



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE MEDICIONES
TERRENO TIPO URBANO MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO
FOTOGRAMÉTRICO Y LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON
ESTACIÓN TOTAL

GALVEZ VASQUEZ CARLOS OSWALDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE
MEDICIONES TERRENO TIPO URBANO MEDIANTE UN
LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO Y LEVANTAMIENTO
CONVENCIONAL CON ESTACIÓN

GALVEZ VASQUEZ CARLOS OSWALDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE MEDICIONES TERRENO
TIPO URBANO MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO Y
LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON ESTACIÓN TOTAL

GALVEZ VASQUEZ CARLOS OSWALDO
INGENIERO CIVIL

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

MACHALA, 22 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
22 de septiembre de 2021

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE MEDICIONES TERRENO TIPO URBANO MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO Y LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON ESTACIÓN TOTAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %	1 %	0 %	0 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.ijeat.org Fuente de Internet	1 %
----------	--	------------

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 40 words

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

El que suscribe, GALVEZ VASQUEZ CARLOS OSWALDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE MEDICIONES TERRENO TIPO URBANO MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO Y LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON ESTACIÓN TOTAL, 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.

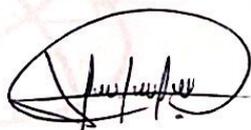
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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, 22 de septiembre de 2021



GALVEZ VASQUEZ CARLOS OSWALDO
0706570371

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios, por estar conmigo en los buenos y malos momentos siempre cuidándome y protegiéndome de todas las adversidades y contratiempos que se presentan a lo largo de la vida, por siempre darme la fuerza y la perseverancia para levantarme todos los días e intentarlo nuevamente.

A mis padres, Nelson Oswaldo Gálvez Aguilar y Edita Giovanna Vásquez Vásquez por su apoyo incondicional y sacrificio en todos estos años de estudio, gracias a ellos he logrado ser la persona que soy y alcanzar una meta que me propuse cuando inicié mi Carrera Universitaria.

A mis hermanas, Isamar del Cisne Gálvez Vásquez y Ana Karen Gálvez Vásquez, por estar siempre pendientes de mí, por sus consejos y su apoyo moral para nunca desistir.

Gálvez Vásquez Carlos Oswaldo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, salud y por la familia que ha puesto en mi vida.

A mis padres, Nelson Oswaldo Gálvez Aguilar y Edita Giovanna Vásquez Vásquez que gracias a los esfuerzos que hacen cada día he podido culminar mis estudios de tercer nivel y ser un profesional y por su puesto por creer en mis expectativas y sueños que me he propuesto.

A mis hermanas, Isamar del Cisne Gálvez Vásquez y Ana Karen Gálvez Vásquez que me han sabido guiar de la mejor manera todo el trayecto universitario y que nunca han dejado de confiar en mí.

A todos mis amigos que me ayudaron de manera desinteresada y con buena disposición estuvieron presentes, siempre apoyándonos y compartiendo tantos momentos que han hecho una estadía más comfortable en la universidad.

A todos los docentes de la Universidad Técnica de Machala por haberme forjado con sus enseñanzas y valores, con el único objetivo de mejorar como profesional.

Gálvez Vásquez Carlos Oswaldo

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de un levantamiento topográfico mediante Drone y un levantamiento topográfico convencional con una estación total en un terreno tipo urbano.

El área de estudio se ubica en la Ciudad de Paccha, Cantón Atahualpa, Provincia del Oro con un área de 20.9 ha con una función ocupacional residencial tipo urbana. De forma independiente se plantea realizar el mismo levantamiento para finalmente comparar y analizar sus resultados, cabe recalcar que para un correcto análisis de ambos equipos topográficos se inicia su levantamiento desde puntos de control perfectamente ubicados con la posición y elevación correcta, para ello es aconsejable no utilizar GPS navegadores, los cuales no son instrumentos de precisión y no se acercan un poco a un resultado adecuado, para ello se procede de placas con información verificada y aprobada por el Instituto Geográfico Militar.

La precisión es un punto de gran importancia en el campo de la topografía cuando se trata de trabajos donde no se permiten errores en su medición, es por ello que dependiendo el tipo de trabajo y la exactitud que éste necesite se opta por usar fotogrametría o un levantamiento convencional.

Los rendimientos de trabajo son indispensables para ambos casos, siendo la fotogrametría un gran aliado del rendimiento, el tiempo de ejecución de un trabajo se reduce considerablemente mientras se incrementa el área de trabajo logrando fácilmente opacar a la topografía convencional.

PALABRAS CLAVES: Fotogrametría, Estación total, Levantamiento Topográfico, Precisión.

ABSTRACT

The present degree work aims to carry out a comparative analysis between the results obtained from a topographic survey by drone and a conventional topographic survey with a Sokkia total station in an urban type terrain.

The study area is located in the Atahualpa canton, Province of Oro with an area of 5 ha with an urban-type residential occupational function. Independently, it is proposed to carry out the same survey to finally compare and analyze its results, it should be noted that for a correct analysis of both topographic equipment, their survey begins from perfectly located control points with the correct position and elevation, for this it is advisable not to use GPS navigators, which are not precision instruments and do not come a little close to an adequate result, for this, we proceed from plates with information verified and approved by the Military Geographical Institute.

Precision is a point of great importance in the field of surveying when it comes to jobs where errors are not allowed in their measurement, that is why depending on the type of work and the accuracy that it needs, it is decided to use photogrammetry or a conventional lifting.

Work performance is essential for both cases, photogrammetry being a great performance ally, the execution time of a job is considerably reduced while the work area is increased, easily managing to overshadow the conventional topography

KEYWORDS: Photogrammetry, Total station, Topographic lifting, precision.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Importancia del tema.....	1
1.2. Actualidad de la problemática.....	2
1.3. Formulación del problema científico.....	3
1.3.1. Contextualización.....	3
1.3.2. Análisis Crítico.....	3
1.3.3. Pregunta científica.....	4
1.4. Delimitación del objeto de estudio.....	4
1.4.1. Contenido.....	4
1.4.2. Espacial.....	4
1.5. Justificación.....	4
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. Objetivo General.....	5
1.6.2. Objetivo Específico.....	5
2. Desarrollo.....	6
2.1. Marco teórico.....	6
2.1.1. Antecedentes Conceptuales y Referenciales.....	6
2.1.2. Definiciones.....	6
2.1.2.1 UAV o Vehículos Aéreos No Tripulados.....	6
2.1.2.2 Fotogrametría.....	6
2.1.2.3 Plan de Vuelo.....	7
2.1.2.4 Estación Total.....	7
2.1.2.5 Levantamiento Topográfico.....	7
2.2. Materiales y Métodos.....	7
2.2.1. Métodos Teóricos con los materiales utilizados.....	7
2.3. Análisis e interpretación de resultados.....	9
2.3.1. Precisión.....	9
2.3.2. Rendimiento.....	9
2.3.3. Discusión.....	9
3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	10
3.1. Ventajas.....	10
3.2. Desventajas.....	10
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
4.1. Conclusiones.....	11

4.2. Recomendaciones	11
5. BIBLIOGRAFÍA.....	13
6. ANEXOS.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Área que cubrirá el Drone en su vuelo.....	15
Figura 2.	Ubicación de los puntos de control	15
Figura 3.	Zona intervenida mediante levantamiento topográfico	16
Figura 4.	Punto de Despegue y aterrizaje del Drone.....	16
Figura 5.	Punto de Control 1.....	17
Figura 6.	Punto de Control 2.....	17
Figura 7.	Manipulación a control remoto del Drone.....	18
Figura 8.	Inicio del levantamiento mediante Estación Total	18
Figura 9.	Posicionamiento de la Estación total	19
Figura 10.	Punto de Control Mediante Estación Total.....	19
Figura 11.	Plano del Levantamiento con el Drone	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Puntos GPS georreferenciados mediante fotogrametría.....	21
Tabla 2.	Puntos GPS georreferenciados mediante estación total	21
Tabla 3.	Diferencia de coordenadas entre los dos métodos	21
Tabla 4.	Cálculo de áreas de las manzanas.....	21
Tabla 5.	Puntos obtenidos desde Estación total	22

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del tema

La Topografía ha estado presente a lo largo de mucho tiempo y por ende se ha mantenido su concepto y su técnica, sin embargo, con el pasar del tiempo la tecnología se ha ido involucrando en esta ciencia, llegando a un punto donde la topografía convencional en la cual se hace uso de la estación total se ve reemplazada en ciertos casos por el uso de Drones, el cual con una manipulación correcta y un perfecto post-procesamiento de datos en software se puede alcanzar unos niveles de precisión increíbles, viéndose así un gran ahorro de tiempo y personal para realizar mediciones de gran tamaño, mientras mayor área que se requiera abarcar aumenta considerablemente su rendimiento [1].

La precisión que ha entregado un Drone dependerá de factores tanto externos como la dirección del viento, condiciones atmosféricas, manipulación del equipo, puntos de control de arranque e internos que pueden ser las especificaciones técnicas y de software de los equipos a utilizarse, la precisión y las funciones que nos brinda el equipo se basa estrictamente en el precio, entre los equipos más comunes tenemos DJI Phantom 4 rtk, Matrice 600 y finalmente como gama alta se encuentra el Drone de ala fija más usado el ebee marca sensefly, los cuales “pueden volar a más altitud y sirven para aplicaciones de mayor alcance, tales como el levantamiento topográfico y la cartografía de grandes regiones” [2].

Los puntos de control se deben realizar desde las placas bases que son reguladas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), las cuales se encuentran en constante actualización y mantenimiento permitiendo así un grado de exactitud mayor, o con equipos de alta precisión como los GPS diferenciales, un error común que se suele presentar al momento de realizar el levantamiento con Drone son el uso de equipos GPS navegadores los cuales no tienen una precisión aceptable para este tipo de trabajos.

Así como nos brinda una gran variedad de funciones de uso, estos equipos se encuentran en desventaja en ciertos puntos como en zonas con una vegetación densa, en la cual el equipo no logra una apreciación real, en los proyectos de Catastro donde se requiere un grado de exactitud y precisión alta se ve opacada cuando exista obstáculos de visión aérea como son cubiertas que excedan los límites de sus terrenos.

Para lo cual al personal a cargo de la cartografía pondrá en duda su delimitación lo cual finalmente se ve con la necesidad de realizar una visita a campo para poder llegar a una medida determinada, es por ello que el manejo y la experiencia del Ingeniero o personal

responsable debe ser fundamental para la toma de decisiones considerando cuándo y dónde será lo mejor para realizar el vuelo y lograr presentar un trabajo de calidad y precisión.

El uso de la Estación total ha sido indispensable para todo tipo de trabajo ante la llegada del Drone, pero esto no quiere decir que lo reemplazará por completo, sino más bien que pueden trabajar en conjunto logrando así cubrir todos los detalles necesarios para cada proyecto. Como lo hemos hecho hincapié en el área de trabajos de precisión como Catastros donde el Drone se encuentra con obstáculos visuales y allí la implementación del uso de la estación total, siendo un gran aliado.

“Uno de los puntos débiles del método convencional es la necesidad de al menos dos personas para realizar un trabajo topográfico” [1], lo cual viene siendo un factor de reducción en el rendimiento comparado con el Drone que necesita como mínimo una sola persona.

Una comparación de estos dos métodos representa un grado de confiabilidad de usar uno u otro método y sus limitaciones, en este caso se ha utilizado para el cálculo de áreas de una zona urbana y “es por eso que se consideró un estudio para ver cómo las imágenes de los Drones serán útiles para visualizar las variaciones con la topografía convencional” [3].

1.2. Actualidad de la problemática

Uno de los principales problemas que se presentan en la zona urbana es la falta de actualización catastral a nivel local y global, el constante crecimiento poblacional hace que la ciudad se expanda a lo largo y a lo ancho, pero no siempre sucede esto. Los asentamientos son las primeras consecuencias de la informalidad y producto de un mal manejo de una planificación urbana y todo a raíz de una carencia de registro catastral.

Es por ello que la “geo información convierte el catastro urbano en una fuente de información de apoyo a la decisión de gran relevancia en el contexto de la gobernanza inteligente” [4]. Es importante llevar un registro de datos exactos de las viviendas y predios urbanos tanto como rurales, de allí la importancia del buen uso de la tecnología que en la actualidad se encuentra disponible para el levantamiento de información reduciendo el tiempo y el procesamiento de la información y la inversión del mismo.

1.3. Formulación del problema científico

1.3.1. Contextualización

El levantamiento topográfico que se realizará se encuentra ubicado en la ciudad de Paccha, Cantón Atahualpa, Provincia del Oro, a escasos metros del centro de la ciudad, abarcando un área de 20.9 ha el cual se ha delimitado por un polígono indicando el área sobre el cual el Drone tendrá que cubrir.

La selección del lugar se basa principalmente en la cercanía al lugar de domicilio en la que me encuentro, adicionalmente a ello se ha elegido por haber un grado de complejidad un poco mayor al momento de realizar el levantamiento topográfico con el Drone por qué el sitio se encuentra en la parte alta de El Oro y por ende sus vientos viajan con una velocidad mayor a relación de hacerlo en la parte baja de El Oro. Este ha sido un factor muy importante en la obtención de resultados específicamente en su precisión donde la calidad del equipo y su lente óptico determinará su factibilidad en estas condiciones climáticas.

1.3.2. Análisis Crítico

Un levantamiento topográfico se caracteriza por precisión y es por ello que una de las áreas de trabajo son los proyectos catastrales los cuales requieren un nivel de precisión mayor, un casco urbano perfectamente georreferenciado genera una expansión de la ciudad programada, siendo uno de los mayores problemas que se ha tenido a lo largo de la historia en cuanto a su crecimiento tanto así que se han visto en zonas de derrumbes como la gente intenta ubicarse para residir en el lugar.

En la actualidad el uso de la Estación total aún se encuentra vigente en la mayoría de los profesionales dedicados a la topografía, sin embargo, el ingeniero debe estar en constante actualización con la tecnología actual como es el uso de Vehículos Aéreos No Tripulados o por sus siglas VANT, como los Drone, los cuales nos permiten un esquema visual en 3 dimensiones de los terrenos y miles de puntos generados para una mayor precisión acompañado de múltiples imágenes foto aéreas de alta resolución [5].

“La efectividad y la precisión que proporciona la implementación del uso de Drones en diversas disciplinas aumentó considerablemente la demanda de ellos” [3]. Eso se debe a que su facilidad con la que se obtienen los datos de medición, una de las direcciones que tiene mayor impacto es en zonas agrícolas a nivel de medición de terrenos en zonas rurales. Sin embargo, disponer de esta tecnología requiere de inversiones de dinero mayores que optar por la estación total.

La tecnología hace parte de la evolución, pero no por ello el Topógrafo será reemplazado en ningún momento por la tecnología, por más que avance los equipos topográficos siempre se va a necesitar de la topografía convencional que nos brinda un mayor detalle en puntos exactos, pero al mismo tiempo nos genera una nube de puntos escasa.

1.3.3. Pregunta científica

¿Cuáles son esas ventajas y desventajas de la aplicación de un levantamiento topográfico convencional y un levantamiento con fotogrametría?

1.4. Delimitación del objeto de estudio

1.4.1. Contenido

Línea de investigación: Infraestructura y Ordenamiento territorial

1.4.2. Espacial

El levantamiento convencional ha ido evolucionando con sus equipos de trabajo, hace varios años comúnmente era el uso del Teodolito y con el transcurso de la tecnología se presentó la Estación total la cual trabaja mediante láser y un software que nos permite múltiples funciones entre ellas las más utilizadas, el cálculo de áreas, replanteo de puntos, nivelaciones de terrenos y levantamientos topográficos.

La fotogrametría se ha involucrado en la ingeniería en sus diferentes áreas, pero con los mismos fines, ayudando al profesional a aliviar el trabajo de campo, aún más cuando el relieve del terreno sea con lugares casi inaccesibles para las personas, siendo estos casos donde el profesional pone en peligro su vida y la de su equipo de trabajo.

El objeto de estudio se centra en las ventajas y desventajas de estos dos instrumentos de medida que son la estación total y el Drone, comprobar y analizar los resultados obtenidos y procesados del mismo levantamiento topográfico y así determinar qué instrumento tiene una mayor precisión y un mayor rendimiento para este tipo de trabajos, reduciendo costos en personal y en equipos.

1.5. Justificación

Los profesionales con fines a la topografía se encuentran obligados a seguir capacitándose en todo momento e ir adaptando nuevas formas de realizar los proyectos es por ello que el presente proyecto se encuentra enfocado en un análisis comparativo entre dos métodos de levantamiento topográfico como lo son: La estación total y el

Drone, cuya finalidad es comparar la precisión de los equipos luego del procesamiento de la información a través de ayuda de software.

Para ello de manera didáctica se ha seleccionado un área de estudio para dicho análisis, el cual se encuentra ubicado en la Ciudad de Paccha, Provincia de El Oro. La presencia de la tecnología en la ingeniería se encuentra en constante progreso y es por ello que hacer uso de la tecnología y poner a prueba sus resultados con los de la topografía convencional es de suma importancia, la precisión y los rendimientos en la topografía son piezas claves de un correcto levantamiento topográfico [5].

La zona urbana siempre es más compleja que una zona rural dado por su nivel de detalle que se encuentra a cada instante, aunque esto se ve directamente relacionado con la topografía del sector, el nivel de precisión que nos brinda uno u otro equipo topográfico dependerá del uso que se le brinde y la preparación de la información en la postproducción de imágenes correctamente ajustadas mediante puntos de control.

Se ha realizado la comparación con el Drone el cual tiene la facilidad de acceder a sitios con peligro de deslizamientos, comunidades de alta peligrosidad, división de predios y un sin números de inconvenientes el cual a través de su tecnología “se encarga de transformar las imágenes a otro espacio más allá de la percepción humana para extraer información oculta permitiendo identificar las características de la imagen” [6], donde una estación total nos llevaría más tiempo y por ende una seguridad vulnerable a los equipos topográficos y al personal que se encuentra en la labor.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Elaborar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de mediciones terreno tipo urbano mediante un levantamiento fotogramétrico y un levantamiento convencional con estación total para la población de la Ciudad de Paccha.

1.6.2. Objetivo Específico

- Fundamentar conceptualmente mediante un análisis de contenido acerca de los métodos de levantamiento topográfico por estación total y fotogrametría.
- Aplicar los métodos levantamiento topográfico por estación total y fotogrametría en zonas urbanas

2. DESARROLLO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Antecedentes Conceptuales y Referenciales

“El avance tecnológico se abre camino en el área de la topografía con la aparición del uso del Drone para realizar levantamientos topográficos de una forma diferente al pasado, donde se hacía uso de cinta métrica como primera instancia y tiempo después con la involucración de la tecnología fueron apareciendo equipos más sofisticados para aquella época como es el teodolito, estación total y finalmente el Drone” [1].

Actualmente tenemos al Drone como la máxima tecnología enfocada a la topografía, pero los años transcurren y por ende se exigen innovaciones, es por ello que el uso del Drone se ha visto ampliado a múltiples áreas de trabajo como en el área de la agricultura, cartografía, estudios de suelo, urbanismo, hidrología entre otras por destacar.

“Los Drone reforman e impulsan los procesos de la arquitectura y urbanismo en el ámbito del planeamiento urbano, enseñanza y construcción” [7], permitiendo un mayor control y regularización del uso de espacios públicos y privados, cuya finalidad es tener una ciudad programada y controlada a su expansión mediante información en tiempo real que nos brinda la tecnología actual.

Una de las áreas con mayor demanda como se mencionaba anteriormente es la agricultura, su múltiple aplicación tanto como para su seguimiento desde la siembra hasta su cosecha, y una resolución de imágenes que permitan tener el conocimiento de los cambios climáticos que puedan afectar la calidad y producción de sus cultivos. Como resultado del levantamiento topográfico se obtienen “mapas visuales permiten detectar el estado del crecimiento de los cultivos y la distribución de ellos” [8].

2.1.2. Definiciones

2.1.2.1 UAV o Vehículos Aéreos No Tripulados

“Los Vehículos Aéreos No Tripulados son plataformas voladoras que se pueden ampliar para una variedad de aplicaciones” [9], no solamente tienen usos militares o de ingeniería, su aplicación en el campo de la fotografía digital con fines de entretenimiento o fotos profesionales es uno de los principales consumidores de estos productos [2].

2.1.2.2 Fotogrametría

“La fotogrametría es la ciencia y tecnología cuya finalidad es adquirir información calculable mediante múltiples fotografías de alta calidad de objetos tangibles” [10], por

lo tanto “la adquisición y el procesamiento de imágenes de satélites digitales proporcionan un mapeo a una gran escala del área de estudio permitiendo un gran detalle de apreciación” [9].

2.1.2.3 Plan de Vuelo

“El control de vuelo del Drone se lo puede realizar mediante un dispositivo móvil o desde una laptop en tiempo real para poder monitorear el plan de vuelo e incluso modificar su ruta, así mismo, retornar a su base en cualquier momento. La tecnología en estos equipos se ha adaptado tanto a la vida civil donde una persona sin experiencia o habilidades para hacer volar un Drone, sin embargo, el concepto y la técnica profesional solo la adquiere un profesional que se encuentra en constante educación en el área” [11].

2.1.2.4 Estación Total

Instrumento de medida que proporciona información precisa de la posición y altura en la que se encuentra.

2.1.2.5 Levantamiento Topográfico

Proceso de recolección de datos mediante equipos topográficos los cuales pueden ser: cinta, teodolito, estación total, GPS, Drone, los cuales nos proporcionan información de medidas, pero cada uno de ellos se caracteriza en su área de trabajo para lo cual fueron diseñados variando su precisión. Actualmente “La mayoría de los levantamientos topográficos modernos basados en fotografías son procesados por software que identifica automáticamente y hace coincidir las características en diferentes imágenes para generar una nube de puntos con una infinidad de información” [12].

2.2. Materiales y Métodos

Los materiales que se utilizaron para la parte práctica que corresponde al levantamiento topográfico se utilizó una Estación Total modelo Topcom y un Drone modelo phantom 4 RTK, un levantamiento topográfico mediante estación total se lo realizará mediante el método convencional el cual en su mayoría se utilizó la técnica de trisección, del mismo modo, el levantamiento topográfico con Drone se basa en el método de la toma de fotografías de superficie múltiple.

2.2.1. Métodos Teóricos con los materiales utilizados

Se usa el método directo para el levantamiento mediante la estación total y el método indirecto para el levantamiento mediante fotografías la cual se implementó en el

siguiente proyecto se basa en un recorrido visual previo con el objetivo de tener una visión panorámica de toda el área de estudio, cuáles son las dificultades que se puedan presentar y así tomar una decisión acertada para elevar los metros necesarios para que no influya en el vuelo del Drone, en este caso se elevó el Drone a una altura de 100 metros a nivel del suelo con una configuración de traslape entre fotos de un 80% cada 10 metros entre líneas de recorrido con un alcance de 1700 metros desde el punto de despegue.

La información que se obtenga se debe principalmente a través de la práctica mediante el levantamiento topográfico de los dos equipos a plantearse la misma meta, la cual es la precisión del equipo para este tipo de trabajo a nivel urbano, el tipo de información que se basa es una información cuantitativa dado que se analizarán datos reales que se pueden cuantificar.

Nuestro proyecto se basa en dos levantamientos topográficos mediante métodos distintos se obtendrán dos metodologías diferentes, pero con un punto en común el cual será los puntos de control que serán unas placas de madera de 50x50cm, con colores rojo y blanco para generar un punto que se lo pueda reconocer fácilmente al momento de realizar el ajuste de la imagen.

Para ello se ha colocado 3 placas de madera en puntos estratégicos, los dos primeros se encuentran en la calle Haripoto o donde anteriormente se encontraba la Cruz de la Ciudad, ambos puntos se encuentran a una distancia de 53.70 m

“En las aplicaciones topográficas es fundamental georreferenciar los datos generados en el proceso fotogramétrico, que se puede aplicar midiendo objetivos de referencia claramente visibles” [13], es por ello que se realizará el ajuste de la imagen con tres puntos de control situados de forma estratégica para que cubra toda el área a levantar, además los mismos puntos nos servirán de referencia para arrancar el levantamiento con estación total, una vez listo los puntos y definida la ruta de vuelo en la que se registrará el Drone para sobrevolar, cabe mencionar que “ las rutas de vuelo se realizaron en modo navegación, esto significa que el UAV o Drone vuela siguiendo una ruta previamente programada y cargada” [13].

La información que complementa el trabajo práctico se basa en una investigación en páginas y/o revistas científicas las cuales son aprobadas por la universidad para su correcta revisión final, es por ello que toda la información expuesta tiene su referencia de donde se obtuvo la información, además se incluirá bases teóricas como términos y afines con el tema a desarrollar.

2.3. Análisis e interpretación de resultados

“Para el análisis de resultados de este proyecto se considera la precisión en las coordenadas de los puntos de control en sus 3 direcciones: Este (X), Norte (Y), Altura (Z)” [13], para los 3 puntos de control existente, los cuales se pueden apreciar en la ortofoto obtenida del levantamiento topográfico que abarca la zona urbana de la Ciudad de Paccha, como se aprecia en la imagen 2.

2.3.1. Precisión

Existe una diferencia poco significativa entre los puntos de coordenadas obtenidos mediante la estación total y la ortofoto, la cual varía desde 4 cm en la dirección Este y un valor crítico de 6 cm en la dirección Norte, la altitud no se considera en este caso dado que se debe realizar mediante un equipo de nivel para obtener resultados precisos, para observar las coordenadas con las cuales se ha trabajado ver Tabla 1,2,3. Además, se ha calculado las áreas de las manzanas y su posicionamiento con la ortofoto se ve reflejado un grado de precisión aceptable.

2.3.2. Rendimiento

El tiempo que se demoró el levantamiento topográfico con Drone es de 29 min aproximadamente en levantar el área de estudio, lo cual es un gran contraste con respecto a los 3 días que se hizo con la estación total para levantar 7 manzanas con áreas variables.

2.3.3. Discusión

Como se presenta en la Tabla 3 la diferencia de precisión entre los dos puntos, en el cual se expresa una diferencia menor, por lo cual es fiable el uso del Drone para trabajar en estos tipos de proyecto a campo abierto.

El levantamiento topográfico mediante Drone es sin lugar a dudas una gran ayuda en el ámbito de la topografía, la cual nos entrega la información en distintas extensiones dependiendo el tipo de trabajo a realizar y luego procesar dicha información en software especializados para la fotogrametría teniendo como un resultado final una nube de miles de puntos que representan el relieve exacto del terreno.

Una vez finalizado ambos levantamientos se llegó a la conclusión que el uso del Drone es mucho más rápido para realizar este tipo de trabajos, a medida que aumenta el trabajo disminuye considerablemente el tiempo de operación en comparación con un levantamiento topográfico convencional.

En lo que respecta a precisión se comprobó mediante la práctica que es más aconsejable el uso del Drone para realizar levantamientos de gran tamaño obteniendo una diferencia de 6 cm en una dirección y 4 cm en otra dirección entre uno y otro levantamiento, en lugares donde el Drone tiene acceso a su rango de visión.

Para el uso de un trabajo de cartografía no es conveniente el uso del Drone por lo que la imagen resulta un poco borrosa por lo cual la apreciación se me implicada, sin embargo, se debería usar solamente como un apoyo para poder concluir un trabajo de cartografía.

3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

3.1. Ventajas

- “Las imágenes aéreas de alta resolución obtenidas desde Drone son herramientas útiles para obtener un relieve a gran detalle y su uso se puede extender a muchos campos de la investigación” [14].
- “Los Drones permiten analizar la morfología de las ciudades por múltiples perspectivas y procesos cada vez más rápidos, ya que posibilitan el levantamiento en tiempo real de información relevante para los proyectos” [7].
- Los Drones y sus múltiples aplicaciones posibilitan abarcar las necesidades que se requiere para el control de obras civiles como por ejemplo la construcción de vías y poder evaluar de manera visual el avance diario [2].
- “El modelo digital y la posición exacta en cada toma se obtiene el orto mosaico del área de estudio, cuya precisión nos entrega una imagen libre de deformaciones” [6].
- El uso del Drone nos permite la facilidad de llegar a lugares inaccesibles desde un sitio seguro, lo cual evita el peligro al que se expone el topógrafo y todo el equipo de trabajo.
- El formato de archivo que da la oportunidad de exportar del Drone se vuelve un gran aliado, el cual se puede obtener diferente información de cada una de ellas, incluso abrir la ortofoto desde un dispositivo móvil.

3.2. Desventajas

- El uso de Drone con respecto a la planimetría se puede considerar acertado su uso, pero para lo que respecta su cota.

- No es posible confiar al 100% sus datos, la altura de un punto necesariamente se debe calcular mediante un nivel de precisión que arranque con una cota conocida y avalada por el Instituto Geográfico Militar.
- El uso de la estación total se ve limitado en zonas con pendientes fuertes y con tipo de suelos propensos a deslaves, por la seguridad del topógrafo y del equipo de trabajo.
- El rendimiento de la estación total se ve muy por debajo comparado con el Drone, lo cual se ve reflejado mediante los días transcurridos en campo.
- El uso del Drone se ve limitado principalmente por los objetos que obstruyan su visión a nivel de piso, lo cual es una gran desventaja y recurre a la necesidad de implementar otro método topográfico que pueda cubrir la zona obstruida.
- Se requiere de una máquina con un procesador actualizado para poder trabajar con la información que proporciona el Drone.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante la recopilación de información teórica se logró obtener una escena más amplia de lo que significa el uso y aplicación de los métodos de levantamientos topográficos con Estación total y con Drone, cuáles son sus limitaciones y sus beneficios en el área laboral práctica, sus ventajas y sus desventajas. Además, sus múltiples aplicaciones de los Drones no solamente se basan en el campo de la topografía, sino van desde el ocio hasta trabajos de alta precisión cumpliendo satisfactoriamente los objetivos planteados.
- La aplicación de los métodos topográficos en el campo urbano de la Ciudad de Paccha mediante estación total y Drone se realizó con éxito mediante la técnica y el profesionalismo para poder resolver inconvenientes presentados en campo y su correcta interpretación de los resultados obtenidos y así poder dar un criterio con fundamento y experiencia sobre ambos métodos llegando a la conclusión de que ambos métodos son aptos para el área de cartografía, independientemente de su rendimiento y aprovechamiento de sus equipos.

4.2. Recomendaciones

- Realizar un plan de vuelo para el uso del Drone desde la oficina para poder agilizar el trabajo en campo

- Al momento de trabajar con la estación total se debe tener a disposición todo el equipo de trabajo necesario y el personal capacitado con respecto al trabajo que se va a realizar.
- Se recomienda utilizar la estación para trabajos de catastros urbanos por su precisión y su exactitud al momento de tener detalles que necesiten ser considerados por qué el equipo se encuentra a la misma altura que de los objetos de estudio en este caso serían las edificaciones.
- Se recomienda el uso del Drone en lugares despejados donde su rango de visión no se vea afectado por los obstáculos, como por ejemplo las cubiertas de las viviendas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. del Rio Santana, F. de J. Gomez Cordova, N. V. Lopez Carrillo, J. A. Saenz Esqueda, and A. T. Espinoza Fraire, "Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones.," *Rev. Arquít. e Ing.*, vol. 14, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [2] R. Gonzalez Herrera *et al.*, "Drones. Aplicaciones en Ingeniería Civil y Geociencias," *Interciencia*, vol. 44, no. 6, pp. 326–332, 2019, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/339/33960068003/>.
- [3] E. Akturk and A. O. Altunel, "Accuracy assesment of a low-cost UAV derived digital elevation model (DEM) in a highly broken and vegetated terrain," *Measurement*, vol. 136, pp. 382–386, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.101>.
- [4] A. O. Da Silva and R. A. Souza Fernandes, "Smart governance based on multipurpose territorial cadastre and geographic information system: An analysis of geoinformation, transparency and collaborative participation for Brazilian capitals," *Land use policy*, vol. 97, pp. 1–13, 2020, doi: [10.1016/j.landusepol.2020.104752](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104752).
- [5] Y. J. Lalangui Jaramillo and B. A. Zárate Torres, "Evaluación del modelo digital de terreno obtenido mediante técnicas de fotogrametría con VANT y con técnicas GNSS aplicados a proyectos viales en zonas de mediana vegetación.," *Ing. Geod.*, vol. 17, no. 2, pp. 1–10, 2020, doi: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6636>.
- [6] M. C. Sanchez Morales, D. R. Lanz Acosta, and T. E. Martinez Rojo, "Detección de deterioros en pavimentos flexibles a partir del procesamiento de imágenes y modelos de su superficie," *Rev. Arquít. e Ing.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–17, 2019, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/pdf/120/12020109.pdf>.
- [7] L. Ludwig, M. A. Mattedi, and R. Silva, "Dilemas y perspectivas de vehículos aéreos no tripulados en el campo de la arquitectura y urbanismo," *Oculum Ensaios*, vol. 17, pp. 1–19, 2020, doi: [10.24220/2318-0919v17e2020a4295](https://doi.org/10.24220/2318-0919v17e2020a4295).
- [8] R. Montilla, G. Montilla, E. Perez, L. Frassato, and C. Seijas, "Precision agriculture for rice crops with an emphasis in low health index areas," *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellin*, vol. 74, no. 1, pp. 9383–9393, 2021, doi: [10.15446/rfnam.v74n1.85310](https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n1.85310).
- [9] M. Anguiano Morales, L. F. Corral Martínez, G. Trujillo Schiaffino, D. P. Salas Peimbert, and A. E. García Guevara, "Topographic investigation from a low altitude unmanned aerial vehicle," *Opt. Lasers Eng.*, vol. 110, pp. 63–71, 2018,

doi: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2018.05.015>.

- [10] M. Moreno Falcon and D. Castillo Ramirez, "El uso de la fotogrametría para la digitalización de documentos de la Junta de Adelanto de Arica," *Interv. (México DF)*, vol. 9, no. 17, pp. 80–90, 2018, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355657563007%0ACómo>.
- [11] I. L. Turner, M. D. Harley, and C. D. Drummond, "UAVs for coastal surveying," *Coast. Eng.*, vol. 114, pp. 19–24, 2016, doi: 10.1016/j.coastaleng.2016.03.011.
- [12] M. R. James, S. Robson, S. D'Oleire-Oltmanns, and U. Niethammer, "Optimising UAV topographic surveys processed with structure-from-motion: Ground control quality, quantity and bundle adjustment," *Geomorphology*, vol. 280, pp. 51–66, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.11.021>.
- [13] F. Agüera Vega, F. Carvajal Ramírez, and P. Martínez Carricondo, "Assessment of photogrammetric mapping accuracy based on variation ground control points number using unmanned aerial vehicle," *Measurement*, vol. 98, pp. 221–227, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104752>.
- [14] G. F. De Castro Martínez, L. Vazquez Selem, J. L. Palacio Prieto, A. Peralta Higuera, and A. García Romero, "Geomorphometry and water erosion rates in different lithologies through digital photogrammetry with drones," *Investig. Geogr.*, no. 96, pp. 1–17, 2018, doi: 10.14350/riig.59548.

6. ANEXOS

Figura 1. Área que cubrirá el Drone en su vuelo



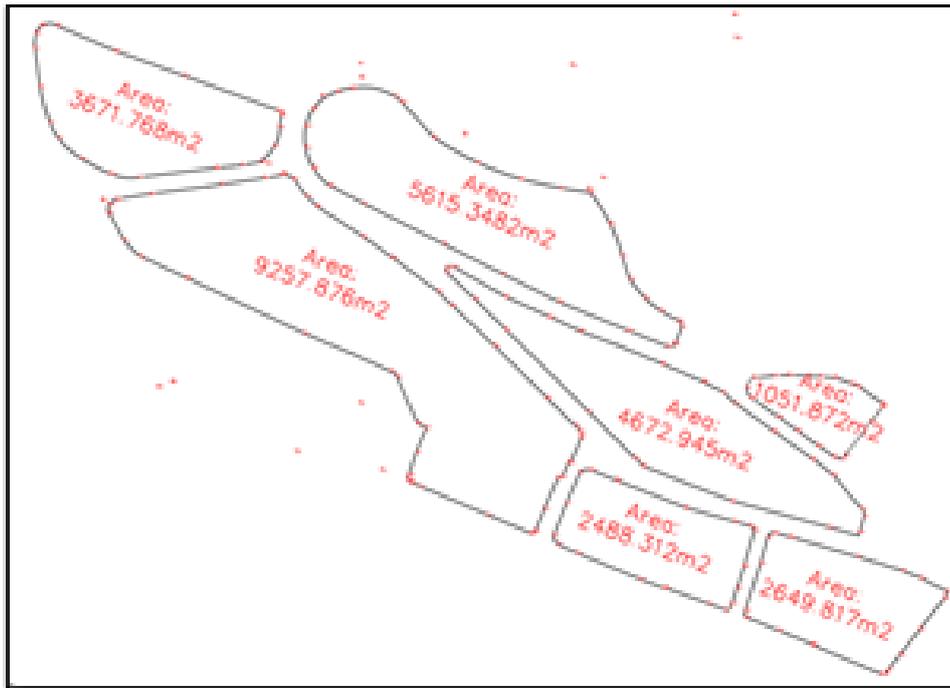
Fuente: Google Earth Pro

Figura 2. Ubicación de los puntos de control



Fuente: Propia

Figura 3. Zona intervenida mediante levantamiento topográfico



Fuente: Propia

Figura 4. Punto de Despegue y aterrizaje del Drone



Fuente: Propia

Figura 5. Punto de Control 1



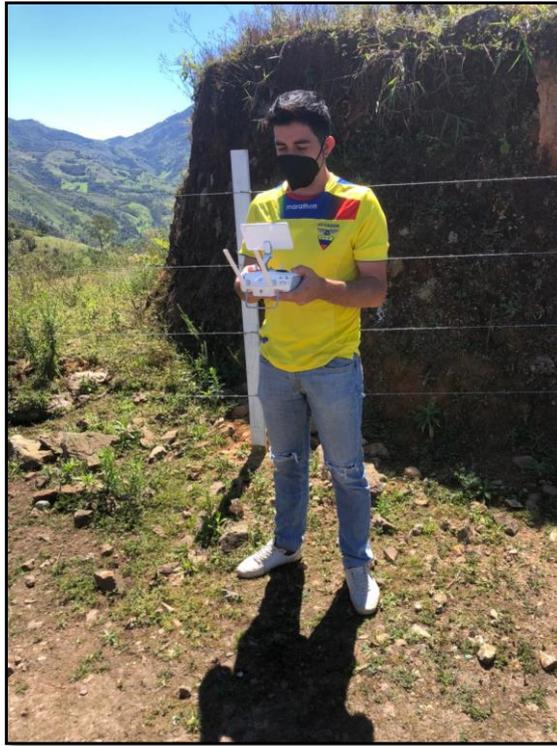
Fuente: Propia

Figura 6. Punto de Control 2



Fuente: Propia

Figura 7. Manipulación a control remoto del Drone



Fuente: Propia

Figura 8. Inicio del levantamiento mediante Estación Total



Fuente: Propia

Figura 9. Posicionamiento de la Estación total



Fuente: Propia

Figura 10. Punto de Control Mediante Estación Total



Fuente: Propia

Figura 11. Plano del Levantamiento con el Drone



UBICACION



CARTA IGM - PACCHA
ESCALA 1:50000

LEVANTAMIENTO FOTOGRAFICO

CONTIENE:
CASCO URBANO DE LA CIUDAD
DE PACCHA

ELABORADO POR:
CARLOS GALVEZ VASQUEZ

SUPERVISADO POR:
ING. CARLOS SANCHEZ MENDIENTA

ESCALA: 1: 2000
FECHA: AGOSTO 2021



Tabla 1. Puntos GPS georreferenciados mediante fotogrametría

ID	Este	Norte	Formato
PC-1	648272.20	9603489.69	WGS84-17S
PC-2	648225.10	9603515.47	WGS84-17S
PC-3	648009.92	9603294.28	WGS84-17S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Puntos GPS georreferenciados mediante estación total

ID	Este	Norte	Formato
PC-1	648272.16	9603489.70	WGS84-17S
PC-2	648225.10	9603515.48	WGS84-17S
PC-3	648009.95	9603294.22	WGS84-17S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Diferencia de coordenadas entre los dos métodos

ID	Este	Norte	Formato
PC-1	0.04	-0.01	WGS84-17S
PC-2	0.00	-0.01	WGS84-17S
PC-3	-0.03	0.06	WGS84-17S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Cálculo de áreas de las manzanas

# Manzana	Área m2	Observación
1	3671.77	Manzana
2	5615.35	Manzana
3	1051.87	Manzana
4	2649.82	Parque
5	2488.31	Manzana
6	9257.87	Manzana
7	4672.95	Manzana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Puntos obtenidos desde Estación total

Pto	Este	Norte	Cota	Descrip
10	648272.161	9603489.71	1644.643	R2
11	648234.307	9603502.49	1644.965	EST1
12	648212.477	9603490.68	1638.682	R3
13	648220.621	9603482.48	1637.251	R4
14	648204.046	9603477.96	1632.24	EST2
15	648184.834	9603471.9	1624.107	R5
16	648193.341	9603459.69	1624.105	R6
17	648173.688	9603452.42	1617.753	EST3
18	648158.994	9603448.55	1613.024	R7
19	648159.955	9603439.55	1612.852	R8
20	648122.005	9603472.68	1612.231	EST4
21	648099.577	9603474.04	1611.204	R9
22	648103	9603472.88	1610.961	R10
23	648094.103	9603428.53	1598.623	EST5
24	648106.54	9603383.68	1593.803	R11
25	648101.039	9603379.54	1592.811	R12
26	648051.51	9603401.13	1587.915	EST6
27	648009.832	9603429.21	1582.391	R13
28	648010.038	9603423.73	1582.301	R14
29	647907.092	9603374.94	1568.603	EST8
30	647972.893	9603389.5	1577.751	R15
31	647979.545	9603385.49	1577.503	R16
32	647929.118	9603300.59	1558.529	R17
33	647934.638	9603302.65	1558.254	R18
34	647984.301	9603274.92	1558.023	EST9
35	648018.55	9603267.46	1557.787	R19
36	648009.946	9603294.22	1557.621	R20
37	648202.286	9603271.73	1565.891	B
38	647962.67	9603388.68	1574.824	B
39	648190.207	9603198.16	1549.503	B
40	648217.774	9603186.23	1548.429	B
41	648131.827	9603220.49	553.682	B
42	648138.147	9603324.32	1577.852	B
43	647940.738	9603343.85	1561.427	B
44	647922.375	9603352.45	1563.723	B
45	647915.704	9603358.9	1565.786	B
46	648097.945	9603279.87	1562.817	B
47	648088.75	9603264.29	1561.363	B
48	648095.581	9603285.14	1563.662	B
49	648097.441	9603283.25	1563.381	B
50	648100.851	9603290.8	1563.676	B
51	648098.053	9603281.57	1562.856	B
52	648093.809	9603270.26	1562.626	B
53	648093.247	9603270.45	1562.644	B
54	648119.666	9603272.09	1562.178	B

55	648122.821	9603268.96	1562.112	B
56	648090.568	9603264.51	1561.363	B
57	648139.868	9603252.38	1561.859	B
58	648112.401	9603263.23	1562.278	B
59	648087.14	9603241.46	1558.545	B
60	648092.227	9603254.08	1560.961	B
61	648097.453	9603266.31	1562.45	B
62	648101.929	9603267.37	1562.516	B
63	648044.411	9603346.16	1570.86	B
64	648040.818	9603338.48	1570.565	B
65	648063.789	9603316.61	1567.466	B
66	648068.244	9603323.11	1567.97	B
67	648084.616	9603295.96	1564.681	B
68	648083.374	9603251.73	1563.037	B
69	648022.836	9603352.01	1572.547	B
70	648010.871	9603360.51	1573.972	B
71	648043.245	9603357.38	1572.37	B
72	647992.473	9603372.49	1576.159	B
73	647988.517	9603376.38	1576.909	B
74	647997.624	9603380.73	1576.031	B
75	647975.612	9603396.44	1578.477	B
76	648044.73	9603347.94	1571.37	B
77	648047.492	9603348.14	1571.982	B
78	648067.844	9603336.42	1574.226	B
79	648066.486	9603345.62	1576.241	B
80	648158.362	9603255.08	1561.25	B
81	648165.419	9603245.23	1561.125	B
82	648167.249	9603243.47	1561.076	B
83	648155.613	9603211.81	1553.241	B
84	648163.642	9603211.69	1553.046	B
85	648169.664	9603230.39	1557.75	B
86	648172.574	9603240.52	1560.612	B
87	648175.229	9603242.46	1561.011	B
88	648181.66	9603240.79	1560.931	B
89	648197.431	9603244.55	1560.843	B
90	648209.257	9603243.01	1560.695	B
91	648211.018	9603249.09	1562.142	B
92	648209.885	9603251.94	1562.828	B
93	648226.2	9603227.44	1560.441	B
94	648244.334	9603219.04	1560.155	B
95	648243.122	9603216.47	1559.383	B
96	648220.841	9603188.16	1548.732	B
97	648213.662	9603286.64	1570.059	B
98	648218.068	9603292.33	1572.818	B
99	648218.375	9603293.2	1573.129	B
100	648218.126	9603293.96	1573.219	B
101	648205.75	9603301.91	1573.135	B
102	648199.666	9603304.03	1573.119	B

103	648199.185	9603272.72	1565.917	B
104	648203.549	9603273.36	1565.849	B
105	648193.362	9603304.56	1573.065	B
106	648181.068	9603305.14	1573.035	B
107	648175.3	9603304.9	1573.248	B
108	648135.536	9603317.58	1575.592	B
109	648130.425	9603309.71	1575.607	B
110	648154.8	9603298.4	1573.16	B
111	648159.729	9603293.9	1572.272	B
112	648176.903	9603288.54	1568.973	B
113	648174.919	9603282.88	1568.937	B
114	648190.619	9603271.71	1566.124	B
115	648198.645	9603265.48	1565.023	B
116	648192.548	9603277.17	1565.44	B
117	648085.413	9603328.49	1575.464	B
118	648146.919	9603302.47	1575.161	B
119	648097.591	9603322.8	1576.015	B
120	648165.804	9603296.29	1571.903	B
121	648164.297	9603299.96	1572.324	B
122	648166.958	9603304.02	1573.095	B
123	648184.547	9603282.99	1569.785	B
124	648233.891	9603224.28	1560.208	B
125	648208.277	9603232.96	1560.695	B
126	648163.107	9603229.16	1563.169	B
127	648159.084	9603247.01	1561.216	B
128	648158.343	9603214.32	1553.602	B
129	648160.324	9603220.48	1557.478	B
130	648055.568	9603335.51	1572.274	B
131	648046.578	9603333.01	1571.617	B
132	648208.719	9603300.87	1574.617	B
133	648219.393	9603186.25	1548.57	B
134	648190.62	9603197.71	1549.438	B
135	648176.968	9603203.51	1550.81	B
136	648163.982	9603208.77	1552.61	B
137	648225.289	9603193.9	1550.389	B
138	648233.253	9603204.02	1554.037	B
139	648149.152	9603214.14	1553.687	B
140	648131.108	9603220.42	553.721	B
141	648121.611	9603223.95	1555.994	B
142	648096.53	9603234.39	1557.643	B
143	648088.527	9603237.95	1558.102	B
144	648011.287	9603373.51	1574.477	B
145	648089.389	9603334.23	1575.36	B
146	648117.051	9603322.9	1576.132	B
147	648132.61	9603316.65	1575.641	B
148	648137.026	9603326.84	1578.415	B
149	648114.453	9603352.51	1585.394	B
150	648225.102	9603515.48	1644.86	R1

151	648117.523	9603343.36	1583.37	B
152	648109.724	9603365.39	1589.234	B
153	648101.446	9603377.97	1592.813	B
154	648089.52	9603379.82	1591.188	B
155	648073.633	9603383.32	1589.956	B
156	648056.627	9603389.89	1588.86	B
157	648039.195	9603399.88	1574.643	B
158	648026.546	9603413.91	1585.858	B
159	648023.727	9603416.11	1584.823	B
160	648006.66	9603419.37	1582.335	B
161	648000.665	9603418.07	1581.481	B
162	647994.438	9603416.25	1580.599	B
163	647991.074	9603411.28	1579.619	B
164	647988.256	9603404.43	1578.443	B
165	647988.202	9603395.63	1577.485	B
166	647991.043	9603387.68	1576.689	B
167	648129.448	9603330.91	1580.083	B
168	648123.594	9603335.81	1580.808	B
169	648079.684	9603243.13	1558.305	B
170	648078.08	9603242.29	1558.155	B
171	648060.907	9603249.52	1557.728	B
172	648034.011	9603260.83	1557.909	B
173	648030.304	9603262.4	1557.909	B
174	648029.135	9603263.66	1557.86	B
175	648029.299	9603265.45	1557.794	B
176	648032.212	9603274.63	1557.696	B
177	648036.444	9603284.31	1557.728	B
178	648032.758	9603285.91	1557.731	B
179	648024.674	9603304.25	1557.614	B
180	648022.525	9603306.54	1557.674	B
181	647987.677	9603321.82	1557.88	B
182	647909.631	9603369.62	1567.236	B
183	647909.815	9603373.23	1567.867	B
184	647912.781	9603375.25	1568.657	B
185	647921.479	9603383.88	1570.189	B
186	647910.257	9603385.38	1569.704	B
187	647898.653	9603391.48	1570.088	B
188	647889.559	9603399.68	1571.769	B
189	647886.053	9603405.86	1572.965	B
190	647926.492	9603377.39	1570.689	B
191	647954.483	9603381.06	1574.909	B
192	647952.35	9603387.6	1574.824	B
193	647970.345	9603390.07	1577.696	B
194	647971.605	9603383.59	1577.449	B
195	647977.732	9603403.74	1578.98	B
196	647978.361	9603408.65	1579.384	B
197	647978.169	9603409.82	1579.768	B
198	647978.142	9603384.58	1577.612	B

199	647983.281	9603383.29	1577.287	B
200	647977.242	9603410.58	1580.08	B
201	647939.872	9603424.27	1583.076	B
202	647912.409	9603434.15	1584.033	B
203	647888.769	9603444.4	1581.478	B
204	647882.874	9603444.38	1580.344	B
205	647880.648	9603441.34	1579.38	B
206	647880.144	9603434.99	1577.984	B
207	647882.131	9603419.94	1575.144	B

Fuente: Propia
