcionando información valiosa y confiable que será de utilidad en el campo de la investigación. Este trabajo servirá de referente para que tanto, grupos de investigación como ingenieros eléctricos y empresas eléctricas puedan realizar futuros proyectos de investigación dentro del sector eléctrico.

2.4. Problema General

Es posible desarrollar una metodología para el diseño de redes eléctricas de distribución sobre una ortofoto obtenida mediante tecnología en drones y automatizar la documentación sobre la base de datos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur?

2.5. Problemas Específicos

- ¿Es posible detallar cuadros comparativos entre los diseños tradicionales y los diseños actuales mediante tecnología en drones de los diseños de redes de distribución?
- ¿Es factible enumerar las ventajas del procesamiento de imágenes mediante la herramienta PIX4D?
- ¿Es viable hacer la demostración de los beneficios que presentan los diseños eléctricos de redes de distribución sobre una ortofoto obtenida mediante tecnología en drones.
- ¿Se podrá establecer el proceso de automatización de la documentación de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur mediante el software ArcGIS?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Desarrollar, una metodología para el diseño de redes eléctricas de distribución sobre una ortofoto obtenida mediante tecnología en drones y automatizar la documentación sobre la base de datos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.

3.2. Objetivos Específicos

- Detallar, cuadros comparativos de los diseños tradicionales y los diseños actuales mediante tecnología en drones de los diseños de redes de distribución.
- Enumerar, las ventajas del procesamiento de imágenes mediante la herramienta PIX4D.
- Demostrar, los beneficios que presentan los diseños eléctricos de redes de distribución sobre una ortofoto obtenida mediante tecnología en drones.
- Establecer, el proceso de automatización de la documentación de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur mediante el software ArcGIS.

4. Marco Teórico

4.1. Sistemas de Distribución Eléctrica

Se define como un conjunto de equipos que energizan de forma confiable y segura a una cantidad determinada de cargas ubicadas en lugares específicos, a un distinto nivel de voltaje [12]. Los sistemas de distribución de energía eléctrica deben poseer una proyección tal que permita que los sistemas puedan ampliarse progresivamente, con el objetivo de asegurar un servicio eficiente y continuo para la carga presente y futura con un costo de operación mínimo.

En [12] se clasifican los sistemas de distribución por su construcción, teniendo:

4.1.1. Sistemas Aéreos:

Los sistemas de distribución aéreos se constituyen de transformadores, cuchillas, pararrayos, cables desnudos, fusibles, etc. Que son instalados en postes o estructuras de varios tipos de material.

En lugares como fábricas, edificios públicos u hospitales, que no se permite la falta de energía eléctrica debido a su importante funcionamiento, se dispone de dos redes aéreas de diferentes circuitos de alimentación, debido a que la mayoría de estos servicios cuentan con plantas de emergencia con suficiente capacidad para brindar energía a las áreas más importantes.

4.1.2. Sistemas Subterráneos:

Los sistemas de distribución subterráneos se construyen en zonas urbanas con una densidad de carga alta y tendencias de crecimiento, ya que ofrece una limpieza al paisaje.

Estos se constituyen de transformadores sumergibles, cajas de conexión, seccionadores, interruptores de protección y cables aislados, que son instalados en lugares establecidos mediante normas técnicas.

4.1.3. Sistemas Mixtos:

Este tipo de sistemas son muy similares a los aéreos, teniendo como única diferencia que los cables desnudos sufren una transición a cables aislados, esto se realiza en la parte mas alta de la estructura y el cable aislado se aloja adentro de los ductos para realizar la bajante desde el poste hacia un pozo, para luego conectarse al servicio requerido.

En [12] también se expone la clasificación de los sistemas de distribución por el tipo de carga, teniendo:

4.1.4. Cargas Residenciales:

Este tipo de cargas comprenden básicamente edificios de departamentos, condominios, urbanizaciones, etc. Se caracterizan por ser eminentemente resistivas, como el alumbrado y la calefacción, y electrodomésticos de cargas reactivas pequeñas.

4.1.5. Cargas Comerciales:

Cargas existentes dentro de complejos comerciales grandes como edificios de gran altura, bancos, escuelas, aeropuerto, escuelas, etc. Se requieren fuentes de respaldo en casos de emergencia.

4.1.6. Cargas Industriales:

Comprende a los grandes consumidores de energía eléctrica, como las industrias de químicos, industrias de papel o industrias de acero, que suelen recibir el suministro de energía eléctrica en alto voltaje.

4.1.7. Cargas de Alumbrado Público:

Se instalan redes que alimentan lámparas de sodio o LED para contribuir con la seguridad de la ciudadanía en horario nocturno.

4.2. SIG (Sistema de Información Geográfica)

Se define a un SIG como la conjunción de información con herramientas informáticas. Si la obtención de datos relacionados con el espacio físico, es el objeto concreto para un sistema de información, entonces estamos hablando de un SIG o un sistema de Información Geográfica [13].

Dicho esto, un SIG es un software específico que permite las consultas interactivas por parte de los usuarios, así como integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica de manera referenciada de un territorio.

En [13] se exponen los componentes que conforman un SIG, los cuales son:

4.2.1. Tecnología:

Viene definido por el software y hardware, que incluye un conjunto de procesos que son la base, incluyendo una serie de algoritmos para sintetizar los datos almacenados.

4.2.2. Datos:

Mediante estos se representa la realidad que se puede entrelazar a situaciones y aplicaciones específicas. Los datos son una abstracción de la realidad y se almacenan en forma de códigos digitales.

4.2.3. Métodos:

Son procesos independientes para realizar diferentes trabajos relacionados con el diseño, creación y funcionamiento de los SIG. Por ello, el método es fundamental en las operaciones de los SIG.

4.2.4. Organización:

Está formada por un conjunto de objetivos, procesos, operadores y personal. Antes de definirla, se debe prestar especial atención al proceso de la gestión, los operadores y todo el personal.

4.2.5. Cuerpo de Ideas:

Es el conjunto de ciencias y procesos que servirán para determinar el avance, el desarrollo y el uso de los SIG.

4.2.6. Redes:

Permite la comunicación y compartir la información de forma eficaz y veloz. Internet fue diseñado como una red de conexión entre ordenadores, pero actualmente es el mecanismo social de intercambio de conexión.

En la Figura se muestran los componentes de un SIG.

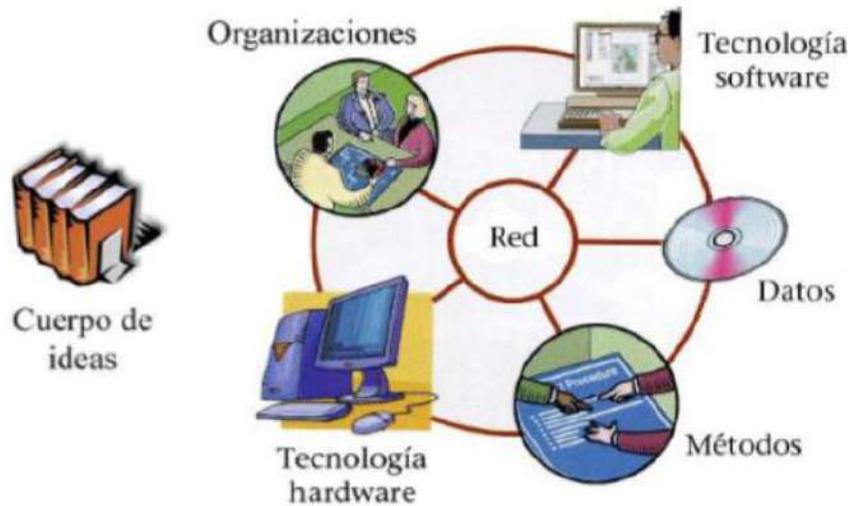


Figura 1: Componentes de un SIG

Fuente: [13]

5. Marco Metodológico



Figura 2: Diagrama de la Metodología General

En el análisis de la red de distribución existente, se hizo una revisión sobre el proceso de presentación de diseños, donde se especifica el orden a seguir sobre el estudio eléctrico, es decir, todos los documentos necesarios que se necesita presentar para poder recibir la aprobación del mismo por parte de la Empresa Eléctrica. También se realizó un análisis correspondiente a todos los aspectos que se presentaron en el diseño de la red de distribución existente, tales como el tiempo estimado que fue necesario para todo el diseño de la red, los costos producidos por el diseño y la eficiencia total que puede brindar la red mediante la metodología tradicional de diseño.

En la inspección del área de estudio, se llegó al sitio propuesto y se analizaron varios factores de importancia, considerando las zonas de vuelo permitidas, analizando las condiciones geográficas y de clima de la zona, y realizando una revisión sobre las baterías que posee el dron, para realizar un vuelo de reconocimiento en la zona de estudio para tener una referencia del terreno donde se realizará el diseño de la red de distribución.

Para la planificación de vuelo, es necesario disponer de las herramientas como PIX4D Capture y DJI Go 4 para poder trazar el plan de vuelo del dron. Luego de capturar las imágenes, se realiza el procesamiento de imágenes para la obtención de la ortofoto.

El nuevo diseño de las red se lo realizará en la herramienta CIVIL3D, el cual permite trabajar con las ortofotos y en el mismo se realizará el plano propuesto, siguiendo los lineamientos básicos para el diseño de una red de medio voltaje. Se hará el análisis de la red propuesta en el cual se revisará cada estructura y el porqué de su uso. Posteriormente se realizará el plano proyectado, el cual debe contener el plano existente final, plano propuesto final, simbología y las nomenclaturas.

El paso final es el desarrollo de la automatización de la documentación haciendo uso del software ArcGIS y Matlab, que consta de el llenado automático del formato de la hoja de excel que brinda la Empresa Eléctrica Centro Sur.

5.1. Análisis de una Red de Distribución Existente

Partiendo del formato de documentación de presentación de proyectos, se analizaron todos los documentos necesarios para la aprobación de un diseño de una red de distribución.

El primer diagrama (Figura 3) es para la elaboración de diseños particulares, es decir, diseños de viviendas, locales comerciales o fábricas, donde se deben cumplir siete pasos fundamentales para la aprobación del diseño, que son el Oficio Designación del Propietario, el Oficio de Ingreso, la Escritura de la Propiedad, la Documentación de Identidad, la Licencia Urbanística, los Planos Aprobados por el Municipio y finalmente el Diseño Eléctrico.



Figura 3: Procedimiento para Elaboración de Diseños Particulares

El segundo diagrama (Figura 4) es el proceso que se considera para los diseños de la Empresa Regional Centro Sur.

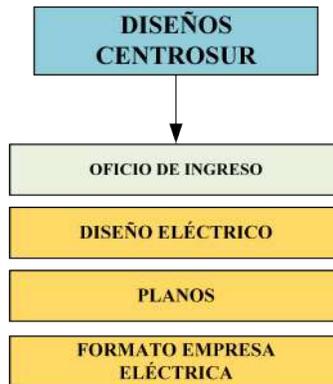


Figura 4: Procedimiento para Elaboración de Diseños Centro Sur

En este caso, se tomarán en cuenta dos aspectos fundamentales:

- **Oficio de Ingreso**

En el oficio de ingreso se detalla la información del proyecto a realizar.

- **Diseño Eléctrico**

La parte del diseño eléctrico, de igual manera consta de un procedimiento que se debe seguir para obtener dicho diseño.

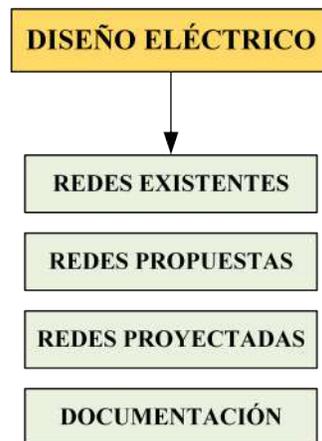


Figura 5: Procedimiento para el Diseño Eléctrico

En la Figura 5 se expone el contenido de un diseño eléctrico, el cual abarca 4 procesos fundamentales, que son:

- El Análisis de las Redes Existentes.
- La Presentación de las Redes Propuestas, que se realizarán con la nueva metodología de Tecnología en Drones.
- El Diseño de las Redes Proyectadas.
- La Entrega de la Documentación Requerida para la aprobación del proyecto, que consta de los oficios mencionados anteriormente y del formato de resumen del proyecto por parte de DIDIS (Departamento de Distribución).

En el Anexo 1 se puede apreciar un ejemplo del diseño de una red de distribución eléctrica cumpliendo los procesos mencionados.

5.1.1. Levantamiento de la Red Existente

La red eléctrica de distribución que se analizará es la red LOMON - LENTAG, ubicada en la parroquia Asunción, en el Cantón Girón, Provincia del Azuay. En la Figura 6 se puede observar la ubicación del área de estudio.

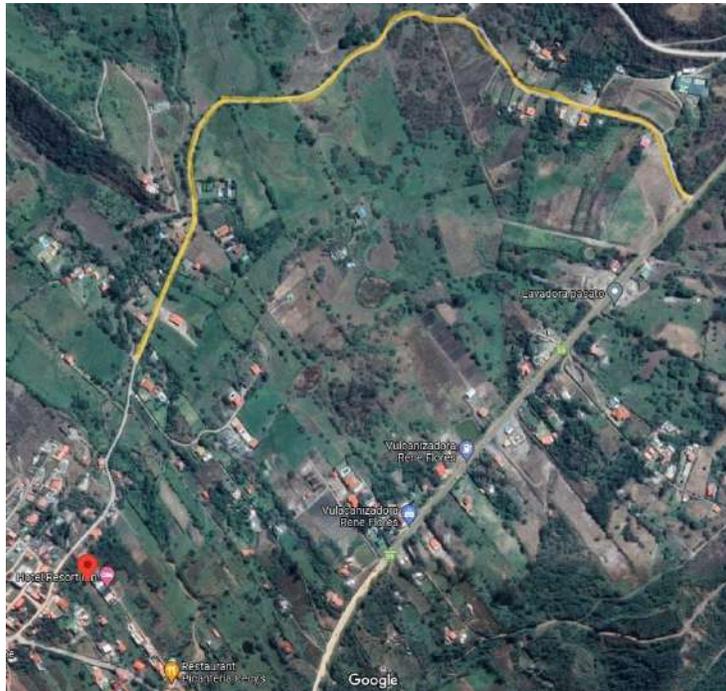


Figura 6: Ubicación Geográfica de la Red de Distribución Existente

Una vez conociendo la localidad de la zona de estudio de la red de distribución, se procede al levantamiento de la red existente, En este paso se divide en dos grupos, el primero detalla el proceso de obtención, limpieza y revisión de un plano existente para proyectos residenciales, el segundo el cual está enfocada esta tesis, detalla el proceso de obtención, limpieza y revisión en el área de un diseño contratado por la Centro Sur. En la Figura 7 se puede observar el proceso mencionado:

RESIDENCIAL	CENTROSUR
<p>Obtención de plano existente</p> <ul style="list-style-type: none">- AutoCAD- Limpieza y presentación del plano <p>Verificación del plano existente en el área</p> <ul style="list-style-type: none">- Solo verificación	<p>Obtención de plano existente</p> <ul style="list-style-type: none">- AutoCAD- Limpieza y presentación del plano <p>Verificación del plano existente en el área</p> <ul style="list-style-type: none">- Toma de datos- Verificación

Figura 7: Procedimiento Red Existente

Obtención del Plano Existente

Teniendo el procedimiento para el levantamiento de la red existente, se procede a buscar la información de dicha red en el Geoportal de la Empresa Eléctrica, donde se obtienen datos como los postes que conforman dicha red, el código de cada uno y el tipo de estructura, además también podremos encontrar la fecha en la que se contruyó la red de distribución. En la Figura 8 se puede revisar todos los datos obtenidos del Geoportal

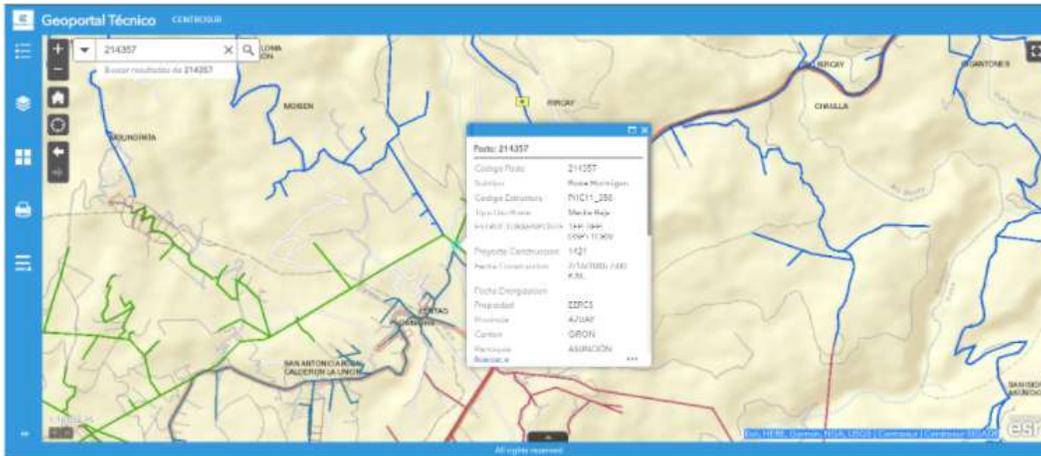


Figura 8: Red Existente en el Geoportal

Una vez localizada la red en el geoportal, se procede a descargar el plano en AutoCAD de la red de distribución existente en la base de datos de datos, en la Figura 9 se puede revisar el procedimiento descrito.

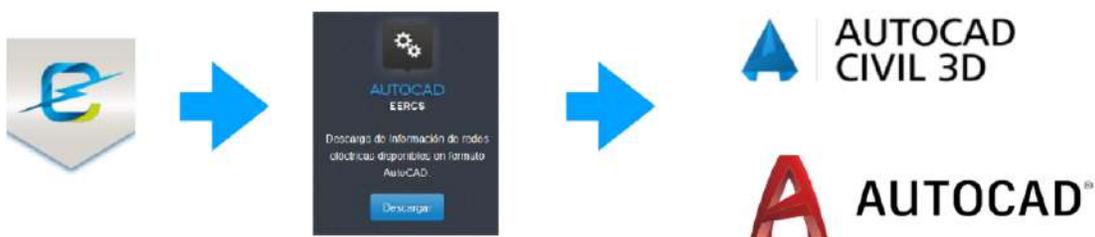


Figura 9: Procedimiento para Obtención de Planos

Luego, se procede a buscar el plano de la zona de la que queremos obtener los planos eléctricos en AutoCAD, como se puede observar en la Figura 10



Descarga Archivos AutoCAD - Mayo 2020

Simbología			
Simbología homologada por el Ministerio de Electricidad a utilizarse en la digitalización de Planos para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur			
SE-01	SE-02	SE-03_0321_0322	SE-03_0323_0324_0325
SECTOR ENTRE LAS CALLES	SECTOR ENTRE LAS CALLES	SECTORES	SECTOR ENTRE LAS CALLES
AV. HEROES DE VERDELOMA HUAYNA CARAC MARISCAL SUCRE CORONEL TALBOT GRAN COLOMBIA BALTAZARA DE CALDERON SIMON BOLIVAR MARISCAL SUCRE DANIEL ALVARADO	SECTOR ENTRE LAS CALLES SIMON BOLIVAR HUAYNA CARAC CALLE EL PARAISO AV. 11 DE ABRIL MIGUEL CORDERO DAVILA ROBERTO CRESPO TORAL REMIGIO CRESPO TORAL REMIGIO TAMARIZ CRESPO	CDLA TOMEBAMBIA RAYOLOMA EL DESPACHO STA ANA DISHA SAN BARTOLOME MOÑIAS QUINSECO MACAS	CDLA. EL PARAISO FRASEO DE LOS CAÑARIS YANAURO ATAHUALPA RIO MILO-ICHIG TOTORACDCHA ENTRADA A MISCATA CEMENTERIO MUNICIPAL AV. HUAYNA CARAC

Figura 10: Base de Datos de la Empresa Eléctrica

Obtenidos el plano de la red existente, procedemos a trabajar en la limpieza del mismo, delimitando el alcance que tendrá la red, es decir, el área donde se situará la red de distribución a ser diseñada. (ver Figura 11)

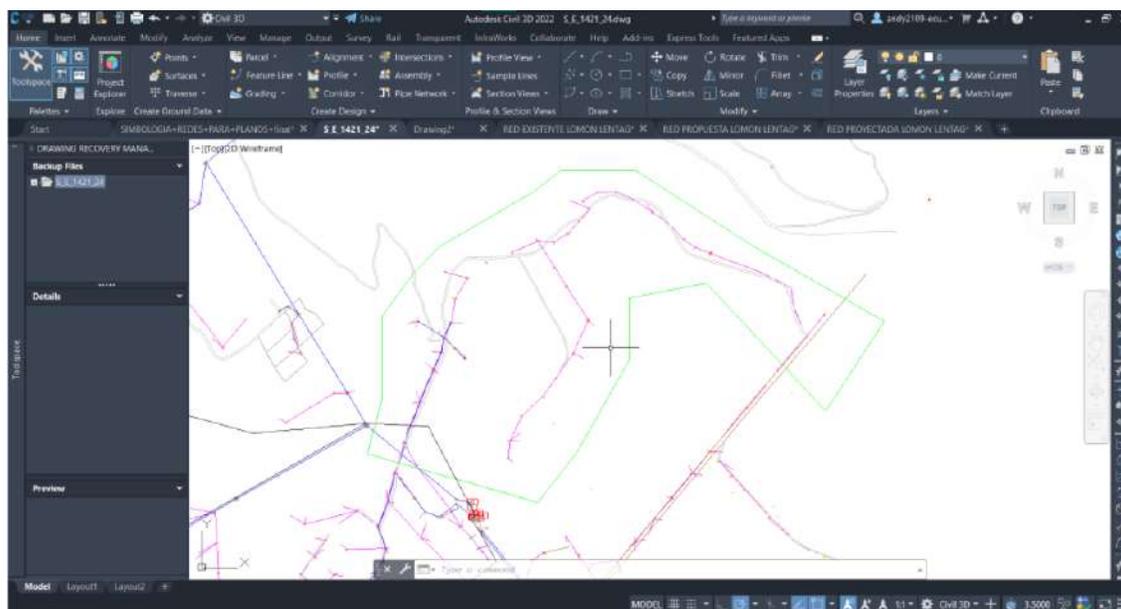


Figura 11: Área Delimitada de la Red de Distribución Existente

Ahora se procede a definir los colores de las capas que se utilizan para los diferentes componentes de red, para evitar confusiones a la hora de diseño y presentación del plano. (ver Figura 12)

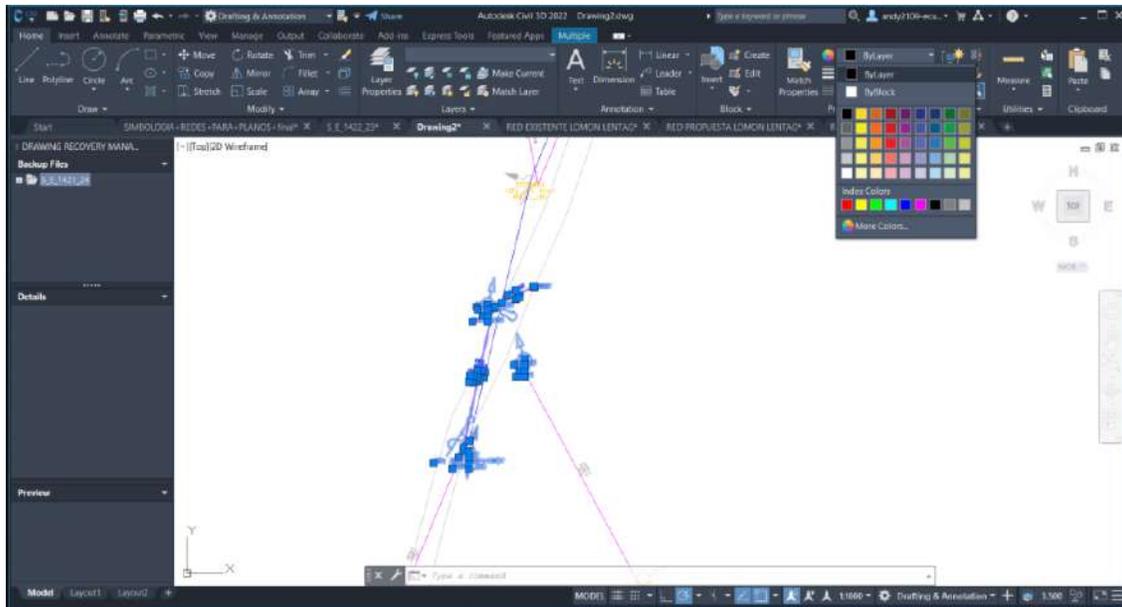


Figura 12: Capas Utilizadas dentro del Diseño de la Red

Luego, hay que eliminar los códigos de clientes que se encuentran colocados en el plano del diseño de la red de distribución existente. (ver Figura 13)

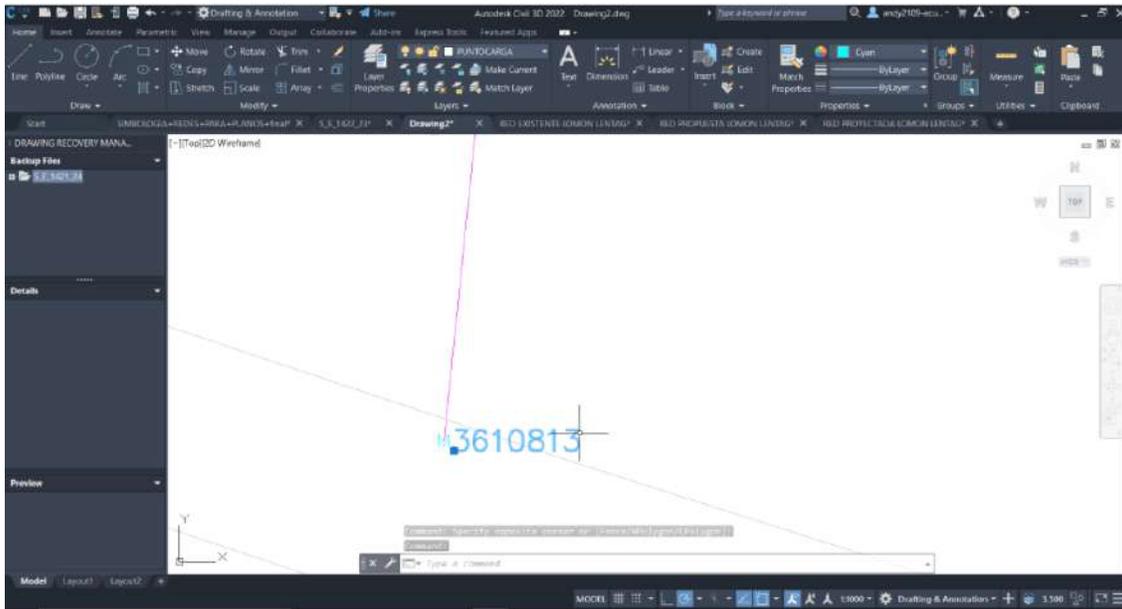


Figura 13: Códigos de Cliente dentro de la Red Existente

Se coloca el número de usuarios por poste, es decir, se especifica cuantos clientes van conectados a dicho poste para su servicio de energía eléctrica. (ver Figura 14)

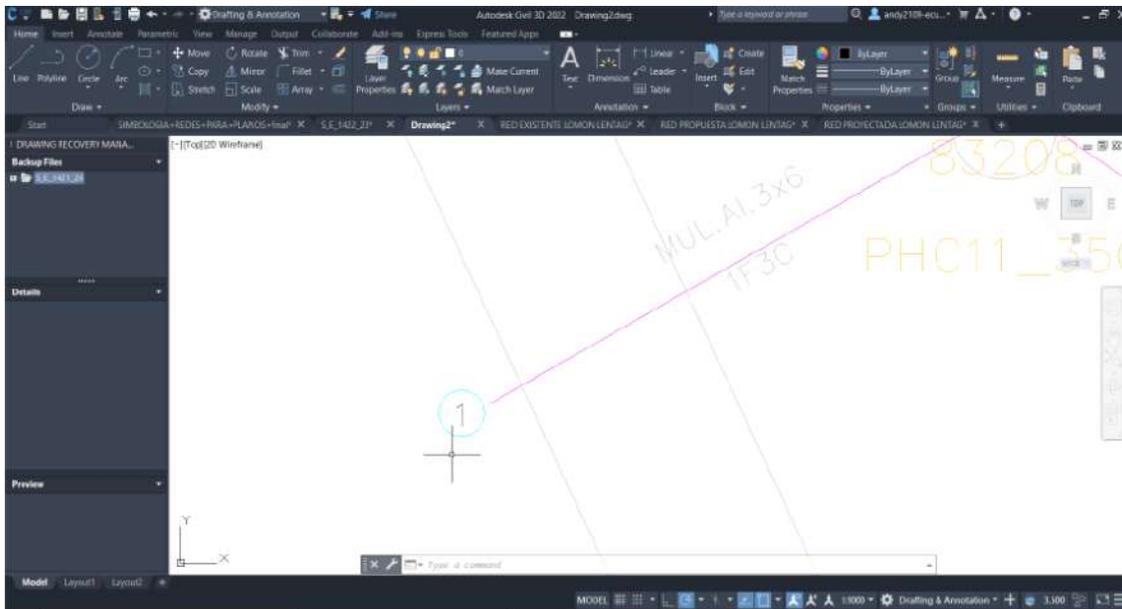


Figura 14: Número de Clientes por Poste

Luego de colocar el número de clientes por poste, hay que enumerar cada uno de los postes existentes, empezando desde el primer punto como P1, el siguiente como P2 y así en todos

los postes existentes. (ver Figura 15)

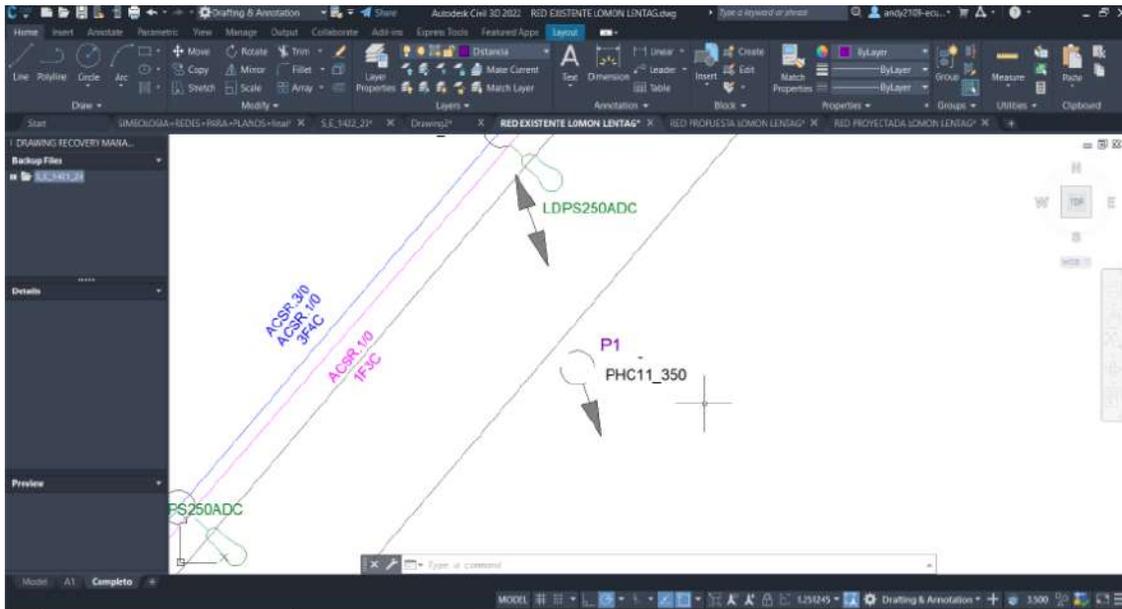


Figura 15: Enumeración de Postes

Ahora se hace una corrección sobre el texto del tipo de conductores de la red, donde se aumentó el tamaño de fuente del texto, principalmente para una mejor lectura del mismo. (ver Figura 16)

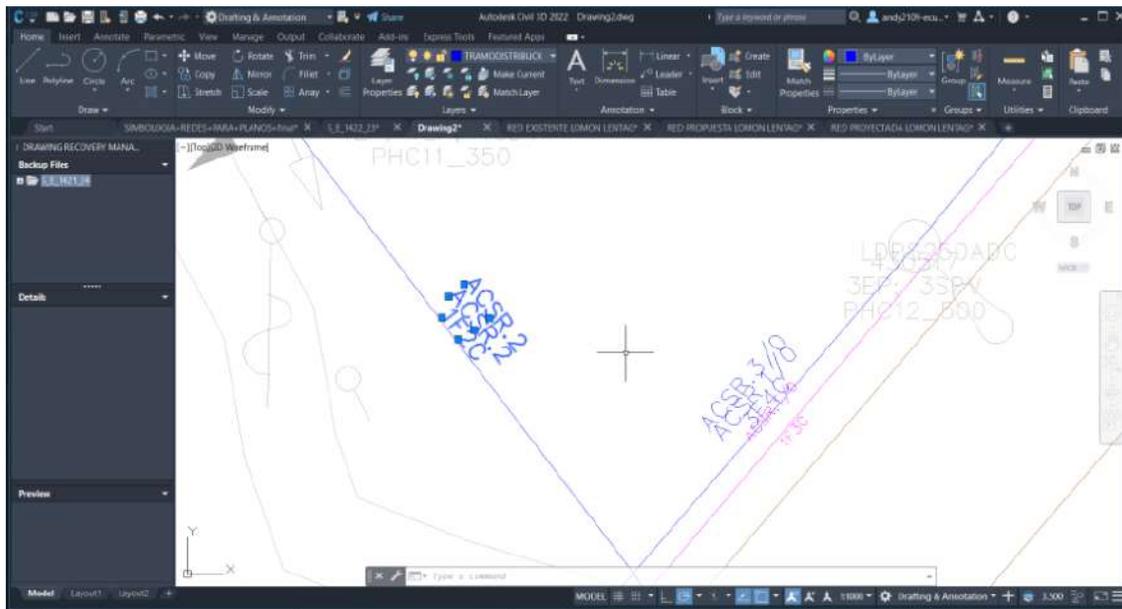


Figura 16: Cambio de Fuente de Conductores

Po último, se procede a colocar las distancias en metros de cada uno de los conductores, de esta forma, haciendo la limpieza completa del plano de la red existente para su presentación. (ver Figura 17)

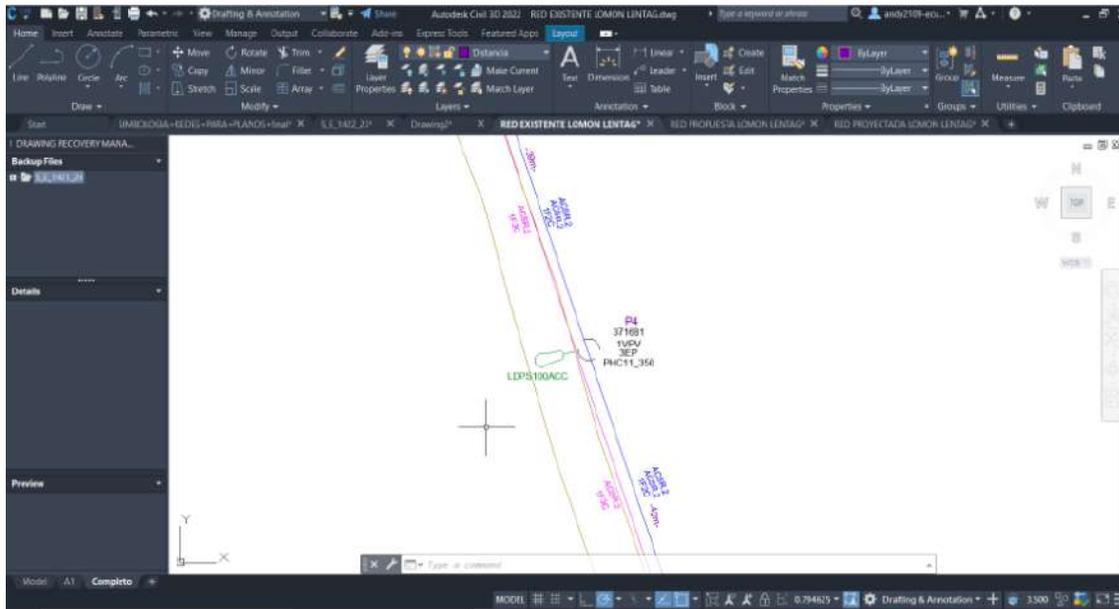


Figura 17: Distancia en Metros de Conductores

Finalmente, obtenemos el nuevo plano de la red de distribución existente, en las Figuras 18 y 19 se puede visualizar el plano existente.

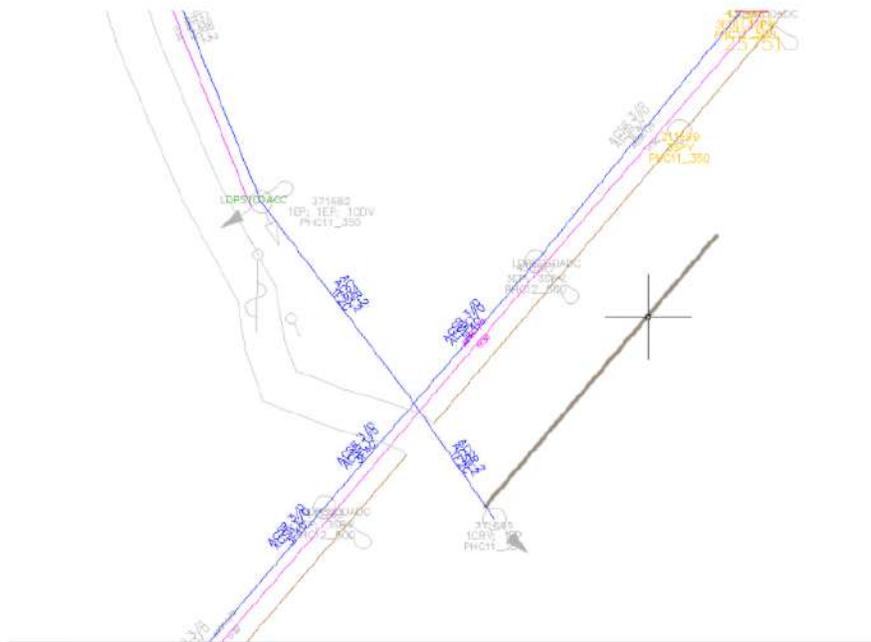


Figura 18: Componentes de la Red de Distribución Existente

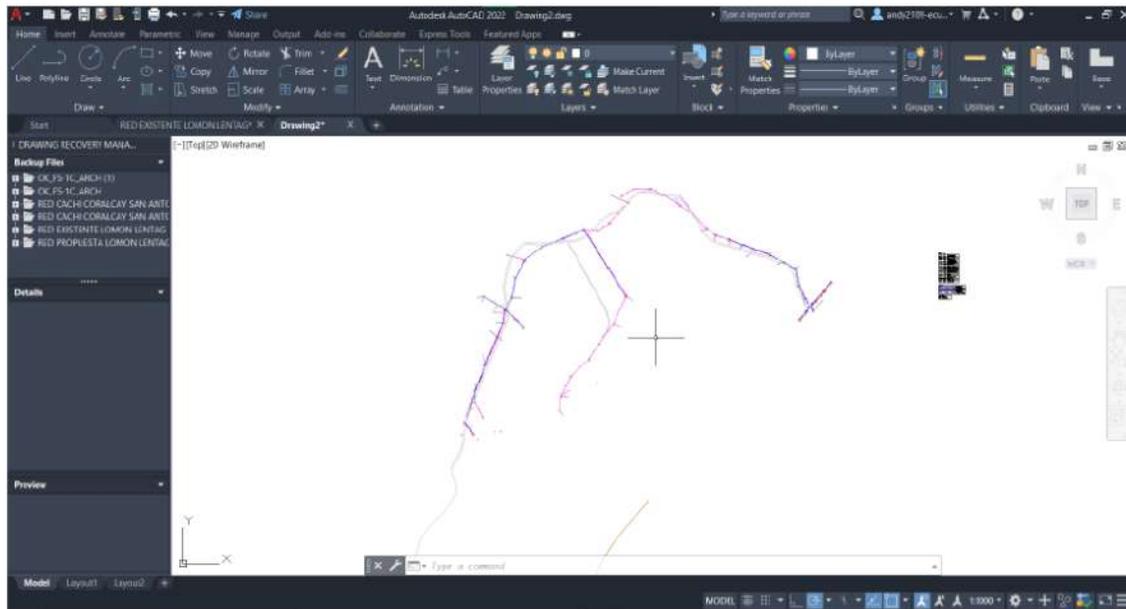


Figura 19: Red de Distribución Existente

Mientras que en las Figuras 20 y 21 se puede observar el plano de la red de distribución completamente limpio.

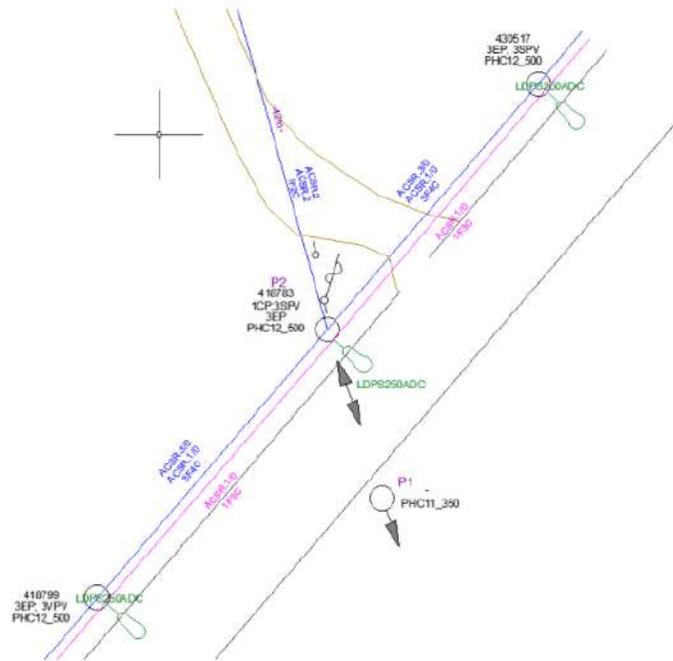


Figura 20: Componentes de la Red de Distribución Existente Limpia

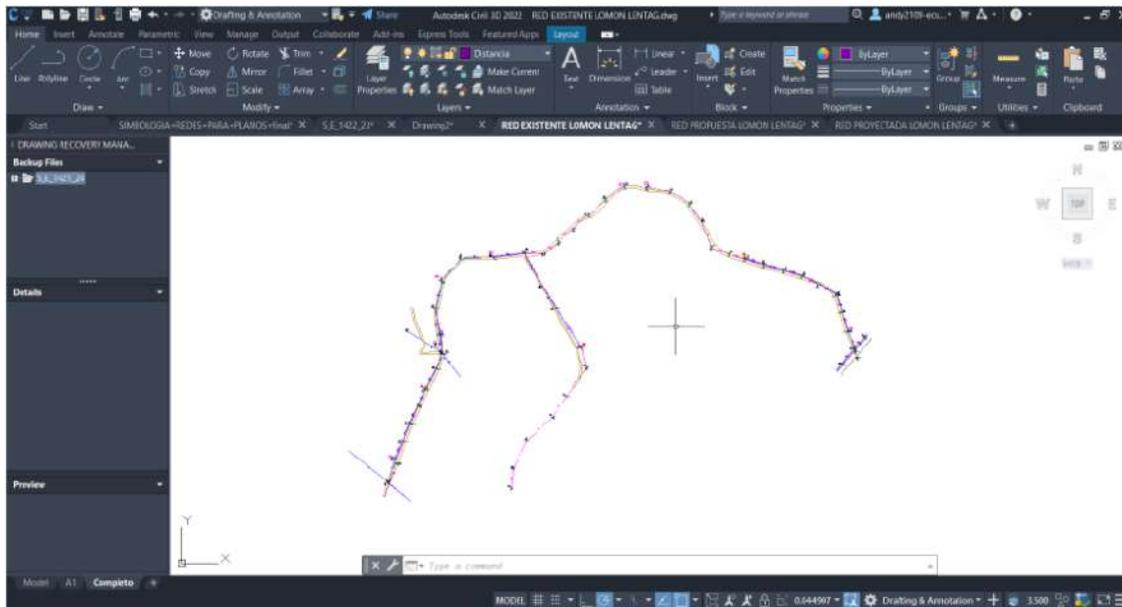


Figura 21: Red de Distribución Existente Limpia

Verificación del Plano Existente en el Área

Luego de tener el plano existente de la red de distribución completamente limpio, se procede a cargarlo en un dispositivo móvil mediante la aplicación AirMore, el cual permite

transferir archivos desde la PC hasta el dispositivo móvil, el archivo que se transfirió fue Red Existente.dwg para poder visualizarlo en el dispositivo mediante la aplicación de AutoCAD para IOS. (Figura 22)



Figura 22: Transferencia de Archivos

Se crea una hoja en Excel para poder ir haciendo la revisión y comprobación de la red en el área de estudio y compararlo con el plano en AutoCAD de la red de distribución, en la Figura 23 podemos visualizar la tabla creada.

	A	B	C	D	E	F
1	N.P	Numero Poste Plano	Numero Poste Fisico	Numero Foto	Referencia	
2	1	Tensor				
3	2	418783	418783	dsc1732	Seccioandor...1CP-35P	
4	3	371682		dsc1733		
5	4	371681		dsc1734		
6	5	371609		dsc1735		
7	6	371537		dsc1736		
8	7	371608		dsc1737		
9	8	370931		dsc1738		
10	9	352201		dsc1739		
11	10	371669		dsc1740		
12	11	352200		dsc1741		
13	12	83208		dsc1742		
14	13	83213		dsc1743		
15	14	83212		dsc1744		
16	15	83209		dsc1745		
17	16	100351		dsc1746		
18	17	83211		dsc1747		
19	18	83210		dsc1748		
20	19	361342		dsc1749		
21	20	375390		dsc1750		
22	21	375389		dsc1751		
23	22	375242		dsc1752		
24	23	371592		dsc1753		
25	24	370925		dsc1754		
26	25	370940		dsc1755		
27	26	370917		dsc1756		

Figura 23: Tabla de la Red de Distribución Existente

Teniendo todo listo, se procede a llegar a la zona de estudio, para poder ir comprobando los postes reales con los postes en el plano de red, en la Figura 24 se puede observar.



Figura 24: Red de Distribución Existente en el Area de Estudio

Luego de obtener todas las imágenes de los postes que conforman la red de distribución, en oficina revisamos todas las fotografías y las nombramos utilizando los subfijos P1, P2, etc, como se observa en la Figura 25.



Figura 25: Fotografías Tomadas en el Area de Estudio

Luego de verificar las fotografías obtenidas, se procede a llenar la tabla de a red anteriormente creada, de esta forma comprobando que el código del poste físico sea igual al código del poste en el plano de AutoCAD, también para comprobar cuantos postes existen en la red de distribución estudiada, como resultado obteniendo la siguiente tabla mostrada en la Figura 26, observando que todo coincide con la red existente física.

N.P	Numero Poste Plano	Numero PosteFisico	Numero Foto	Referencia
1	Tensor			
2	418783	418783	dsc1732	Seccioandor..1CP-35P
3	371682	371682	dsc1733	1VPV
4	371681	371681	dsc1734	1VPV
5	371609	371609	dsc1735	1CAV
6	371537	371537	dsc1736	1CPV
7	371608	371608	dsc1737	1CAV
8	370931	370931	dsc1738	1CPV
9	352201	352201	dsc1739	1CPV
10	371669	371669	dsc1740	Tranformador
11	352200	352200	dsc1741	3ED
12	83208	83208	dsc1742	3EP
13	83213	83213	dsc1743	3EP
14	83212	83212	dsc1744	3ER+1ER
15	83209	83209	dsc1745	1EP+1ER
16	100351	100351	dsc1746	1ER
17	83211	83211	dsc1747	1ER
18	83210	83210	dsc1748	1ER+1ER
19	361342	361342	dsc1749	3ER+1ER
20	375390	375390	dsc1750	3EP
21	375389	375389	dsc1751	3EP
22	375242	375242	dsc1752	3EP
23	371592	371592	dsc1753	1CRV+1CRV
24	370925	370925	dsc1754	1CPV
25	370940	370940	dsc1755	1CAV
26	370917	370917	dsc1756	1CAV
27	371640	371640	dsc1757	1CAV
28	371667	371667	dsc1758	1CAV
29	371666	371666	dsc1759	1CA+1BD
30	327305	327305	dsc1760	1CPV
31	371872	371872	dsc1761	Tranformador
32	371871	371871	dsc1762	1CPV
33	370926	370926	dsc1763	1CPV
34	371670	371670	dsc1764	1CPV
35	371662	371662	dsc1765	1CPV
36	371584	371584	dsc1766	1CAV
37	214475	214475	dsc1767	3SDV-1CRV
38	214357	214357	dsc1768	3EP-frente a P36

Figura 26: Tabla Llenada de los Postes de la Red Existente

En el plano de la red existente, se incluyen las fotografías obtenidas de los postes físicos, de esta forma localizando cada uno de los postes con su ubicación en la red de distribución en el área de estudio. (Figura 27)

5.2. Inspección y Replanteo del Área de Estudio mediante Tecnología en Drones

Una vez analizada a profundidad la red de distribución existente en el cantón Girón, de la parroquia de Azuay, se empieza la inspección del área de estudio mediante tecnología en drones, donde se analizarán varios aspectos como: el tipo de dron que se utilizará para el vuelo de reconocimiento, el análisis de las zonas permitidas de vuelo, las consideraciones del clima de la zona de estudio y las consideraciones de las baterías y el control del dron que será utilizado.

5.2.1. Tipo de Dron Utilizado para el Vuelo

Dentro del mercado de aeronaves pilotadas a distancia (RPAs) podemos encontrar dos grandes marcas, DJI y Parrot, pero en este caso de estudio, se escogerá la marca DJI, que dispone de dos series de drones, la Serie Mavic y la Serie Phantom.

La Serie Phantom nos ofrece dos marcas de aeronaves (Ver Figura 28), las cuales son:

- Phantom 4 Pro V2.0
- Phantom 4 Pro



Figura 28: Modelos de la Serie Phantom

Mientras que la Serie Mavic, qué es la que se utilizará en este trabajo, dispone de cinco marcas de aeronaves (Ver Figura 29), las cuales son:

- Mavic Air 2
- DJI Mini 2
- DJI Air 2S
- Mavic 2
- DJI Mini SE



Figura 29: Modelos de la Serie Mavic

Para este caso de estudio, se utilizaron dos aeronaves para la inspección del área donde se encuentra la red de distribución, dichas aeronaves son los drones DJI Mavic Pro y DJI Mavic Mini 2. En las siguientes Figuras (30 y 31) se pueden visualizar los drones ya mencionados.



Figura 30: Dron DJI Mavic Pro

Dron DJI Mavic Mini 2



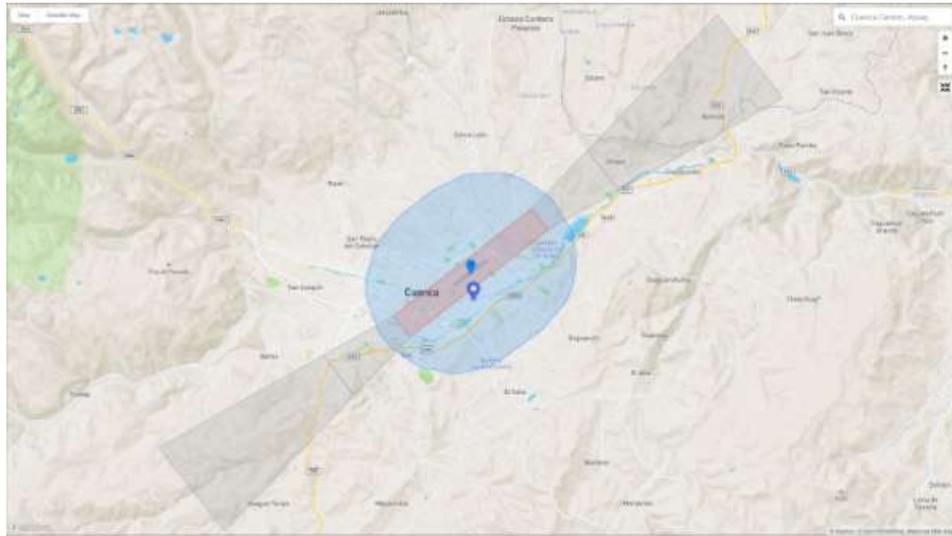
Figura 31: Dron DJI Mavic Mini 2

El dron DJI Mini 2 posee sistemas de geoposicionamiento, sensores que ayudan a aterrizaje de la nave y también obtiene beneficios de las funciones desarrolladas dentro del software del fabricante. La función geoperimetraje GEO evita que el dron vuele sobre lugares peligrosos como aeropuertos, mientras que la opción de retorno al punto de origen hace que el dron vuele de forma automática al punto de inicio.

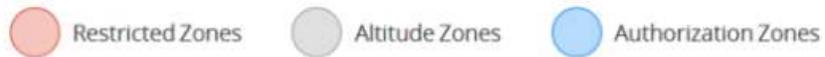
La principal diferencia entre ambas aeronaves, aparte del precio y el tamaño, es que para la planificación del vuelo dentro de la herramienta PIX4D, el dron DJI Mavic Pro, tiene la opción de conectarse a la aplicación y poder trazar la ruta de vuelo que permite al dron volar de forma automática por la trayectoria marcada, mientras que el dron DJI Mavic Mini 2, no puede conectarse para trazar su ruta dentro de la aplicación, por lo que este dron se utiliza para realizar un vuelo de forma manual por la trayectoria de estudio.

5.2.2. Zonas de Vuelo Permitidas

Una vez seleccionado el dron a utilizar para la inspección del área de estudio, se procede a verificar las zonas de vuelo permitidas, de esta forma comprobando si la zona de estudio se encuentra dentro de las zonas permitidas para el vuelo del dron DJI Mavic Mini 2, en la Figura 32 se puede observar lo descrito.



DJI GEO Zones



Others



Figura 32: Zonas de Vuelo en la Ciudad de Cuenca

Como se observa en la imagen, existen siete tipos de zonas de vuelo, las cuales se describen a continuación:

- **Zonas Restringidas**

En estas zonas, que aparecen en rojo en la aplicación DJI GO, los usuarios recibirán una advertencia y se impedirá el vuelo. Si cree que tiene la autorización para operar en una Zona restringida.

- **Zonas de Altitud**

Estas zonas aparecerán en gris en el mapa. Se reciben advertencias en DJI GO o DJI GO 4 y la altitud de vuelo es limitada.

- **Zonas de Autorización**

Aparecen en azul en el mapa, los usuarios reciben una advertencia y el vuelo está limitado por defecto. Usuarios autorizados son capaces de desbloquear estas zonas.

- **Zonas de Advertencia**

En estas Zonas, que pueden no aparecer necesariamente en el mapa, de igual manera de recibirá un mensaje de advertencia. Ejemplo de zona de advertencia: espacio aéreo de clase E.

- **Zonas de Advertencia Mejoradas**

En estas Zonas, GEO le solicitará en el momento del vuelo que desbloquee la zona siguiendo los mismos pasos que en una Zona de autorización, pero no necesita una cuenta verificada o una conexión a Internet en el momento de su vuelo.

- **Zonas Regulatorias Restringidas**

Debido a las regulaciones y políticas locales, los vuelos están prohibidos dentro del alcance de algunas áreas especiales. (Ejemplo: prisión)

- **Vuelo Recomendado**

Esta zona se muestra en verde en el mapa. Se recomienda que elija estas áreas para los arreglos de vuelo.

En Cuenca, la mayor parte de la ciudad se encuentra dentro de la zona restringida de color rojo, debido principalmente a la presencia de edificios y el aeropuerto Mariscal La Mar, mientras que las zonas externas, se encuentran dentro de las zonas de autorización, donde el vuelo está limitado por defecto, también están las zonas de altitud, donde la altitud de vuelo es limitada.

Mientras que en nuestra zona de estudio de la red de distribución, como se puede observar en la Figura 33, no se encuentra dentro de cualquier zona descrita, lo que significa que el vuelo es permitido pero bajo la responsabilidad del propietario, ya que no se sabe si es un área segura o no para el vuelo. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se realizará el vuelo de inspección de la zona.



Figura 33: Zonas de Vuelo en la Zona de Estudio

5.2.3. Consideraciones del Clima

Luego de revisar las zonas permitidas de vuelo del dron, se procede a revisar las condiciones del clima, con el fin de poder definir las horas en las que el clima es óptimo para poder realizar el vuelo de inspección en la zona de la red de distribución existente.

Haciendo uso de la herramienta UAV Forecast, obtenemos el pronóstico del clima de la zona de estudio.



Figura 34: Condiciones Climáticas de la Zona

Como se observa en la Figura 34, la aplicación brinda mucha información del clima de la zona, como el horario en el que el sol está presente, temperatura actual de la zona, velocidad del viento, la velocidad de las ráfagas, la dirección en la que sopla el viento, entre otros.



Figura 35: Pronóstico de la Zona

Esta herramienta también permite ver el pronóstico específico del día en el que se realizará el vuelo, como podemos observar en la Figura 35, se pueden ver los parámetros descritos anteriormente, tomando todos estos puntos, la aplicación arroja un resultado final sobre si es bueno realizar el vuelo del dron o no, de esta forma, sabiendo la horas en las que podemos realizar dicho proceso sin ningún problema.



Figura 36: Perfil de Viento de la Zona

Otra opción importante que nos brinda UAV Forecast, es poder analizar el perfil de viento, tal como se muestra en la Figura 36.

5.2.4. Baterías y Control del Dron

Para poder realizar un vuelo satisfactorio con el dron, es necesario tener completamente cargado el control del dron, las baterías del dron y el dispositivo móvil que se utilizará para el vuelo y captura de imágenes. Si se requiere inspeccionar un área de gran tamaño, es recomendable llevar el cargador del dron para cargarlo durante el procedimiento.

Hay que tener en cuenta que cuando usamos un equipo Android para el control, este se carga usando la batería del control por lo que se agotará más rápido. Si usamos un equipo Apple no tendremos estos problemas.

Para poder realizar el vuelo de inspección, es necesario disponer de la herramienta DJI

Go 4 en el caso de un dispositivo móvil IOS (Figura 37), en el caso de un dispositivo Android, adicional se debe disponer de la aplicación Ctrl+DJI (Figura 38)



Figura 37: Aplicaciones para Dispositivos IOS



Figura 38: Aplicaciones para Dispositivos Android

Dentro de la herramienta DJI Go 4, se revisa toda la configuración del control que viene por defecto de fábrica, es donde es recomendable dejar dicha configuración pero se puede cambiar dependiendo las necesidades que se tengan para el vuelo.

Dentro de la configuración del control, existen muchas opciones que se pueden ir cambiando, como la calibración del control remoto, donde se pueden configurar los análogos del control colocando las acciones que se busquen.

En la Figura 39, se observa la configuración del control remoto, donde encontramos varias

opciones como la configuración del modo aeroplano, que también se puede configurar desde el propio control.



Figura 39: Configuración de Control Remoto

También se puede acceder a la configuración de personalización de los botones del control, donde se pueden configurar los botones C1 y C2 dependiendo las acciones que necesitemos. (Ver Figura 40)



Figura 40: Configuración de Botones

Otra opción que existe, es la configuración del botón 5D, que se muestra en la Figura 41, donde podemos obtener un control de vuelo personalizado dependiendo de cómo se configure el botón en sus cuatro direcciones.



Figura 41: Configuración Botón 5D

Esta herramienta también permite configurar el controlador principal del dron, donde se puede activar o desactivar el modo de vuelo inteligente o el nivel de altitud en el que el dron se posicionará antes de regresar a su punto de origen. (Figura 42)



Figura 42: Configuración Controlador Principal

Tal como se mencionó al principio, todas las configuraciones descritas se mantuvieron por defecto de fábrica, es decir, no se cambiaron debido a que la configuración es la indicada para el vuelo de inspección que realizará el dron en la zona de estudio.

5.2.5. Planificación de Vuelo y Captura de Imágenes

Una vez revisados los puntos anteriores, es decir, el tipo de dron que se utilizará, las consideraciones de las zonas de vuelo permitidas, el clima de la zona y el análisis de las baterías y el control del dron, se procede a realizar un vuelo de inspección en el área de estudio.

El vuelo de inspección consiste en realizar un vuelo rápido de reconocimiento sobre el terreno de estudio, donde se analizará el clima, es decir, la presencia de vientos que no superen el límite para poder realizar el vuelo, la estructura del terreno, la altitud del terreno, la presencia de objetos que interrumpen el vuelo como árboles o postes, además de analizar el tiempo de vuelo que tomará cubrir toda la zona para tener en cuenta el nivel de batería para el vuelo final en donde se obtendrán las imágenes del terreno para su procesamiento.

Antes de realizar el vuelo, se procede a crear el plan de vuelo que seguirá el dron dentro de la aplicación PIX4D capture, donde se ofertan cinco tipos de misiones para el vuelo del dron. (Ver Figura 43)

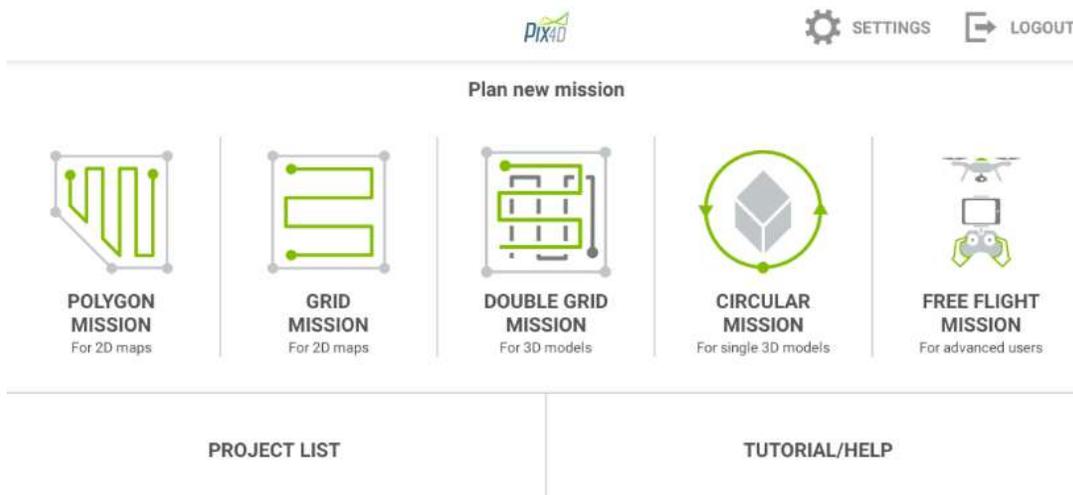


Figura 43: Tipos de Misiones de Vuelo

A continuación se describen los cinco tipos de vuelo que ofrece la aplicación:

- **Misión Poligonal**

Este tipo de vuelo permite trazar un área poligonal en la zona de estudio, donde el dron irá obteniendo las imágenes dentro del área marcada.

- **Misión de Cuadrícula**

Esta configuración es similar al vuelo poligonal, sin embargo, solo se permite trazar un cuadrado en el área de estudio para la captura de imágenes mediante el dron.

- **Misión de Doble Cuadrícula**

Es tipo de vuelo es utilizado netamente para modelos 3D, mas no en mapeo para redes eléctricas ya que se tendría el mismo resultado que al usar las dos configuraciones anteriores.

- **Misión Circular**

Esta configuración es útil para el levantamiento de estructuras en 3D, ya que el dron irá tomando imágenes en forma circular de toda la estructura

- **Misión de Vuelo Libre**

En estas Zonas, GEO le solicitará en el momento del vuelo que desbloquee la zona siguiendo los mismos pasos que en una Zona de autorización, pero no necesita una cuenta verificada o una conexión a Internet en el momento de su vuelo.

En la siguiente configuración, se puede activar la opción de que cuándo el dron termine el vuelo, se envíen las imágenes tomadas directamente al dispositivo móvil utilizado. (Ver Figura 44)



Figura 44: Configuración de Sincronización

Luego, se procede a seleccionar el modelo de dron que se utilizará para el vuelo. (Figura 45)

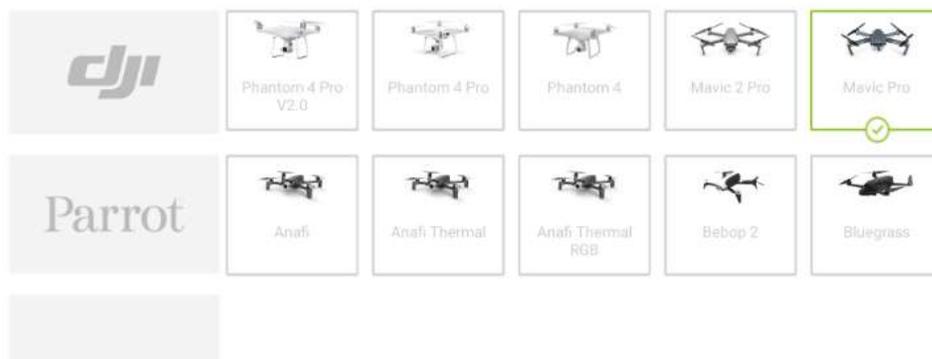


Figura 45: Selección del Modelo de Dron a Utilizar

Una vez seleccionado el modelo de dron a utilizar, se procede a trazar el vuelo que tendrá el dron, siendo este caso, una misión de cuadrícula para poder ir capturando las imágenes. Figura (Figura 46)

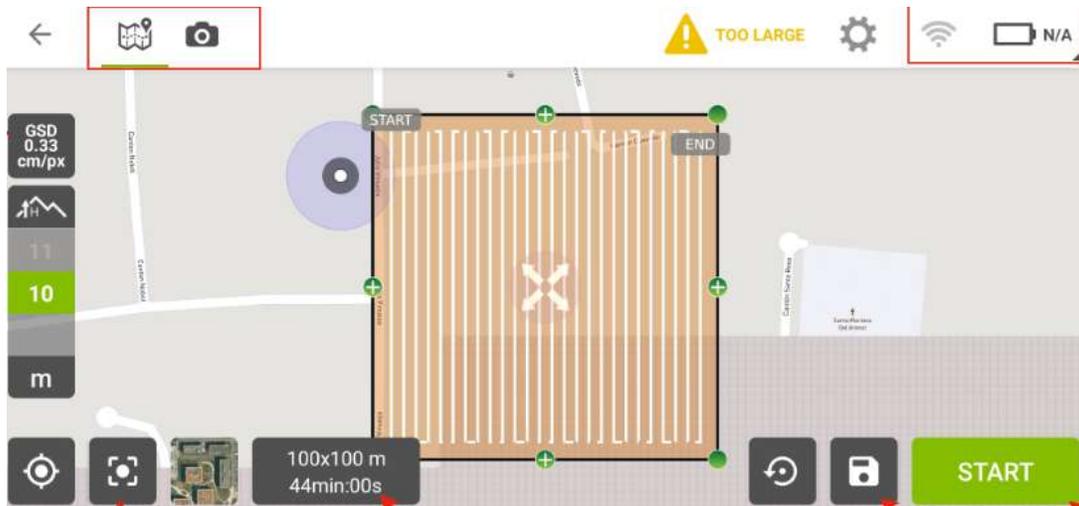


Figura 46: Plan de Vuelo Trazado

Las configuraciones por defecto se mantienen y se procede a iniciar presionando en el botón de START para poder realizar de manera correcta y eficiente el vuelo del dron. (Ver Figura 47)



Figura 47: Configuración por Defecto

Una vez llegando a la zona de estudio y tomados en cuenta todos los aspectos tratados en secciones anteriores, se procede a encender el dron para su vuelo de inspección por el terreno planteado, tal como se observa en la Figura 48, donde los autores de este trabajo están presentes.



Figura 48: Inicio del Vuelo de Inspección en el Area

Se hizo un vuelo rápido de reconocimiento sobre la zona para poder analizar los aspectos ya mencionados para el correcto vuelo del dron. (Ver Figura 49)



Figura 49: Vuelo de Inspección en la Zona de Estudio

Una vez obtenidas las imágenes mediante el dron, se procede a realizar el siguiente paso.

5.3. Procesamiento de Imágenes

Para la obtención de la ortofoto se puede hacer uso de cualquier software de procesamiento de imágenes como; Dronelink, DroneDeploy, Agisoft, PhotoModeler, para este caso de estudio se usó la herramienta Pix4D, esta herramienta nos brinda dos opciones de procesamiento:

- Procesamiento en la Nube
- Procesamiento en la PC

Los pasos para realizar el **Procesamiento en la Nube** son los siguientes:

1. Crear una cuenta en PIX4D

El primero paso es la creación de una cuenta gratuita en la herramienta PIX4D, donde se trazarará el recorrido para el vuelo del dron. (Ver Figura 50)

Pix4Dmapper
Software líder en fotogrametría

Pruébelo gratis
15 días de prueba

Start with a free account

First Name

Last Name

Email

Password

Country
Ecuador

Yes, I agree to the Pix4D [Terms Of Service, and Software EULA.](#)

Yes, I agree to Pix4D's [Privacy Policy.](#)

Continue

Figura 50: Creación de Cuenta en la Aplicación PIX4D

2. Confirmación del Correo de Registro

Después, es necesario realizar la confirmación del correo con el que se hizo el registro de la cuenta, para poder hacer uso de la herramienta PIX4D. (Ver Figura 51)

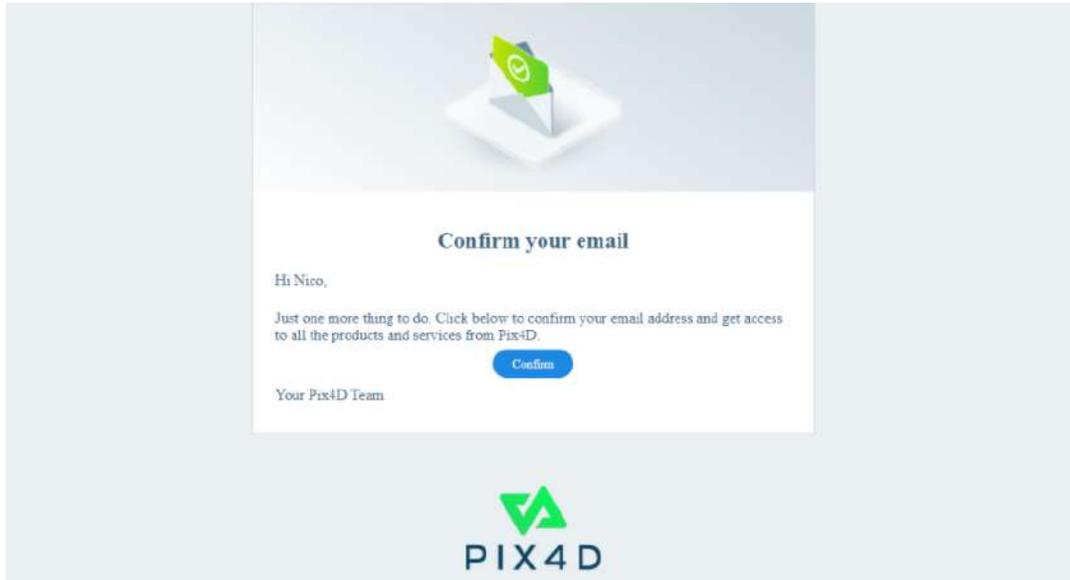


Figura 51: Confirmación del Correo de Registro

3. Acceder a PIX4Dcloud

Una vez confirmado el correo de registro, aparecerá una pantalla con información sobre otras aplicaciones como PIX4Dmapper, para este caso, accedemos a la aplicación PIX4Dcloud. (Figura 52)

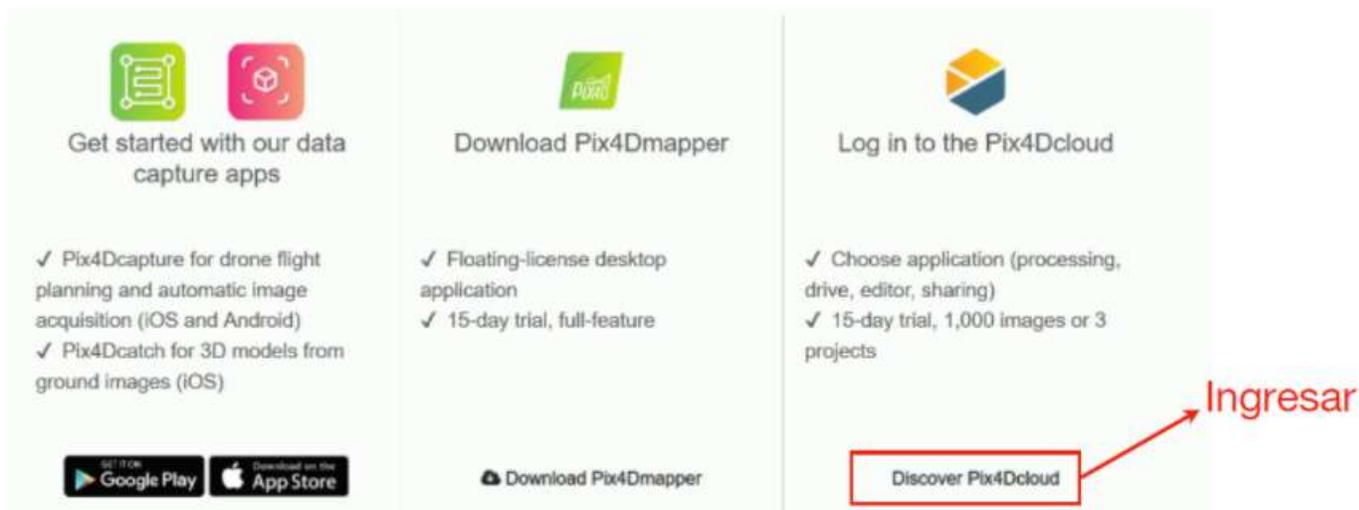


Figura 52: Acceso a la Herramienta PIX4Dcloud

4. Creación de un Proyecto

Una vez dentro de la aplicación, se debe seleccionar en **New Dataset** para empezar la creación de un nuevo proyecto. (Ver Figura 53)

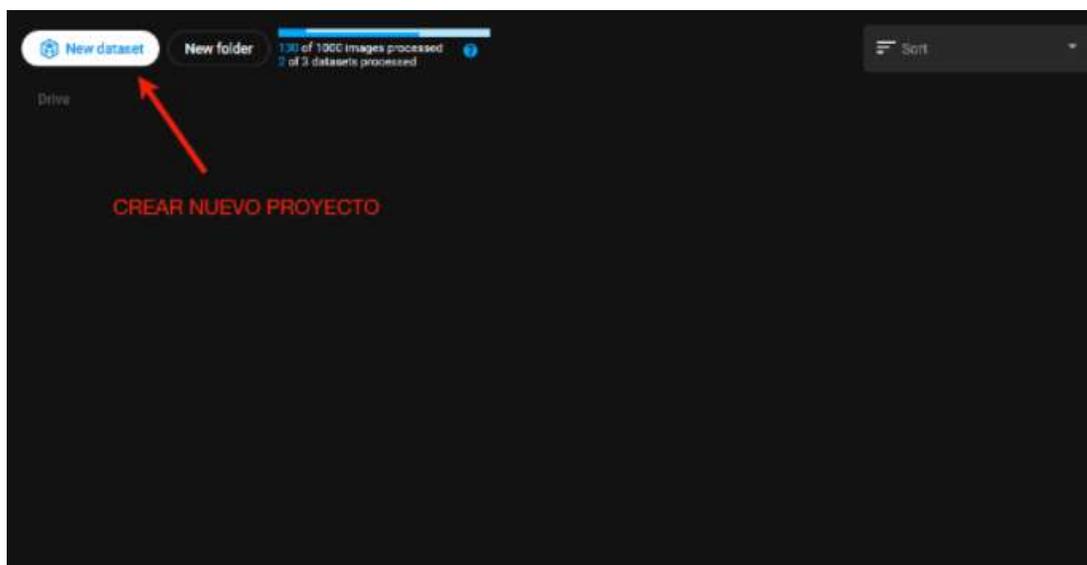


Figura 53: Creación de un Nuevo Proyecto

5. Llenar Datos Informativos del Proyecto

Ahora, la aplicación pide realizar el llenado de información básica del proyecto, como el nombre o el tipo de proyecto a crear. (Ver Figura 54)



Figura 54: Información del Proyecto

6. Subida de Imágenes

Luego de la creación del nuevo proyecto, se procede a cargar todas las imágenes obtenidas mediante el vuelo del dron en el área. (Ver Figura 55)

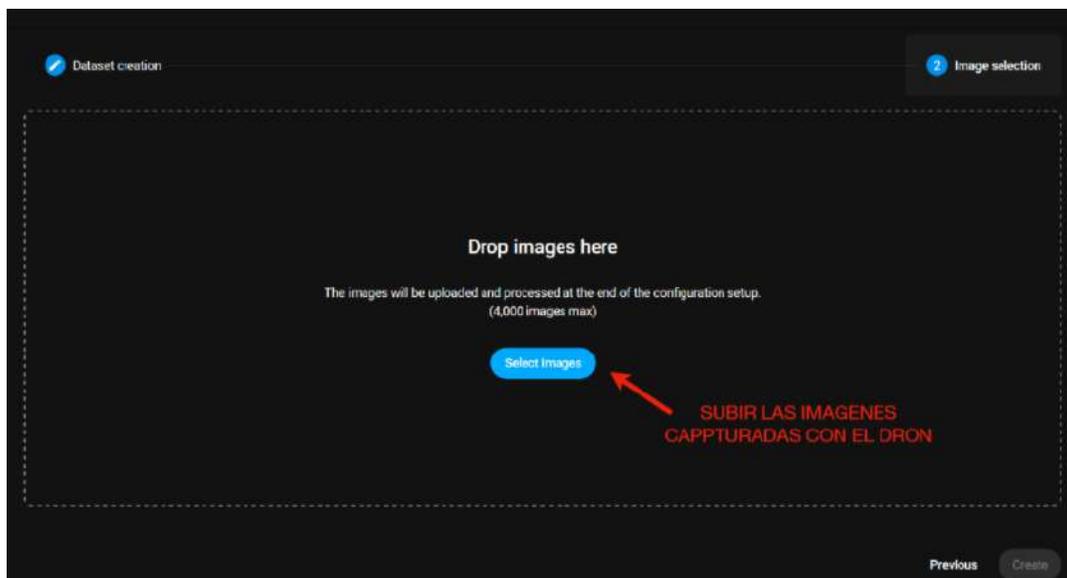


Figura 55: Carga de Imágenes dentro de la Aplicación

7. Procesamiento de Imágenes

Una vez cargadas las imágenes, hay que esperar a que se terminen de procesar todas para poder avanzar al siguiente paso. (Ver Figura 56)

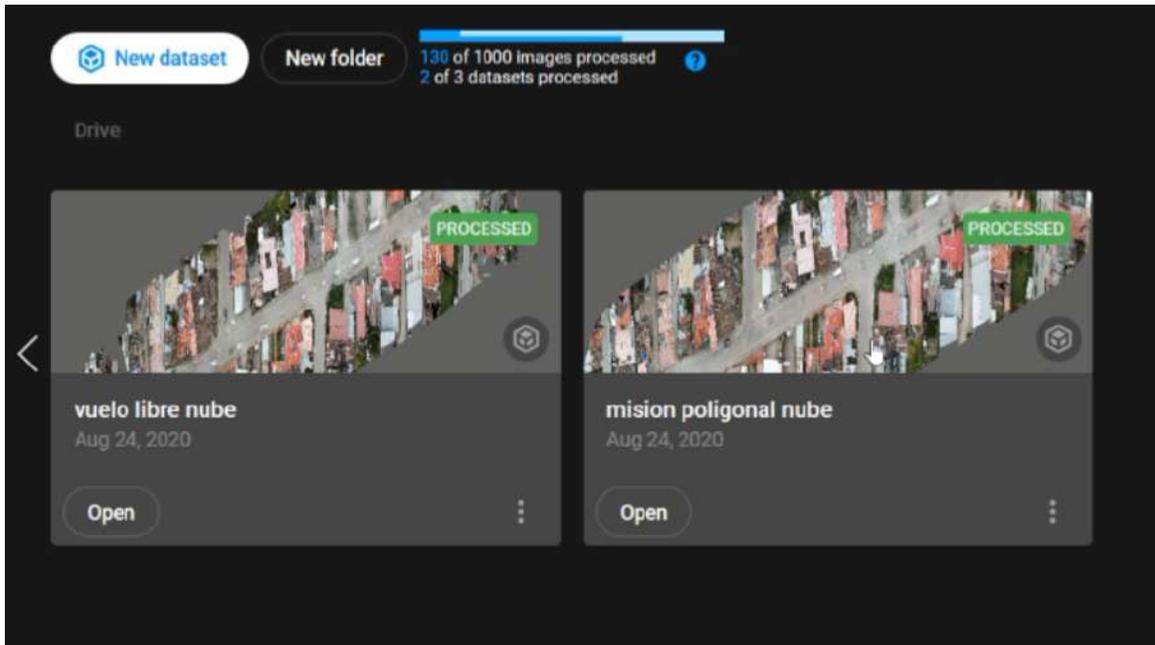


Figura 56: Procesamiento de Imágenes

8. Descarga de la Ortofoto

Una vez procesadas las imágenes, se procede a descargar la ortofoto obtenida mediante el procesamiento de todas las imágenes. (Ver Figura 57)

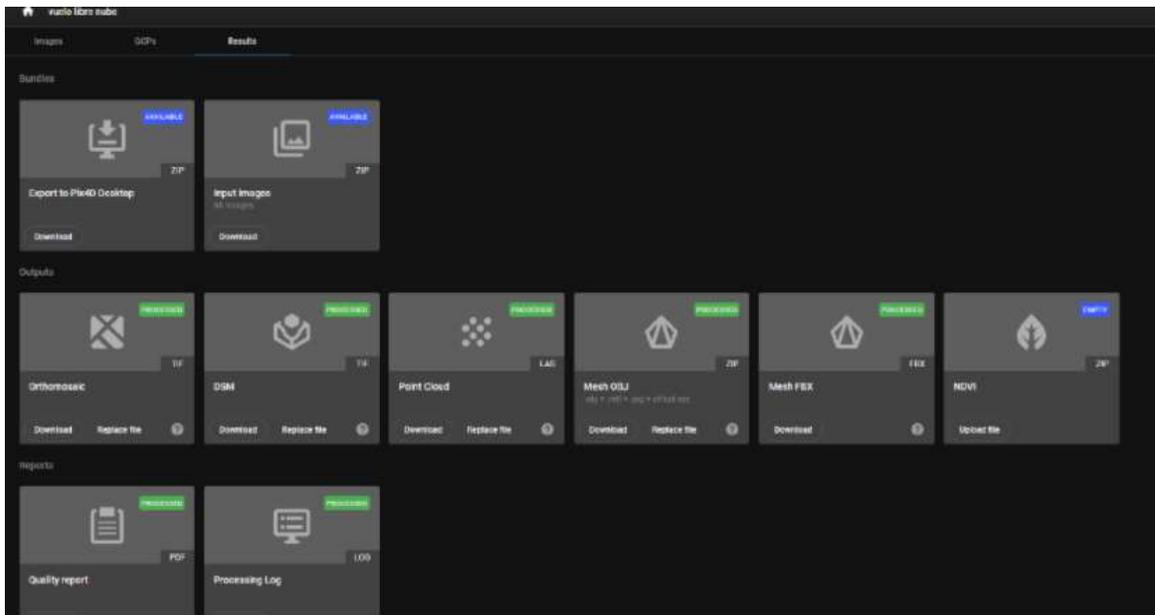


Figura 57: Descarga de Ortofotografía para el Nuevo Diseño

A continuación se presentan los pasos del segundo método para realizar el Procesamiento en PC:

1. Crear una cuenta en PIX4D

El primer paso es la creación de una cuenta gratuita en la herramienta PIX4D, donde se trazará el recorrido para el vuelo del dron. (Ver Figura 58)



Software líder en fotogrametría

Pruébelo gratis

15 días de prueba

Start with a free account

First Name _____

Last Name _____

Email _____

Password _____

Country
Ecuador ▾

Yes, I agree to the [Pix4D Terms Of Service, and Software EULA.](#)

Yes, I agree to Pix4D's [Privacy Policy.](#)

Continue

Figura 58: Creación de Cuenta en la Aplicación PIX4D

2. Confirmación del Correo de Registro

Después, es necesario realizar la confirmación del correo con el que se hizo el registro de la cuenta, para poder hacer uso de la herramienta PIX4D. (Ver Figura 59)

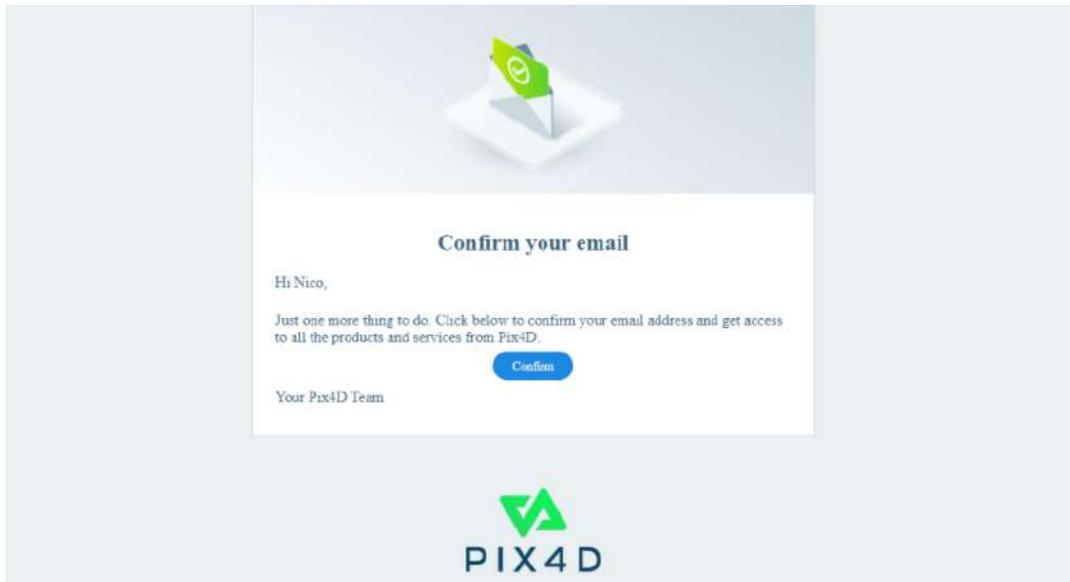


Figura 59: Confirmación del Correo de Registro

3. Descargar PIX4Dmapper

Luego de confirmar el correo de la cuenta creada, se debe descargar la herramienta PIX4Dmapper. (Ver Figura 60)

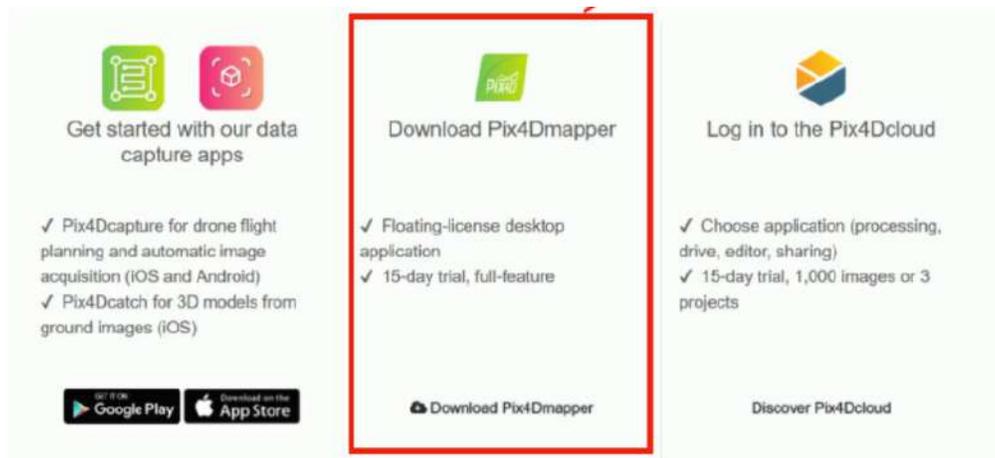


Figura 60: Descarga de PIX4Dmapper

4. Instalar PIX4Dmapper

Una vez descargado el instalador de la herramienta PIX4Dmapper, se procede a su instalación en la PC. (Ver Figura 61)



Figura 61: Ventana de Instalación de PIX4Dmapper

5. Ejecutar el Programa y Crear Nuevo Proyecto

Una vez instalado el programa PIX4Dmapper, se procede a ejecutar la herramienta, creando un nuevo proyecto. (Figura 62)

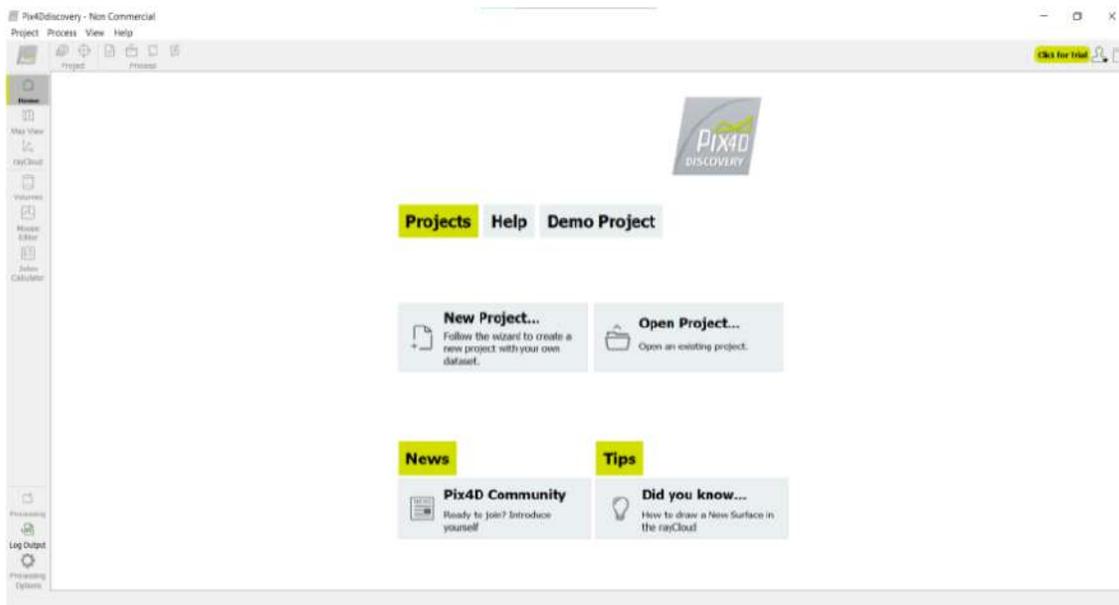
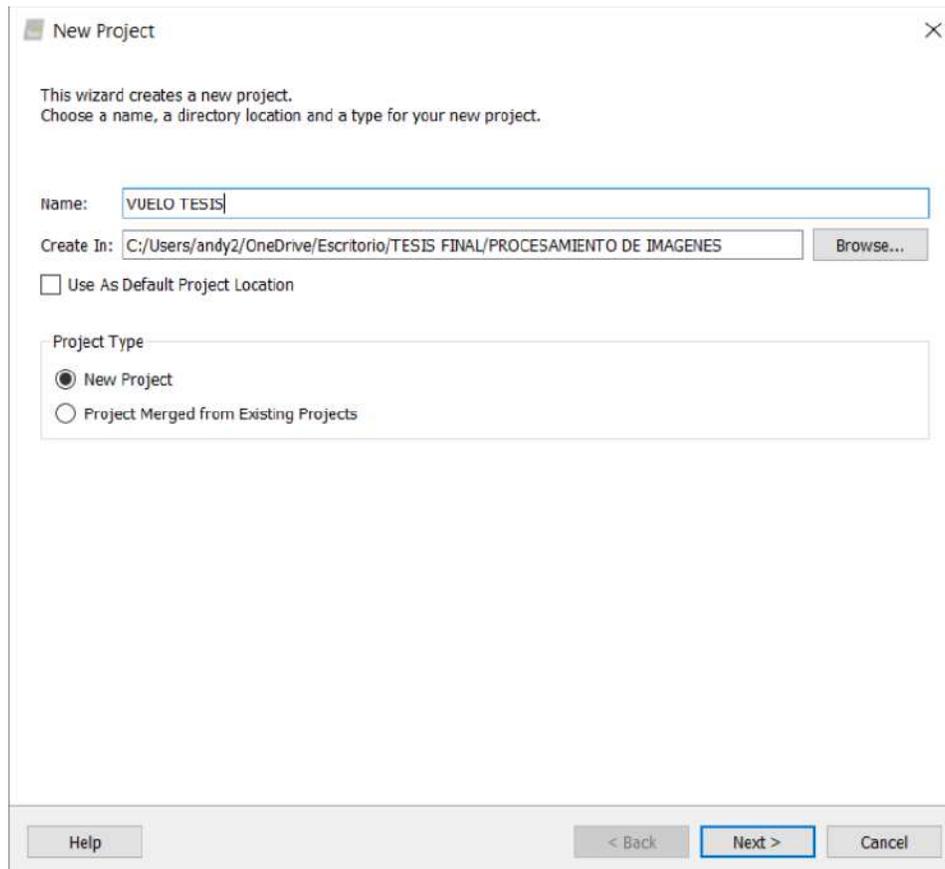


Figura 62: Creación de Proyecto dentro de PIX4Dmapper

6. Llenado de Información del Proyecto

Para crear el proyecto, el programa solicitará que se llenen datos necesarios como el nombre del proyecto, el tipo de proyecto y la ubicación donde se realizará el proyecto. (Ver Figura 63)



The image shows a 'New Project' wizard dialog box. At the top, it says 'This wizard creates a new project. Choose a name, a directory location and a type for your new project.' Below this, there are three main sections: 1. 'Name:' with a text box containing 'VUELO TESIS'. 2. 'Create In:' with a text box containing 'C:/Users/andy2/OneDrive/Escritorio/TESIS FINAL/PROCESAMIENTO DE IMAGENES' and a 'Browse...' button to its right. 3. 'Project Type' with two radio button options: 'New Project' (which is selected) and 'Project Merged from Existing Projects'. There is also an unchecked checkbox labeled 'Use As Default Project Location'. At the bottom of the dialog, there are four buttons: 'Help', '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

Figura 63: Llenado de Información del Proyecto Creado

7. Subida de Imágenes para Procesamiento

Una vez creado el proyecto, se procede a subir todas las imágenes obtenidas por el dron para su procesamiento, con la finalidad de obtener una ortofoto. (Ver Figura 64)

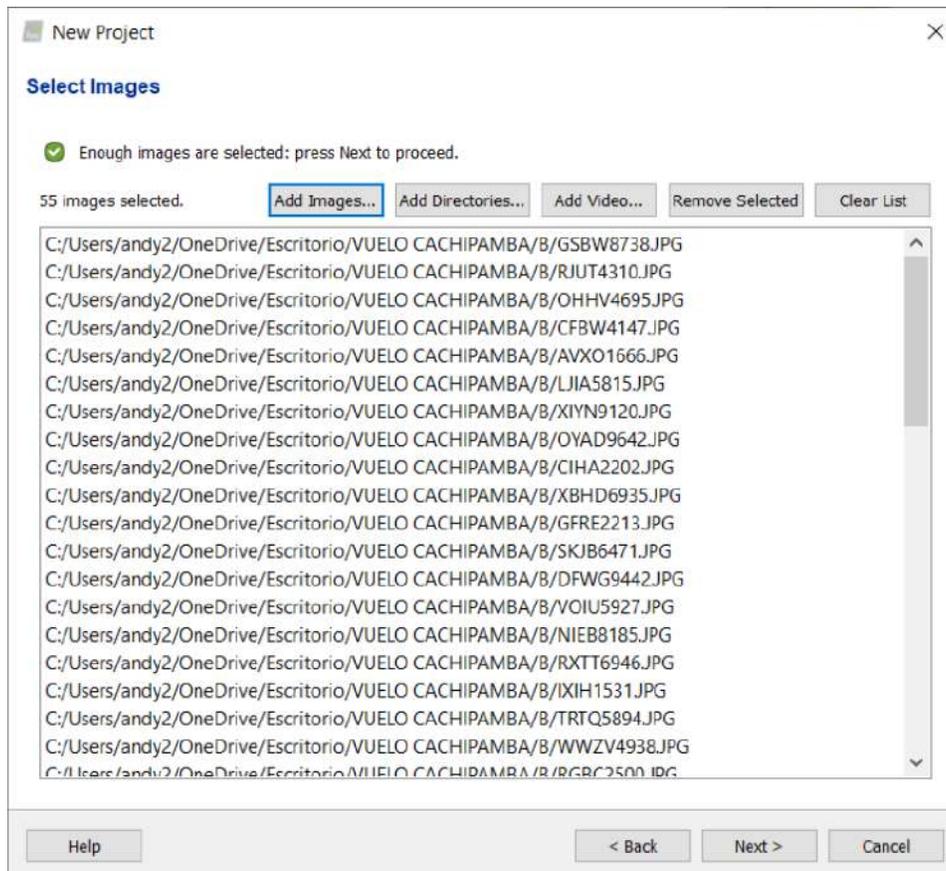


Figura 64: Subida de Imágenes a la Herramienta PIX4Dmapper

8. Propiedades de Imágen

Se debe comprobar que las imágenes cargadas al programa contengan tres campos importantes, que son Latitud, Longitud y Altitud, para su correcto procesamiento. (Ver Figura 65)

Propiedades de Imagen

Geolocalización de Imágenes

Sistema de Coordenadas

Datum: World Geodetic System 1984; Sistema de Coordenadas: WGS 84 (EGM 96 Geoid) Edita...

Geolocalización y Orientación

Imágenes Geolocalizadas: 60 de 60 Limpiar De EXIF De Fichero... A fichero...

Precisión de geolocalización: Estándar Baja Personalizado

Modelo de Cámara Seleccionado

FC220_4.7_4000x3000 (RGB) Edita...

Activada	Imagen	Grupo	Latitud [grado]	Longitud [grado]	Altitud [m]	F
<input checked="" type="checkbox"/>	DJI_0133.JPG	group1	-2.91367511	-79.03899244	2704.705	5 000
<input checked="" type="checkbox"/>	DJI_0134.JPG	group1	-2.91367492	-79.03899167	2704.705	5 000
<input checked="" type="checkbox"/>	DJI_0135.JPG	group1	-2.91367433	-79.03899036	2704.705	5 000
<input checked="" type="checkbox"/>	DJI_0136.JPG	group1	-2.91367397	-79.03898975	2704.605	5 000
<input checked="" type="checkbox"/>	DJI_0137.JPG	group1	-2.91367342	-79.03898950	2704.605	5 000

Ayuda < Atrás Siguiente > Cancelar

Figura 65: Propiedades de Imagen

9. Selección Sistema de Coordenadas

Hay que verificar que el sistema de coordenadas a usar dentro del programa PIX4Dmapper sea el EGM 96 Geoid. (Figura 66)

Seleccionar Sistema de Coordenadas de Salida

Sistema de coordenadas seleccionado

 Datum: World Geodetic System 1984
Sistema de Coordenadas: WGS 84 / UTM zone 17S (EGM 96 Geoid)

Sistema de Coordenadas de Salida/Puntos de Apoyo

Unidad:

Sistema de coordenadas arbitrario [m]

Auto detectado: WGS 84 / UTM zone 17S

Sistema de coordenadas conocido [m]

Sistema de coordenadas vertical

MSL

Altura del geoid WGS 84 sobre el elipsoide [m]

Arbitrario

Opciones avanzadas de coordenadas

Figura 66: Propiedades de Imágen

10. Configuración para Generación de Ortofoto

Ya seleccionado el sistema de coordenadas a utilizar, se procede a escoger la opción de 3D Maps, para poder generar una ortofoto de la zona de estudio. (Ver Figura 67)

Plantilla de opciones de procesamiento



Figura 67: Selección para Generación de Ortofoto

11. Opciones de Procesamiento

Dentro de la configuración de procesamiento, es necesario marcar la opción 1: Procesamiento Inicial y la opción 3: MDS, Ortomosaico e índices, tal como se muestra en la Figura 68.

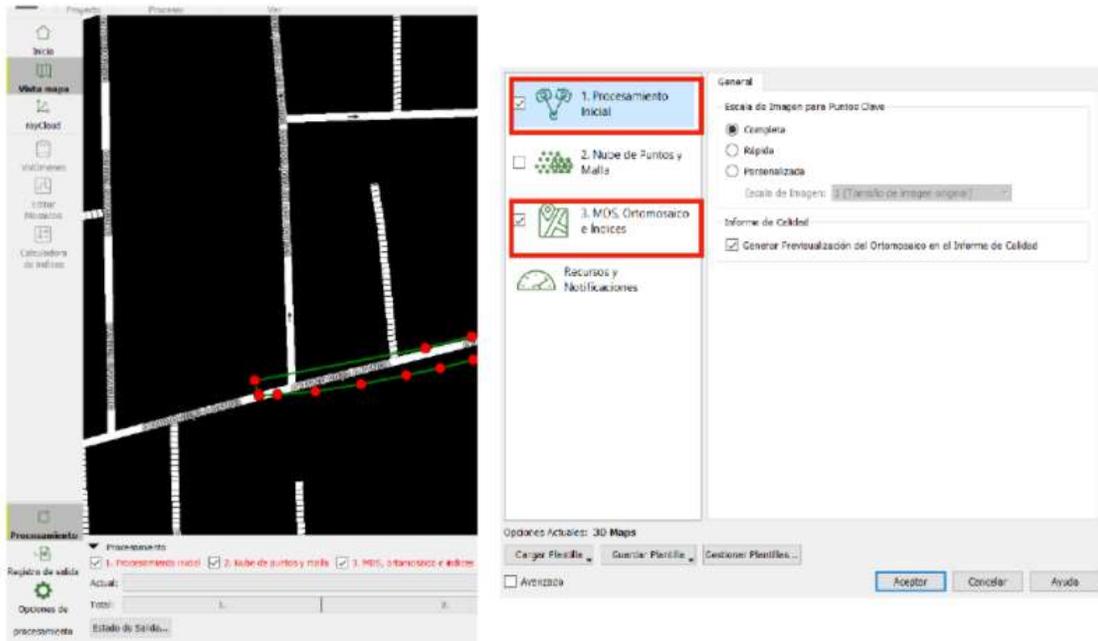


Figura 68: Propiedades de Imagen

12. Configuración Adicional

En esta parte se pueden seleccionar opciones adicional para la generación de la ortofoto, como por ejemplo, la generación de teselas de Google Maps o KML, como se muestra en la Figura 69.

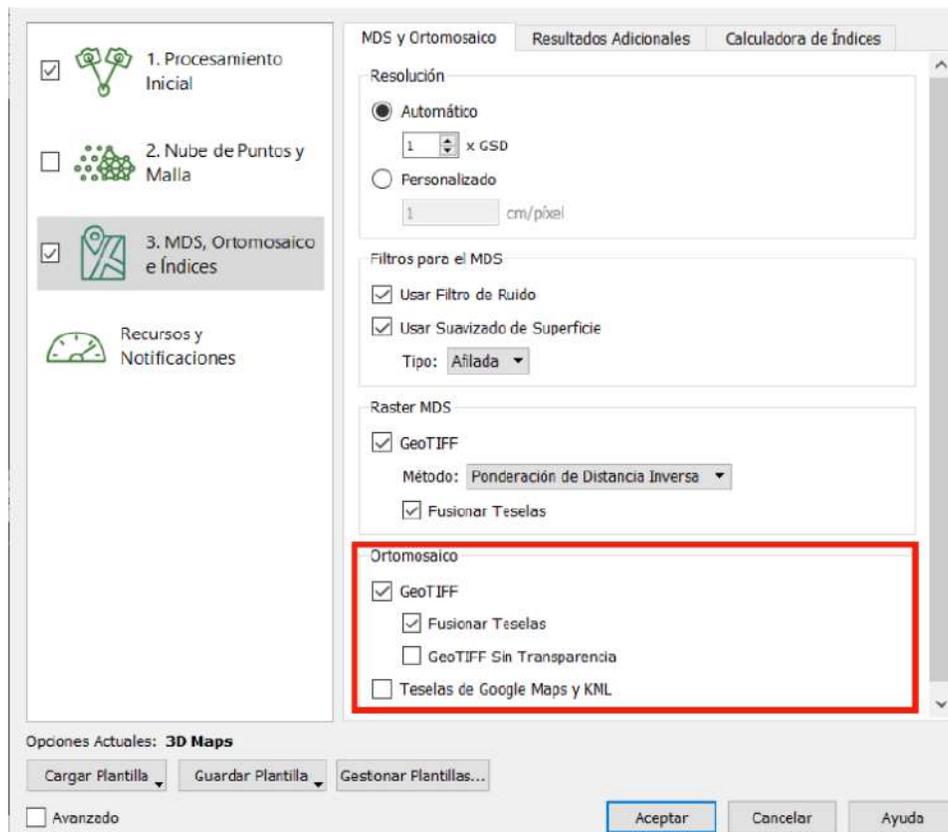


Figura 69: Configuración Adicional

13. Curvas de Nivel

En caso de ser necesario obtener curvas de nivel, se puede seleccionar la opción disponible para su obtención en formato Shape (ArcGIS), DXF (AutoCAD) o PDF. (Ver Figura 70)

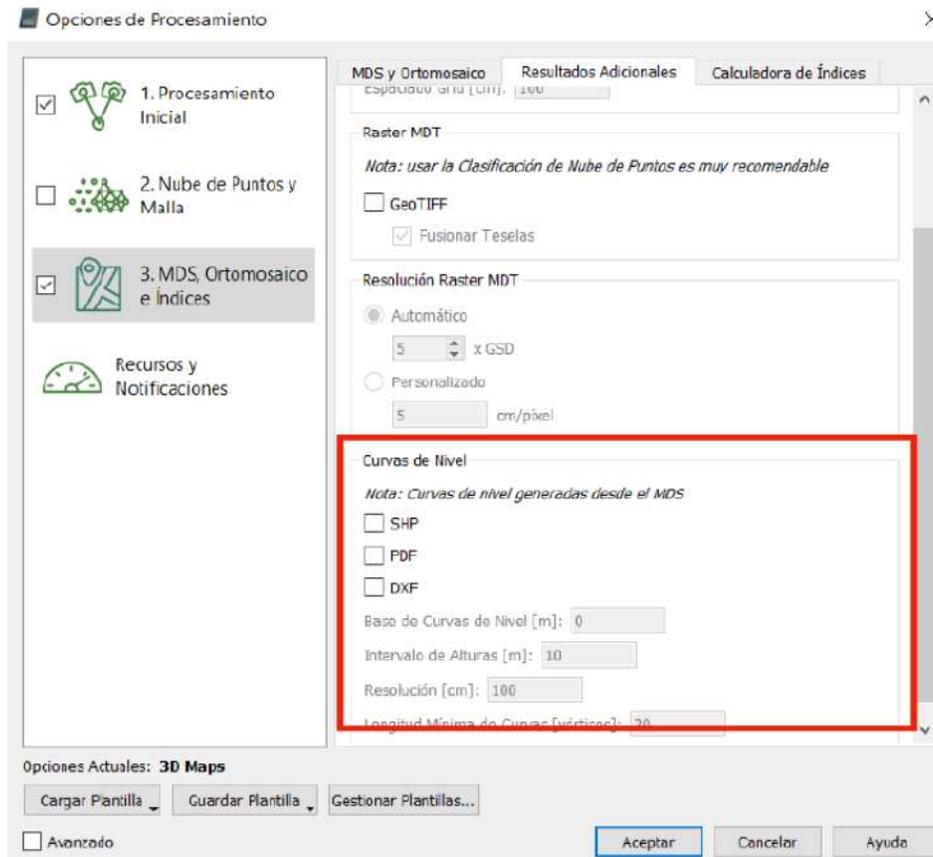


Figura 70: Selección de Curvas de Nivel

14. Configuración de Recursos

Aquí se puede configurar los recursos que utilizará la PC para la generación de la ortofoto, donde nos permite seleccionar la cantidad de RAM o el procesador que se desea utilizar para la generación de la ortofoto. (Ver Figura 71)

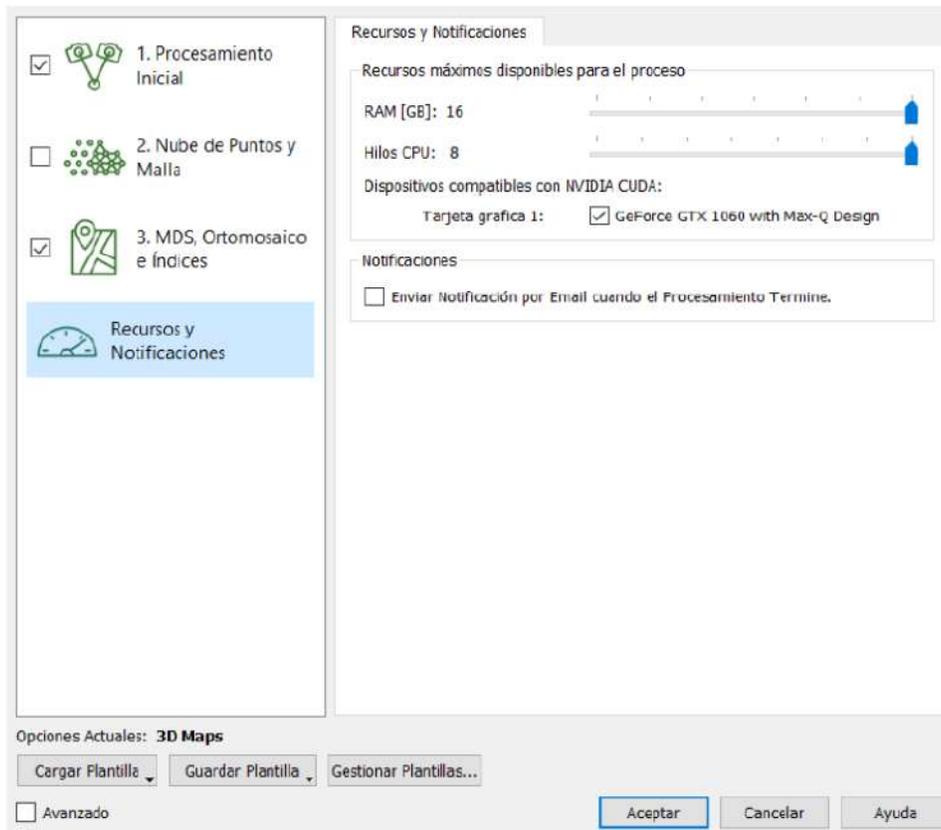


Figura 71: Selección de Recursos para Procesamiento

15. Inicio del Procesamiento

Con todas las configuraciones realizadas anteriormente, se procede a iniciar el procesamiento de las imágenes, el cuál durará según la configuraciones que se hayan puesto. (Ver Figura 72)

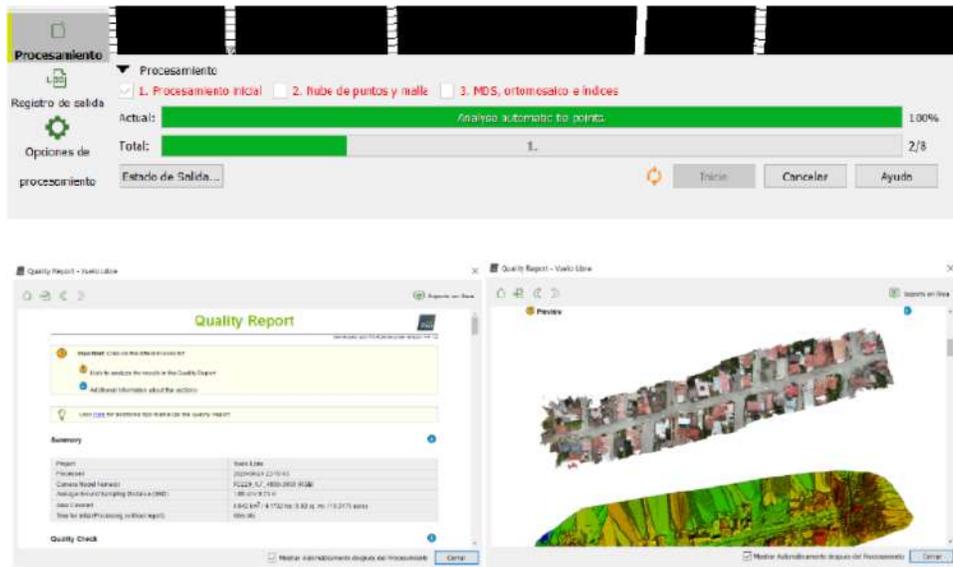


Figura 72: Primera Parte del Procesamiento de Imágenes

16. Agregar Puntos de Acceso

Una recomendación para la generación de la ortofoto, es añadir puntos de acceso en el procesamiento, como se observa en la Figura 73, de esta forma consiguiendo un mayor ajuste para las imágenes y una mayor precisión para la ortofoto generada, como lo muestra la Figura 74.

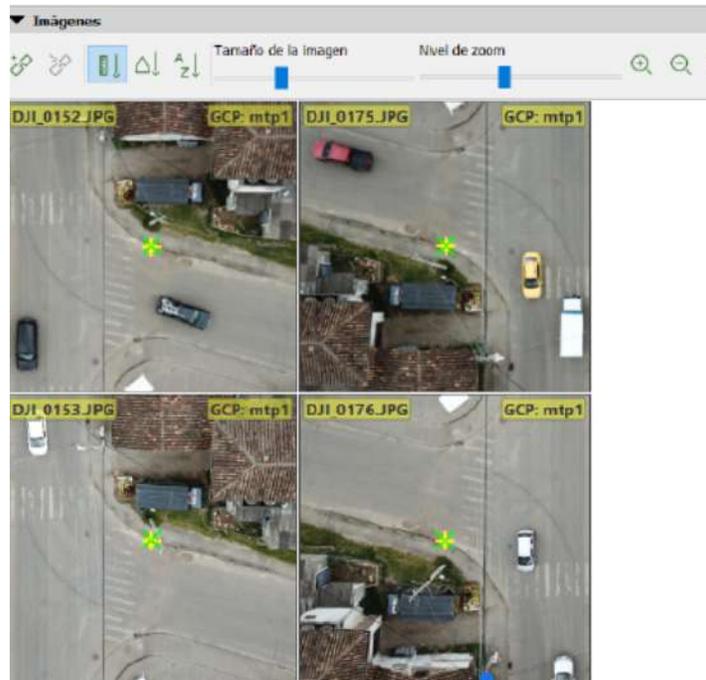


Figura 73: Puntos de Paso

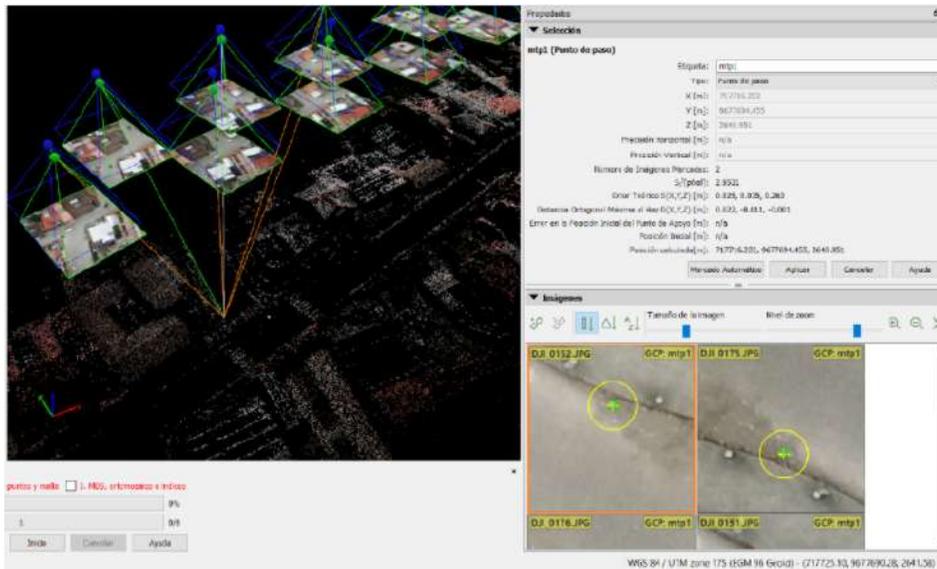


Figura 74: Primer Resultado del Procesamiento

17. Reemparejamiento y Optimización

Una vez colocados los puntos de paso, se procede a reemparejar y optimizar el procesamiento. (Figura 75)

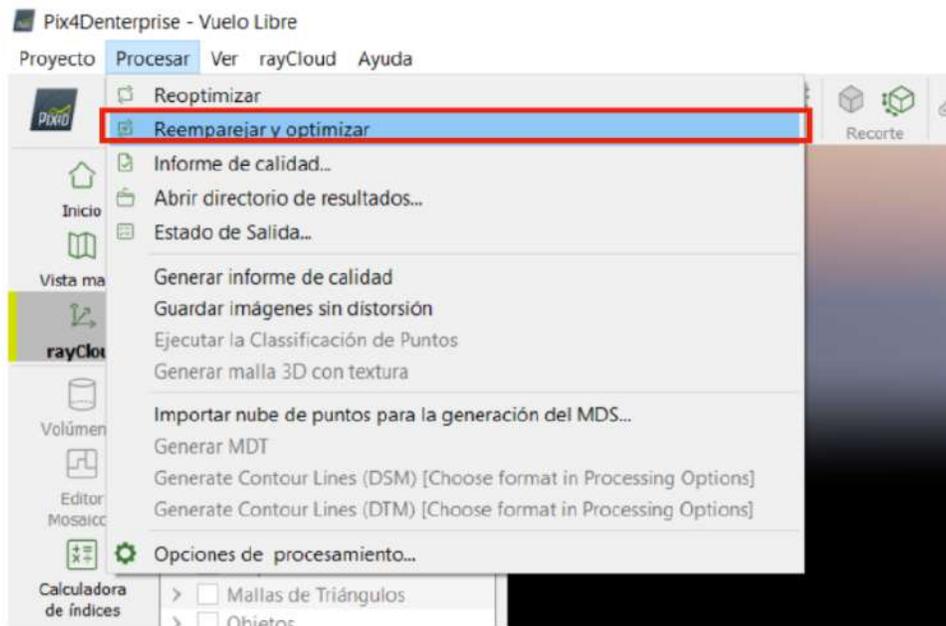


Figura 75: Reemparejamiento y Optimización

18. Final del Procesamiento

Luego, se procede a realizar el último paso del procesamiento de imágenes, donde se debe esperar el tiempo estimado de todos los procesos, para finalmente obtener la ortofoto de la zona de estudio. (Ver Figura 76).

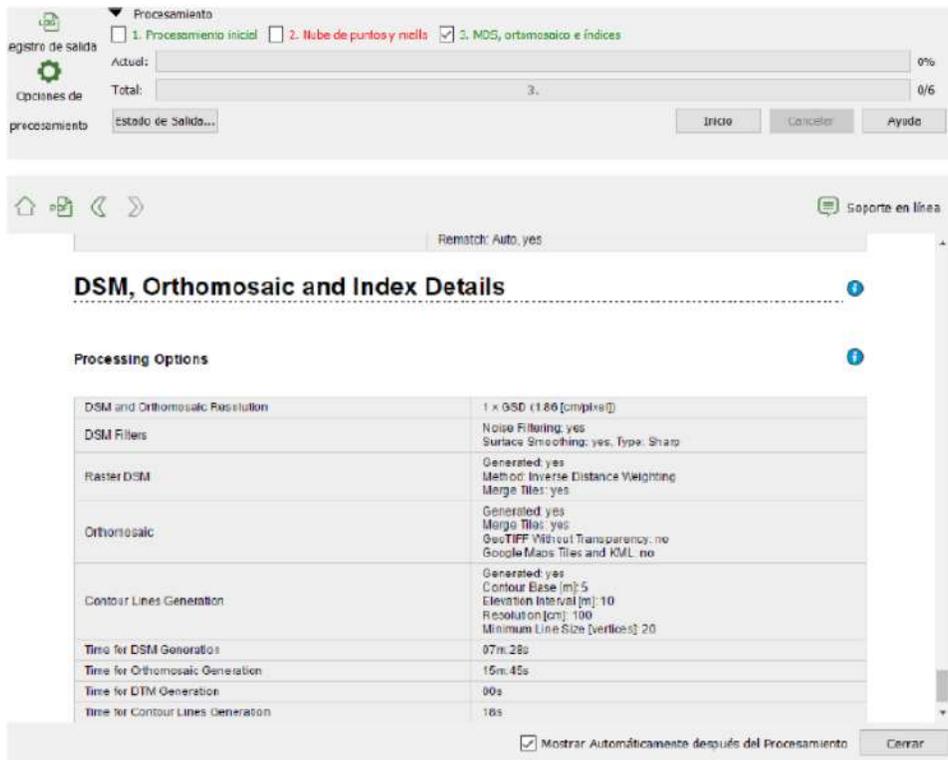


Figura 76: Proceso Final del Procesamiento

19. Edición Final de Regiones

Para editar las regiones, hay que dirigirse al editor de mosaicos para editar las regiones con bajo detalle y seleccionar la proyección con mejor calidad. (Ver Figura 77).



Figura 77: Proceso Final del Procesamiento

20. Obtención de la Ortofoto de la Zona de Estudio

Luego de guardar los cambios realizados y exportar el resultado generado, en el directorio de resultados (Figura 78) podemos visualizar la ortofoto generada de la zona de estudio. (Figura 79).

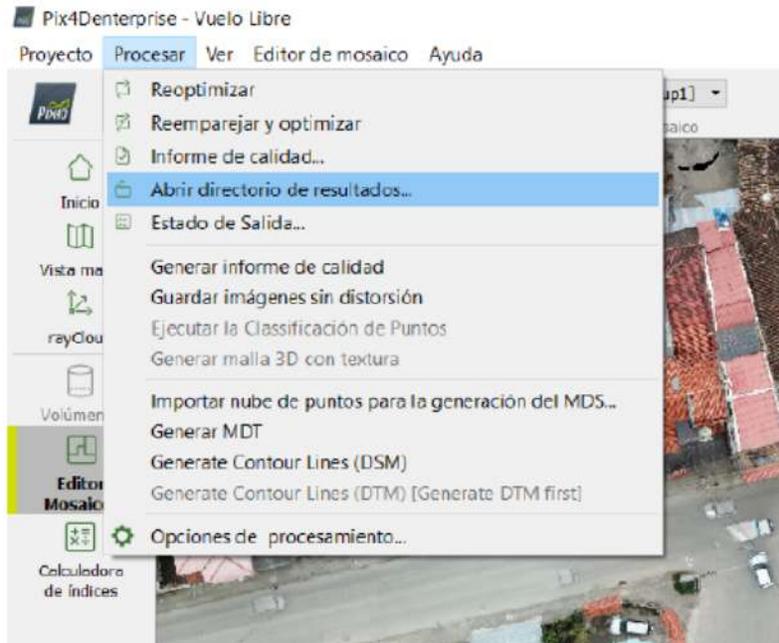


Figura 78: Directorio de Resultados



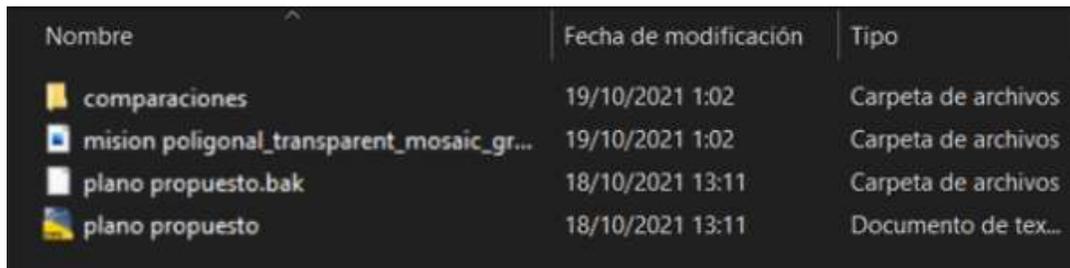
Figura 79: Ortofoto Generada de la Zona de Estudio

Una vez obtenida la ortofoto procesada mediante imágenes obtenidas del vuelo de dron por la zona de estudio, el siguiente paso es la realización del nuevo diseño en la herramienta CIVIL3D de la red de distribución mediante el uso de tecnología en drones.

5.4. Nuevo Diseño de la Red de Distribución Mediante CIVIL3D

Finalizado el proceso de la obtención de la ortofoto, se retoma el proceso de diseño eléctrico, ahora con el diseño del Plano Propuesto, pero antes se detalla los pasos para la importación de la ortofoto a la herramienta CIVIL 3D.

Como se observa en la Figura 80, se crea una nueva carpeta para guardar el archivo de la ortofoto y el archivo de CIVIL3D dentro de la misma.



Nombre	Fecha de modificación	Tipo
comparaciones	19/10/2021 1:02	Carpeta de archivos
mision poligonal_transparent_mosaic_gr...	19/10/2021 1:02	Carpeta de archivos
plano propuesto.bak	18/10/2021 13:11	Carpeta de archivos
plano propuesto	18/10/2021 13:11	Documento de tex...

Figura 80: Carpeta Creada para Guardar los Archivos

Luego, se procede a insertar la ortofoto dentro de CIVIL3D mediante el comando MAPIINSERT. (Figura 81)



Figura 81: Carpeta Creada para Guardar los Archivos

Una vez insertada la ortofoto dentro de CIVIL3D, se procede a eliminar las capas que no sean necesarias dentro del plano y se crea una nueva capa para la ortofoto, como se observa en la Figura 82.

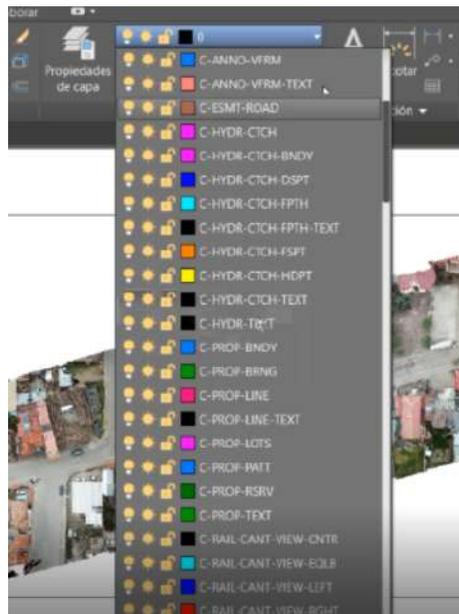


Figura 82: Capas Existentes dentro de CIVIL3D

Una vez lista la ortofoto, se procede a la elaboración del diseño del plano propuesto, donde se busca conseguir los siguientes beneficios:

- Presentar una propuesta del proyecto que se va a realizar.
- Ayuda a tener una visión clara del resultado final del proyecto.
- Sirve para evitar errores en la construcción del proyecto.
- Coordinación con el administrador del proyecto.
- Ubicar de forma correcta todos los elementos de la red.
- Sirve para definir estructuras, puntos de tensión y ruta de la red.

También cabe los lineamientos a seguir para la elaboración de dicho Plano, que se enlistan a continuación:

- Todo el recorrido de la red, salvo excepción, se irá por la vía.
- Toda la postería de la vía y con proyección a ramales de media tensión serán de 12m.
- Se mantendrá en lo posible la postería por un solo lado de la vía.
- Se mantendrá equidistancia entre vanos y la distancia entre postes deberá ser 35 metros o múltiplos de estos (para efectos de futuro A.P.)
- En ángulos mayores a 30° se usarán estructuras de doble retención.
- Los vanos entre retenciones intermedias estarán entre 300 a 400 metros.
- Para las estructuras de retención intermedia y que formen un ángulo mayor a 30 grados, se usarán tres tensores a tierra.
- No se permitirán vanos de media tensión superiores a 400 m, salvo que el perfil del terreno lo impida.
- Los postes y los tensores no deberán estorbar el acceso a entradas y garajes, tampoco al paso peatonal.
- En la parte urbana, los diseños serán con circuitos en ambos lados de la vía para evitar cruces de acometidas.

Además, para realizar el nuevo diseño, se tienen en cuenta los siguientes documentos:

- Los Manuales de Unidad de Construcción (ANEXO 1)
- Códigos identificadores (ANEXO 2)
- Lista de materiales (ANEXO 3)
- Criterios para el uso de cada estructura (ANEXO 4)

5.4.1. Tendido de Redes para el Plano Propuesto

Para el tendido de redes de distribución, se toman en consideración varios requisitos previos, que se enlistan a continuación:

- Tener un plano existente ya revisado en el área.
- Haber leído los lineamientos.
- Tener definido el criterio del proyecto.
- Disponer del archivo de simbología.

Una vez cumplidos los requisitos propuestos, se procede a la elaboración del plano propuesto:

1. Plano Existente

El primer paso es copiar el plano existente de la red de distribución, al plano donde se encuentra la ortofoto obtenida. (Ver Figura 83)



Figura 83: Plano Colocado en la Ortofoto Obtenida

2. Unión de Bloques

Después, desactivamos la ortofoto para poder señalar el plano de la red de distribución y convertirlo en un solo bloque. (Ver Figura 84)

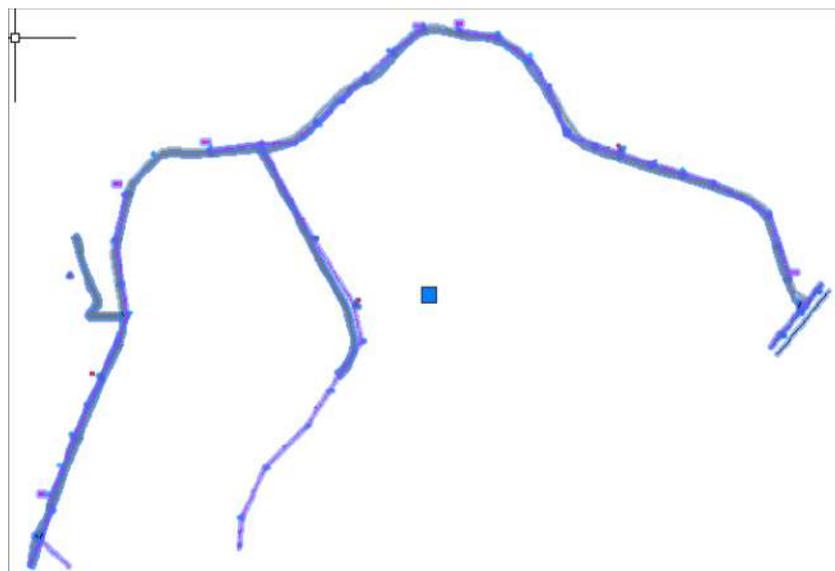


Figura 84: Unión de Bloques del Plano de la Red

3. Colocación de Simbología

Partiendo de la simbología para redes de distribución, se coloca dentro del plano de la red de distribución propuesta. (Ver Figura 85)

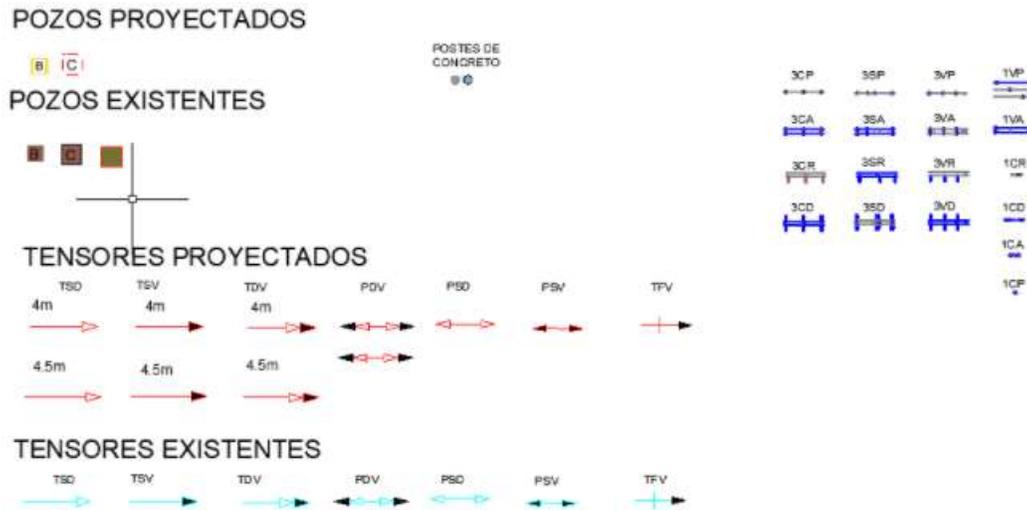


Figura 85: Simbología Utilizada dentro del Plano Propuesto

4. Tendido de la Red Propuesta

Se realiza el tendido de la red de distribución propuesta, haciendo uso de los criterios ya mencionados, así como el correcto uso de las estructuras y reemplazando la simbología. (Ver Figura 86)

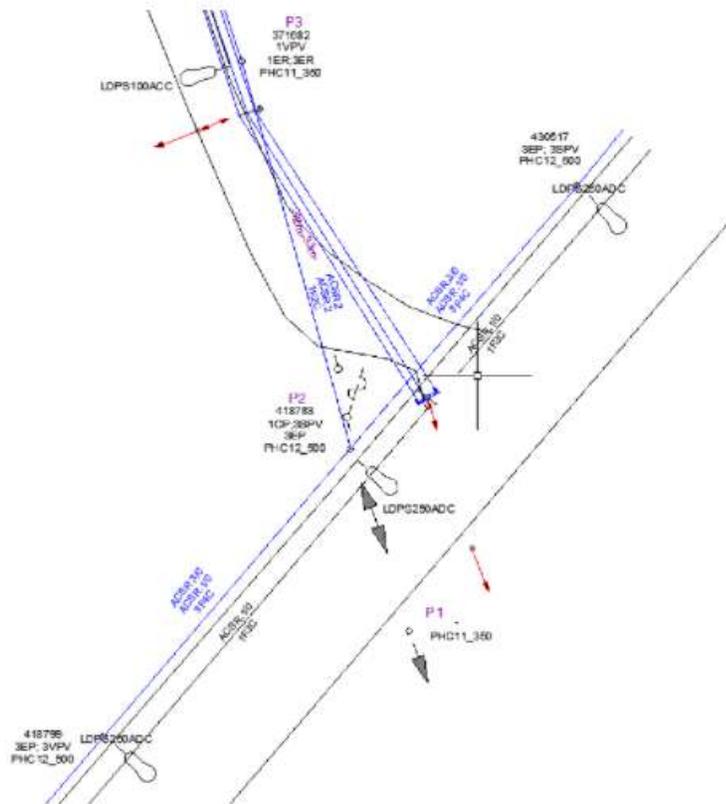


Figura 86: Red Propuesta Diseñada con Nueva Simbología

Por último, activamos nuevamente la ortofoto de la red propuesta, obteniendo el resultado visto en la Figura 87. Mientras que se puede visualizar la Ortofoto completa de la zona de estudio de la red de distribución. (Figura 88)



Figura 87: Red Propuesta Diseñada con Ortofoto

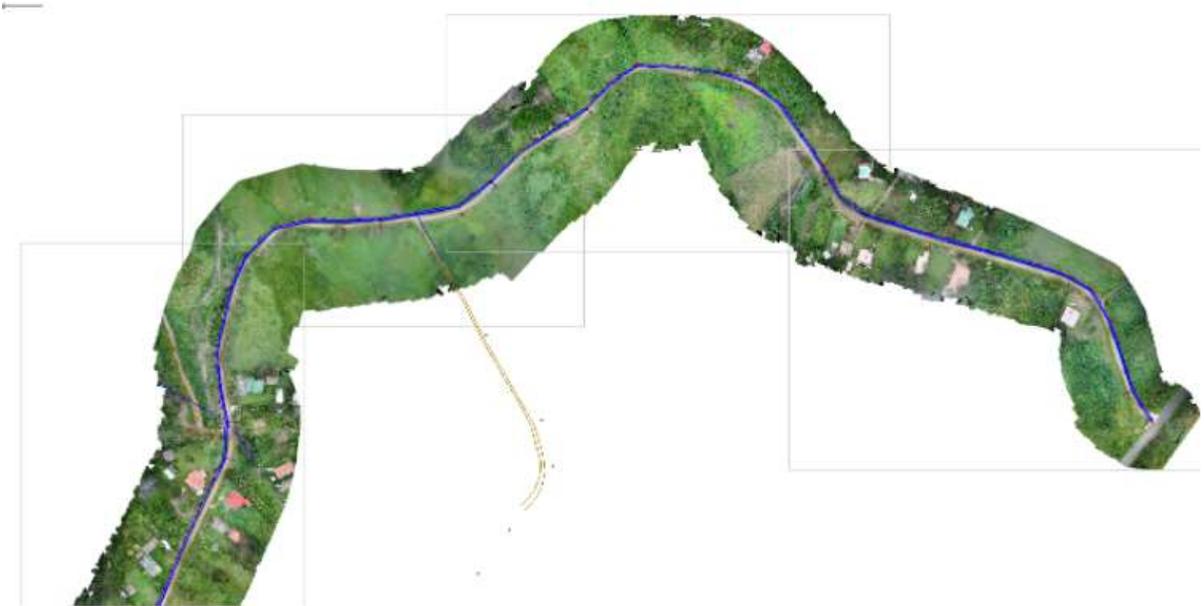


Figura 88: Red Propuesta en la Zona de Estudio

Una vez finalizado el diseño, se debe presentar el plano al administrador del proyecto para su verificación y coordinación de posibles ajustes de la red.

5.4.2. Creación del Plano Proyectado

Una vez verificado y coordinado el plano propuesto, se procede a la elaboración del plano proyectado, donde debe constar toda la información de la construcción del proyecto y no se hará uso de la Ortofoto debido a varios factores como, la calidad de la impresión, no permite la visualización de algunos objetos de la red, además que este plano se requiere un fondo blanco para que abarque toda la información de la red eléctrica.

Algunos parámetros para tener un plano ordenado y bien presentado son:

- Usar el color azul para representar estructuras proyectadas y de color negro para estructuras existentes.
- Para la presentación de la información se tomará en cuenta el orden presentado en la Figura 89;

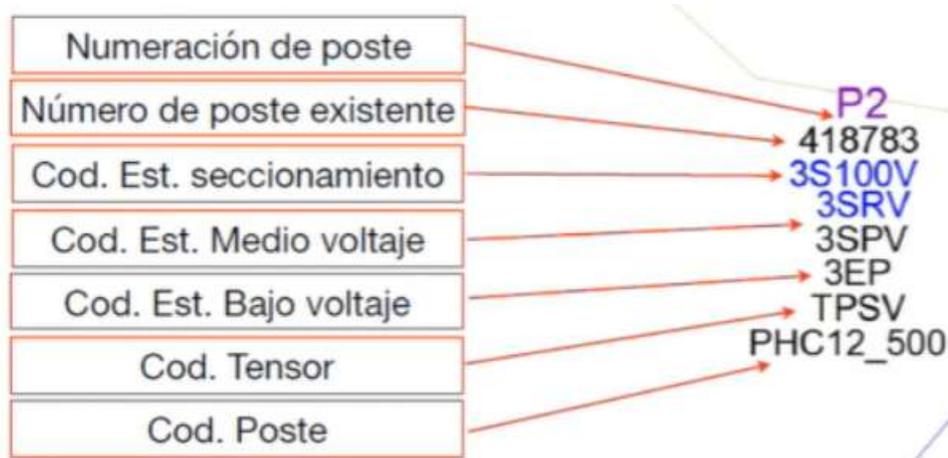


Figura 89: Presentación de la Información

- Colocar el porcentaje de caída de tensión en bajo voltaje.
- Colocar las longitudes de los vanos.
- Colocar la nomenclatura de los conductores con el siguiente orden: conductor de fase, conductor del neutro y disposición de los conductores.

Una vez detallados los parámetros, el proceso para realizar el plano proyectado es el siguiente:

1. Abrir el Plano Propuesto



Figura 90: Plano de la Red Propuesta

2. Ocultar la Capa de la Ortofoto

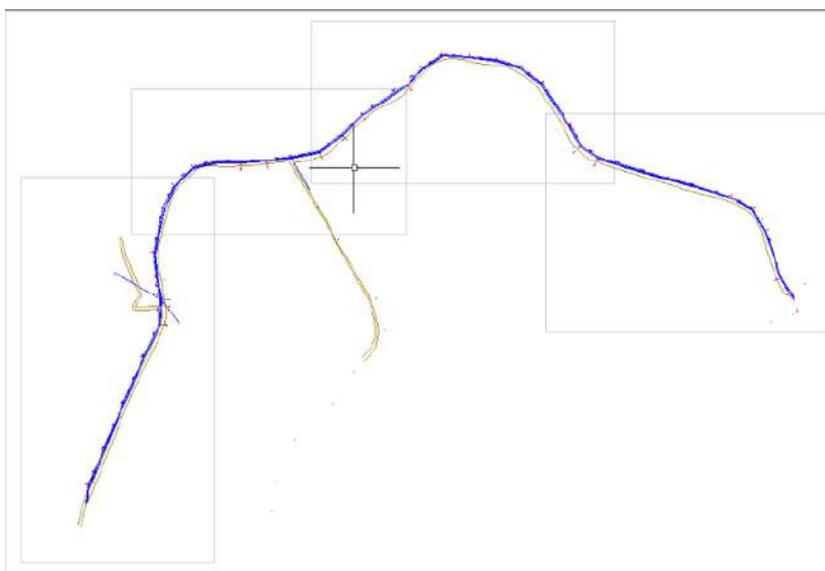


Figura 91: Plano sin Ortofoto

3. Eliminar Líneas del Plano para Facilitar el Trabajo

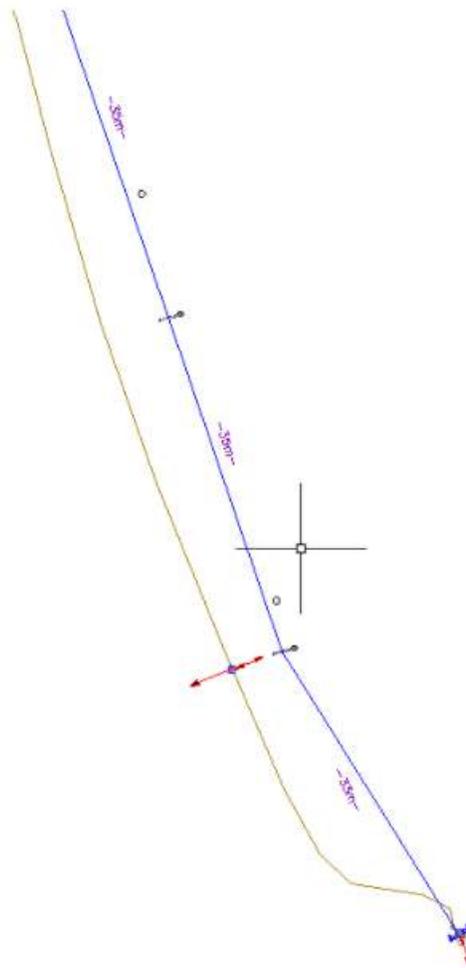


Figura 92: Eliminación de Líneas dentro del Plano

4. Cargar la Simbología de la Red Existente

ELEMENTOS		
EXISTENTE	PROYECTADO	
		POSTE DE HORMIGON ARMADO
		POSTE DE MADERA TRATADA
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO
		TENSOR A TIERRA SIMPLE EN M.V.
		TENSOR A TIERRA SIMPLE EN B.V.
		TENSOR A TIERRA DOBLE
		TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN M.V.
		TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN B.V.
		TENSOR POSTE A POSTE DOBLE.
		TRANSFORMADOR TRIFASICO EN POSTE
		TRAFOPADMOUNTED 3F EN EXTERIOR
		TRANSFORMADOR MONOFASICO EN POSTE
		TRAFOPADMOUNTED 1F EN EXTERIOR
		SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR ABIERTO
		SECCIONADOR CUCHILLA CON ROMPE ARCO
		PARARRAYO
		CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDA
		LUMINARIA DE SODIO CERRADA
		BANCO DE DUCTOS

Figura 93: Simbología Empleada en la Red Existente

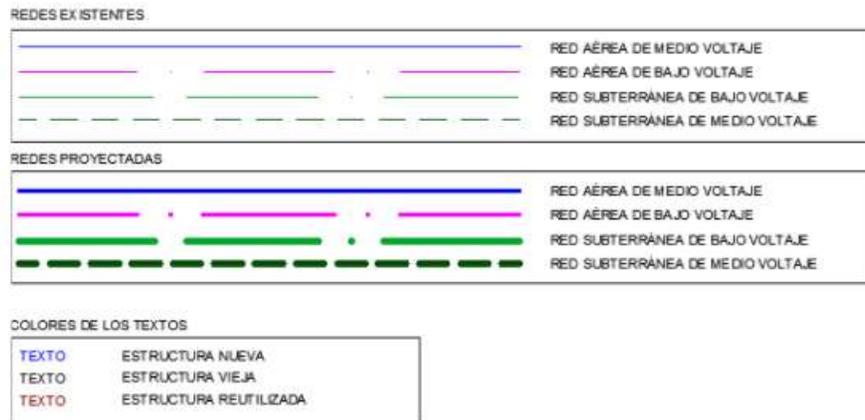


Figura 94: Simbología Empleada en la Red Existente

En las Figuras 93 y 94 se puede ver la simbología utilizada en el plano de la red de distribución propuesta.

5. Copiar el Plano Existente en el Plano Propuesto

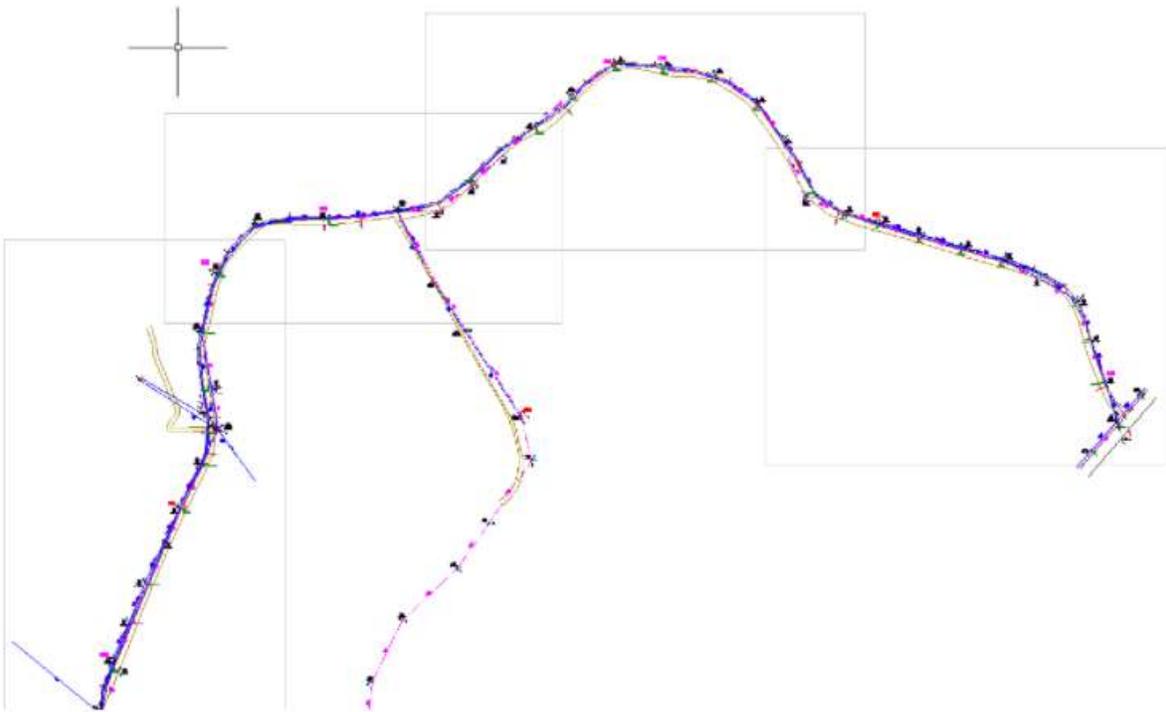


Figura 95: Plano Existente en el Plano Propuesto

En la Figura 96 se puede observar de en detalle como queda el plano existente copiado en el plano proyectado.

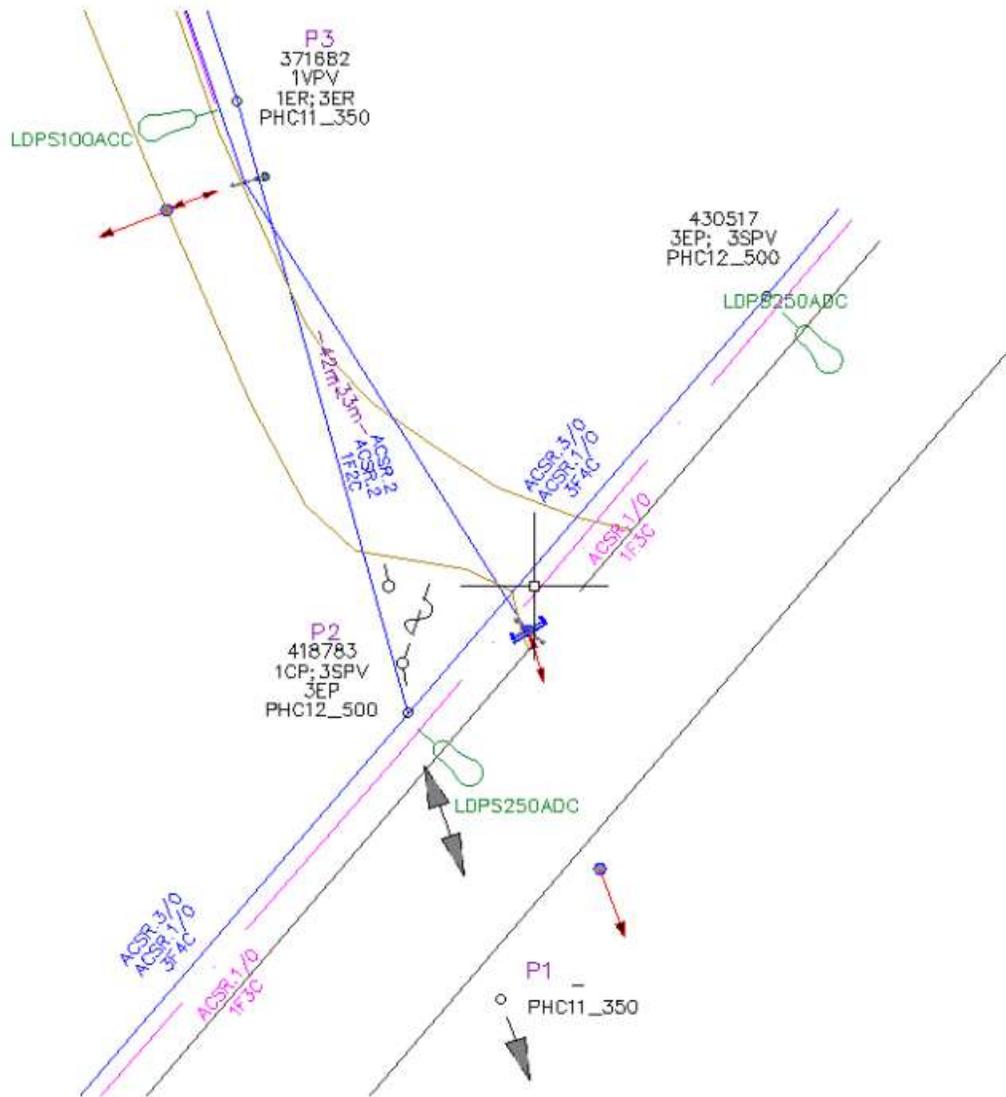


Figura 96: Plano Existente en el Plano Propuesto

6. Reemplazar todas las estructuras con la nueva simbología y colocar la información de cada estructura

Se realiza un cambio de simbología de los postes. (Figura 97)

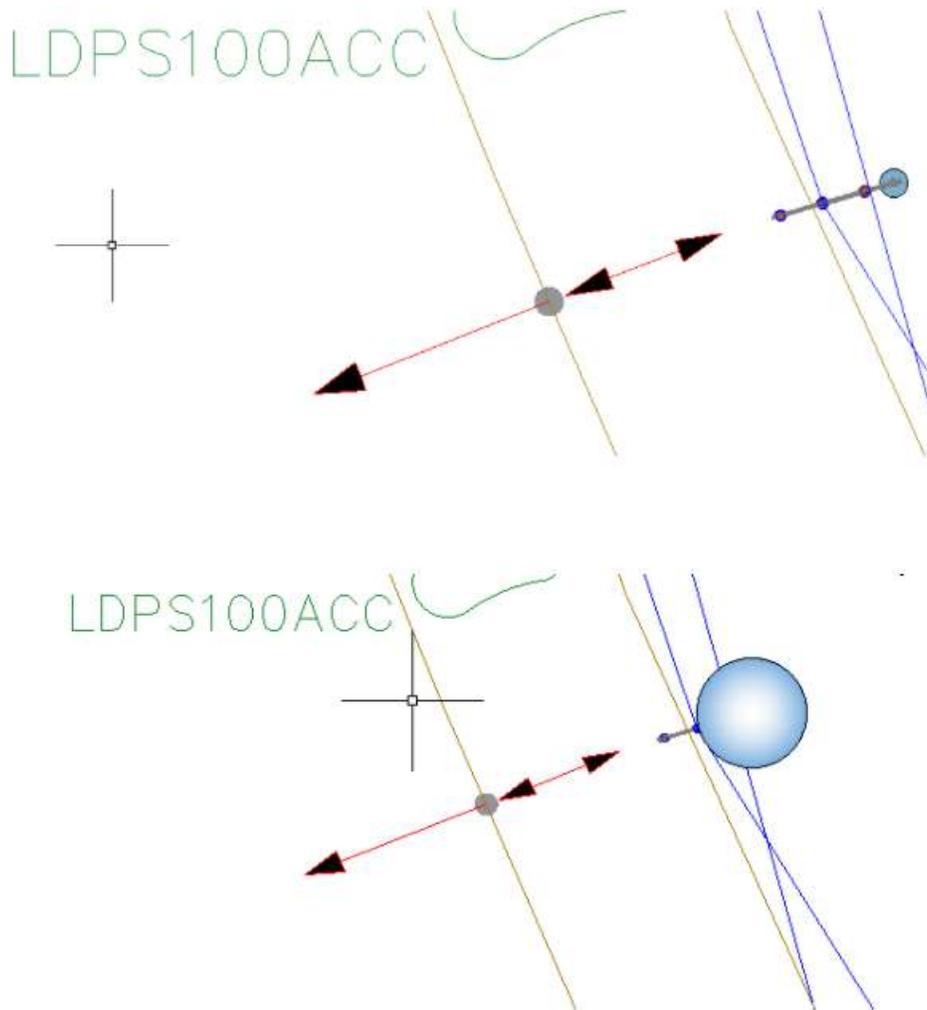


Figura 97: Simbología en Postes

En la Figura 98 se observa la colocación de la información estructuras, haciendo uso de la herramienta LISP, que permite el llenado automático de la nomenclatura de estructuras.

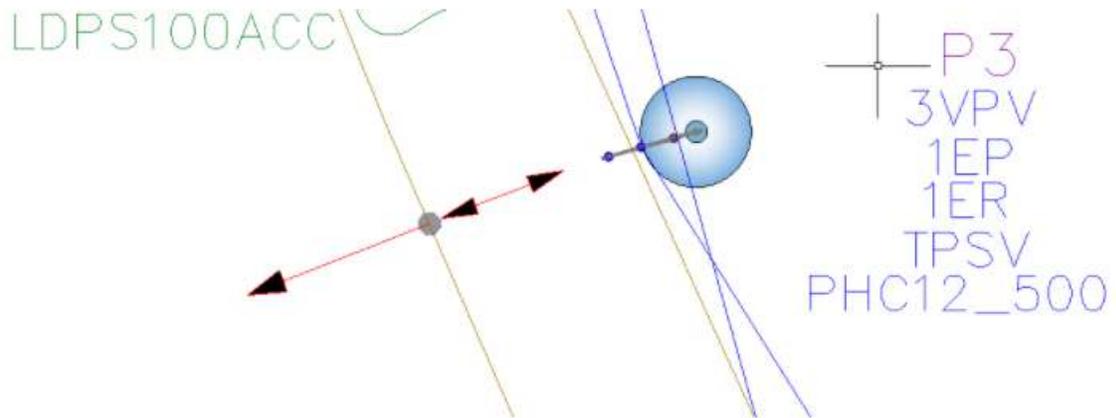


Figura 98: Información de Estructuras

Como paso final, se eliminan los postes y estructuras existentes, se ordenan los elementos y se utiliza la simbología de la red proyectada, dando el resultado presentado en la Figura 99.

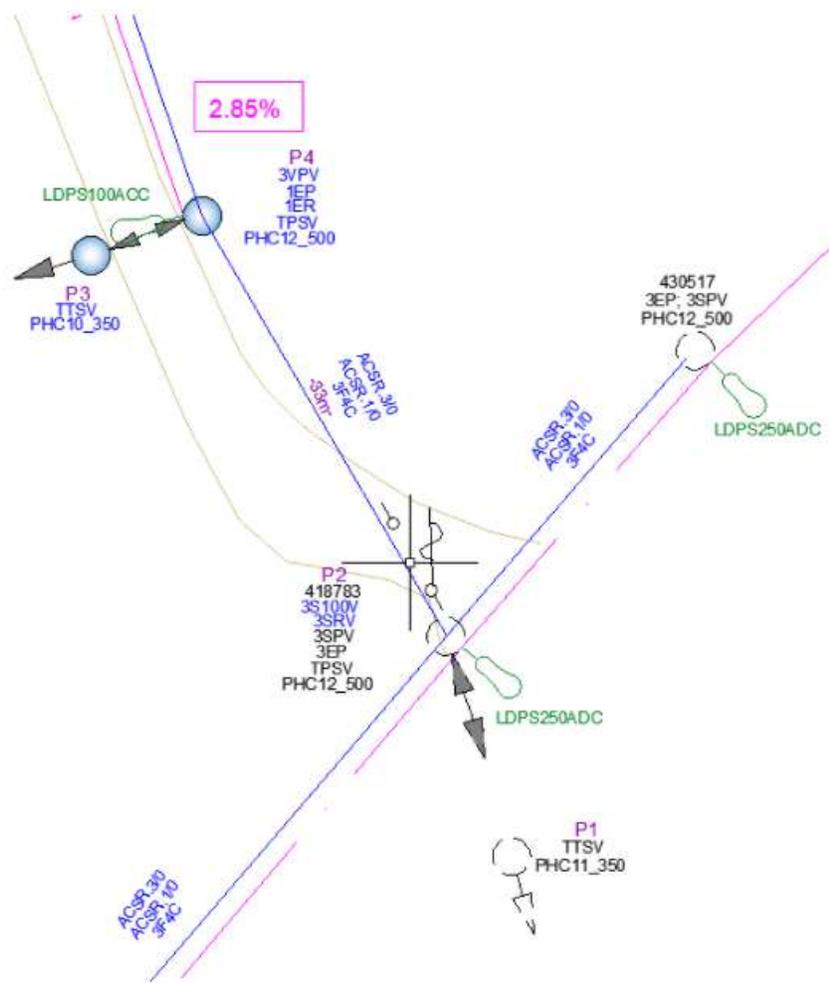


Figura 99: Plano Proyectado

Luego de realizar todo el procedimiento, se obtiene el nuevo diseño de la red de distribución mediante tecnología en drones, donde con la ortofoto obtenida del procesamiento de imágenes que capturó el dron en su vuelo por la zona de estudio, se ha realizado el plano proyectado de la red de distribución existente. (Figura 100)

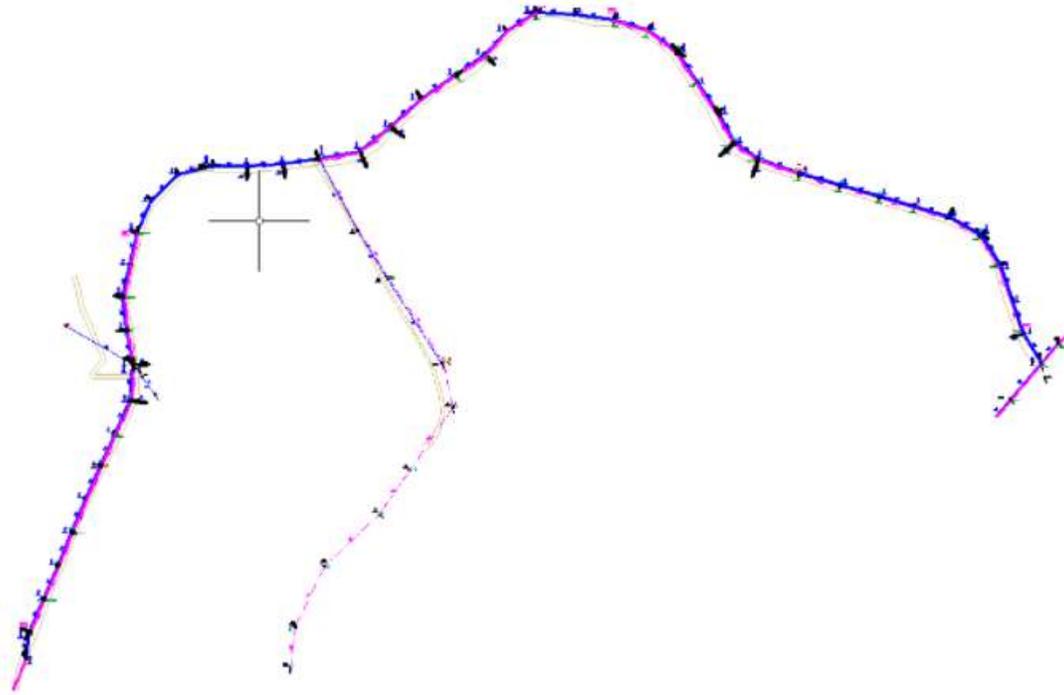


Figura 100: Red de Distribución Diseñada

5.5. Desarrollo de la Automatización sobre la Documentación de la Centro Sur

Una vez obtenido el nuevo diseño de la red de distribución, entramos en la sección final correspondiente a la automatización de la documentación para la presentación de diseños.

Los documentos que deben ser entregados son:

- Plano Existente Final
- Plano Propuesto Final
- Plano Proyectado Final
- Fotografía de los Postes
- Formato para Diseños

La documentación para la presentación de proyectos consta de varias hojas que deben ser llenada para su entrega, donde se realiza un informe completo sobre el proyecto tratado. (Figura 101)

EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C. A. DIDI	
DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN ZONA 1	
DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN	
SECTOR: 0	Tipo de obra: Alimentados Nuevo
CARTÓN: 0	PARROQUEL: 0
	PROVINCIA: AZUAY
INDICE:	
	N° Hojas
Anexo 1: Cabecera / Datos Generales	1
Anexo 2: Resumen de información técnica del proyecto	1
Anexo 3: Caída de tensión B.V. en redes existentes	---
Anexo 4: Caída de tensión B.V. en redes proyectadas	---
Anexo 5: Caída de tensión M.V. existente y proyectado	---
Anexo 6: Medidores existentes	1
Anexo 7: Redes existentes	4
Anexo 8: Resumen de estructuras existentes	1
Anexo 9: Accesorios y Estructuras proyectadas	---
Anexo 10: Resumen de estructuras proyectadas	---
Anexo 11: Mano de obra / Unidades de propiedad	3
Anexo 12: Resumen económico de Mano de Obra	1
	12

Figura 101: Hoja de Documentación de la Empresa Eléctrica Centro Sur

Como se observa, este documento dispone de algunas hojas sobre el proyecto que deben ser llenadas con la información del mismo.

Debido a la extensión del documento, en este trabajo se analizará únicamente una parte de la documentación proporcionada por la empresa eléctrica para su automatización, que es la hoja titulada "**6. Med Exist**" donde se recopila la información de los postes de la red existente de estudio. Figura 102.

Para evitar el trabajo manual del llenado de la documentación, se procede a seguir una metodología que permita automatizar el llenado del documento de forma personalizada, haciendo uso de las herramientas ArcGIS y Matlab.

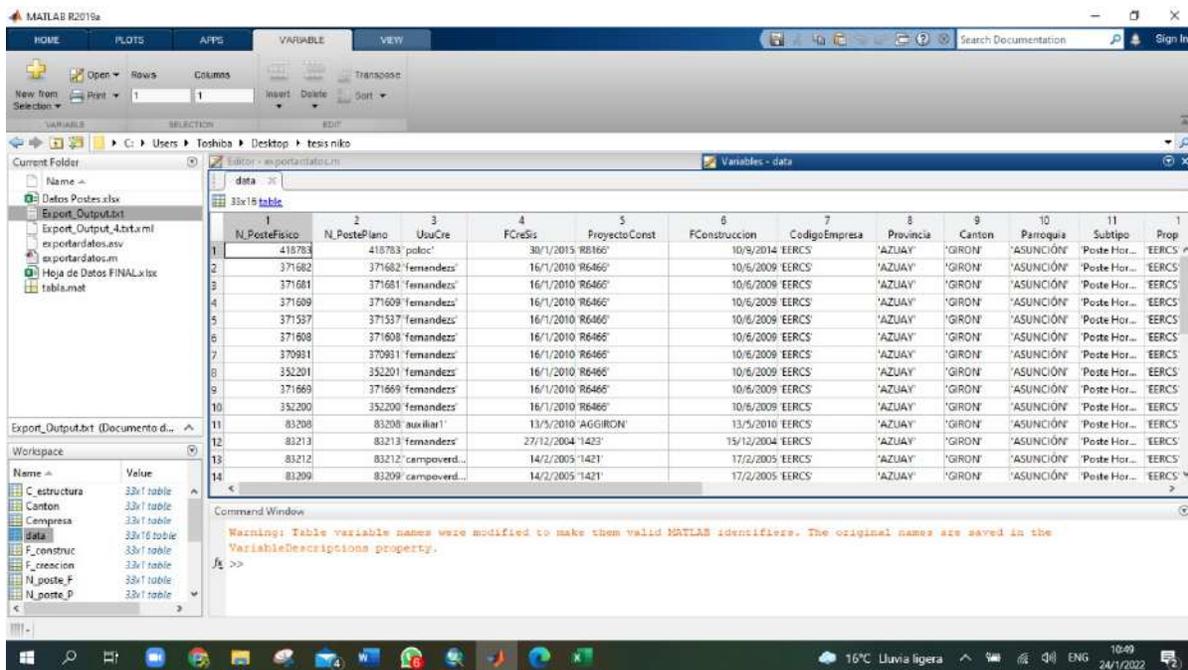
Este método consta de varios pasos que se enlistan a continuación:

1. Exportar los datos de ArcGIS a Matlab

La información de los postes que presenta ArcGIS, se la exporta a la herramienta Matlab en forma de tabla para poder realizar un programa para el llenado automático de la documentación, el comando que permite esta exportación e importación de datos es “readtable”

2. Reestructuración de Datos

Una vez teniendo los datos dentro de Matlab (Figura 105) haciendo uso del comando “writetable” procedemos a reestructurar los datos para poder realizar el llenado en la documentación.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	N_PosteFisico	N_PostePlano	UsuCre	FCreSis	ProyectoConst	FConstruccion	CodigoEmpresa	Provincia	Canton	Parroquia	Subtipo	Prop
1	418783	418783	'pdloc'	30/1/2015	'R6166'	10/9/2014	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
2	371682	371682	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
3	371681	371681	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
4	371609	371609	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
5	371537	371537	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
6	371608	371608	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
7	370901	370901	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
8	352201	352201	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
9	371669	371669	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
10	352200	352200	'fernandez'	16/1/2010	'R6466'	10/6/2009	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
11	83208	83208	'auxiliar'	13/5/2010	'AGGIRON'	13/5/2010	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
12	83213	83213	'fernandez'	27/12/2004	'1423'	19/12/2004	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
13	83212	83212	'campoverd...	14/2/2005	'1421'	17/2/2005	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS
14	83209	83209	'campoverd...	14/2/2005	'1421'	17/2/2005	EERCS	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCIÓN'	'Poste Hor...	EERCS

Figura 105: Tabla en Matlab

3. Exportar los datos de Matlab a Excel

Una vez reestructurados los datos de forma personalizada, los exportamos a la hoja seis de la documentación, donde se llenará la información de forma personalizada y automatizada en las celdas que corresponden a la tabla del formato. (Figura 106)

Punto de servicio		Identificación del Cliente		Información de Postes					
N° de Trato	Número poste		NOMBRE	Subtipo	Uso Poste	Número Empresa	Fecha Fca.	Código Estruct.	Tipo Estruct.
	Físico	Plano							
---	418783	418753_1	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/9/2014	PHCTL_350	3EP_3SPV
---	371682	371682	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	1CDU_1EP_1CPV
---	371681	371681	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CAV
---	371609	371609	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CAV
---	371537	371537	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371608	371608	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CAV
---	370931	370931	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	352201	352201	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371689	371689	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3ED_1CPV
---	352200	352200	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP
---	83206	83206	---	Poste Hormigon	Tensor	---	13/5/2010	PHCTL_350	<Null>
---	83213	83213	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	15/12/2004	PHCTL_350	1CRW_1EP
---	83212	83212	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2006	PHC9_350	3EP
---	83209	83209	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2006	PHC9_350	3EP
---	375330	375330	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	3EP
---	375329	375329	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	3EP
---	375242	375242	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	3EP
---	371832	371832	---	Poste Hormigon	Alumbrado Publico	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CDU
---	370925	370925	---	Poste Hormigon	Alumbrado Publico	---	10/6/2008	PHCTL_350	1EP_1CPV
---	370940	370940	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	1CAV_1EP
---	370917	370917	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	1CAV_1EP_1CPV
---	371640	371640	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CAV
---	371687	371687	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CAV
---	371666	371666	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3ED_1CAV_1EDU
---	327375	327375	---	Poste Hormigon	Tensor	---	10/6/2008	PHC9_350	<Null>
---	371672	371672	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371671	371671	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3ED_1CAV
---	370926	370926	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371670	371670	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371682	371682	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	3EP_1CPV
---	371594	371594	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHCTL_350	1CAV_1EP_1EP
---	244475	244475	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2006	PHC9_350	3EP
---	244351	244351	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	17/2/2006	PHCTL_350	3EP_1CPV_1CRW_1EP

Figura 106: Hoja Llenada de forma Automática

Como se observa, la información de los postes de la red existente que se tenía en ArcGIS, ahora se encuentra llena de forma automática y ordenada dentro de la documentación de la empresa eléctrica Centro Sur, demostrando que todo el documento puede ser automatizado en su totalidad mediante la herramienta Matlab.

6. Resultados

El proyecto técnico con enfoque investigativo con la metodología antes presentada en la quinta sección pretende diseñar una red eléctrica de distribución mediante tecnología en drones y la automatización de la documentación de presentación de proyectos dando como resultado lo siguiente:

6.1. Desarrollo de la nueva metodología de diseño de redes de distribución mediante tecnología en drones

Como primer paso se obtuvo el plano existente de la zona de estudio para el nuevo diseño de la red como se vio en la sección 5.1.1, donde se realizó una limpieza completa del mismo, para posteriormente verificar dicho plano en el área física haciendo una revisión de los postes físicos de la red con los postes en el plano eléctrico.

Luego se procedió a elegir el tipo de dron para realizar la inspección del área de estudio, teniendo en cuenta varios aspectos como la zona de vuelo, las condiciones climáticas y las baterías de la aeronave, se obtuvo la trayectoria de vuelo mediante la herramienta PIX4D y se procedió a realizar el vuelo y la captura de imágenes de la zona, como se vio en la sección 5.2.5.

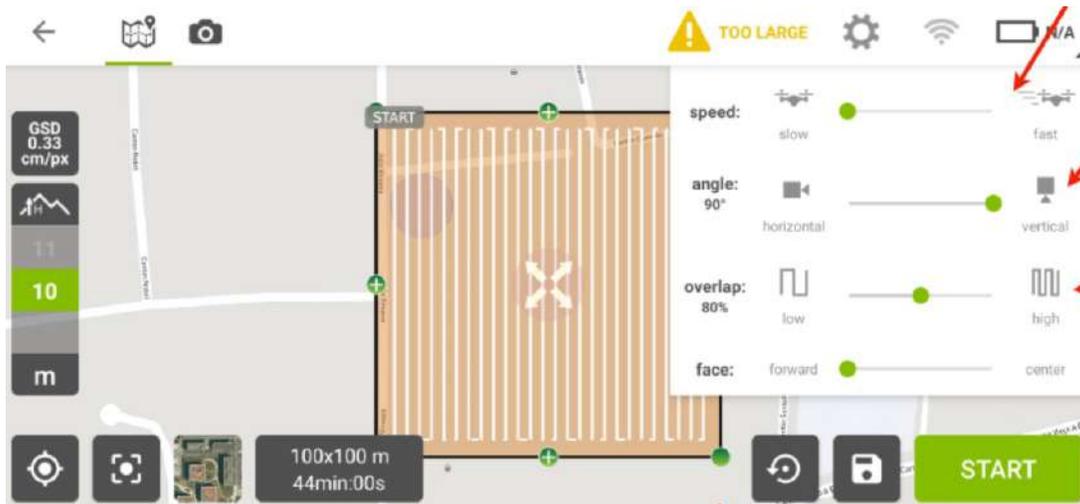


Figura 107: Trayectoria de Vuelo



Figura 108: Plan de Vuelo en el Área

Posteriormente se inicia el procesamiento de las imágenes obtenidas para la creación de la ortofoto georreferenciada que será utilizada en el nuevo diseño de la red de distribución, como se vio en la sección 5.3.

Una vez obtenida la ortofoto, se procede a diseñar la red dentro de la herramienta CIVIL 3D, donde se revisa toda la información como la simbología de la red existente, las capas utilizadas en el plano y los elementos que estén mal ubicados, para posteriormente ordenarlos y obtener el resultado visto en la sección 5.4.2.

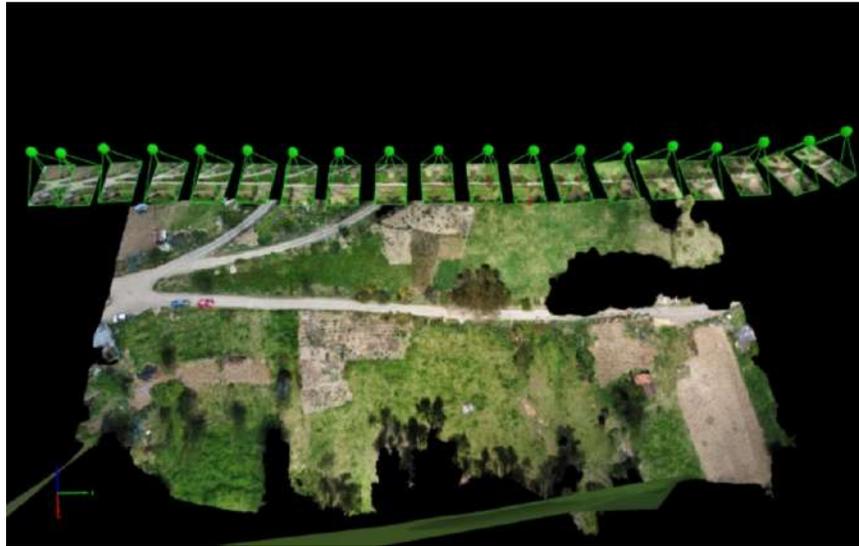


Figura 109: Ortofoto Georreferenciada

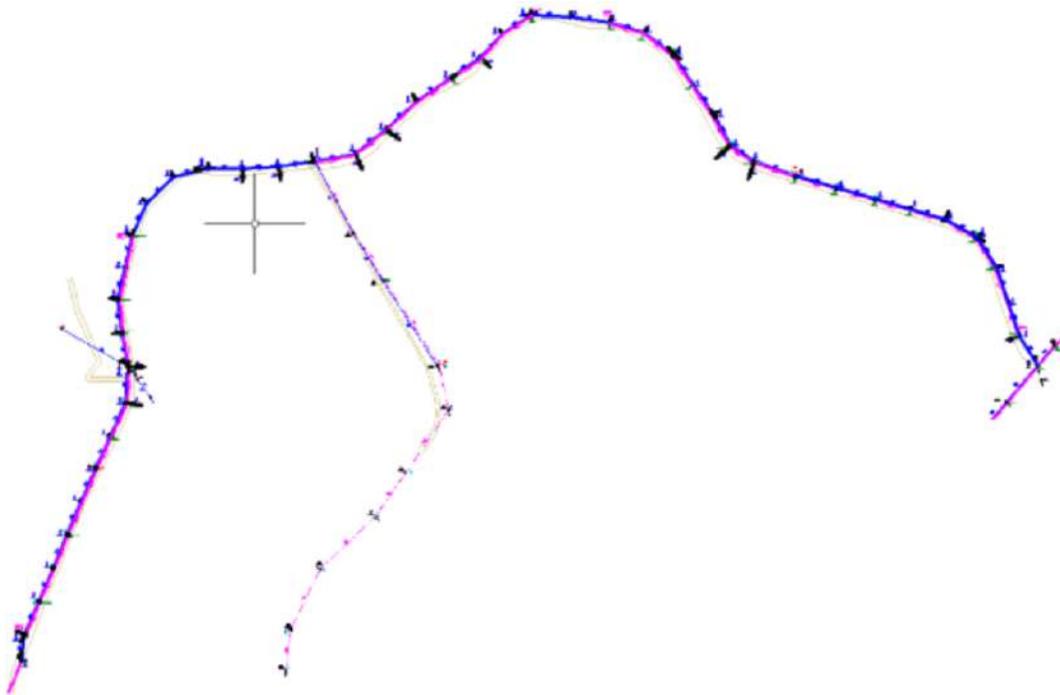


Figura 110: Red de Distribución Diseñada

Una vez obtenido el nuevo diseño de la red de distribución, se pueden enlistar algunas ventajas del uso de la herramienta PIX4D para el procesamiento de imágenes, como:

- Imágenes optimizadas y más precisas.
- Obtención de ortofotos de una zona amplia de estudio.
- Imágenes con visualización 3D de la zona de estudio.
- Ortofotos que se pueden importar en programas de diseño como ArcGIS o AutoCAD.

Además, existen algunos beneficios que presentan los diseños eléctricos de redes de distribución mediante tecnología en drones, como:

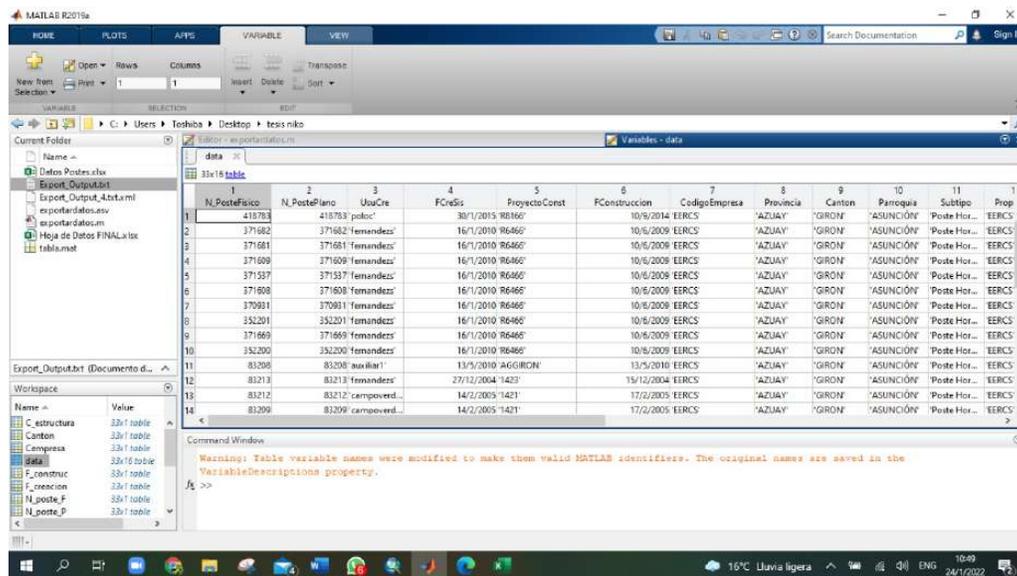
- Mayor precisión en el diseño de la red.
- Reducción del tiempo a la hora de diseñar.
- Evitar errores en la construcción del proyecto.
- Sin error en la ubicación de estructuras frente a su posición real.

Y, por último, se pueden resumir las ventajas de esta nueva metodología frente a los diseños tradicionales de redes en el siguiente cuadro comparativo:

Diseños Tradicionales	Diseños mediante Drones
Uso de GPS en la zona de estudio	Obtención de imágenes en alta definición mediante vuelos con el dron en la zona de estudio
No se realiza ningún procesamiento de imágenes	Se realiza el procesamiento de imágenes para obtener una ortofoto optimizada y precisa
Tiempo considerable de diseño dentro de AutoCAD	Menor tiempo de diseño en CIVIL3D al tener una ortofoto con la ubicación exacta de las estructuras de la red
Obtención de un diseño regular y no tan preciso	Obtención de un diseño altamente preciso y eficaz para la implementación del mismo

6.2. Automatización para el Llenado de la Documentación de Presentación de Proyectos

Y referente a la automatización de la documentación de la Centro Sur, como se vio en la sección 5.5, se hace uso de la herramienta Matlab para importar la información extraída de ArcGIS, poder crear un programa automatizado para el llenado de la hoja de datos, y se exportan dichos datos reorganizados a la documentación de la empresa en Excel.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	N_PosteFisico	N_PostePlano	UsuCre	FCreGis	ProyectoConst	FConstruccion	CodigoEmpresa	Provincia	Canton	Parroquia	Subtipo	Prop
1	418783	418783	poloc	30/1/2015	R6466	10/9/2014	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
2	371682	371682	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
3	371681	371681	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
4	371609	371609	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
5	371537	371537	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
6	371608	371608	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
7	370931	370931	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
8	352201	352201	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
9	371669	371669	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
10	352200	352200	fernandez	16/1/2010	R6466	10/6/2009	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
11	81208	81208	avila!	13/5/2010	AGGIRON	13/5/2010	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
12	81213	81213	fernandez	27/12/2004	1423	15/12/2004	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
13	81212	81212	campeoverd...	14/2/2005	1421	17/2/2005	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5
14	81209	81209	campeoverd...	14/2/2005	1421	17/2/2005	EERC5	'AZUAY'	'GIRON'	'ASUNCION'	'Poste Hor...	EERC5

Figura 111: Tabla de Postes dentro de Matlab

Punto de servicio		Identificación del Cliente		Información de Postos					
Nº de Tráfico	Físico	Plano	NOMBRE	Subtipo	Uso Poste	Número Empresa	Fecha Fca.	Código Estruct.	Tipo Estruct.
---	418783	418783_1	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/9/2014	PHC12_500	SEP_3SPV
---	371682	371682	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	ICDU; IEP; EP
---	371621	371621	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	371609	371609	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	371537	371537	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371608	371608	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	370931	370931	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	352201	352201	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371693	371693	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	352200	352200	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP
---	03200	03200	---	Poste Hormigon	Tensor	---	13/5/2010	PHC1L_350	(Nul)
---	03213	03213	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	15/12/2004	PHC1L_350	ICRV; EP
---	03212	03212	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2005	PHC9_350	SEP
---	03209	03209	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2005	PHC9_350	SEP
---	375330	375330	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	SEP
---	375389	375389	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	SEP
---	375242	375242	---	Poste Hormigon	Baja	---	10/6/2008	PHC9_350	SEP
---	371532	371532	---	Poste Hormigon	Alambre Público	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICDV
---	370925	370925	---	Poste Hormigon	Alambre Público	---	10/6/2008	PHC1L_350	IEP; ICPV
---	370940	370940	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	ICAV; EP
---	370917	370917	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	ICAV; IEP; EP
---	371640	371640	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	371657	371657	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	371666	371666	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	327305	327305	---	Poste Hormigon	Tensor	---	10/6/2008	PHC9_350	(Nul)
---	371672	371672	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371671	371671	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICAV
---	370926	370926	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371670	371670	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371652	371652	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	SEP; ICPV
---	371594	371594	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	10/6/2008	PHC1L_350	ICAV; IEP; EP
---	244475	244475	---	Poste Hormigon	Baja	---	17/2/2005	PHC9_350	SEP
---	243571	243571	---	Poste Hormigon	MedaBaja	---	17/2/2005	PHC1L_350	SEP; ICPV; ICAV; EP

Figura 112: Hoja Llenada Automáticamente en Excel

Con lo expuesto anteriormente podemos corroborar que el diseño de redes de distribución mediante tecnología en drones ofrece una mayor precisión, eficiencia y reducción de tiempo de diseño frente a la metodología tradicional, así como la automatización del llenado de la documentación de presentación de proyectos, de esta manera validando la metodología propuesta y cumpliendo con los objetivos planteados en este trabajo.

7. Conclusiones

La tecnología en drones ha demostrado ser un método eficiente para el diseño de redes de distribución sobre una ortofoto. El objetivo de este trabajo era demostrar los beneficios del uso de drones, además de realizar una automatización para el llenado de la documentación de la presentación de proyectos. Se ha logrado cumplir el objetivo principal, donde se consiguió un diseño eficiente y optimizado, demostrando que la metodología empleada mediante la tecnología en drones es mucho más eficiente y reduce el tiempo considerablemente a la hora de diseñar una red, además se realizó una comparación entre la metodología utilizando drones y la metodología tradicional de diseño, validando completamente el diseño de la red sobre una ortofoto.

Además, con la automatización realizada para el llenado de la documentación de presentación de proyectos, se reduce considerablemente del llenado de la información del proyecto, ya que se realiza de forma automática y personalizada, así evitando el trabajo de llenarlo manualmente. Es por ello que se concluye que diseñar una red eléctrica de distribución mediante drones y automatizar la hoja de datos de la empresa eléctrica Centro Sur, resulta muy efectivo y viable a la hora de reducir el tiempo de trabajo y aumentar la eficiencia de la red diseñada.

8. Recomendaciones

- Analizar y escoger correctamente el tipo de dron que se utilizará para el vuelo de reconocimiento y la captura de imágenes ya que se deben considerar muchos aspectos como la calidad de imagen, la altura de vuelo máxima y la capacidad de las baterías que puede ofrecer el dron, con el objetivo de obtener imágenes en la mayor calidad posible.
- Utilizar programas confiables como PIX4D para el procesamiento de imágenes, con el fin de obtener una ortofoto de alta calidad para la correcta elaboración del diseño de la red de distribución.
- Usar programas como Matlab son de mucha ayuda a la hora de crear programas de automatización, ya que ofrece muchas herramientas de uso y es un programa compatible tanto con ArcGIS como con Excel para el intercambio de datos.

9. Futuros Trabajos

El Proyecto Técnico presentado deja una línea de investigación abierta basada en el uso de drones en la industria y procesos de automatización para llenado de documentación.

- Se podría emplear la tecnología en drones en las redes de transmisión eléctrica, donde se podría utilizar las aeronaves con fines analíticos y de mantenimiento de las líneas de transmisión, así teniendo una red de transmisión mayormente eficiente.
- Realizar una automatización completa de la documentación de presentación de proyectos que brinda la empresa eléctrica Centro Sur, ya que esto facilitaría el llenado de información de cualquier tipo de proyecto, disminuyendo considerablemente el tiempo de trabajo al tener un documento completamente automatizado y personalizado.

Referencias

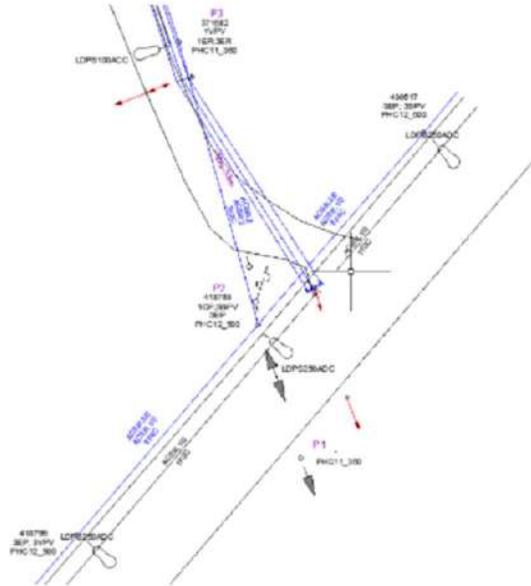
- [1] Q. Sun and X. Dong, "Discussion on intelligent distribution automation system construction mode," in *2012 China International Conference on Electricity Distribution*. IEEE, sep 2012.
- [2] J. Xiao, Q. He, X. Li, and G. Zu, "A secure and efficient management system for smart distribution grid based on distribution system security region (DSSR)," in *2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED)*. IEEE, sep 2014.
- [3] G. Derakhshan, A. Etemadi, K. Milani, H. Shayanfar, and U. Sarafraz, "Management and operation of electricity distribution networks on geographic information system platform," in *22nd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2013)*. Institution of Engineering and Technology, 2013.
- [4] M. Novak, V. Novak, and J. Pech, "The use of drones in the distribution of energy," in *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. IEEE, jun 2019.
- [5] N.-J. Jung, M.-H. Choi, and C.-W. Lim, "Development of drone operation system for diagnosis of transmission facilities," in *2018 21st International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)*. IEEE, oct 2018.
- [6] J. Liu, Z. Guan, and X. Xie, "Truck and drone in tandem route scheduling under sparse demand distribution," in *2018 8th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*. IEEE, aug 2018.
- [7] J. R. Kala, D. M. Kre, A. N. Gnassou, J. R. K. Kala, Y. M. A. Akpablin, and T. Coulibaly, "Assets management on electrical grid using faster-RCNN," *Annals of Operations Research*, jun 2020.
- [8] T. Tadokoro, T. Noda, K. Ishimoto, N. Okada, S. Uemura, and Y. Shumuta, "Automatic generation of input data for distribution system simulation programs," in *2018 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia)*. IEEE, may 2018.
- [9] S. Dragojlovic, O. Milenkovic, and M. Vujcic, "The information system for power distribution system as answer on new demands in power distribution system," in *2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific*. IEEE, 2005.

- [10] Z. Fang and Z. Hong-Hai, “A method for “last mile” distribution demand for drones,” in *2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)*. IEEE, sep 2020.
- [11] M. Machado, “Análisis de la Utilización de Drones para el Levantamiento Topográfico en Sitios Habitados donde se Presentan Aguas Estancadas en el Municipio de Ciénaga Magdalena,” Ph.D. dissertation, Universidad Cooperativa de Colombia, Septiembre 2020.
- [12] A. Armijos, “Rediseño de la Red de Distribución Eléctrica y Alumbrado Público para las Calles Regeneradas de Saraguro,” Ph.D. dissertation, Universidad Nacional de Loja, Julio 2011.
- [13] E. Rodriguez, “Metodología del Ingreso de Datos de las Redes Eléctricas Existentes y Proyectadas al Sistema GIS de la Empresa Eléctrica Regional del Sur.” Ph.D. dissertation, Universidad Nacional de Loja, Julio 2014.

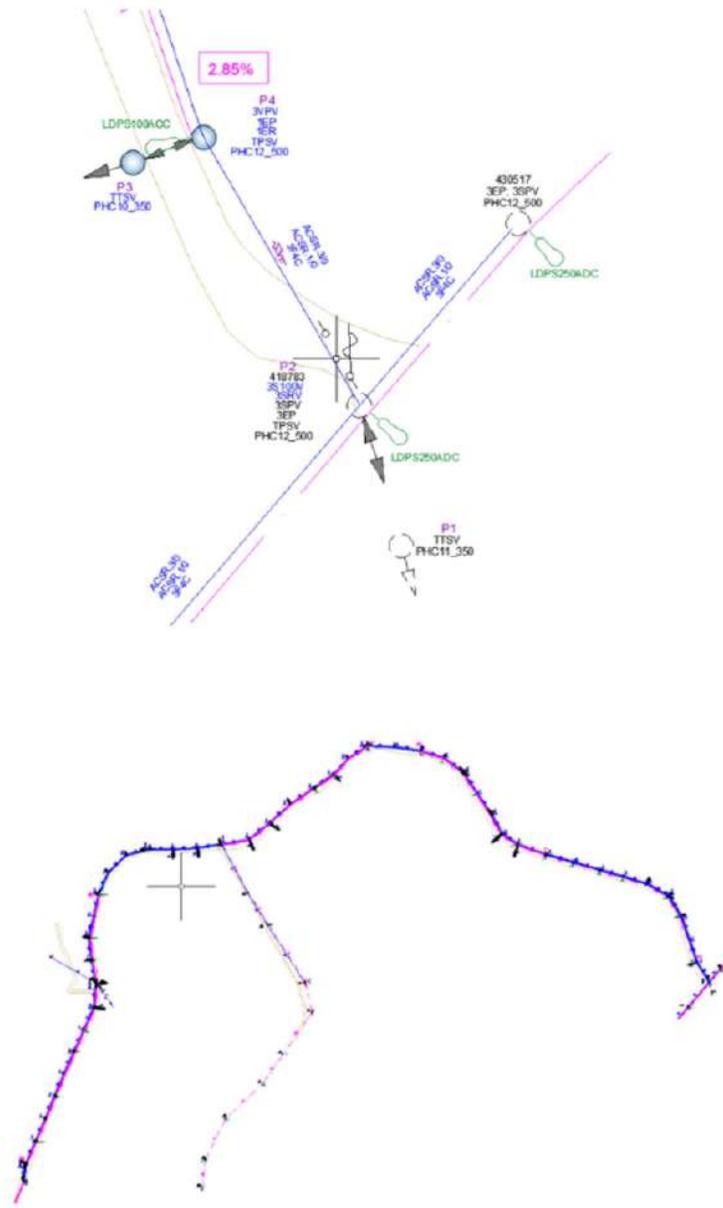
ANEXOS

ANEXO 1: Diseño de una Red de Distribución

RED DE DISTRIBUCION PROPUESTA



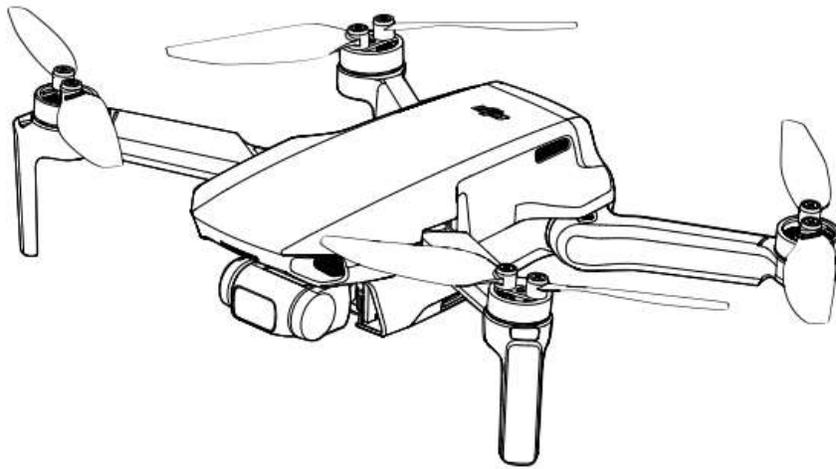
RED DE DISTRIBUCION PROYECTADA



ANEXO 2: Manual del Usuario Dron DJI Mini 2

dji MINI 2

Manual de usuario v1.2 2021.02



Búsqueda por palabra clave

Busque palabras clave como “batería” e “instalar” para encontrar un tema. Si utiliza Adobe Acrobat Reader para leer este documento, presione Ctrl+F en Windows o Command+F en Mac para iniciar la búsqueda.

Navegación a un tema

Encontrará una lista completa de los temas en el índice. Haga clic en un tema para navegar hasta esa sección.

Impresión de este documento

Este documento se puede imprimir en alta resolución.

Uso de este manual

Leyenda

⊘ Advertencia

⚠ Importante

💡 Trucos y consejos

📖 Referencia

Leer antes del primer vuelo

Lea los siguientes documentos antes de utilizar el DJI™ Mini 2:

1. Manual de usuario
2. Guía de inicio rápido
3. Renuncia de responsabilidad y directrices de seguridad

Se recomienda que, antes de utilizar el producto por primera vez, vea todos los videotutoriales incluidos en el sitio web oficial de DJI y lea la renuncia de responsabilidad y directrices de seguridad. Prepárese para el primer vuelo leyendo la guía de inicio rápido y consulte este manual de usuario para obtener más información.

Videotutoriales

Diríjase a la siguiente dirección o escanee el código QR de la derecha para ver los videotutoriales del DJI Mini 2, que muestran cómo utilizarlo de forma segura:

<http://www.dji.com/mini-2/video>



Descarga de la aplicación DJI Fly

Asegúrese de utilizar la aplicación DJI Fly durante el vuelo. Escanee el código QR de la derecha para descargar la última versión.

La versión para Android de DJI Fly es compatible con Android 6.0 y versiones posteriores.

La versión para iOS de DJI Fly es compatible con iOS 11.0 y versiones posteriores.



* Para aumentar la seguridad, el vuelo se restringe a una altura de 30 m (98.4 ft) y a un alcance de 50 m (164 ft) cuando no está conectado o no se inicia sesión en la aplicación durante el vuelo. Esto se aplica a DJI Fly y a todas las aplicaciones compatibles con la aeronave DJI.

⚠ La temperatura de funcionamiento de este producto es de 0 a 40 °C. Por lo tanto, no alcanza la temperatura de funcionamiento estándar para usos militares (de -55 a 125 °C) necesaria para soportar una mayor variabilidad ambiental. Utilice el producto correctamente y solo para aquellos usos en los que se cumplan los requisitos del rango de temperatura de funcionamiento de dicha categoría.

Índice

Uso de este manual	2
Leyenda	2
Leer antes del primer vuelo	2
Videotutoriales	2
Descarga de la aplicación DJI Fly	2
Perfil del producto	6
Introducción	6
Preparación de la aeronave	6
Preparación del control remoto	7
Diagrama de la aeronave	8
Diagrama del control remoto	8
Activación del DJI Mini 2	9
Aeronave	11
Modos de vuelo	11
Indicador de estado de la aeronave	12
QuickTransfer	13
Regreso al punto de origen	14
Sistema de visión y sistema de detección por infrarrojos	16
Modo de Vuelo Inteligente	18
Registrador de vuelo	20
Hélices	20
Batería de Vuelo Inteligente	21
Estabilizador y cámara	25
Control remoto	28
Perfil del control remoto	28
Uso del control remoto	28
Zona de transmisión óptima	32
Vinculación del control remoto	32
Aplicación DJI Fly	34
Inicio	34
Vista de cámara	35

Vuelo	40
Requisitos del entorno de vuelo	40
Límites de vuelo y Zonas GEO	40
Lista de comprobación previa al vuelo	42
Despegue/aterrizaje automáticos	42
Arranque/parada de los motores	43
Prueba de vuelo	43
Apéndice	46
Especificaciones	46
Calibración de la brújula	49
Actualización del firmware	50
Información posventa	50

Perfil del producto

En esta sección se presenta el DJI Mini 2 y se enumeran los componentes de la aeronave y del control remoto.

Perfil del producto

Introducción

El DJI Mini 2 cuenta con un diseño plegable y un peso ultraligero inferior a 249 g. Equipado con un sistema de visión inferior y un sistema de detección por infrarrojos, el DJI Mini 2 puede hacer vuelo estacionario y volar tanto en interiores como en exteriores, e iniciar automáticamente el regreso al punto de origen (RPO). Con un estabilizador en tres ejes totalmente estabilizado y una cámara con sensor de 1/2.3", el DJI Mini 2 graba vídeos 4K y captura fotos de 12 MP. Disfrute de modos de vuelo inteligente como QuickShots y Panorámica, al tiempo que QuickTransfer y Descarga parcial facilitan y agilizan la descarga y la edición de fotos y vídeos.

El DJI Mini 2 viene equipado con el control remoto DJI RC-N1, que cuenta con la tecnología de transmisión de largo alcance OCUSYNC™ 2.0 de DJI. Esta tecnología ofrece un alcance máximo de transmisión de 10 km y permite enviar vídeo con calidad de hasta 720p desde la aeronave a la aplicación DJI Fly en un dispositivo móvil. El control remoto funciona tanto a 2.4 GHz como a 5.8 GHz, y permite seleccionar automáticamente el mejor canal de transmisión sin latencia. La aeronave y la cámara se pueden controlar fácilmente con los botones de a bordo.

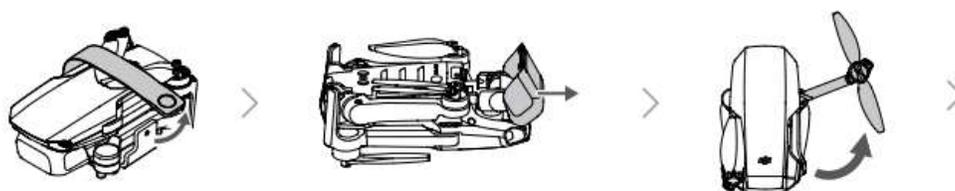
El DJI Mini 2 tiene una velocidad máxima de vuelo de 57.6 km/h y una autonomía de vuelo de 31 minutos, mientras que el tiempo de funcionamiento máximo del control remoto es de 6 horas.

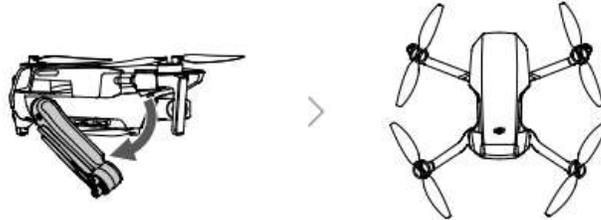
- ⚠ La autonomía de vuelo se ha probado en un entorno sin viento con un vuelo a velocidad constante de 17 km/h, y la velocidad máxima de vuelo se ha probado a la altitud del nivel del mar sin viento. Estos valores son solo de referencia.
- El control remoto puede lograr su alcance de transmisión (FCC) en una zona totalmente abierta, sin interferencias electromagnéticas y a una altitud de unos 120 m (400 ft). El alcance de transmisión guarda relación con la distancia máxima desde la que la aeronave puede seguir enviando y recibiendo transmisiones. No alude a la distancia máxima que la aeronave es capaz de recorrer en un solo vuelo. El tiempo de funcionamiento máximo se ha probado en un entorno de laboratorio y sin cargar el dispositivo móvil. Este valor es solo de referencia.
- 5.8 GHz no es compatible en algunas regiones. Esta banda de frecuencia se deshabilita automáticamente en esas regiones. Respete la legislación y las normativas nacionales.

Preparación de la aeronave

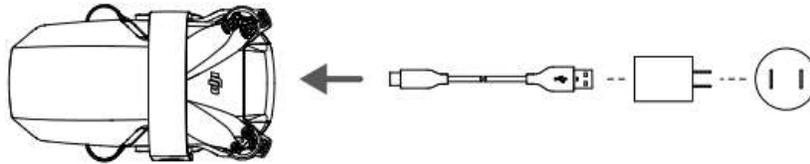
Todos los brazos de la aeronave se pliegan antes de embalarla. Siga los siguientes pasos para desplegar la aeronave.

1. Retire la sujeción de las hélices.
2. Retire el protector del estabilizador de la cámara.
3. En este orden, despliegue los brazos delanteros, los brazos traseros y todas las hélices.





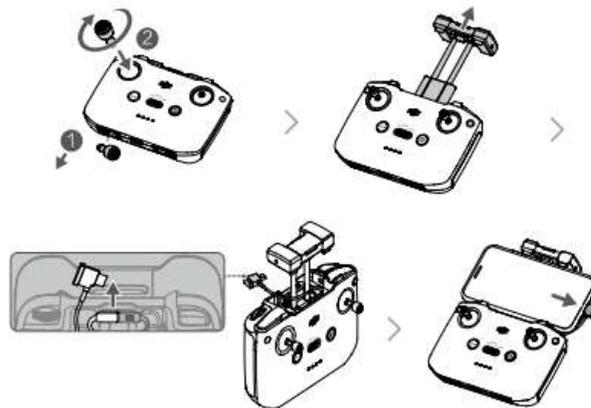
4. Las Baterías de Vuelo Inteligente se ponen en modo hibernación antes de su envío para garantizar la seguridad. Antes de usarlas por primera vez, use el cargador USB para cargar y activar las Baterías de Vuelo Inteligente.



- 💡 • Se recomienda montar el protector diseñado para proteger el estabilizador y utilizar la sujeción de las hélices para fijar las hélices cuando la aeronave no esté en uso.
- ⚠️ • La sujeción de las hélices y el cargador USB solamente se incluyen en el pack Vuela Más.
 - Despliegue los brazos delanteros antes de desplegar los brazos traseros.
 - Antes de encender la aeronave, asegúrese de retirar el protector del estabilizador y de que todos los brazos estén desplegados. De lo contrario, el autodiagnóstico de la aeronave puede verse afectado.

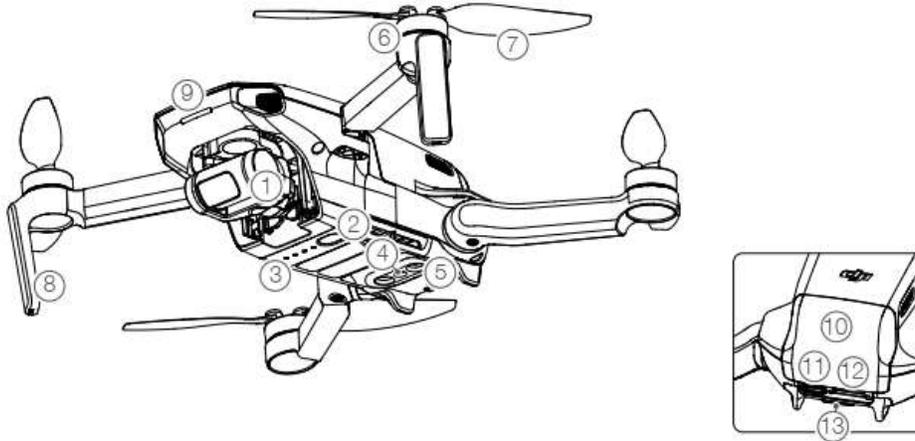
Preparación del control remoto

1. Retire las palancas de control de sus ranuras de almacenamiento en el control remoto y móntelas en su lugar.
2. Extraiga el soporte para el dispositivo móvil. Elija el cable de control remoto apropiado en función del tipo de dispositivo móvil utilizado. El paquete incluye un cable para el conector Lightning, un cable micro-USB y un cable USB-C. Conecte el extremo del cable que no tiene el logotipo del control remoto al dispositivo móvil. Asegúrese de que el dispositivo móvil esté bien sujeto.



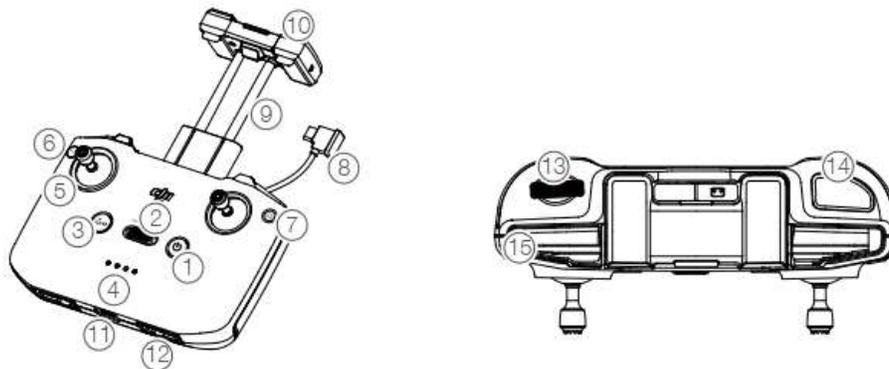
- ⚠️ • Si aparece un mensaje de conexión USB al usar un dispositivo móvil Android, seleccione la opción para solamente cargar. De lo contrario, puede producirse un error de conexión.

Diagrama de la aeronave



- | | |
|---|---|
| 1. Estabilizador y cámara | 8. Antenas |
| 2. Botón de encendido | 9. Led frontal |
| 3. Ledes de nivel de batería | 10. Cubierta del compartimento de la batería |
| 4. Sistema de visión inferior | 11. Puerto USB-C |
| 5. Sistema de detección por infrarrojos | 12. Ranura para tarjeta microSD |
| 6. Motores | 13. Indicador de estado de la aeronave/botón de QuickTransfer |
| 7. Hélices | |

Diagrama del control remoto



- | | |
|--|--|
| 1. Botón de encendido
Pulse una vez para comprobar el nivel de batería actual. Púlselo una vez, después otra y manténgalo pulsado para encender o apagar el control remoto. | 3. Botón de detener vuelo/regreso al punto de origen (RPO)
Presiónelo una vez para hacer que la aeronave frene y entre en vuelo estacionario (solo cuando está disponible el sistema de visión inferior o el GPS). Mantenga pulsado el botón para iniciar el RPO. La aeronave regresa al último punto |
| 2. Selector de modo de vuelo
Permite cambiar entre los modos Sport, Normal y Cine. | |

de origen registrado. Pulse de nuevo para cancelar el RPO.

4. Indicadores del nivel de batería

Muestra el nivel de batería actual del control remoto.

5. Palanca de control

Utilice las palancas de control para controlar los movimientos de la aeronave. Establezca el modo palanca de control en DJI Fly. Las palancas de control se pueden desmontar y almacenar fácilmente.

6. Botón personalizable

Presiónelo una vez para centrar el estabilizador o para inclinarlo hacia abajo (ajustes predeterminados). El botón se puede configurar en DJI Fly.

7. Cambio entre foto y vídeo

Pulse una vez para cambiar entre los modos de foto y vídeo.

8. Cable del control remoto

Conéctese a un dispositivo móvil para transmitir vídeos a través del cable del control remoto. Seleccione el cable de acuerdo con el dispositivo móvil.

9. Soporte para el dispositivo móvil

Se utiliza para fijar su dispositivo móvil al control remoto de forma segura.

10. Antenas

Transmiten el control de la aeronave y las señales de vídeo inalámbricas.

11. Puerto USB-C

Se utiliza para cargar y conectar el control remoto a un ordenador.

12. Ranura de almacenamiento de las palancas de control

Se utilizan para almacenar las palancas de control.

13. Dial del estabilizador

Controla la inclinación de la cámara. Si mantiene presionado el botón personalizable, podrá utilizar el dial del estabilizador para ajustar el zoom en el modo vídeo.

14. Botón de obturador/grabación

Pulse una vez para tomar una foto o para iniciar o detener la grabación.

15. Ranura para dispositivo móvil

Se utiliza para asegurar el dispositivo móvil.

Activación del DJI Mini 2

El DJI Mini 2 debe activarse antes del primer uso. Después de encender la aeronave y el control remoto, siga las instrucciones que aparecen en la pantalla para activar el DJI Mini 2 mediante la aplicación DJI Fly. Se requiere una conexión a Internet para la activación.

ANEXO 3: Manual del Usuario Dron Mavic Pro

MAVIC PRO

Manual del usuario V1.2

2017.01



Búsqueda por palabra clave

Busque palabras clave como "batería" e "instalar" para encontrar un tema. Si utiliza Adobe Acrobat Reader para leer este documento, pulse Ctrl+F en Windows o Command+F en Mac para iniciar la búsqueda.

Navegación a un tema

Ver una lista completa de temas en el índice. Haga clic en un tema para navegar hasta esa sección.

Impresión de este documento

Este documento admite la impresión en alta resolución.

Uso de este manual

Leyendas

 Advertencia  Importante  Sugerencias  Referencia

Leer antes del primer vuelo

Lea los siguientes documentos antes de utilizar MAVIC™ Pro:

1. *Contenido del embalaje del Mavic Pro*
2. *Manual del usuario del Mavic Pro*
3. *Guía de inicio rápido del Mavic Pro*
4. *Renuncia de responsabilidad y directrices de seguridad del Mavic Pro*
5. *Directrices de seguridad de la Batería de Vuelo Inteligente del Mavic Pro*

Le recomendamos ver todos los videotutoriales del sitio web oficial de DJI™ y leer la Renuncia de responsabilidad antes del primer vuelo. Prepárese para su primer vuelo leyendo la Guía de inicio rápido del Mavic Pro y consulte el Manual del usuario para obtener más información.

Videotutoriales

Vea los videotutoriales en el enlace siguiente para aprender a utilizar el Mavic Pro con seguridad:

<http://www.dji.com/mavic>



Descargue la aplicación DJI GO 4

Descargue e instale la aplicación DJI GO™ 4 antes de usar la aeronave. Escanee el código QR de la derecha para descargar la última versión.

La versión para Android de la aplicación DJI GO 4 es compatible con Android 4.4 o posterior.

La versión para iOS de la aplicación DJI GO 4 es compatible con iOS 9.0 o posterior.



Descargue DJI Assistant 2

Descargue DJI Assistant 2 en <http://www.dji.com/mavic/download>

2 © 2017 DJI Todos los derechos reservados.

Contenido

Uso de este manual	2
Leyendas	2
Leer antes del primer vuelo	2
Videotutoriales	2
Descargue la aplicación DJI GO 4	2
Descargue DJI Assistant 2	2
Descripción del producto	6
Introducción	6
Características destacadas	6
Preparación del Mavic Pro	6
Diagrama de la aeronave	8
Diagrama del control remoto	8
Aeronave	11
Descripción de la aeronave	11
Modo de vuelo	11
Indicador de estado de vuelo	12
Regreso al punto de origen (RTH)	13
TapFly	17
ActiveTrack	19
Modo Gesture (Modo de gestos)	21
Modo de trípode	22
Modo de seguimiento de superficies	22
Sistema de Visión Frontal e Inferior	22
Registrador de vuelo	25
Montaje y desmontaje de las hélices	25
Batería de Vuelo Inteligente	26
Control remoto	31
Descripción del control remoto	31
Uso del control remoto	31
Vinculación del control remoto	36
Cámara y estabilizador	38
Descripción de la cámara	38
Estabilizador	39

Aplicación DJI GO 4	41
Equipment	41
Editor	46
SkyPixel	46
Me	46
Vuelo	48
Requisitos del entorno de vuelo	48
Límites de vuelo y zonas de exclusión aérea	48
Lista de comprobación previa al vuelo	49
Calibración de la brújula	50
Despegue y aterrizaje automáticos	51
Arranque/parada de los motores	52
Prueba de vuelo	52
Apéndice	55
Especificaciones	55
Actualizaciones de firmware	56
Modo de vuelo inteligente	57
Información del menú de la pantalla LCD del Control Remoto	58
Información postventa	60

Descripción del producto

En esta sección se presenta el Mavic Pro y se enumeran los componentes de la aeronave y del control remoto.

Descripción del producto

Introducción

El Mavic Pro de DJI es la cámara aérea más pequeña de DJI. Cuenta con una cámara totalmente estabilizada, Modos de Vuelo Inteligente y un Sistema Anticolisión, todo ello en un diseño plegable revolucionario. Captura vídeos 4K y fotos de 12 megapíxeles, y cuenta con ActiveTrack™ y TapFly™ para filmar tomas complejas sin esfuerzo.

El Mavic Pro alcanza una velocidad de vuelo máxima de 65 km/h (40 mph) y un tiempo máximo de vuelo de 27 minutos*.

* El tiempo máximo de vuelo se determinó en ausencia de viento a una velocidad sostenida de 25 km/h (15,5 mph). Este valor debe tomarse sólo a título de referencia.

Características destacadas

El Mavic Pro es una aeronave ultrapotátil gracias a su revolucionario diseño plegable.

Cámara y estabilizador: Con el Mavic Pro puede grabar vídeo 4K de hasta 30 fotogramas por segundo y tomar fotografías de 12 megapíxeles con una claridad sin precedentes, todo ello estabilizado gracias al estabilizador compacto integrado.

Controlador de vuelo: El controlador de vuelo de nueva generación se ha actualizado para ofrecer una experiencia de vuelo más segura y fiable. La aeronave puede regresar automáticamente a su punto de origen cuando se pierda la señal de transmisión o cuando el nivel de batería esté bajo. Aparte de poder volar en modo estacionario en interiores a bajas altitudes, la aeronave también puede detectar y evitar obstáculos que se interpongan en su camino, aumentando la seguridad.

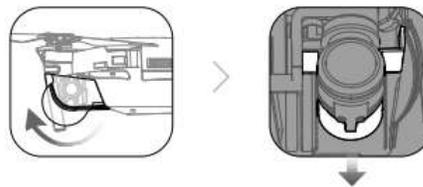
Transmisión de vídeo HD: El Control Remoto integra la tecnología de transmisión de largo alcance OCUSYNC™ más reciente de DJI, que ofrece un alcance de transmisión máximo de 7 km (4,3 mi) y permite controlar la aeronave y transmitir vídeo a su dispositivo móvil a 1080 p.

Preparación del Mavic Pro

La aeronave se suministra con todos los brazos plegados. Siga las instrucciones que aparecen a continuación para desplegar todos los brazos.

Preparación de la aeronave

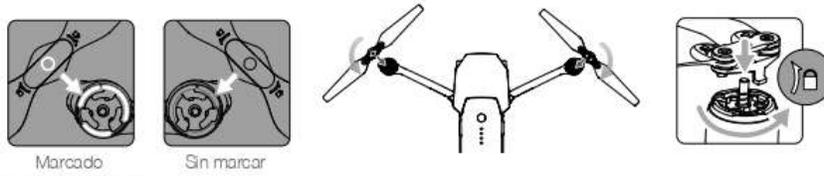
Retire la cubierta del estabilizador y la abrazadera del estabilizador de la cámara.



- La cubierta del estabilizador se usa para protegerlo. Retírela cuando sea preciso.
- Utilice la Abrazadera del Estabilizador y la Cubierta del Estabilizador para proteger el estabilizador cuando no esté usando el Mavic Pro.

Fijación de las hélices

Acople las hélices con anillos blancos en las bases de montaje con marcas blancas. Presione la hélice hacia abajo sobre la placa de montaje y gírela en la dirección de bloqueo hasta que quede fija. Acople las otras hélices en las bases de montaje sin marcas.



Despliegue los brazos

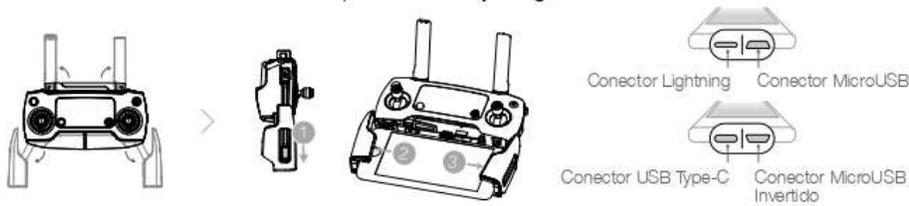
1. Despliegue los brazos delanteros y, a continuación, los brazos traseros de la aeronave, como se muestra a continuación.
2. Despliegue todas las palas de la hélice.



- ⚠ • Despliegue los brazos y hélices delanteros antes que los traseros. Todos los brazos y hélices se deben desplegar antes de encender la aeronave. En caso contrario, podría afectar a la prueba de autodiagnóstico.

Preparación del controlador remoto

1. Despliegue las abrazaderas del dispositivo móvil y las antenas.
2. Elija un cable RC apropiado en función del tipo de dispositivo móvil utilizado. Se ha conectado un cable RC con un Conector Lightning y se incluyen el cable con conector MicroUSB Estándar y el cable con conector USB Type-C. Hay disponible opcionalmente un cable con conector MicroUSB Invertido. Inserte el dispositivo móvil y asegúrelo.



Consulte la figura siguiente para saber cómo se sustituye el cable RC.



El deslizador de cable RC se debe sustituir si se utiliza un cable RC USB Type-C.

- ⚠ • Asegúrese de que el Interruptor de Modo de Control esté en la posición "RC" cuando utilice el Control Remoto para controlar la aeronave.
- También puede conectar el dispositivo móvil al Control Remoto con un cable USB. Conecte un extremo del cable al dispositivo móvil y el otro al puerto USB situado en la parte inferior del Control Remoto. Asegúrese de desconectar el cable RC del puerto MicroUSB del Control Remoto cuando utilice un cable USB.

Diagrama de la aeronave

Descripción del producto

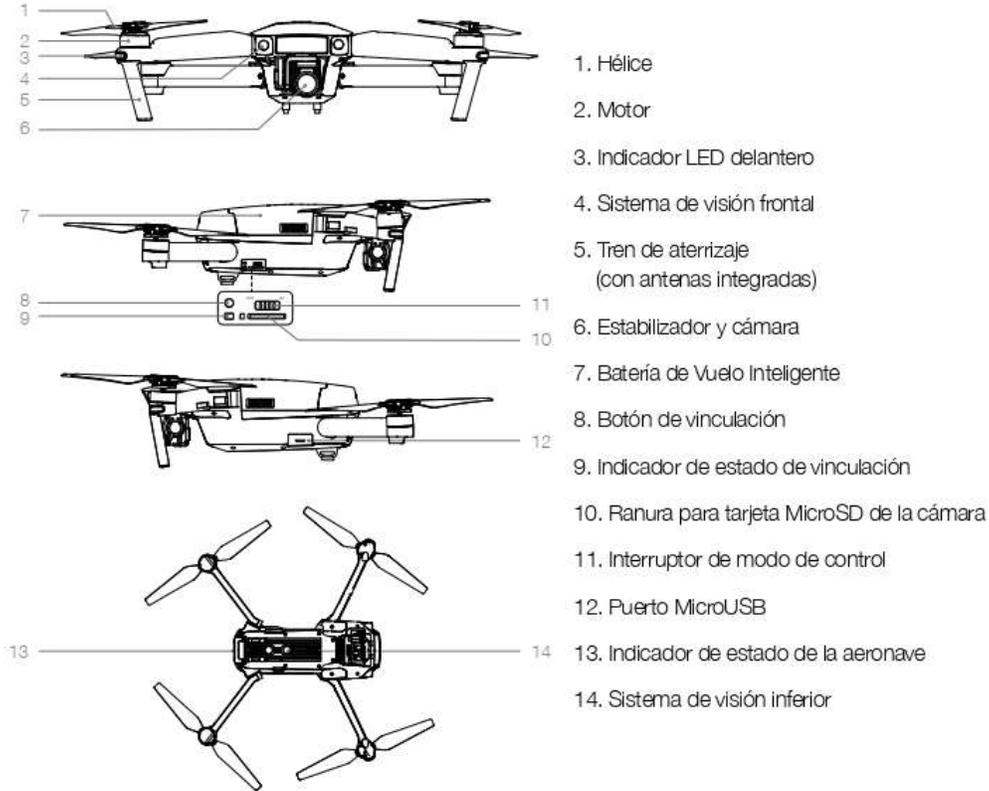
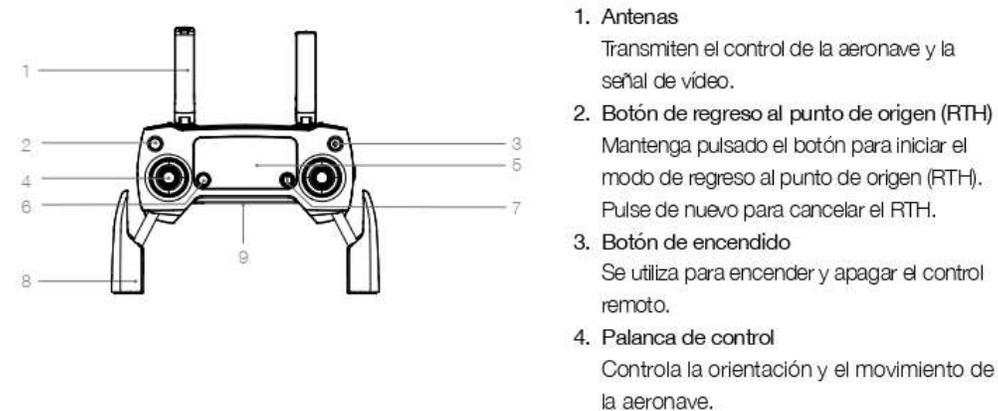


Diagrama del control remoto



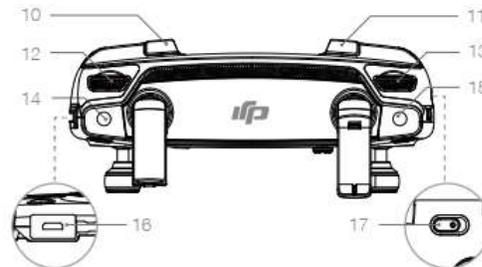
- 5. **Pantalla LCD**
Muestra la aeronave y el estado del sistema del Control Remoto.
- 6. **Botón de pausa durante el vuelo**
Pulse una vez para realizar un frenado de emergencia.
- 7. **Botón 5D**
La configuración predeterminada se muestra a continuación. Defina estos valores en función de sus preferencias de la aplicación DJI GO 4.
Izquierda: acercar
Derecha: alejar
Arriba: estabilizador hacia delante
Abajo: estabilizador hacia abajo
Presionar: abre el menú Intelligent Flight de DJI GO 4.

- 10. **Botón C1**
La configuración predeterminada se muestra a continuación. Defina estos valores en función de sus preferencias de la aplicación DJI GO 4.
Pulse una vez para enfocar en el centro o para añadir un waypoint al utilizar Waypoints.

- 11. **Botón C2**
La configuración predeterminada se muestra a continuación. Defina estos valores en función de sus preferencias de la aplicación DJI GO 4.
Pulse una vez para reproducir o eliminar un waypoint al utilizar Waypoints.

- 12. **Dial del estabilizador**
Controle la inclinación de la cámara.
- 13. **Selector de configuración de la cámara**
Gire el selector para ajustar la configuración de la cámara. (Sólo funciona cuando el Control Remoto está conectado a un dispositivo móvil que ejecute la aplicación DJI GO 4)
- 14. **Botón de grabación**
Pulse para comenzar a grabar vídeo. Vuelva a pulsar para detener la grabación.

- 8. **Abrazadera para dispositivo móvil**
Permite anclar el dispositivo móvil al Control Remoto.
- 9. **Puerto USB**
Conexión al dispositivo móvil para la aplicación DJI GO 4.



- 15. **Botón del obturador**
Púlselo para tomar una foto. Si está seleccionado el modo de ráfaga, se tomará un número de fotos predefinido.
- 16. **Puerto de alimentación**
Se conecta al Cargador para cargar la batería del Control Remoto. Conecte este puerto al dispositivo móvil con el cable RC.
- 17. **Conmutador de modo de vuelo**
Permite cambiar entre modo P y modo S.

Aeronave

En esta sección se presentan el Controlador de Vuelo, el Sistema de Visión Frontal e Inferior, y la Batería de Vuelo Inteligente.

ANEXO 4: Algoritmo para la Automatización de la Documentación de Presentación de Proyectos

```

%%%%%%%%%Algoritmo para la exportación de
datos%%%%%%%%%
clc;clear all;close all;

%% Lectura de datos de Argis

data = readtable('Datos
Postes.xlsx','Sheet',2,'Range','A2:P34');
N_poste_F=data(:,1);
N_poste_P=data(:,2);
Usuario=data(:,3);
F_creacion=data(:,4);
P_construc=data(:,5);
F_construc=data(:,6);
Cempresa=data(:,7);
Provincia=data(:,8);
Canton=data(:,9);
Parroquia=data(:,10);
Subtipo=data(:,11);
Propiedad=data(:,12);
C_estructura=data(:,13);
estructura_Poste=data(:,14);
T_uso=data(:,15);
%% Restructuración de datos segun Hoja de datos de Centro
Sur

filename = 'Hoja de Datos FINAL.xlsx';
writetable(N_poste_F,filename,'Sheet',1,'Range','B6')
writetable(N_poste_P,filename,'Sheet',1,'Range','C6')
writetable(Subtipo,filename,'Sheet',1,'Range','E6')
writetable(F_construc,filename,'Sheet',1,'Range','H6')
writetable(estructura_Poste,filename,'Sheet',1,'Range','J6
')
writetable(C_estructura,filename,'Sheet',1,'Range','I6')
%writetable(T_uso,filename,'Sheet',1,'Range','F6')

%% Fin Algoritmo

```