



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS
PARA EL DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO ROTONDA

FAJARDO MARTINEZ RICHARD RENE
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS
TOPOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO
ROTONDA

FAJARDO MARTINEZ RICHARD RENE
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS PARA EL
DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO ROTONDA

FAJARDO MARTINEZ RICHARD RENE
INGENIERO CIVIL

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
28 de febrero de 2023

2.- Procedimiento para la optención de datos topográficos para el diseño de una intersección tipo rotonda

por Richard Rene Fajardo Martinez

Fecha de entrega: 22-feb-2023 03:36p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020690624

Nombre del archivo: una_intersecci_n_tipo_rotonda_FAJARDO_MARTINEZ_RICHARD_RENE.docx (28.1K)

Total de palabras: 2933

Total de caracteres: 15059

2.- Procedimiento para la obtención de datos topográficos para el diseño de una intersección tipo rotonda

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, FAJARDO MARTINEZ RICHARD RENE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Procedimiento para la obtención de datos topográficos para el diseño de intersecciones tipo rotonda, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de febrero de 2023



FAJARDO MARTINEZ RICHARD RENE
0706420247

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
TRABAJO PRÁCTICO:	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
DESARROLLO	8
FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS	8
DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA INTERSECCIÓN DE AV BUENAVISTA Y PERIMETRAL SUR	11
Ubicación de la zona de interés	11
Plan de vuelo del dron	11
Aplicación del software Metashape para el procesamiento de los datos obtenidos	12
PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE VEHICLE TRACKING PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ORTOFOTO PARA EL DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO ROTONDA	23
RESULTADOS	26
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	31

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a todo el esfuerzo que a lo largo de estos años ha hecho mi madre para poder llegar a este punto en donde estoy por convertirme en profesional

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, por haberme apoyado siempre en mis estudios, ella siempre creyó que en mis capacidades para hacer lo que me proponga, así como acompañarme y aconsejarme a lo largo de mi preparación como profesional, a los docentes y compañeros de carrera que impulsaron a lo largo de estos años, así como las autoridades de la universidad que permitieron con su gestión brindar esta oportunidad, y sobre todo a mí, por no rendirme en ningún momento de la carrera.

TRABAJO PRÁCTICO:

**PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS
TOPOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO
ROTONDA.**

RESUMEN

Cuando se tiene ciudades en vía de desarrollo como la ciudad de Pasaje, se tienden a generar con el tiempo problemas de ámbitos: Económicos, sociales, etc. Uno de estos problemas a abordar sería el gran flujo vehicular que se genera progresivamente a medida que la ciudad se expande urbanísticamente. En la presente investigación se abordará la obtención de datos topográficos para el diseño de la rotonda que corresponde a la intersección de Buenavista y Perimetral sur de la ciudad de Pasaje. Se utilizarán tecnologías de dron para el levantamiento para posteriormente utilizar el software de civil 3D, en conjunto con vehicle tracking y diseñar una rotonda que servirá como prueba del funcionamiento de los softwares empleados en el manual para el diseño de rotondas. Se debe concluir en que el manual propuesto para el diseño de la rotonda debe demostrar que la tecnología de dron es completamente competente para la ingeniería civil.

Palabras claves: Dron, Rotonda, fotogrametría, Levantamiento topográfico, Metashape.

ABSTRACT

When you have developing cities like the city of Pasaje, you tend to generate over time problems of fields: Economic, social, etc. One of these problems to be addressed would be the large traffic flow that is progressively generated as the city expands urbanistically. In the present investigation, the obtaining of topographic data for the design of the roundabout that corresponds to the intersection of Buenavista and Perimetral sur of the city of Pasaje will be addressed. Drone technologies will be used for the survey to later use the civil 3D software, in conjunction with vehicle tracking and design a roundabout that will serve as a test of the operation of the software used in the manual for the design of roundabouts. It should be concluded that the proposed roundabout design manual should demonstrate that drone technology is fully competent for civil engineering.

Keywords: Drone, Roundabout, photogrammetry, topographic survey, Metashape.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se busca proponer un manual de procedimientos para la obtención de datos topográficos para su aplicación en diseño tipo rotonda, mediante la utilización de la fotogrametría puesto que se busca proponer una alternativa a la topografía tradicional.

Se toma en cuenta el trabajo de fotogrametría por medio de dron debido a que se tiene bastantes dificultades al momento de realizar el trabajo de topografía en la zona de interés, debido a los factores del tiempo de demora y la inseguridad que presenta la zona.

Este trabajo práctico se orienta a cumplir el objetivo general de generar un manual para la obtención de datos topográficos para el diseño de intersecciones tipo redondel, mediante la investigación bibliográfica documental, plan de vuelo del dron para obtener la ortofoto y aplicarlo al vehicle tracking en civil 3D para el mejoramiento de la aplicación de estas herramientas de software, y los objetivos específicos:

- Revisar bibliográficamente información para poder solucionar la problemática de la intersección.
- Realizar un levantamiento topográfico para obtener los elementos geométricos de la intersección.
- Proponer un manual para obtener la ortofoto georeferenciada mediante el uso de la fotogrametría para emplearlo en el diseño de intersecciones tipo rotonda.

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo es la técnica bibliográfica documental implementada por medio del gestor de referencias Paperpile que implementará la metodología fotogramétrica para el uso de drones y las normas MTOP 2003 para comprobar las mediciones realizadas en campo, obteniendo como resultado demostrar que la aplicación a la topografía es posible y mostrar un diseño en civil 3D de una intersección tipo rotonda, utilizando la ortofoto obtenida durante el proceso, y la optimización del tiempo para la obtención de datos topográficos para el diseño de intersecciones tipo rotonda.

Se logró realizar la investigación bibliográfica respectiva para obtener respaldo científico de los medios empleados para la resolución de la problemática, teniéndolos como una de las formas más eficaces en relación de costo, tiempo y seguridad, así mismo como se obtuvo información sobre los programas y procesos empleados en el manual para ofrecer un óptimo procedimiento.

Se concluye realizar un levantamiento topográfico por medio de dron el cual al estar referenciado geográficamente, tiene la suficiente precisión para poder tomar las mediciones que se necesiten de la ortofoto que se genera y luego realizar un diseño eficiente.

Se indica obtener los puntos topográficos para la aplicación de las diferentes aplicaciones, siendo el caso para la intersección de las calles Buenavista y Perimetral sur.

DESARROLLO

FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS

El ser humano siempre ha buscado la manera más eficiente de transportarse a través de los diferentes terrenos presentes en la naturaleza, por ello en la antigüedad fue que surgieron las primeras carreteras como medio de agilización de transporte, en la actualidad existen diversas formas de realizar levantamientos para el diseño de una intersección pero las nuevas tecnologías de dron, dan una alternativa más sencilla de realizar los trabajos, por lo cual se busca explicar el procedimiento a seguir para poder realizar un levantamiento topográfico aprovechando estas nuevas tecnologías, debido a que brinda facilidad de información en terrenos donde el dron no puede acceder, tales como terrenos accidentados o áreas de difícil acceso y sobre todo brindando un gran nivel de exactitud [1]

Los procesos novedosos para el levantamiento topográfico que se utilizan en otros países están basados en la fotogrametría, este proceso permite la obtención de información y procesamiento de imágenes de una manera más rápida y con un costo menor, se habla de las fases de preprocesamiento, segmentación y clasificación de imágenes, el preprocesamiento sirve para mejorar la calidad de las imágenes obtenidas, la segmentación de las es para la detección del contorno de los objetos y la clasificación busca determinar la categoría de cada una de las características propuestas [2], en el proceso realizado en el trabajo se da énfasis en el desarrollo de preprocesamiento, debido a que gracias a la automatización del dron las fases consiguientes resultan más sencillas. La herramienta que ha permitido dar solución a muchos problemas de mediciones sería el dron, el cual va teniendo mucha relevancia actualmente en los trabajos de levantamientos topográficos, ya que dejaron de ser de uso exclusivo en las operaciones militares, se les ha encontrado utilidad en el campo académico, recreativo y profesional. [3]

Un artículo investigativo publicado en la plataforma Redalyc afirma que los usos de los drones para la ingeniería civil en lo que respecta al campo de la topografía se dividen principalmente en dos vertientes, por un lado se tiene que pueden realizar fotografías de una zona determinada con alta calidad, y por otro se tiene que muchos drones se han

equipado actualmente con láseres que pueden generar nubes de puntos para posteriormente llevarlas a un plano. [3]

El principio básico de este proceso se da gracias al vuelo fotométrico, gracias a que los drones en la actualidad son capaces de tomar fotografías con una calidad comparable a las cámaras profesionales, teniendo en cuenta que esta tecnología es bastante nueva pues tiene 5 años en el mercado. [4]

El levantamiento topográfico por dron da varios motivos del porqué su uso, algunos apuntados a la relación del costo/beneficio que este tiene respecto al levantamiento topográfico tradicional, otro motivo sería el tema de la seguridad al momento de realizar el trabajo puesto que muchas zonas, todo esto gracias al vuelo fotométrico dispuesto por el plan de vuelo, que tiene como objetivo sobrevolar la zona a una velocidad y altura constante con una trayectoria paralela entre sí, las fotografías tomadas se tomarán con un traslape adecuado para facilitar la reconstrucción del terreno a medir luego de obtener las mismas. [5]

En el Ecuador se ha optado también por la utilización del levantamiento topográfico por medio de drones, como el caso del levantamiento de una zona de Llallas Llacta, pues se tenía la tarea de levantar una zona en la cual se quería realizar un estudio para determinar la cantidad de zonas arqueológicas allí disponibles, a pesar de ser un terreno llano contaba con gran cantidad de lomas que eran el objeto de estudio del trabajo de investigación, así que gracias al proceso fotométrico realizar por un dron se pudo obtener de manera sencilla el levantamiento de la zona. [6]

Mediante los procesos descritos se realizará el trabajo de resolver la problemática del diseño de la intersección de la vía Buenavista y Perimetral Sur, para ello además de utilizar el proceso de la fotogrametría ofrecida por el manejo del dron, se debe realizar un proceso de procesamiento de imágenes, en el trabajo se optó por utilizar el software Agisoft Metashape, el cual fue seleccionado debido a que ofrece una mejor fluidez de trabajo respecto a otros programas, además de su gran rendimiento de procesamiento y el hecho de que trabaja la paralelización de procesamiento con GPUs de gran rendimiento.[7]

El Software Metashape ofrece en su interfaz opciones para la alineación de fotos y una vez se tenga las fotos tomadas en calidad alta y se pueda apreciar sus detalles, el metashape permite asignar las texturas necesarias creando un mosaico con las imágenes importadas al programa para el post proceso de las imágenes obtenidas por el vuelo. [8]

Se ha propuesto todo lo necesario para la resolución del trabajo por medio del uso de drones, si bien el trabajo fue realizado con éxito siempre se debe tener en consideración las dificultades que pueden presentarse al momento de utilizar drones, puesto que los drones son vulnerables y tienen poca capacidad de defensa contra otros objetos que se encuentren en el medio aéreo, y sobre todo no es muy recomendable su uso cuando se tiene zonas con gran cantidad de vegetación.[9]

En síntesis se planea utilizar información obtenida sobre la fotogrametría para la creación del manual debido a que queda demostrado que es un proceso con muchas ventajas y cuyas desventajas son bastante mínimas, cuenta con un costo/beneficio que nos permite apostar por esta alternativa y ahorra bastante tiempo al trabajo de campo, además con la muestra de que la fotogrametría puede utilizarse en otros distintos campos tales como el análisis del estado de las edificaciones respecto a otro ámbito de la ingeniería civil [9] y en otros ámbitos medianamente relacionados puesto que gracias a que este sistema ofrece una imagen con una gran calidad de resolución respecto al terreno sirve para realizar análisis del mismo con fines de salvaguardar zonas mediante su análisis y estudio. [10] Se puede apreciar que mediante la sustentación bibliográfica, se pudo conseguir referencias de la utilidad y conveniencia del proceso de fotogrametría como reemplazo de la topografía convencional, ya sean fuera como dentro del País.

DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA INTERSECCIÓN DE AV BUENAVISTA Y PERIMETRAL SUR

Levantamiento topográfico mediante fotogrametría en la zona de interés

Para empezar con el levantamiento es necesario ubicar la zona de interés en la que se realizará el trabajo:

Ubicación de la zona de interés

Mediante alguna herramienta de geolocalización, pueda ser esta Google Maps o Google Earth, se deberá ubicar la zona donde se tiene, en el proyecto a realizar se utilizó Google Maps para ubicar la zona de intersección de la avenida Buenavista y perimetral sur:

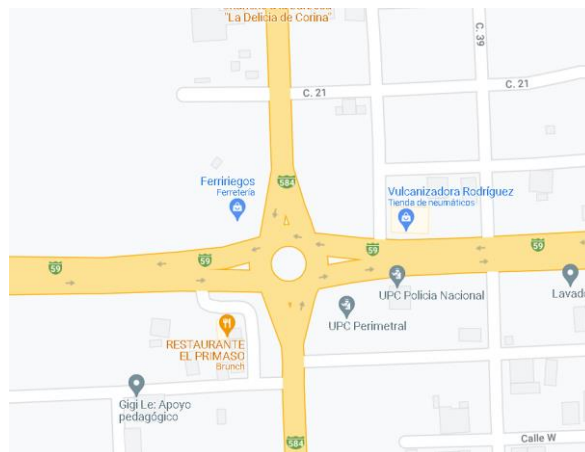


Figura 1: Ubicación en Google maps de la zona de interés, Google Maps.

Como se puede apreciar en la ubicación tomada de la plataforma de Google Maps, se pudo ubicar con éxito la rotonda existente en la intersección de avenida Buenavista y Perimetral sur.

Plan de vuelo del dron

Para la realización del plan de vuelo primero se debe tener el programa Litchi instalado en el dispositivo móvil que se planea utilizar en conjunto con el dron, luego se deben

seguir los siguientes pasos una vez ubicada la zona en la que se realizará el levantamiento dentro del programa:

- Seleccionar el punto inicial y los puntos siguientes donde el dron se desplazará a tomar fotografías
- Se debe crear puntos en forma alternada entre ida y vuelta para una ruta más óptima del dron



Figura 2: Definición del plan de vuelo

Aplicación del software Metashape para el procesamiento de los datos obtenidos

Proceso inicial: Proceso donde el software realizará una orientación interna donde se determina la posición de las cámaras y sus parámetros en cada momento de la captura de las fotografías, para ello se debe elegir un límite para dos puntos importantes:

- Los puntos claves: Se determinan automáticamente en cada foto
- Puntos de enlace: Puntos de coincidencia entre fotografías continuas

Como resultado del proceso inicial se planea obtener la nube de puntos dispersa.

Segundo proceso: Optimiza el modelo para la mejora de los resultados en el proceso final:

- Optimización del modelo
- Depuración

Se planea obtener de resultados, la nube de puntos densa, se debe mencionar que los resultados obtenidos deben tener el sistema de coordenadas de los puntos de fotocontrol.

Tercer proceso (Generación de los productos)

Generación del ortomosaico, modelo digital de elevación y las curvas de nivel

Primeramente para empezar con el trabajo en el software de Metashape, se debe importar las fotos tomadas por dron, para esto se deberá:

- Ir a la pestaña flujo de trabajo y seleccionar la opción de añadir fotos

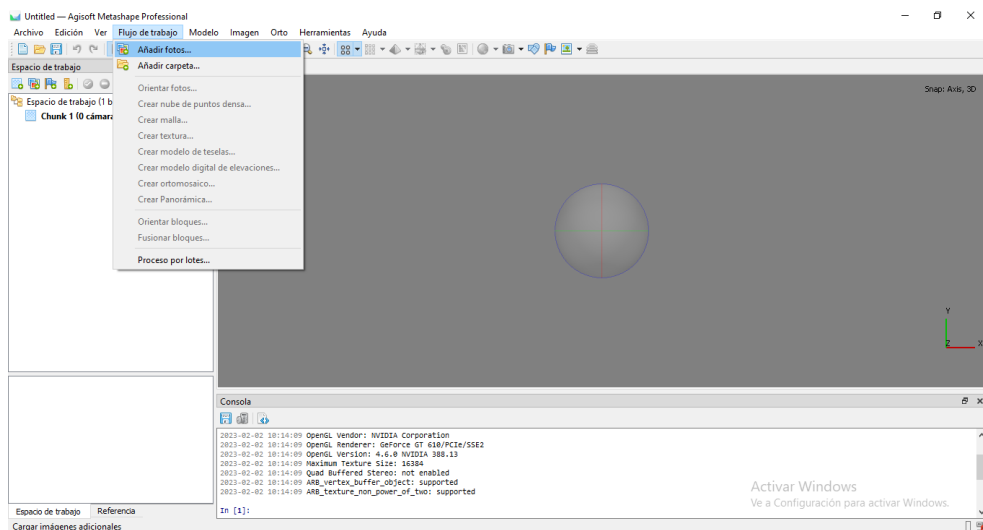


Figura 3: Añadir fotos

- Ubicamos y seleccionamos todas las ortofotos que fueron tomadas con el vuelo del dron para poder añadirlas al programa

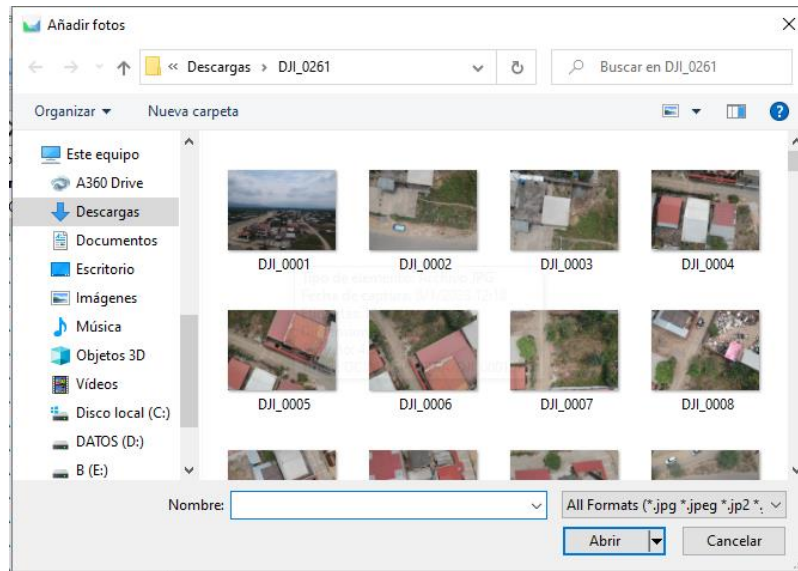


Figura 4: Seleccionar fotos para añadir

Cuando se tenga los puntos insertados en el modelo, procederemos a realizar el proceso inicial

- Ir a flujo de trabajo y seleccionar orientar fotos

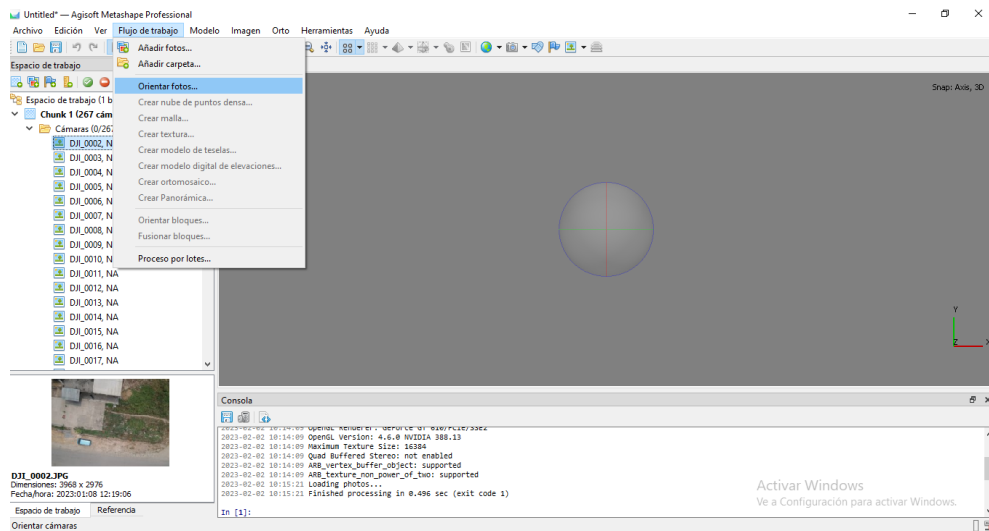


Figura 5: Ordenar Fotos

- En la ventana emergente en precisión mantenemos la opción “Media”

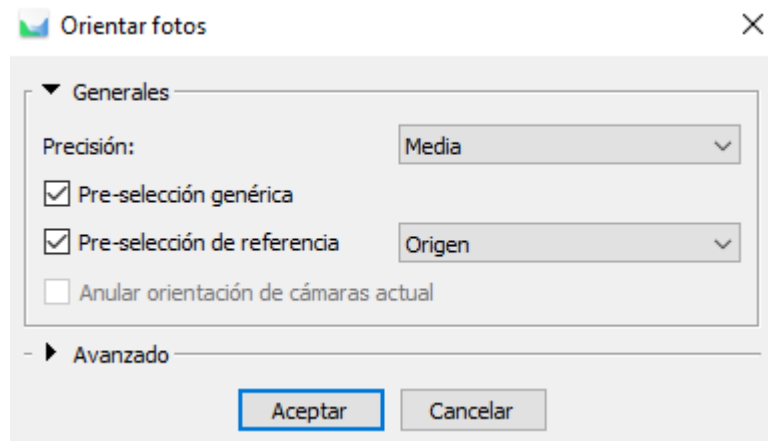


Figura 6: Condiciones de las fotos a añadir

- Desplegamos las opciones avanzadas y delimitamos nuestros puntos claves y puntos de paso, para los puntos claves se usará el valor de “40 000” y para los puntos de paso el valor de “4 000”
- Se aplica la opción de adaptativo de modelo de cámara
- Aceptar las configuraciones propuestas y esperar a que culmine el proceso

Se tiene como resultado la generación de nubes dispersas

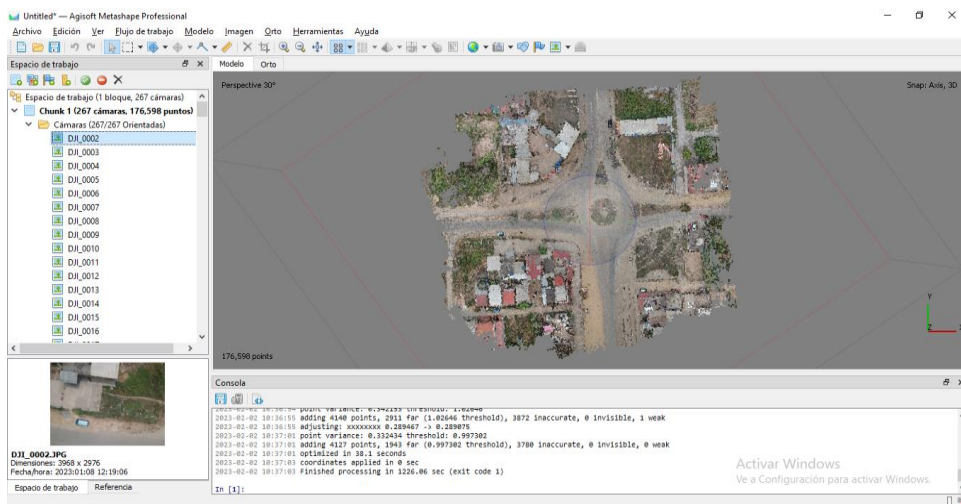


Figura 7: Nube dispersa

Se pasará a realizar el segundo proceso, con el objetivo de obtener mejores resultados en el proceso final, todo esto cuando ya se tenga todos los puntos orientados:

- Entramos a la herramienta de “convertir coordenadas”

maras	Longitud	Latitud
DJI_0002	-79.815278	-3.341389
DJI_0003	-79.815278	-3.341389
DJI_0004	-79.815278	-3.341667
DJI_0005	-79.815278	-3.341944
DJI_0006	-79.815000	-3.341944
DJI_0007	-79.815000	-3.341944
DJI_0008	-79.815000	-3.341944

Figura 8: Conversión de coordenadas

- Seleccionamos la opción de “Más coordenadas” y nos ubicamos en la opción de “Sistemas de coordenadas proyectadas”
- Seleccionamos nuestra proyección, en este caso usaremos la proyección **WGS 84 / UTM Zone 17 S**

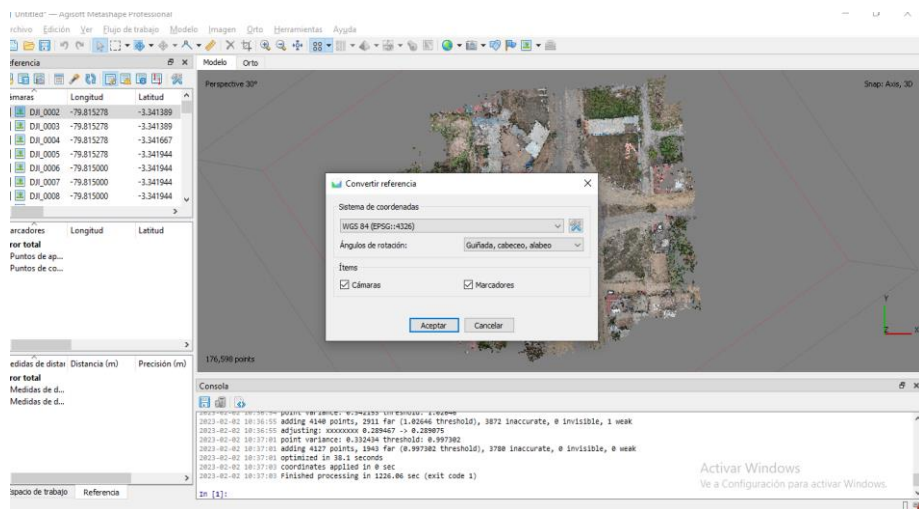


Figura 9: Selección de sistema de coordenadas

- Se aceptan las condiciones propuestas y se podrá observar que las coordenadas han cambiado en el modelo

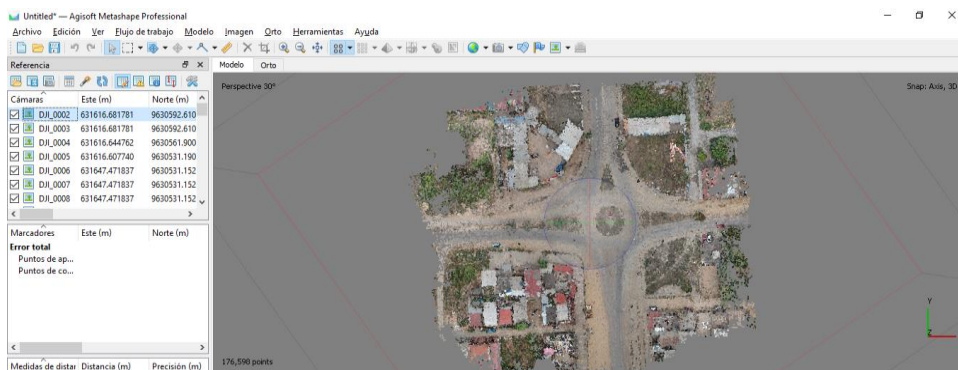


Figura 10: Cambio de coordenadas

Lo siguiente sería optimizar el modelo en este proceso, para ello se procede a:

- Seleccionar la opción de optimizar cámaras, y en la ventana emergente se deja las opciones por defecto, para luego presionar “Aceptar” todo ese proceso se debe hacer con todos los puntos posteriores, incluida la optimización de cámara

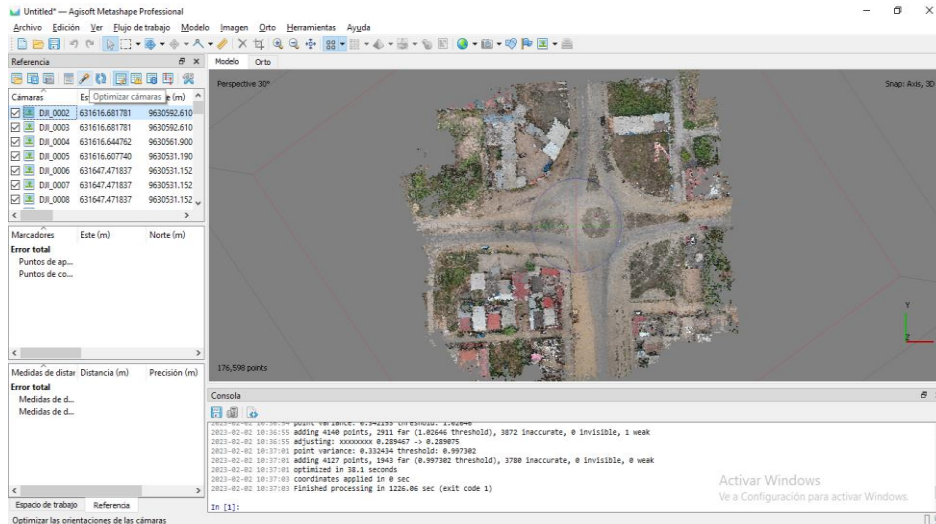


Figura 11: Aplicación de las opciones de optimizar cámara

Se debe generar la nube de puntos densa:

- Click en flujo de trabajo
- Creación de nube de puntos densa

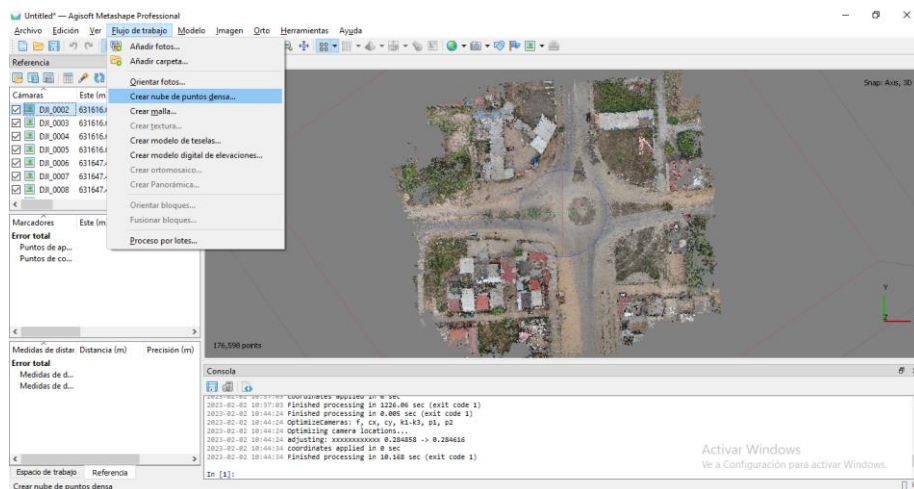


Figura 12: Creación de nube de puntos densa

- Dar calidad “Media”
- Trazado de profundidad “Agresivo” y luego aceptar las condiciones y esperar que se genere la nube de puntos densa

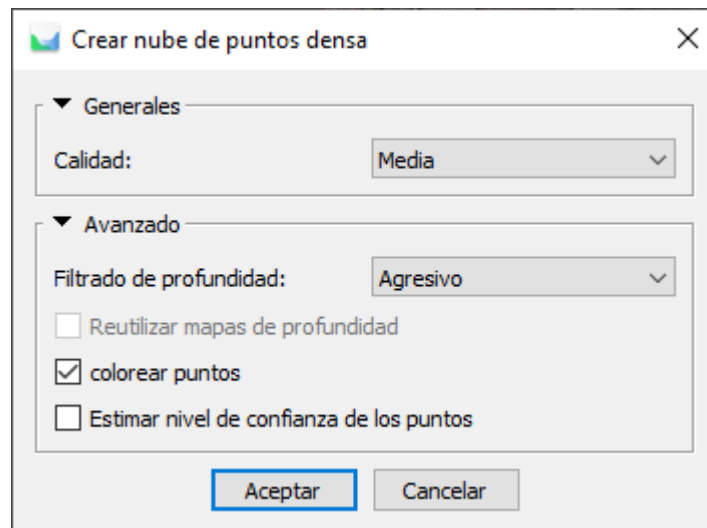


Figura 13: Generalidades de la nube de puntos densa

Como siguiente punto del segundo procedimiento se tiene la depuración automática, para ello se deben desactivar las cámaras y acercarse al área de interés que se muestra en el apartado de modelo, una vez que se decida en qué elemento se requiere comenzar, se procederá a:

- Click en herramientas , seleccionar nube de puntos densa y elegir la opción de “Seleccionar puntos por color”

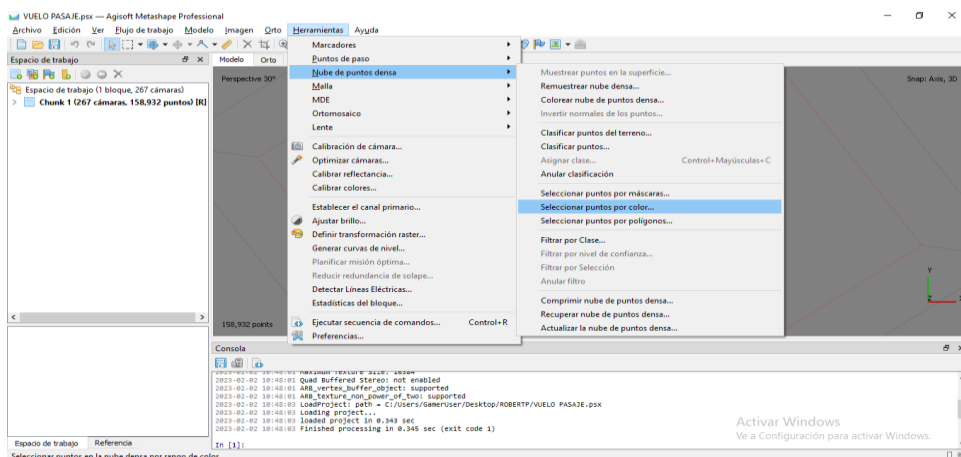


Figura 14: Seleccionar puntos por color

- Seleccionamos un color de interés del modelo, y cuando se lo tenga se presiona la opción de aceptar

Antes de pasar con el tercer proceso de este levantamiento, se debe generar el modelo digital de elevación, para ello se debe ir a:

- Opción “flujo de trabajo” y al apartado de crear modelo digital de elevaciones

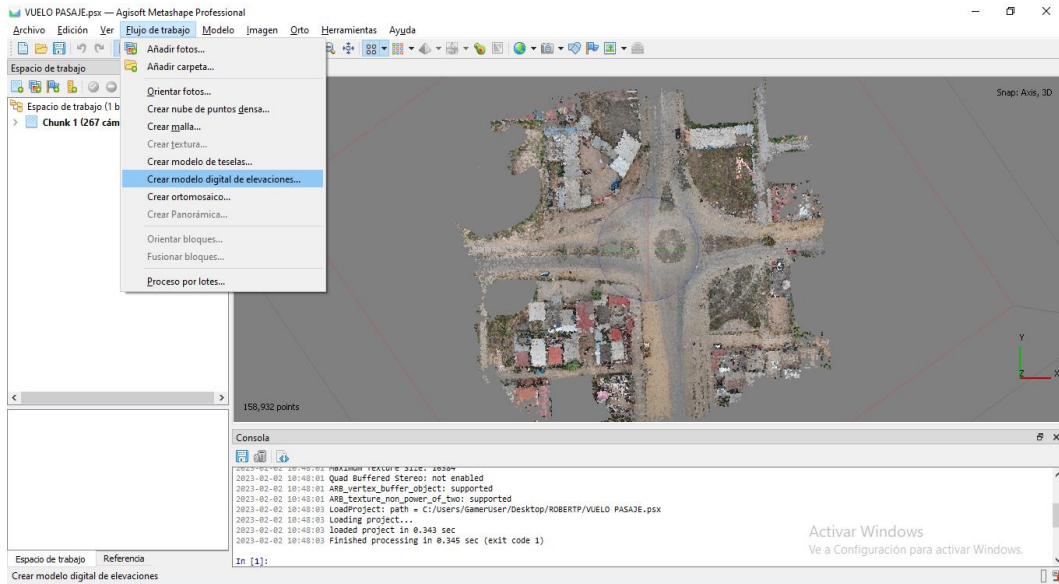


Figura 15: Creación de modelo de elevación

- Se verifican las coordenadas y se deja la opción de nube de datos densa, posteriormente se presiona aceptar.

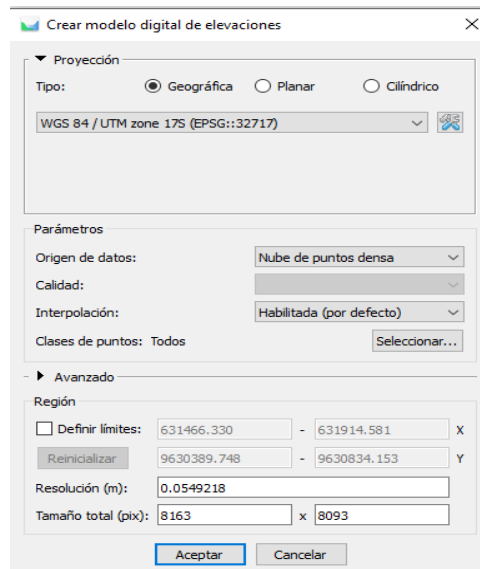


Figura 16: Verificación de coordenadas del modelo de elevación

- Culminado el proceso se debe dirigir a espacio de trabajo y se selecciona el MDE

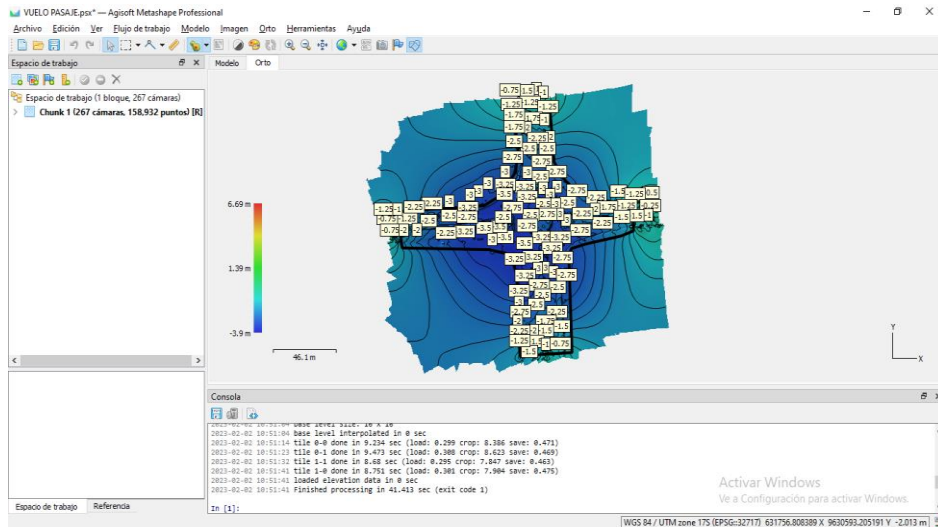


Figura 17: Selección de MDE

Luego de ello con los siguientes pasos se debe crear el ortomosaico:

- Opción flujo de trabajo y se selecciona “crear ortomosaico”

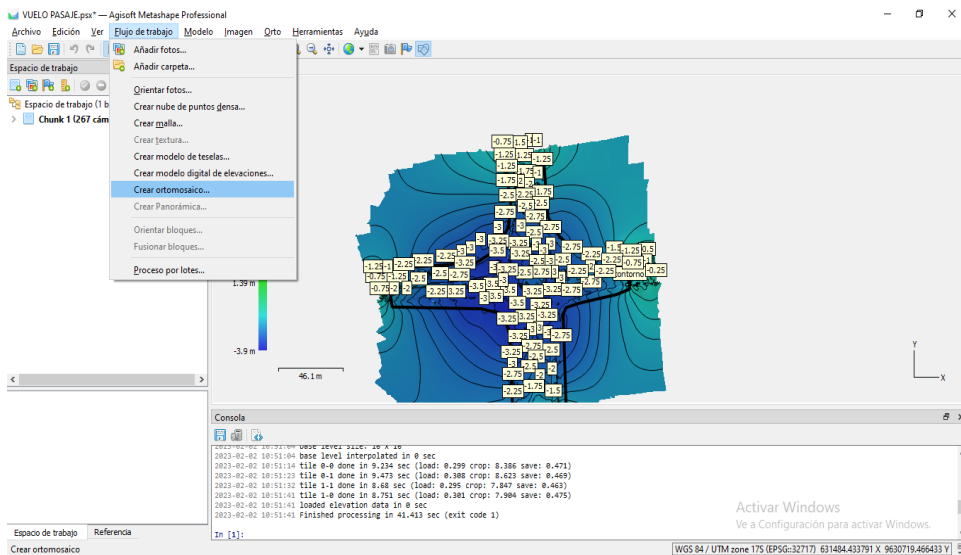


Figura 18: Crear ortomosaico

- verificamos las coordenadas y el GCD que respecta al ortomosaico, y seleccionamos “Aceptar”

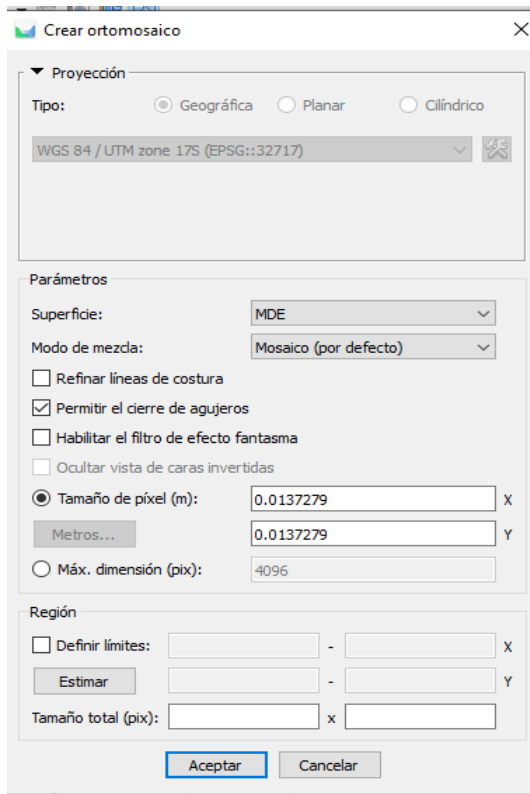


Figura 19: Verificación de coordenadas de ortomosaico

Finalmente para obtener las curvas de nivel:

Clic derecho en el modelo digital de elevación

- Generar curvas de nivel y presionar “Aceptar”

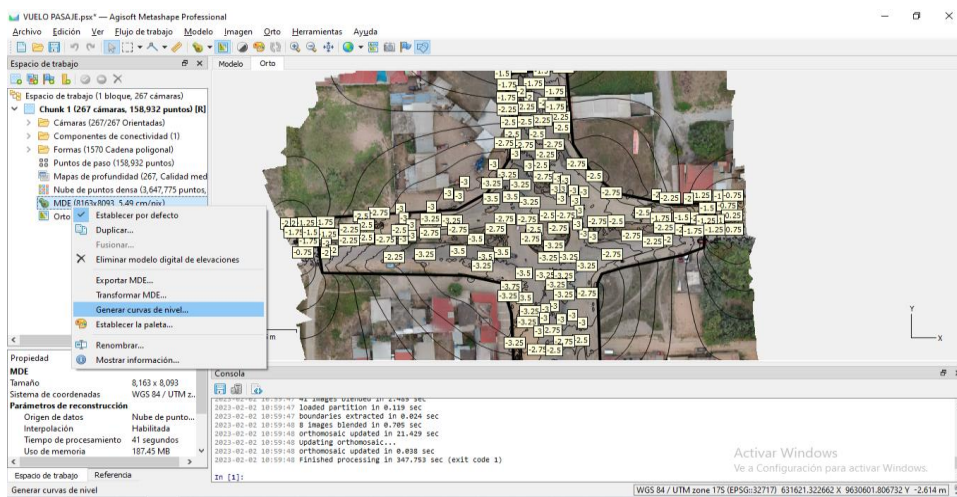


Figura 20: Generación de curvas de nivel

Con eso se generarían las curvas de nivel al levantamiento topográfico realizado por medio de un dron cuadricóptero

Finalmente se debe exportar el modelo, para ello se debe:

- Click derecho en DEM
- Generar curvas de nivel y aplicar las opciones (intervalos de curvas de nivel, en el caso sería 0,25)

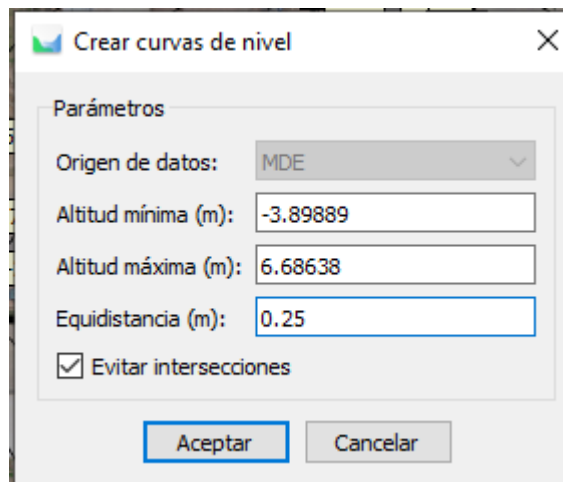


Figura 21: Opciones de curvas de nivel

- se exporta los modelos a un formato DXF

Para exportar la ortofoto se debe:

- Click derecho en “Ortomosaico”
- Exportar ortofoto
- Definir polígono (Lo importante es revisar que tengan el sistema de coordenadas correspondientes)
- Guardar la ortofoto en formato “.TIFF”



Figura 22: Ortofoto Finalizada

PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE VEHICLE TRACKING PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ORTOFOTO PARA EL DISEÑO DE INTERSECCIONES TIPO ROTONDA.

Aplicación de vehicle tracking

Cuando se tiene los valores geométricos propuestos en el capítulo 2, se puede proceder a realizar el diseño en vehicle tracking, para ello se necesitará de la ortofoto obtenida con el proceso ya mencionado anteriormente.

Una vez con la ortofoto insertada, se procederá a:

- Trazar polilíneas a través de los parterres de las calles para fijar la dirección de la rotonda.
- En la pestaña de vehicle tracking, click en la opción de “Agregar Rotonda”
- En el menú desplegable, expandir la opción de US Junction Design Standards
- Posteriormente se escoge la opción de US Federal Highways Administration
- Se debe buscar un modelo de rotonda adecuado, para el trabajo como se considera la rotonda de un carril se procederá a escoger FHWA 2010: Urban Single Lane Roundabout

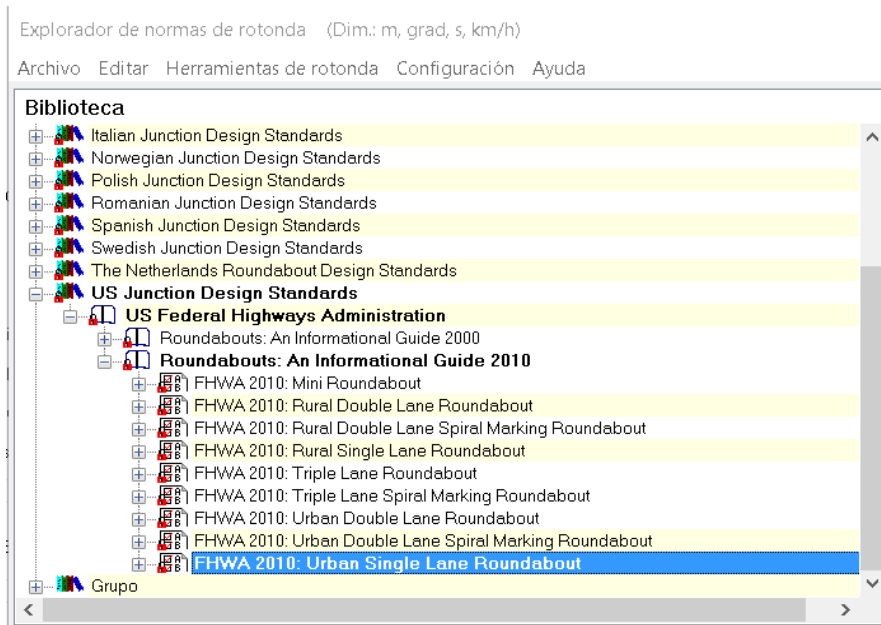


Figura 23: Elección de rotonda predeterminada en civil 3D

- Se selecciona los brazos de la rotonda que están en dirección en donde trazamos la polilínea y se les da el ancho de vía
- Se ha creado el modelo de la rotonda el cual puede editarse con las especificaciones y medidas de normativas que se crean convenientes.

Se debe tomar en cuenta las mediciones de las superficies tales como el diámetro de la isleta central, el número de carriles, el ancho de dichos carriles, los espaldones sean estos interiores y exteriores y por último el ancho del parterre.

Av. Buenavista (S)	
Dimensión	Metros
Carriles	4
Ancho de carriles	3.65
Espaldón interior	0.80
Espaldón exterior	1.20
Ancho de parterre	2

Tabla 1: Datos geométricos de la vía Buenavista

Av. Perimetral sur (E)	
Dimensión	Metros
Carriles	2
Ancho de carriles	3.65
Espaldón interior	0.80
Espaldón exterior	1.20
Ancho de parterre	2

Tabla 2: Datos geométricos de la avenida perimetral sur

Estos valores ajustados a la normativa MTOP-2003

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾		CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾		CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽¹⁾		CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾		CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾		
	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	40	30	20	10	
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	
Peralte	MAXIMO = 10%						10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)				
Coefficiente "K" para:	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO										
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	
Gradiente longitudinal ⁽²⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	
Gradiente longitudinal ⁽²⁾ mínima (%)	0,5%										
Ancho de pavimento (m)	7,3	7,3	7,0	6,70	6,70	6,00	6,00	6,00	4,00 ⁽³⁾	4,00 ⁽³⁾	
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Hormigón		Carpetas Asfálticas		Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.		D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado		Capa Granular o Empedrado		
Ancho de espaldones ⁽³⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0		2,0		2,0		2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)		4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)		
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽³⁾ - 4,0		2,0 - 4,0		2,0 - 4,0		4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)		---		
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO										
Carga de diseño	HS - 20 - 44 - HS - MOP - HS - 25										
Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES										
Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾	0,50 m. mínimo a cada lado										
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley										
	LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO										

Figura 24: Cuadro de normativa de carretas de doble carril, MTOP 2003 [11]

Todos estos valores se deben colocar en las propiedades de las rotondas, respectivamente en cada uno de los ramales e isleta central que se muestran en el programa:

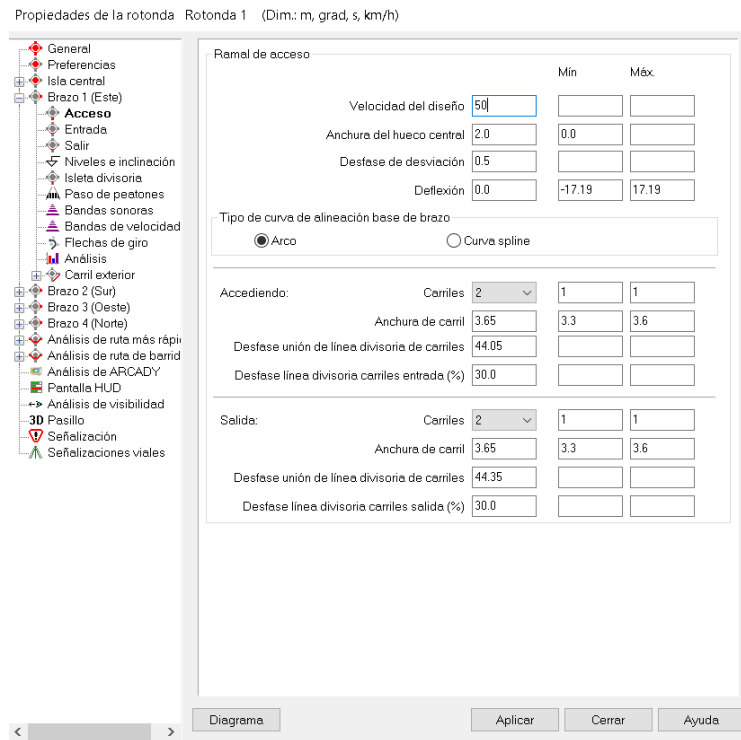


Figura 25: Valores de la rotonda en el vehicle tracking
 Con ello se obtiene el producto final que sería la rotonda representada en la zona de interés

RESULTADOS

Como resultado del manual se tiene que se pudo realizar la aplicación del diseño de una intersección tipo rotonda utilizando la ortofoto generada por el proceso de los diferentes software empleados, por lo que se confirma que es una alternativa viable para reemplazar a la topografía tradicional.

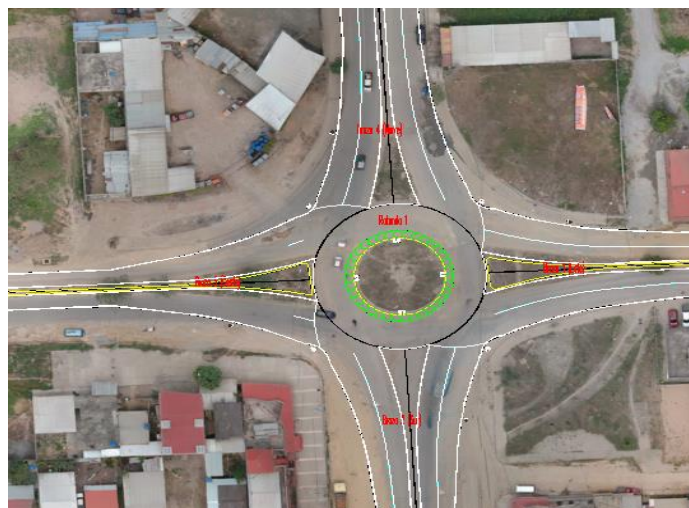


Figura 26: Sobre posición de la rotonda en la ortofoto de la zona de interés

CONCLUSIONES

- Se logró realizar la investigación bibliográfica respectiva para obtener respaldo científico de los medios empleados para la resolución de la problemática, teniéndolos como una de las formas más eficaces en relación de costo, tiempo y seguridad, así mismo como se obtuvo información sobre los programas y procesos empleados en el manual para ofrecer un óptimo procedimiento.
- Se pudo realizar un levantamiento topográfico por medio de dron el cual al estar referenciado geográficamente, tiene la suficiente precisión para poder tomar las mediciones que se necesiten de la ortofoto que se genera y luego realizar un diseño eficiente.
- Se logró obtener los puntos topográficos para la aplicación de las diferentes aplicaciones, siendo el caso para la intersección de las calles Buenavista y Perimetral sur.

RECOMENDACIONES

- Al momento de realizar el vuelo de dron, verificar que en la parte superior no se encuentren obstrucciones en las que este pueda estrellarse.
- Siempre tener a la vista el dron durante el proceso de vuelo
- Verificar la batería del dron

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. U. Ross-Lopera y J. J. García-Vinces, “CUANTIFICACIÓN DE VOLÚMENES DE EXPLANACIONES CON EL USO DE DRONES”, *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, vol. 6, n° 11, pp. 119–131, 2022 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=685872167008>
- [2] L. Tello-Cifuentes, M. Aguirre-Sánchez, J. P. Díaz-Paz, y F. Hernández, “Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales”, *TecnoLógicas*, vol. 24, n° 50, 2021 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344264813013>
- [3] D. Caldevilla-Domínguez, M. Blanco-Pérez, y A. Barrientos-Báez, “DRONES Y COMUNICACIÓN: HACIA UNA METODOLOGÍA PARA UN ANÁLISIS VISUAL APLICADO”, *Interciencia*, vol. 47, n° 5, pp. 166–172, 2022 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33971297003>
- [4] R. González Herrera *et al.*, “DRONES. APLICACIONES EN INGENIERÍA CIVIL Y GEOCIENCIAS”, *Interciencia*, vol. 44, n° 6, pp. 326–331, 2019 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33960068003>
- [5] O. del Río Santana, F. de J. Gómez Córdova, N. V. López Carrillo, J. A. Saenz Esqueda, y A. T. Espinoza Fraire, “Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones”, *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 14, n° 2, pp. 1–10, 2020 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193963490001>
- [6] M. Jiménez-Granizo, B. Mendoza-Trujillo, P. A. Carretero-Poblete, E. Andino-Peñañiel, J. P. Paca-Paca, y M. S. Mayorga-López, “Delimitación estratigráfica de tolas prehispánicas en Llallas Llacta (San Luis, Ecuador) mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) y resistividad eléctrica”, *Arqueología Iberoamericana*, vol. 47, pp. 128–135, 2021 [Online]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8336802>
- [7] P. Ochoa-Arias y O. A. Delgado-Pinos, “Modelo de registro fotogramétrico 2D y 3D del patrimonio edificado de Cuenca”, *Universitas-XXI, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, n° 33, pp. 163–180, 2020 [Online]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476164247008>

- [8] F. D. Benevenuti y R. de Lemos Peroni, “Detecting drainage pitfalls in open-pit mines and haul roads using UAV-photogrammetry”, *Dyna*, vol. 88, n° 216, pp. 190–195, 2021 [Online]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49668215024>
- [9] E. J. C. Ospina, “Levantamientos topográficos mediante el uso de drones topographic uprising through the use of drones”, *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 8, n° 2, pp. 100–113, 2021 [Online]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8587569>
- [10] P. Cruzado Caballero, C. Jiménez Gomis, y C. Castillo Ruiz, “Implementación de la fotogrametría para la salvaguarda del patrimonio paleontológico canario”, 2019 [Online]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7220396>
- [11] T. A. M. – Astec, *NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS - 2003*. Quito, 2003 [Online]. Disponible en:
https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

ANEXOS



Manipulación del dron durante el vuelo



Imagen captada durante el ascenso del dron