

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE DRONES PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL MAYOBAMBA - SANTA ROSA - CHONTA - SANTA CRUZ - KM 214 A LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL DISTRITO DE CHIPAO. LUCANAS. AYACUCHO 2020.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

Autor:

Bach. Esau Samaniego Melo

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres Abel Oscar Samaniego Alcántara y Julieta Melo Diaz por su apoyo incondicional día a día guiándome en la dirección correcta, a mi esposa Carybel Basilio Parra por animarme a crecer juntos siendo parte de mi motivación y superación constante, mis hermanos y abuelos que siempre están a mi lado apoyándome y cuidándome y a los miembros de mi familia por el apoyo incondicional que me brindan..

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que nada, agradezco a Dios por darme la fuerza para seguir luchando por mis sueños y metas y gracias a ustedes por ser los que promueven mis sueños. Gracias mamá por animarme siempre a luchar por mis sueños, gracias papá por desear siempre lo mejor para mi vida, por sus consejos y palabras para guiarme paso a paso, ve y llévame a mi destino.

A mi asesor, Mg. NS. Julio Christian Quesada Llanto, por su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de este proyecto.

Al Sr. Raúl Peña Gutiérrez por darme la oportunidad de poder pertenecer al grupo de colaboradores y desempeñarme profesionalmente y apoyarme en la elaboración de este proyecto.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA y a todo el personal docente y colaboradores por darme la oportunidad de formarme y hacerme un profesional competitivo.

## INDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	101
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	15
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	91
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	97
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha técnica de RPAS	23
Tabla 2: Coordenadas UTM	55
Tabla 3: Coordenadas Geográficas	55
Tabla 4: Control horizontal	57
Tabla 5: Control Horizontal	57
Tabla 6: LISTADO DE COORDENADAS DE LA POLIGONAL	76
Tabla 7: Coordenadas obtenidas	89
Tabla 8: Parámetro de imágenes	90
Tabla 9: Coordenadas con Dron	92
Tabla 10: Coordenadas con estación total	93
Tabla 11: Comparación entre coordenadas	94
Tabla 12: Compra de equipo	95
Tabla 13: Comparación entre levantamiento con dron y estación total	95
Tabla 14: Coordenadas con Dron – Primer Vuelo	102
Tabla 15: Coordenadas con Dron – Segundo Vuelo	103
Tabla 16: Coordenadas con Dron – Tercer Vuelo	104

Tabla 17: Desviación Estándar de las coordenadas	105
Tabla 18: Levantamiento Con Estacion Total	106
Tabla 19: Levantamiento con DRONE	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama 2020 – Municipalidad Distrital de Chipao	14
Figura 2: Fotogrametría.	15
Figura 3: Fotogrametría.	23
Figura 4: Fotogrametría	24
Figura 5: Características técnicas	25
Figura 6: Cámara.	25
Figura 7: Receptores GNSS (GPS).	26
Figura 8: Post Proceso de ortofotos.	27
Figura 9: Proceso en Civil 3D.	28
Figura 10: Post Proceso de ortofotos.	29
Figura 11: Comparación entre un avión y un vehículo aéreo no tripulado (UAV).	32
Figura 12: Telemetría por medio de la telefonía celular.	35
Figura 13: Ancho mínimo de la carretera.	40
Figura 14: Ubicación del proyecto en el mapa cartográfico	47
Figura 15: LOCALIZACIÓN (PROVINCIA - DISTRITO) DE LA ZONA DEL PROYECTO	48
Figura 16: Sección de la plataforma.	50
Figura 17: Placas de puntos geodésicos	58
Figura 18: Monumentación para puntos geodésicos	59

Figura 19: Distribución de puntos geodésicos	59
Figura 20: Parámetros de Medición	61
Figura 21: Ubicación referencial	61
Figura 22: Nivelación Geométrica desde el BM = GPS-4	62
Figura 23: Formulario IGN	65
Figura 24: Formulario IGN	66
Figura 25: Formulario IGN	67
Figura 26: Formulario IGN	68
Figura 27: Ficha técnica GPS Diferencia	69
Figura 28: Ficha técnica GPS Diferencia	70
Figura 29: Ficha técnica GPS Diferencia	71
Figura 30: Ficha técnica GPS Diferencia	72
Figura 31: Certificado de Calibración	73
Figura 32: Certificado de Calibración	74
Figura 33: Certificado de Calibración	75
Figura 34: Dron Phantom 4 Pro	77
Figura 35: Planteamiento de Trabajo	78
Figura 36: Cámara de Dron Phantom 4 Pro	78
Figura 37: Plan de Vuelo	79



Figura 38: Estaciones de puntos de apoyo BM	80
Figura 39: Pintado de puntos foto control	80
Figura 40: Levantamiento topográfico con GPS diferencial de los puntos Foto Control	81
Figura 41: Preparación del Dron Phantom 4 pro	81
Figura 42: Vuelo del dron Phantom 4 Pro	82
Figura 43: Fotos para procesar	82
Figura 44: Ortofoto procesada de Mayobamba	83
Figura 45: Ortofoto procesada de la Comunidad de Santa Rosa	84
Figura 46: Ortofoto procesada de la Comunidad de Chonta	84
Figura 47: Ortofoto procesada de la Comunidad de San Antonio	85
Figura 48: Ortofoto procesada de la Comunidad de Santa Cruz	85
Figura 49: Ortofoto procesada de la Comunidad de Tacalla	86
Figura 50: Ortofoto procesada de la Comunidad de Huancaccolcca	86
Figura 51: Ortofoto procesada de la Comunidad de Asabamba	87
Figura 52: Ortofoto procesada cruce con la via nacional inter oceánica	87
Figura 53: Datos del vuelo realizado	88

## RESUMEN EJECUTIVO

En el mundo de la construcción en el ámbito de carreteras sea ido mejorando día a día ya sea en normas, herramientas y materiales con el fin de obtener mejores resultados, en esta tesis se utilizará los drones como herramienta para realizar un mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz.

El proyecto de aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – km 214 a la carretera interoceánica cuya longitud tiene 70km aproximadamente, el camino vecinal se encuentra en el Departamento de Ayacucho, Provincia Lucanas, Distrito de Chipao. El dueño de proyecto es la Municipalidad Distrital de Chipao, el costo de ejecución del proyecto es de s/. 13 206 905.73, el tiempo establecido para la entrega del proyecto en 12 meses (360 días calendario), el personal que participo del proyecto fueron, Ingeniero Residente, Ingeniero de suelos, topógrafo, Asistente de Campo, tres especialista de drones, operario, oficiales y peones, el proyecto consta de la siguiente metodología que se utilizó para la ejecución desde el levantamiento topográfico para la elaboración de planos, colocar los niveles la cantidad de excavación relleno y eliminación de materiales como también colocar el buzón y los alcantarillados, seguido del trazo y replanteo para iniciar las excavaciones y rellenos, continuamos con la nivelación de campo, colocación de cunetas muros entre otros.

Las entidades o empresas consultoras al realizar un levantamiento topográfico con Dron deben considerar el clima, la temperatura y el viento, porque afectan directamente al ejecutar la programación de vuelo del dron.

**Palabras claves:** Drones, camino vecinal y carretera.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo manifestar la capacidad aprendida durante los dos años de asistente de la oficina de división de servicios urbano y rural – DSUR, en el cual desempeñe en el cargo de jefe de oficina de división de servicio urbano rural de la municipalidad distrital de Chipao. Por ello, me enfocare en presentar el proyecto de la aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chinta – Santa Cruz del distrito de Chipao, Lucana.

Al comienzo del proyecto, me vi envuelto en estudiarlo de manera integrada desde planos, especificaciones, técnicas hasta los presupuestos para las futuras valorizaciones. Al ejecutar el proyecto y la supervisión directa del mismo para lograr un avance idóneo. Se pudo apreciar el retraso del levantamiento topográfico y las complicaciones que hubo para acceder a puntos necesarios para el levantamiento por lo que se optó en aplicar drones.

La Municipalidad Distrital de Chipao es un Gobierno Local con un enfoque de promoción del desarrollo, cuya apuesta social es el mejoramiento de las condiciones de vida de miles de familias que habitan en el ámbito del distrito, aplicando soluciones eficaces a los retos que afrontan las comunidades urbanas y rurales menos favorecidas, cuyo objetivo principal es el desarrollo económico y social de la población comprendida en su jurisdicción.

Hace tiempo atrás viene a ser el clamor de los pobladores, transportistas y autoridades del distrito beneficiado con el proyecto, la ruta se encuentra descuidada lleno de baches, zonas angostas y curvas de volteo cerradas, siendo peligroso para el transporte pesado, razón por el cual el costo del pasaje y transporte es alto por la excesiva demora en

el transporte por el mal estado de la ruta quedando los pueblos de esa zona atrasado en todo aspecto (tanto social como económico) por el deterioro de esta vía de comunicación.

La Municipalidad Distrital de Chipao – MDCH, inicia sus labores hace 28 años, en 1993, en concordancia con la Constitución Política del Estado; Ley N°15532 – Ley de Creación de la Municipalidad; Ley 27783 - Ley de Bases de la Descentralización; Ley N°27972 – Ley Orgánica de las Municipalidades; Ley N°27444 – Ley General de Procedimientos Administrativos; encargado de brindar servicios públicos de manera eficiente y oportuno para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

### **Ejes – Líneas Estratégicas**

- **Gobernabilidad, democracia e institucionalidad**

Tiene como objetivo promover la gobernabilidad y la participación ciudadana para la gestión integral de desarrollo, en gestión eficiente y eficaz.

- **Desarrollo urbano y medio ambiental.**

El objetivo corresponde a mejorar y mantener el distrito limpio y saludable, además de reorganizar y mejorar el espacio público, promoviendo un programa integral de vialidad urbana.

- **Desarrollo Humano, Educación, Salud, Empleo Cultura e Identidad Distrital.**

Respecto al desarrollo tiene como objetivo elevar los niveles educativos; promover la prevención y atención primaria de salud; dotar de servicios y equipamiento para mejora de la Cultura y calidad de vida; reducción de la violencia familiar y aumentar la paternidad responsable; desarrollar programas de deportes.

- **Seguridad y solidaridad**

El objetivo institucional es erradicar todo tipo de violencia, así como el abigeato; fortalecer la cultura de la prevención del delito y disminuir los riesgos de incendios y desastres naturales.

### **1.1.Misión**

La Municipalidad Distrital de Chipao, planifica y emprende el desarrollo integral bajo el Marco del Fortalecimiento Institucional a través de la adecuada prestación de servicio y atención de demanda bajo la responsabilidad de un equipo humano, que aplica valores y principios; y garantizan la optimización del uso de recursos.

### **1.2.Visión**

Ser un Gobierno local líder en la Provincia de Lucanas, Municipal competitiva, eficaz y transparente puesto al servicio de la población y del logro del Desarrollo integral a través de un equipo sólido de hombres y mujeres capacitados que muestran principios éticos y valores humanos.

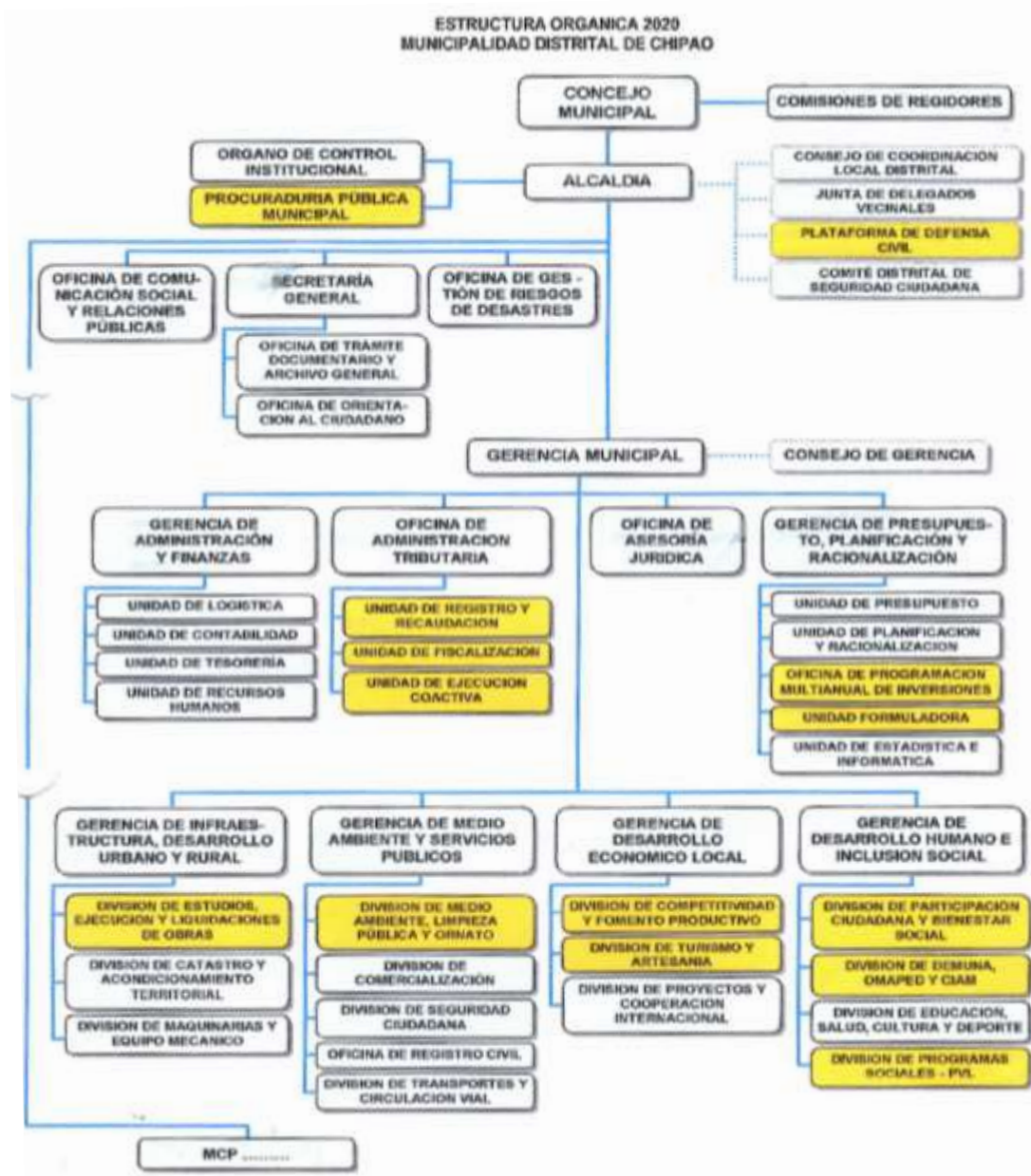


Figura 1: Organigrama 2020 – Municipalidad Distrital de Chipao

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

#### 2.1. Fotogrametría:

Técnica para obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea.



*Figura 2: Fotogrametría.*

*Fuente: Geobax.com*

Los conceptos sobre la **fotogrametría** mediante RPA mencionados por el libro principal donde menciona:

##### 2.1.1. Fotogrametría con RPAS

Herreros (2015) El RPAS (Remotely-Piloted Aircraft System - Dron) “permite medir sobre fotografías con las que se puede determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas. Si se trabaja con una foto se puede obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. Si se trabaja con dos fotos, en la zona común a éstas (zona de

solape), se podrá tener visión estereoscópica, dicho de otro modo, información

tridimensional. Básicamente, es una técnica de medición de coordenadas 3d, que utiliza fotografías u otros sistemas de percepción remota junto con puntos de referencia topográficos sobre el terreno, como medio fundamental para la medición”

## **2.1.2. Procesos de trabajo con RPAS**

### **2.1.2.1. Planificación de vuelo:**

Herreros (2015) menciona “para la ejecución del vuelo fotogramétrico hay que hacer una planificación del mismo de forma que, a partir de una resolución fijada y teniendo en cuenta las características del equipo fotográfico, se determinen altura y velocidad del vuelo, así como tiempos de disparo y distancias entre pasadas para asegurar los recubrimientos fotográficos necesarios para su posterior tratamiento”

### **2.1.2.2. Obtención de datos:**

Herreros (2015) manifiesta que “Las nuevas herramientas tecnológicas permiten obtener datos con una resolución temporal reducida y con una alta resolución espacial, tanto de fotografías como de puntos. El proceso de obtención de los datos pasa a ser desde el proceso de imágenes planas 2d a imágenes en 3d. Para ello se utiliza la técnica de la estereoscopia”

### **2.1.2.3. Proceso de Gabinete:**

Herreros (2015) una vez recogidos los datos se exportan a software especializados capaces de realizar procesamientos fotogramétricos y el posterior tratamiento de estos, creando una nube de puntos con coordenadas x, y, z, un modelo digital del terreno y



composición de una ortoimagen georreferenciada. Existen programas como Photoscan o Pix 4D que se encargan de generar un modelo con el conjunto de los datos obtenidos.

Para procesar los datos, previamente debe de conocerse el sistema de coordenadas que se ha utilizado en el proceso de captación de datos, y de forma muy recomendable la posición de cada una de las fotografías que se incorporen al proceso. Si las coordenadas son locales se deberá configurar previamente el software para no producir deformaciones en los resultados”.

#### **2.1.2.4.Resultados Finales:**

Herreros (2015) describe que “Los resultados se representan en Mapas y Planos en función de la escala a la que se representen, siendo los mapas una interpretación gráfica simplificada de la realidad. Ya se ha indicado que los formatos en los que se puede procesar la información son diversos, desde formato vectorial (puntos, líneas o polígonos), formato ráster u ortoimágenes, todos en ellos en dos dimensiones. Pero también se puede visualizar la información en una tercera dimensión, mediante la creación de modelos 3D. Toda representación gráfica debe ir acompañada de escala, sistemas de coordenadas y leyenda de los elementos que aparecen en el área cartografiada”.

Los resultados finales no son más que el producto o fin de un trabajo fotogramétrico, es decir, con estos datos se pueden foto identificar, darle otro uso en diferentes softwar de ingeniería.

Herreros (2015) “RPA: RPAS (Remotely-Piloted Aircraft, rpA): una aeronave en la que el piloto al mando no está a bordo. RPAS: Sistema de RPAS (Remotely-PilotedAircraft System, RPAS): un conjunto de elementos configurables formado por un

RPA, su estación de pilotaje remoto asociada (RPS – Remote Pilot Station), el sistema requerido de enlace de mando y control y cualquier otro elemento requerido en cualquier punto durante la operación del vuelo”.

Para la realización de esta investigación se consideró la sigla RPAS puesto que sintetiza que es una aeronave con un conjunto de elementos configurables. Cabe mencionar que hay investigaciones que toman como nombre este equipo como Dron o UAV. Existen diversas denominaciones embargo nos basamos al último nombre que se adjudicó cronológicamente y también como esta denominado por la Norma Técnica Complementaria NTC-001-2015. (Dirección General de Aeronáutica Civil, 2015, pág. 2).

También menciona “Drone” denominación del ámbito militar. La etimología de 'drone' viene de dron o dræn, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando. Para efectos de esta NTC se prescinde de esta denominación que en adelante deberá entenderse como RPA. UAV: Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado) Término obsoleto”.

SÁNCHEZ, (2006) menciona sobre la fotogrametría: “En cualquier caso podemos decir que la Fotogrametría es la ciencia que nos permite, a partir de fotografías ya sea aéreas o terrestres, obtener las medidas del objeto fotografiado”. Puntos de Apoyo: Como se ha expuesto anteriormente, en la fase de orientación absoluta se necesitan conocer coordenadas terreno de al menos tres puntos por modelo que sean identificables en la fotografía, los cuales nos servirán para orientar y escalar el modelo y poder obtener coordenadas terreno del resto de los puntos (restitución). La disponibilidad de un cuarto punto en el modelo permite realizar un ajuste mínimo cuadrático y por tanto, podemos tener un control de la precisión”.

SANTAMARÍA (2011) menciona que la “Fotogrametría es la ciencia La

disponibilidad de un cuarto punto en el modelo permite realizar un ajuste mínimo cuadrático y, por tanto, podemos tener un control de la precisión” (p.28 (Sánchez, 2006). por medio de la cual, a partir de fotografías del terreno, se consigue deducir su planta y su alzado, llegando a formar un plano topográfico del mismo. Estas fotografías pueden tomarse desde tierra o desde el aire, dando lugar a la división en dos grandes ramas de la fotogrametría: terrestre y aérea. Puede definirse también la fotogrametría como el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuáles podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo. Levantamiento fotogramétrico es la aplicación de los métodos fotogramétricos a la fotografía. Cuando la fotografía se hace desde el aire con objeto de tomar medidas del terreno, estamos haciendo fotogrametría aérea”.

ZAPATA (2003) menciona que la “Fotogrametría se deriva de las palabras griegas photos que significa ‘luz,’ gramma significa ‘dibujo’ y metron que significa "medida;" o sea medición grafica por medio de luces. La aplicación más conocida de la Fotogrametría es la medición y compilación (recopilación Así de información) de mapas topográficos, complementada por las curvas de nivel, basada en mediciones e información obtenida de fotografías aéreas e imágenes espaciales; la compilación es usualmente realizada por instrumentos ópticos análogos, analíticos y digitales. La Fotogrametría posee varias categorías siendo una de ellas la Estero fotogrametría, en la cual pares de fotografías aéreas con un área en común son observadas, medidas o interpretadas, usando dispositivos de vista estereoscópica, los cuales dan una tercera dimensión del área en común de las fotografías observada, y crea la ilusión que el observador está viendo un modelo de relieve del terreno”.

REJADO (2015) lado que “Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), también conocidos como: Unmanned Aircraft Systems (uAS), Unmanned Aerial Systems (uAS), Unmanned Air Vehicles (uAv) y su variante de menor tamaño y peso como son los Micro Air Vehicles (MAv) o Micro Unmanned Aerial Vehicles ( $\mu$ uAv) o simplemente drones, minidrones o microdrones, como se les denomina coloquialmente según sus dimensiones y peso.

Estas nuevas formas de efectuar vuelos están generando multitud de posturas desde muy diversos sectores, tanto públicos como privados, los cuales conviene analizar para determinar si conviene regularlos, total o parcialmente, y de manera armonizada con la normativa de otros países de la Unión Europea”.

EORDI (2014) “Un dron es una aeronave no tripulada pilotada por control remoto, también se conocen por sus siglas en inglés como RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) o UAV (Unmanned Air Vehicle). La definición jurídica en España la encontramos en el recién modificado Real Decreto 1489/1994, de 1 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa, que dice así: Vehículo aéreo no tripulado: Vehículo aéreo propulsado que no lleva personal como operador a bordo. Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) incluyen solo aquellos vehículos controlables en los tres ejes. Además, un UAV:

- Es capaz de mantenerse en vuelo por medios aerodinámicos.
- Es pilotado de forma remota o incluye un programa de vuelo automático.
- Es reutilizable.

- No está clasificado como un arma guiada o un dispositivo similar de un solo uso diseñado para el lanzamiento de armas”.

AUSTIN (2010) menciona “Así se han acuñado los términos que a continuación se detallan, y que tienen hoy en día una validez y aplicación internacional y casi única en todos los ámbitos.

Estos términos son:

- RPA (Remotely-Piloted Aircraft, RPA): una aeronave en la que el piloto al mando no está a bordo;
- RPAS (Remotely-Piloted Aircraft System, rpAS): un conjunto de elementos configurables formado por un rpA, su estación de pilotaje remoto asociada (rpS –Remote Pilot Station), el sistema requerido de enlace de mando y control y cualquier otro elemento requerido en cualquier punto durante la operación del vuelo.”

## 2.2. Clasificación de aeronaves:

En el diagrama siguiente se indica una posible clasificación simplificada que muestra los principales tipos de aeronaves:

Herreros (2015) menciona que “En el ámbito civil, mucho menos desarrollado que el militar, la situación es la opuesta de acuerdo con la información suministrada por la dirección General de la Aviación civil francesa (dGAc) referida a las autorizaciones otorgadas hasta octubre de 2013” la clasificación de aeronave por tipo es la siguiente:

Es preciso indicar que las aeronaves de ala rotatoria superan en cantidad a los otros tipos siendo el 76% del total.

## 2.2.1. Equipos y materiales

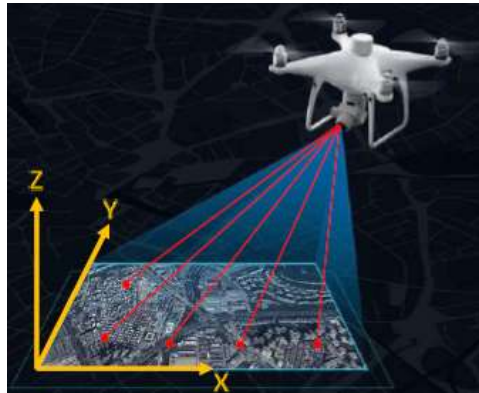
### 2.2.1.1.DRONE DJI PHANTOM 4 PRO:

Para la realización del vuelo se realizó con el **Drone Dji Phantom 4 Pro**. Según Ayala Valdivia, Mak Robert (2018). El nivel de confianza es de 95% lo que nos da como resultado un levantamiento topográfico con drone fiable para trabajar en diferentes proyectos de ingeniería u otros, el tiempo de procesamiento son iguales, en un total de 04 horas de trabajo, tanto en el software para los datos el drone DJI phantom 4 Pro. y el de estación total, que son el Agisoft, PhotoScan y el de AutoCAD 3D, respectivamente.

La investigación nos indica que ambos equipos de topografía, tanto el drone DJI Phantom 4 pro y la estación total, resultan iguales en un levantamiento topográfico con un 95% de confianza estadística, lo que resulta un equipo de drone apropiado para trabajos topográficos en fotogrametría. En el caso de tiempo en un levantamiento topográfico es más conveniente el uso de drone ya que se realiza en menor tiempo, aunque los procesos de obtención de datos sean los mismos. El levantamiento topográfico con drone es más barato y más eficiente en tiempo que con estación total

Este equipo es un RPA de ala fija, Por lo general los despegan, cumplen con una misión y (regresan a su punto de partida) aterrizan de manera Automática. Hay un planificador de misión que, sobre el mapa de GOOGLE, se les traza su ruta, y se proyecta el paso sobre diferentes waypoints para terminar aterrizando en forma Automática o Asistida en el lugar de despegue, u otro seleccionado.

En seguida se muestra gráficamente como es el aterrizaje del Dron:



*Figura 3: Fotogrametría.*

*Fuente: Geobax.com*

**Tabla 1**

*Ficha técnica de RPAS*

FICHA TECNICA		
HARDWARE		
DESCRIPCION		CARACTERISTICAS
Envergadura		96cm (37.8in)
Peso (Incluidas cámara y batería suministrada)		0.69 kg (1.52lb) aprox.
Motor		Silencioso, sin escobillas, eléctrico
Alcance de la conexión de radio		Hasta 3km
Alas desmontables		Si
Cámara (suministrada)*		WX RGB (18.2MP)
Cámaras opcionales		G9X, S110 NIR/RE, Sequoia, thermoMap
SOFTWARE		
DESCRIPCION		CARACTERISTICAS
Planificador de vuelo y software de control (suministro)		eMotion
Software de procesamiento de imágenes (opcional)		Pix 4D mapper Pro
FUNCIONAMIENTO		
DESCRIPCION		CARACTERISTICA
Planificación automática de vuelo 3D		Si
Velocidad de crucero		40 – 90 km/h (11 – 25 m/s o 25–56 mph)
Resistencia de viento		Hasta 45 km/h (12 m/s o 28 mph)
Autonomía máxima de vuelo		50 minutos
Obertura máxima (un solo Vuelo)		12 km2 (4.6 in2)**
Aterrizaje automático		Aterrizaje lineal con precisión de +/- 5m
Manejo de varios drones		Si
Puntos de control terrestre (GCP)		Opcional
Fotografía oblicua		0 a 50°
FUNCIONAMIENTO		
DESCRIPCION		CARACTERISTICA
Distancia de muestreo terrestre (GSP)		Hasta 1,5 m (0.6 in/pix)
Precisión absoluta horizontal / vertical (con GSP)		Hasta 3 cm (1.2 in)/ 5 cm (2 in)
Precisión absoluta horizontal / vertical (sin GCP)		1 – 5 cm (3,3 – 16,4 ft)

*Fuente: Survey Rental & Sales*



*Figura 4: Fotogrametría.*

*Fuente: Linelcon.com.pe*

### **2.2.2. Cámara o Sensor digital**

Estos dispositivos son los ojos del sistema, ya que esto da los datos fotográficos, en su mayor parte entre 12 a 16 megapíxeles. Con una longitud focal de 5 a 25 mm, sin embargo, se utiliza regularmente una longitud focal de 16 mm. Es esencial para la cámara grabar la fotografía rápidamente, mayor 1 segundo.

Dji (2019) “Como todas las cámaras del **Drone Dji Phantom 4 Pro**, este modelo de 20 MP, 1 pulgad CMOS, obturador mecánico, ha sido adaptado para ser controlado por el piloto automático del dron. Obtiene datos de imagen de espectro visible y sus parámetros de exposición se establecen automáticamente”



<b>Características</b>
Resolución 20 MP
Resolución del terreno a 100 m (328 ft) 2.75 cm (1 in)/ píxel
Tamaño del sensor 6.16 x 4.63 mm
Tamaño del píxel 1.26 um

*Figura 5: Características técnicas*

*Fuente: Sensefly.com*



*Figura 6: Cámara.*

*Fuente: dji.com*

### **2.2.2.1.Receptores GNSS (GPS)**

El Receptor GNSS, modelo Zenith35 es un GPS óptimo para los trabajos de colocación de coordenadas para la georreferenciación de zonas de estudio.

GeoMax AG (2016) menciona que el equipo es: “El modelo Zenith35, equipado con tecnología DynDNS, le garantiza el acceso desde cualquier dispositivo conectado a Internet, independientemente de su ubicación, y le permite conectar hasta 10 equipos móviles de forma simultánea mediante GSM. Una vez conectado, ya esté trabajando bajo un denso follaje o requiera los resultados más precisos, con el exclusivo modo ExtraSafe, el Zenith35 se adaptará a sus distintas condiciones de trabajo” (p.02). Para las cumplir las expectativas se utilizaron Dos receptores, el Robert y master.



*Figura 7: Receptores GNSS (GPS).*

*Fuente: topconpositioning.com*

### **2.2.3. Software utilizados.**

#### **2.2.3.1. Agisoft photo Scan**

Este software fue fundado en 2006 como una empresa de investigación innovadora con enfoque en tecnología de visión por computador, tiene gran capacidad en algoritmos de procesamiento de imágenes, con técnicas de fotogrametría digital que establecen la dirección para el desarrollo de herramientas aplicadas. AGISOFT (2017) menciona:

Agisoft PhotoScan es un software de escritorio para procesar imágenes digitales y, mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador, generar una reconstrucción 3D del entorno. Esta edición le permite obtener ortofotos georreferenciadas de alta resolución y modelos digitales de terrenos de con densidad y detalle excepcionales. Si se desea es posible generar la textura fotográfica. Es una potente herramienta topográfica y cartográfica. Todo ello utilizando sistemas de referencia cartográficos estándar” (p.01).



*Figura 8: Post Proceso de ortofotos.*

*Fuente: linelcon.com.pe*

### **2.2.3.2. Auto CAD Civil 3D**

El AutoCAD Civil3D es un esquema extremadamente valioso y necesario para el diseño, del plan urbano, de las calles, de movimiento de tierra, topografía, de la estimación geológica, de la vigilancia, y así otros. AUTODESK (2021). Las herramientas de programación de plan común de AutoCAD Civil 3D utilizan el BIM (Building Information Modeling) y ayudan a simplificar el esquema, el estudio y el uso de los cambios. AutoCAD Civil 3D 2021 ofrece nuevas herramientas capaces de ayudar a mejorar los planes, mejorar la calidad de la ampliación, el diseño detallado, ágil y más eficiente (p.01).

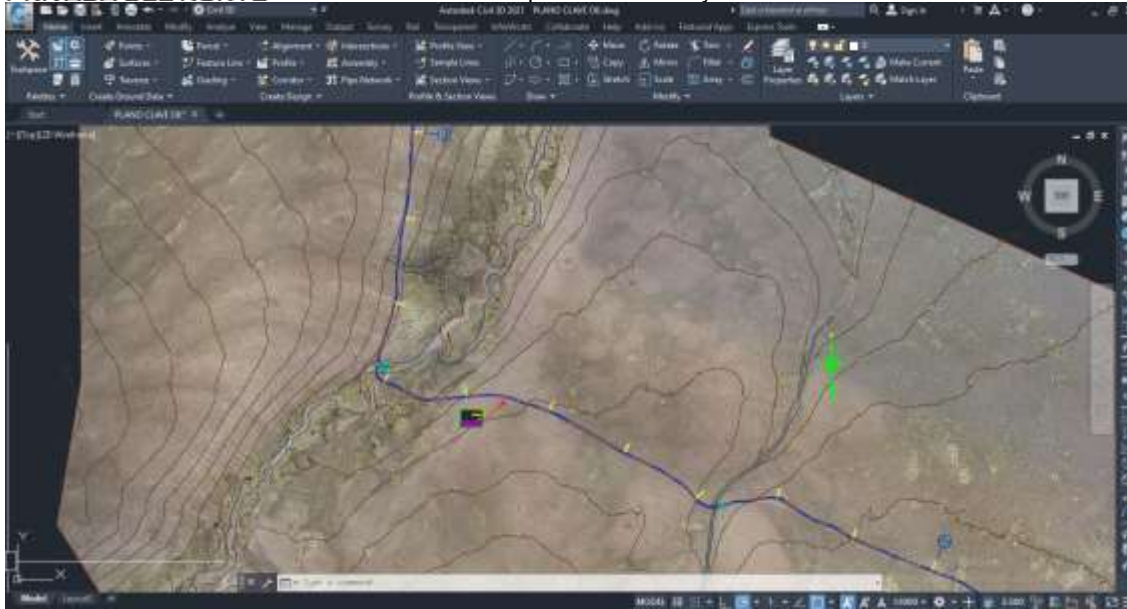


Figura 9: Proceso en Civil 3D.

Fuente: Propia

#### 2.2.4. Global Mapper

Este software es un producto donde se puede descargar de forma masiva MDT de todo el mundo, crear curvas de nivel, crear perfiles, y otros fines. Geographics (2017) Es como una herramienta de administración de información espacial libre y como segmento básico de un SIG de empresa, Global Mapper es básico para cualquiera que trabaje con mapas o información espacial. Soporta más de 250 formatos de datos espaciales Módulo LIDAR opcional para procesamiento en nube de puntos potente Gestión de proyección avanzada utilizando la biblioteca GeoCalc.

- Soporte técnico sin igual y complementario
- Requiere licencia de Geographic Calculator actual” (p.01).

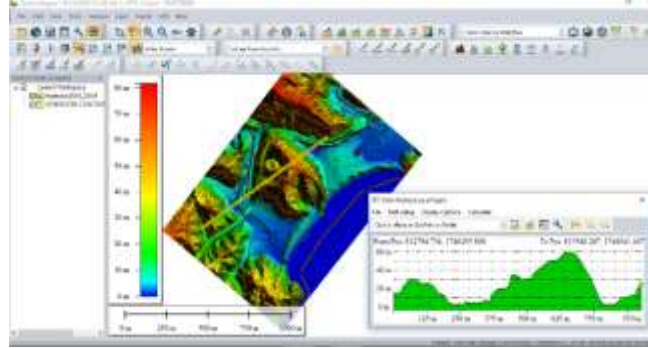


Figura 10: Post Proceso de ortofotos.

Fuente: [linelcon.com.pe](http://linelcon.com.pe)

### 2.2.5. Generación de Curvas de Nivel

La opción crear contornos, nos permite automáticamente y fácil, generar curvas de nivel a partir de modelos de elevación. Así mismo se puede parametrizar la creación de las curvas. La invocación generar contornos permite al cliente crear sin esfuerzo y, en consecuencia, curvas de nivel desde MDT y otros fines. En esencia será para esta investigación.

### 2.3.Efectividad en la Cuantificación

GARCÍA (2011) Es la relación entre eficiencia y eficacia, el índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y eficacia en la producción de un producto en un periodo definido. Efectividad es hacer bien las cosas, obteniendo resultados.

Efectividad = eficiencia x eficacia. (pg. 68)

Cabe mencionar que la efectividad se denomina al límite o personal para lograr un objetivo deseado, que se ha caracterizado de antemano, se denomina viabilidad y para el cual se han enviado actividades clave para lograrlo.

### **2.3.1. Los factores que influyen en la efectividad**

Los factores que influyen en la efectividad tales como eficiencia y eficacia, así mismo influye en los costos, quienes se describen a continuación:

#### **2.3.1.1. Eficiencia**

GARCÍA (2011) Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente, el índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas. Su fórmula es:  $\text{eficiencia} = \frac{\text{insumos programados}}{\text{insumos utilizados}}$ . (pg. 68)

La productividad en la administración alude al uso correcto y la medida mínima de los activos para lograr una meta o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos activos.

#### **2.3.1.2. Eficacia**

GARCÍA (2011) Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener los resultados.  $\text{Eficacia} = \frac{\text{productos logrados}}{\text{meta}}$ . (pg. 68)

La eficacia es la capacidad para lograr el impacto que es normal o anhelado a raíz de la realización de una actividad. Esta idea no debe confundirse con la productividad que alude a la utilización normal de la forma de lograr un objetivo preordenado (es decir, lograr un objetivo con la base de activos accesibles y tiempo).

PÉREZ (1964) mencionan que la efectividad no es más que la evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos trazados al sistema de la calidad, evaluándolos mediante

sus resultados bajo condiciones concretas y reales. Este parámetro expresa de forma cualitativa el grado en que se satisfacen las expectativas del Sistema de la Calidad. La efectividad se expresa como: Efectividad Sistema Calidad = (Objetivos Específicos/ Resultados en condiciones reales) + Satisfacción del cliente. El grado de cumplimiento de los objetivos específicos en función de sus resultados en condiciones reales se puede expresar como la sumatoria de todas las variables independientes empleadas como indicadores del cumplimiento de dichos objetivos:

Objetivos Específicos / Resultados en condiciones reales =  $\sum$  Indicadores del cumplimiento de los objetivos.

Como se puede apreciar todos los indicadores fueron evaluados con el nivel máximo positivo, lo que representa que la Efectividad del Sistema de la Calidad es máximo, por lo que se puede concluir que el Sistema de Aseguramiento de la Calidad aplicado en la Fábrica de Impresos de Seguridad presenta una elevada Efectividad. (pg. 21)

## 2.4. Costos

ORTEGA (2015) menciona Es el rubro, egreso que se sacrifica para lograr un objetivo específico También se mide, como el importe monetario que se debe pagar para adquirir, transformar bienes (elementos del costo) y servicios.

### 2.4.1. Elementos del Costo

También denominados costo de un producto o elementos del producto, son los costos utilizados en la transformación de un producto en una empresa industrial, estos costos son asignados a la mano de obra directa, materia prima directa y los costos indirectos de fabricación, cuyo análisis se lo profundizara en los posteriores capítulos debe pagar para

adquirir, transformar bienes (elementos del costo) y servicios.

A continuación, vamos a mencionar los conceptos necesarios para el uso drones en el campo de procesamiento de imágenes, ya que serán útiles como base fundamental a lo largo de todo el proceso de investigación.

## 2.5.Dron

Diaz (2013) Son aquellos vehículos aéreos que realizan una misión o actividad sin tener tripulación a bordo, ya que el control del mismo se realiza desde la tierra, ya sea por medio de un controlador o de forma autónoma. Los drones, también conocidos como vehículos aéreos no tripulados, hoy en día no solo se utilizan en el sector defensa también son usados en aplicaciones civiles como el caso de la agricultura y el medio ambiente, el desarrollo de esta tecnología ha aumentado exponencialmente en los últimos años en todo el mundo.

En la Figura 11 se hace una comparación entre las aeronaves tripuladas y no tripuladas.

Características	UAV	Avión
Permanencia / autonomía	Media	Baja
Velocidad	Baja	Alta
Alcance	Media	Baja
Penetración	Alta	Alta
Maniobrabilidad	Alta	Media
Precisión	Media	Baja
Capacidad de respuesta	Media	Alta
Previsibilidad	Media	Baja
Autonomía	Media	Baja
Restricción de uso	Alta	Media
Coste de posesión	Alta	Media
Factor humano	Media	Alta
Polivalencia	Alta	Alta

Figura 11: Comparación entre un avión y un vehículo aéreo no tripulado (UAV).

Fuente: C. Diaz, 2013



Un Dron tiene la capacidad de despegar y aterrizar de forma vertical, facilitando la navegación en zonas urbanas como rurales, de la misma manera que lo hace un helicóptero, la diferencia principal es que su estructura está formada por motores que le permiten sostenerse en el aire, el número de motores es correspondiente al número de hélices que presenta el dron.

## **2.6. Software**

En la comunidad Arduino se utiliza un IDE (Entorno de desarrollo integrado) llamado Arduino IDE que permite escribir código y actualizarlo en la tarjeta Arduino. Este software está disponible para Windows, Mac OS y Linux, se puede descargar directamente desde su página oficial. Por otro lado, existe una versión online llamado Arduino Web Editor que te permite guardar tu código remotamente (Arduino Ofic. Software, 2017).

## **2.7. Procesamiento digital de imágenes**

El procesamiento digital de imágenes se realiza desde dos enfoques uno desde el punto de vista del procesamiento de señales donde se considera el dominio de frecuencias y un segundo enfoque en el dominio espacial donde se considera la imagen como una matriz. (N. Hernández, 2004)

### **2.7.1. Conceptos generales**

El procesamiento digital de imágenes tiene como objetivo producir una imagen de mejor calidad a partir de una imagen digital dada, se busca eliminar ruido o elementos que no permitan obtener una imagen aceptable (Hernández, 2004). Es una parte fundamental en la visión artificial ya que a partir de este proceso se busca identificar objetos o segmentarlos.

Etimológicamente, la palabra telemetría es de origen griego “tele” que significa “distancia” y “metría” que expresa “medida”. A la telemetría se le conoce como el sistema que permite la monitorización y /o hacer mediciones de magnitudes físicas o químicas a través de datos que son enviados hacia un punto distante. La telemetría puede realizar comunicación por medios como: Redes de ordenadores, fibra óptica, telefónico, entre otros. Pero principalmente en medios de comunicación inalámbrica. Siendo usada en diversos campos que van desde la agricultura hasta la astrología, entre ellos algunos ejemplos como el automovilismo, a la aviación, medicina, industria del petróleo, biología, ecología y claro porque no mencionar al fin de esta tesis como Catastro urbano, habiendo muchas más sin mencionar. (Y. Bedoya et al., 2013)

- Medio de transmisión en forma de líneas de cable u ondas de radio. Este medio de transmisión puede darse por medios como: Redes de ordenadores o enlaces de fibra óptica, redes de telefonía clásica, comunicación por bluetooth, comunicación por wifi, redes de teléfono móvil o incluso por ondas de radio que es la que usaremos en este proyecto.
- Dispositivos de entrada El dispositivo de entrada se constituye de 2 partes fundamentales que es el sensor, aquel elemento primario donde obtiene las variaciones de estado de las magnitudes físicas. Y el transductor, que es el que se encarga de convertir el valor de temperatura, presión o vibraciones en la señal eléctrica correspondiente, una vez detectada la variable a seguir, como puede ser la velocidad, las revoluciones del motor, la posición de la moto o el estado de las suspensiones.

- Dispositivo de procesamiento de la señal El dispositivo de procesamiento de la señal está compuesto por un servidor remoto encargado de analizar y transformar los datos, según sea conveniente, para posteriormente guardar la información en una base de datos en el ordenador.
- Dispositivos de grabación o visualización de datos Para poder ver los datos se utiliza una herramienta de software que permitirá ver los valores obtenidos en gráficas. (Y. Bedoya et al., 2013)

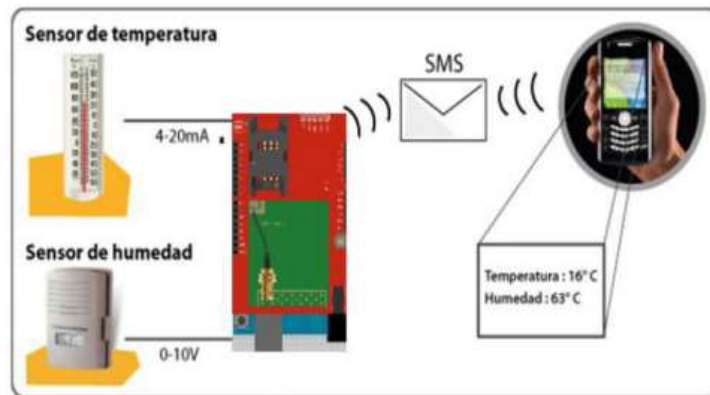


Figura 12: Telemetría por medio de la telefonía celular.

Fuente: Y. Bedoya et al., 2013.

## 2.8.Camino vecinal:

Es una franja de terreno utilizada o dispuesta para caminar o ir de un lugar a otro; en especial la que no está asfaltada, por consiguiente, es un camino más estrecho que una carretera, generalmente sin señalizar y cuyo mantenimiento depende de un ayuntamiento pequeño. Se da el nombre de **caminos vecinales** a los que van de una población a otra, a los que unen una población con cualquier punto de otra vía, a los que se dirigen a centros de colonización, de creación de riquezas, o con propósitos turísticos.

Según, (MTC, Manual de Carreteras, Diseño Geométrico, 2018).

- **Autopista de primera clase:**

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6,000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00m; cada una de las calzadas deben contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Autopista de segunda clase:**

Son carreteras con un IMDA entre 6,000 y 4,001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00m hasta 1.00m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular, cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de primera clase:**

Son carreteras con un IMDA entre 4,000 y 2,001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de segunda clase**

Son carreteras con IMDA entre 2,000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de tercera clase**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh. / Día, con calzada de dos carriles de 3.00m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

- **Trochas carrozables:**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

### 2.8.1. Clasificación según condiciones orográficas:

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado, se clasifican en:

- **Terreno plano:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

- **Terreno ondulado**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

- **Terreno accidentado:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

- **Terreno escarpado:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado. Según, (MTC, Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008)

#### **2.8.1.1. Tipo de obras por ejecutarse.**

El manual es de aplicación para el diseño de proyectos de carreteras no pavimentadas de tierra y afirmadas. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

- **Mantenimiento rutinario**

Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y

están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.

- **Mantenimiento periódico:**

Conjunto de actividades programables cada cierto período que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de desencaminado, perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.

- **Rehabilitación:**

Ejecución de las obras necesarias para devolver a la vía, cuando menos, sus características originales, teniendo en cuenta su nuevo período de servicio.

- **Mejoramiento:**

Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.

- **Nueva construcción:**

Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

### 2.8.1.2. Derecho de vía o faja de dominio.

El Derecho de Vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

Dentro del ámbito del Derecho de Vía, se prohíbe la colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

El ancho mínimo debe considerar la clasificación funcional de la carretera, en concordancia con las especificaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 del MTC del Perú, que fijan las siguientes dimensiones:

Descripción	Ancho mínimo absoluto
Carreteras de la Red Vial Nacional	15m
Carreteras de la Red Vial Departamentales o Regional	15m
Carreteras de la Red Vecinal o Rural	15m

*Figura 13: Ancho mínimo de la carretera.*

*Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Pag.22*

### 2.8.1.3. Características del tránsito.

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en la consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes.

La financiación, la calidad de los terrenos, la disponibilidad de materiales, el costo del derecho de vía, y otros factores tienen una influencia importante en el diseño.



El volumen de tránsito indica la necesidad de la mejora y afecta directamente a las características de diseño geométrico como son el número de carriles, anchos, alineaciones, etc. Conjuntamente con la selección del vehículo de proyecto, se debe tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, obtenida sobre la base de estudio de tráfico y sus proyecciones que consideren el desarrollo futuro de la zona tributaria de la carretera y la utilización que tendrá cada tramo del proyecto vial.

#### **2.8.1.4. Estudio de la demanda de tránsito.**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento.

Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido. El proyectista, para garantizar la consistencia de la velocidad, debe identificar a lo largo de la ruta, tramos homogéneos a los que, por las condiciones topográficas, se les pueda asignar una misma velocidad. Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño, se debe atender a los siguientes criterios:

- La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3,0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4,0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h).
- La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).

No obstante, lo anterior, si debido a un marcado cambio en el tipo de terreno en un corto sector de la ruta, es necesario establecer un tramo con longitud menor a la especificada, la diferencia de su Velocidad de Diseño con la de los tramos adyacentes no

deberá ser mayor de 10 km/h.38 Según, (MTC, Manual de Carreteras, Especificaciones

Técnicas Generales Para la Construcción, 2013).

### **2.8.1.6. Diseño de afirmados.**

El trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas.

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR: 40% mín. (MTC E 132)

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Ingrese a la Municipalidad Distrital de Chipao de manera formal con el contrato de Locación de Servicios, durante el año 2018 - 2019 durante este tiempo desempeñe el cargo de Asistente de la Oficina de División de Servicios Urbano y Rural – DSUR así mismo durante el año 2019 – 2021 vengo desempeñándome en el cargo de Jefe de Oficina de División de Servicio Urbano Rural, de la Municipalidad Distrital de Chipao; teniendo las obligaciones y responsabilidades de Operar los aplicativos del Invierte.pe (Responsable de la Unidad Formuladora, Responsable de la Unidad Ejecutora de Inversiones), realizar las inspecciones de las obras en ejecución, planificar, organizar, ejecutar, supervisar y evaluar los procesos de desarrollo urbano y rural del Distrito, administrar el catastro, realizar habilitaciones y renovación urbana, así como encargado de las obras Municipales de acuerdo a la normatividad vigente, emitir las autorizaciones, certificaciones, concesiones y adquisiciones en el ámbito de mi competencia.

El proyecto de aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación de camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao, Lucanas, Ayacucho. El desarrollo de la programación fue monitoreado por mi persona, desde la recepción del equipo hasta culminar el levantamiento topográfico con drones, lo cual se verifico los tiempos de rendimiento y avance.

Debido a que el equipo con la cual se estaba aplicando brindaba muchas facilidades en la instalación, al margen de las limitaciones que presento el proyecto por medio del trabajo manual y presencial en cada punto se pudo solucionar para poder lograr los objetivos del levantamiento.

El equipo participo en la realización del proyecto del mejoramiento y rehabilitación

del camino vecinal de Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao, estuvo conformado por tres especialistas.

### **Aspectos a considerar para realizar el levantamiento topográfico con drones.**

Para la aplicación de drones se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Clima: Las condiciones climatológicas para desarrollar el levantamiento topográfico con drones, al margen de que la estación fue de invierno fueron óptimas, lo cual fluyo para que el personal de trabajo desarrolle sus actividades con comodidad.
- Lugar: El camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao, es un lugar de bajos recursos económicos, lo cual permite que los pobladores puedan acceder a este tipo de equipos debido a que el costo es menor y acelerara el proyecto para que el comercio no se paralice por mucho tiempo.
- Recurso: El recurso más importante es la realización del proyecto fue el capital humano, seguido de ello el presupuesto para la ejecución, la adquisición del equipo y la producción del rendimiento, para culminar el proyecto en la fecha establecida.
- Economía: El costo de este equipo utilizado para el levantamiento topográfico es accesible para ello se le recomienda como alternativa, porque brinda confort, sostenibilidad, satisfaciendo las necesidades y requerimiento del usuario así mismo reduce el tiempo de ejecución.

El proyecto de aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – km 214 a la carretera

interoceánica cuya longitud tiene 70km aproximadamente, el camino vecinal se encuentra en el Departamento de Ayacucho, Provincia Lucanas, Distrito de Chipao. El dueño de proyecto es la Municipalidad Distrital de Chipao, el costo de ejecución del proyecto es de s/. 13 206 905.73, el tiempo establecido para la entrega del proyecto en 12 meses (360 días calendario), el personal que participo del proyecto fueron, Ingeniero Residente, Ingeniero de suelos, topógrafo, Asistente de Campo, tres especialista de drones, operario, oficiales y peones, el proyecto consta de la siguiente metodología que se utilizó para la ejecución desde el levantamiento topográfico para la elaboración de planos, colocar los niveles la cantidad de excavación relleno y eliminación de materiales como también colocar el buzón y los alcantarillados, seguido del trazo y replanteo para iniciar las excavaciones y rellenos, continuamos con la nivelación de campo, colocación de cunetas muros entre otros.

La organización del equipo de trabajo está basada en el presupuesto el cual es muy importante, así como también la ejecución de la misma, incluyendo la mano de obra y factores que afecten el rendimiento del personal, los elementos principales en la fase de planificación son:

- Programación de ejecución
- Revisión de planos
- Especificaciones técnicas
- Análisis económico del proyecto
- Plan de seguridad

La planificación se transformó en un punto importante al inicio de la realización de la construcción a través de ello se permitió el cumplimiento del tiempo programado y

cronograma de actividades, teniendo en claro la integración del proyecto que le dio un entramado en cada uno de los pasos para la entrega del proyecto terminado a cada integrante del equipo técnico se le definió su finalidad con los objetivos de que se desarrolle acorde con tiempos y recursos para llegar a la conformidad del cliente en cuanto al tiempo de entrega establecido, como también el compromiso del equipo técnico de trabajo.

### **Planeamiento del proyecto.**

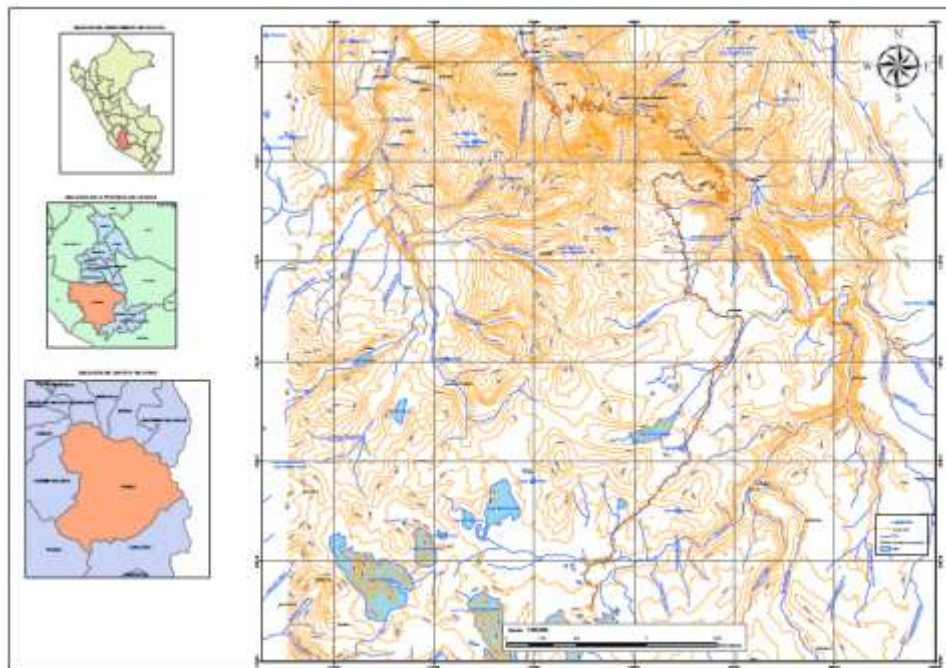
#### **❖ Ubicación del proyecto**

Región : Ayacucho

Provincia : Lucanas

Distrito : Chipao

Localidad : Mayobamba – Santa Rosa - Chonta – Santa Cruz – km. 214.



*Figura 14: Ubicación del proyecto en el mapa cartográfico*

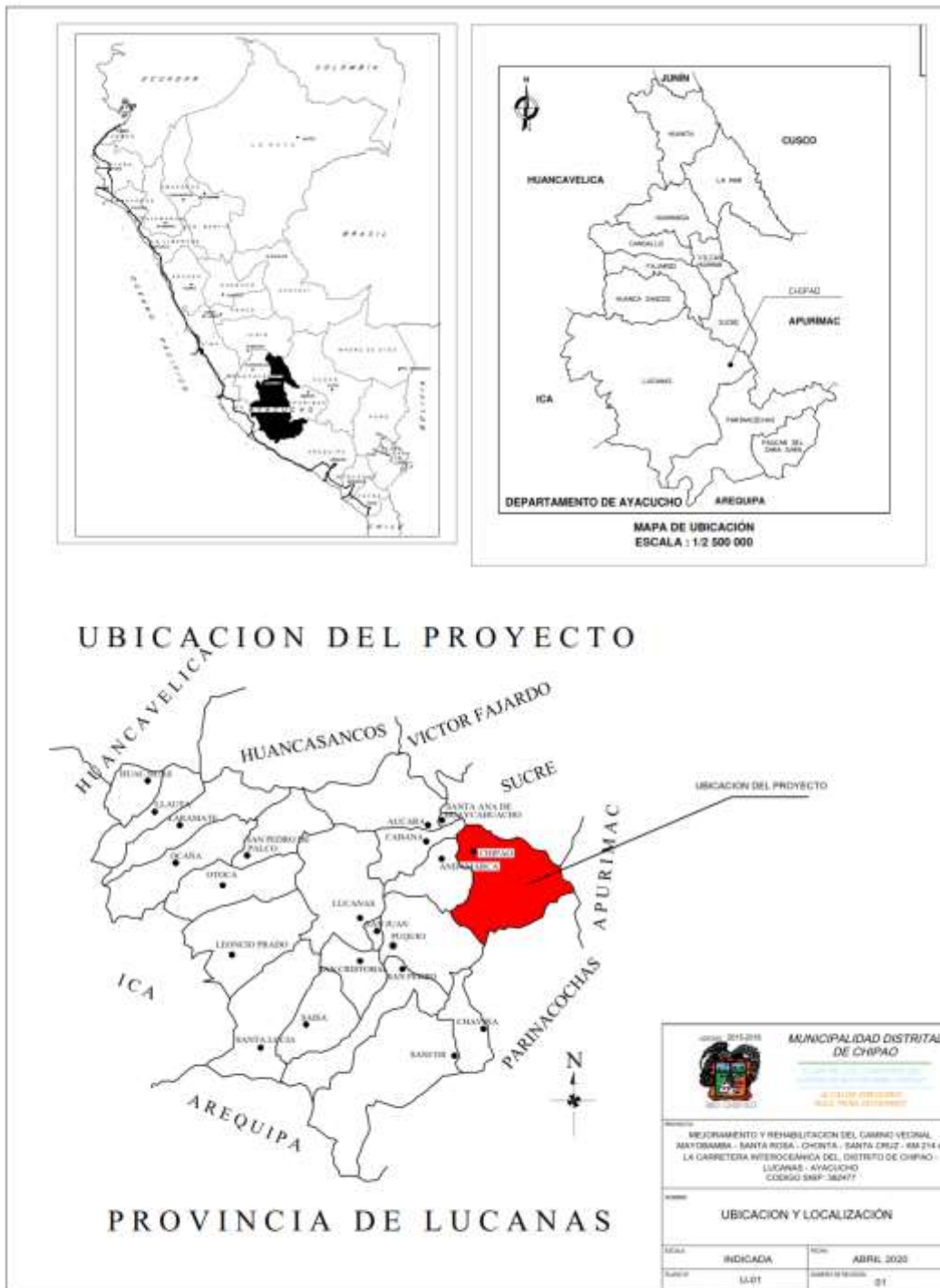


Figura 15: LOCALIZACIÓN (PROVINCIA - DISTRITO) DE LA ZONA DEL PROYECTO



La ubicación del proyecto, se encuentra en jurisdicción del distrito de Chipao el cual se encuentra en la parte sur del Perú, región Ayacucho, provincia de Lucanas, al pie de Ccarhuarazo componente de la micro cuenca del valle de Sondondo. El distrito de Chipao se ubica a 95 km. de la capital de la Provincia de (Puquio), su territorio se extiende en una franja que corre en dirección sureste  $\pm$  noreste, localizadas en las coordenadas geográficas UTM: 18 L 621115.17 E y 8411574.72 N.

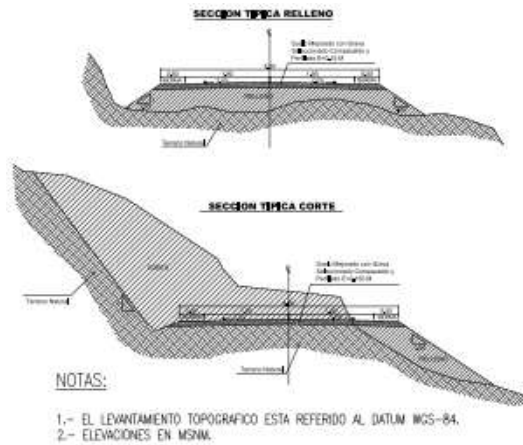
El área de estudio es la zona sur del distrito de Chipao donde se ubican las comunidades afectadas, es decir casi el 80% de la población realiza sus viajes a un mayor tiempo por otras vías alternativas hacia la costa y otras comunidades como la capital de la Provincia que es Puquio ya que la intercomunicación por la vía en estudio se encuentra en pésimas condiciones que genera un mayor costo de Operación vehicular y por ende elevados costos en el pasaje.

#### ❖ **Diseño geométrico**

Se está considerando para el presente estudio las siguientes características técnicas:

- ✓ Categoría : Camino Vecinal
- ✓ Índice Medio Diario : < 15
- ✓ Longitud : 69.14 km.
- ✓ Ancho de calzada : 3.80 m
- ✓ Ancho de berma : 0.50 m
- ✓ Ancho de plataforma : 4.80 m
- ✓ Velocidad directriz : 30 km/hora
- ✓ Plazoleta de cruce : 3.00\*10.00 cada 500 m
- ✓ Pendiente máxima : 12%

- ✓ Pendiente mínima : 0.5%
- ✓ Bombeo : 2.5%
- ✓ Peralte máximo : 6%
- ✓ Radio mínimo : 15.00 ml
- ✓ Cunetas triangulares : 0.50\*0.30
- ✓ Talud de corte : variable



RESPONSABLE DE:	FECHA:	FIRMA:
ELABORADO POR: _____	MARZO 2017	
REVISADO POR: _____	MARZO 2017	
APROBADO POR: _____	MARZO 2017	
 <p>GOBIERNO 2015-2018 <b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHIPAO</b> "CIUDADELA DE LAS CONDICIONES DEL CAMINO DE MAYOBAMBA-CHIPAO" ALCALDE GREGORIO RAUL PEÑA GUTIERREZ</p>		
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL MAYOBAMBA - SANTA ROSA - CHONTA - SANTA CRUZ - KM 214 A LA CARRETERA INTEROCÉANICA DEL DISTRITO DE CHIPAO - LUCANAS - AYACUCHO CODIGO SNIP: 362477		
NOMBRE: <b>SECCIONES TRANSVERSALES            KM 0+000 AL 0+820</b>		
ESCALA:	1:200	FECHA: ENERO 2020
PLANO N°:	ST-001	NÚMERO DE REVISIÓN: 01

Figura 16: Sección de la plataforma.

Una vez tenido la ubicación del proyecto se va a los requerimientos de la población en donde a la fecha los afectados por el problema demoran mucho tiempo en el viaje, asimismo existe una alta disconformidad por los transportistas por lo que en ocasiones incrementan los pasajes ya que el costo de mantenimiento vehicular es alto por las inadecuadas condiciones de dicha carretera, y este incremento de alguna manera genera malestar en la población y asimismo merma los ingresos ya que el ámbito de influencia es uno de los pueblos más pobres de la región.

Y se llega a una conclusión de que mientras mas tiempo se demore el proyecto más pérdida económica tendrá la población, por otro lado, la accesibilidad a algunos puntos del tramo que se mejorara y rehabilitara esta en condiciones riesgosas para poder hacer un levantamiento topográfico, las dificultades y las demoras para el traslado de la producción, trae consecuencias como la baja rentabilidad de los productos y por ende el bajo nivel de vida socio económico de la población; otro de las dificultades que se suscita es el acceso de la población hacia los servicios que brinda el estado como salud, educación, etc.

El proyecto surge de la necesidad de revertir el retraso socioeconómico de muchas comunidades ubicadas en este tramo que son parte potencial en el desarrollo del distrito de Chipao y su área de influencia, las otras comunidades que se benefician indirectamente con el proyecto, que tienen la necesidad de la integración social y económica con los mercados locales y regionales para comercializar sus productos y elevar el nivel de desarrollo comercial y social. Con este proyecto se beneficiarán también a varios pueblos, anexos y caseríos que existen dentro de la zona de influencia.

El perfil fue declarado viable el 06/04/2017 y código SNIP 382477; con lo cual se elabora el presente expediente técnico.

Se está proyectando para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Mayobamba, alcantarillas, bandenes de concreto, puentes, señalización, postes de luz, cunetas etc. Para poder garantizar el buen funcionamiento del camino vecinal.

### **Obras de Ampliación y Mejoramiento:**

Para el funcionamiento del sistema proyectado, se deberá hacer lo siguiente:

- Colocar las alcantarillas TMC Ø 36” 95 unidades Concreto  $f_c=175 \text{ Kg/Cm}^2$ , con emboquillado de concreto a las salida e ingreso.
- Ubicar los Badenes de Concreto  $f_c=175 \text{ Kg/Cm}^2 +30\%$  pm con muros en el lugar correspondiente.
- Realizar la colocación de los puentes  $L=8\text{m}$  , con estribos de Concreto  $f_c=175 \text{ Kg/Cm}^2 +30\%$  y losa Concreto  $f_c=210 \text{ Kg/Cm}^2$  con barandas metálicas en los lugares ya predestinados.
- Ubicar las señales preventivas, señales informativas, señales reguladoras, postes kilométricos y las cunetas triangulares de  $b=0.50 \text{ m}$  x  $h=0.30 \text{ m}$  en los lugares correspondientes ya previamente destinados.

El sistema de aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal nos permite evaluar los siguientes ítems:

- Obtener información aérea en tiempo real para el diseño de vías, autopistas, puentes y en general obra civil.

- Ahorro de vehículos aéreos de mayor magnitud que eran los que antes hacían estas labores, y también el riesgo que suponía para el piloto.
- Obtención de imágenes más precisas sobre el estado de la obra.
- La reducción de riesgos laborales ante cualquier elemento peligroso que no se haya detectado aún.
- La inmediatez es otro de los beneficios más evidentes. El uso de herramientas de gestión online permite acceder a los resultados y operar sobre ellos horas después de haber completado el vuelo
- Acceso a zonas peligrosas o difíciles de inspeccionar, sin poner en riesgo la salud física de los operarios.
- Capacidad de exhibir a los clientes un informe de estado y avance de obra con tomas fotográficas generales y de calidad.
- Realizar levantamientos topográficos y hacer modelos digitales de terrenos precisos, con cualquier relieve. Para calcular los volúmenes y los movimientos de las tierras.
- Genera importantes ahorros en costos, tanto en la planificación de obras de gran tamaño al hacer estudios de terreno, como en el monitoreo del proceso y la información precisa para la toma decisiones durante todo el proyecto.
- Reducción significativa de los riesgos laborales por la detección de peligros ante el análisis de las imágenes.

## ❖ Software y correcciones para el Dron

Para tener un buen levantamiento topográfico con dron se debe de verificar los siguientes puntos:

- La cámara del dron a utilizar debe ser de buena calidad, debido a que la calidad del trabajo y la relación área y tiempo depende 100% de esta.
- De ser posible, hay que conseguir un dron que tenga una batería de larga duración.  
Recuerda que un dron puede hacer diversos vuelos, siempre y cuando tengamos varias baterías para seguir realizando vuelos.

## PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

A continuación se describe el proceso de trabajo realizado :

### • CONTROL TOPOGRÁFICO HORIZONTAL – POLIGONAL PRINCIPAL

La finalidad del Establecimiento del Control Topográfico Horizontal, es establecer Líneas Bases con coordenadas conocidas y de alta precisión, las cuales permitan iniciar cualquier levantamiento topográfico o establecer poligonales de Apoyo Secundarias, dentro del Área de Trabajo.

El Control Horizontal Básico fue constituido por una Red de Puntos Geodésicos Mediante equipos de GPS de doble frecuencia teniendo como base el Punto Geodésico de Orden “0”: AY03, del Instituto Geográfico Nacional del Perú, ubicado en la provincia de Huanca Sancos, cuyos valores de coordenadas y elevación, se muestran en el cuadro siguiente:

**Tabla 2**

*Coordenadas UTM*

<b>COORDENADAS UTM - Zona 18 South</b>				
<b>Nro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	AY03	8,461,075.752	571,909.491	3,429.087

**Tabla 3**

*Coordenadas Geográficas*

<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>				
<b>Nro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura Elipsoidal</b>
1	AY03	S13°55'10.21061"	O74°20'03.69206"	3,467.643

La ficha técnica del Punto AY03, proporcionada por el IGN, se encuentra en el Capítulo 4 del presente estudio.

El procedimiento para establecer los Puntos de Control Horizontal, se muestra a continuación:

- ✓ Planeamiento del Control Horizontal en Gabinete.
- ✓ Reconocimiento de Campo.
- ✓ Definición y monumentación.
- ✓ Captura de Datos del satélite mediante un lapso de 1:15 h en promedio.
- ✓ Post-proceso de la información captada, mediante el método estático.

- ✓ Elaboración de las fichas de los puntos de control.

- **Planeamiento del Control Horizontal**

Con la ayuda de planos referenciales e imágenes satelitales obtenidas de Google Earth, se eligió la ubicación más conveniente para establecer los Puntos, tomando en consideración que los Puntos GPS se encuentren en zonas elevadas, presenten libre visión de la zona del proyecto y no se encuentren debajo de líneas de transmisión

### **Reconocimiento de Campo**

Luego de realizar el Planeamiento del Control Horizontal se realizó el reconocimiento de las ubicaciones de cada uno de los Puntos Geodésicos, observando la conveniencia de la ubicación escogida. En caso de no cumplir con requisitos de visibilidad se realizó la reubicación del Punto. Finalmente se realizó un croquis aproximado de la ubicación del Punto y se hizo una breve descripción del Lugar.

### **Definición y Monumentación**

Una vez definido la ubicación de los Puntos se procedió a monumentar 33 Hitos de concreto respectivamente que son para el control Horizontal – poligonal principal, los cuales fueron distribuidos a lo largo del Proyecto en estudio a cada 5 km.

La Puntos establecidos para el Control Horizontal Básico son los siguientes:



**Tabla 4**

*Control horizontal*

Nro.	Nombre
1	AYA06023
2	AYA06024
3	AYA06025
4	AYA06026
5	AYA06027
6	AYA06028
7	AYA06029

La Puntos establecidos para el Control Horizontal Básico son los siguientes:

**Tabla 5**

*Control Horizontal*

Nro.	Nombre	Nro.	Nombre
1	GPS01	14	GPS14
2	GPS02	15	GPS15
3	GPS03	16	GPS16
4	GPS04	17	GPS17
5	GPS05	18	GPS18
6	GPS06	19	GPS19
7	GPS07	20	GPS20
8	GPS08	21	GPS21
9	GPS09	22	GPS22
10	GPS10	23	GPS23
11	GPS11	24	GPS24
12	GPS12	25	GPS25
13	GPS13	26	GPS26

Los Hitos de concreto para certificación llevan incrustado una placa de bronce de 5.0 cm.

de diámetro, grabado con la descripción de cada punto, colocando el Prefijo “GPS”-N,

donde “N” representa la numeración correlativa de los puntos establecidos para el

proyecto. Los hitos de concreto monumentados se pueden apreciar en las siguientes

Fotografías:



*Figura 17: Placas de puntos geodésicos*

*Fuente: Propia*

Los Hitos de concreto para control Horizontal – poligonal principal llevan fierro de diámetro ½ pulg. Denominados como GPS y están ubicados a cada 5 km. Los hitos de concreto monumentados se pueden apreciar en las siguientes Fotografías:



*Figura 18: Monumentación para puntos geodésicos*

*Fuente: Propia*

Todos los Puntos establecidos entre los dos, con una distancia de separación no mayor a 300 metros.



*Figura 19: Distribución de puntos geodésicos.*

La siguiente figura muestra la distribución de los puntos de control Horizontal dentro del área de Trabajo:

Para el control Horizontal, se utilizó el método Diferencial o Estático, el cual consiste en colocar un equipo GPS Master (BASE), en el Punto Geodésico con coordenadas conocidas, para este proyecto se utilizó el punto: **AY03**, del Instituto Geográfico Nacional del Perú, ubicado en Huanca Sancos – Ayacucho.

A partir del punto Base, se enlazaron 07 puntos de control, ubicados estratégicamente en la zona del proyecto.

A partir del punto BASE de Orden “A” denominado **AY03**, se procedió colocar el punto BASE **Geodésico de Orden B** denominado **AYA06023** para luego enlazarlos para todos los puntos denominados GPS (Base) que están ubicados estratégicamente en la zona del proyecto a cada 5 km.

En este proyecto, se usaron 05 receptores Diferenciales GPS L1/L2, para tener lecturas simultaneas, y realizar una triangulación geodésica, para asegurar la calidad de la información. Los receptores GPS diferenciales (Base y Rover), recibieron las ondas de radio emitidas por los satélites simultáneamente.

Los parámetros de medición, utilizados para este trabajo fueron los siguientes:

Sistema	Estático Diferencial GPS
Equipos	02 GPS Base y 03 GPS Rover
Frecuencias	L1, L2
Tiempo	01:15hrs. Continuas, de toma de información.
Nro Satélites	4 satélites como mínimo. 3 para la posición y 1 para la altura
Intervalo de grabación	Cada 10 segundos
Mascara de elevación	10 grados
Dilución	PDOP menor a 6, para considerar buena la información

*Figura 20: Parámetros de Medición*

### **Elaboración de las fichas de los puntos de control.**

Luego de obtener los valores finales de las coordenadas de cada Puntos Geodésico, se elaboraron las Fichas Técnicas de cada punto.

Las Fichas técnicas de los puntos de control establecidos, se muestran en el Anexo 5.

#### **1.1. CONTROL TOPOGRÁFICO VERTICAL**

Para el Control Vertical, se ha utilizado como cota de referencia base, el valor de la altura geoidal del Punto “AYA06023”, cuya relación se presenta a continuación:

N°	Nombre	UBICACIÓN REFERENCIAL	COTA
1	<b>AYA06023</b>	Se encuentra ubicado en el distrito de Chipao, frente al centro de Salud en la plaza de toros del lugar en mención.	3426.529

*Figura 21: Ubicación referencial*



*Figura 22: Nivelación Geométrica desde el BM = GPS-4*

## **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (RTK)**

Los trabajos de topografía que han sido desarrollados para este estudio han tenido en consideración lo establecido por el Contratista; logrando obtener una base cartográfica confiable que permita proponer el mejor diseño vial, que pueda estar acorde con los alineamientos existentes de la vía, límites de propiedad, derecho de vía, accesos, de tal forma de armonizar las diferentes soluciones con el trazo definitivo.

A continuación, se listan todas las actividades realizadas durante el Levantamiento Topográfico:

1. Análisis de los Puntos de Base de Levantamiento, llámese Puntos GPS.
2. Seccionamiento de la Carretera Central, cada 20 m. en tramo tangencial, y 10 m. en curvas
3. Relleno Topográfico utilizando el método de radiación
4. Elaboración en Gabinete del Modelo Digital del terreno y de la planimetría

5. Formateo de la Información y Elaboración del Informe del presente Estudio.

### **Coordenadas Topográficas**

Previamente a la ejecución del Levantamiento Topográfico, todas las coordenadas UTM de los vértices de la Poligonal Geodésica, se han transformado a coordenadas topográficas, utilizando los factores de Escala obtenidos para cada Punto.

El Punto Base de referencia para realizar la transformación a coordenadas topográficas fue el Punto **GPS-AYA06023**, de modo que para este punto las coordenadas UTM y las coordenadas topográficas son los mismos valores.

### **Seccionamiento y Relleno Topográfico**

Tomando como base los puntos de la Poligonal Geodésica se realizó el seccionamiento cada 20 metros para tramos en tangente y cada 10 metros para tramos en curva obteniendo información del área de influencia del proyecto.

Es preciso mencionar que la separación promedio entre puntos GPS es orden de los 250 metros aproximadamente. Pero el levantamiento se hizo con equipo diferencial GPS (RTK). En algunos sectores principalmente en taludes pronunciados e inaccesibles se realizó sin algún inconveniente las radiaciones ya que el radio que abarca el equipo está dentro de los 10 km, en lo planimétrico como altimétrico la precisión es relativo.

Luego de realizar el seccionamiento se procedió a levantar todos los detalles existentes, incluyendo cotas, veredas, líneas de fachada, señales de tránsito, postes, espejo de agua, etc.

La data del levantamiento topográfico ha sido procesada mediante software especializado de Topografía: AutoCAD Civil 3D.

Para la elaboración de la altimetría, se han generado curvas de nivel con un espaciamiento de 0.50 m, la cual se basó un Modelo Digital del terreno elaborado en base a una red de Triángulos, la que a su vez se encuentra basada en la data de los puntos de levantamiento topográfico.

Para la elaboración de la planimetría se ha dibujado todos los detalles de la zona urbana a nivel de predios existentes y particularidades de la superficie del terreno, tales como: vías existentes, cursos de agua, canales, muros, cercos, torres, postes, edificaciones, viviendas, veredas, líneas de fachada, conductos de agua, etc; las cuales están debidamente representados mediante una simbología adecuada que se adjunta como leyenda en cada plano en planta presentado.

Los planos en planta han sido formateados en láminas DIN A1 y a escala 1:500 con indicación de los ejes coordenados, señalando los valores Topográficos del Norte y Este de cada retícula del sistema coordenado, colocando la distancia entre ejes coordenados de 100 metros.

Así mismo en los planos en planta ha sido incluida la Toponimia correspondiente a los nombres de lagunas, y lugares importantes próximos al eje de la ruta.



## DOCUMENTACIONES OFICIALES DEL IGN UTILIZADAS PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS PERMANENTE**

**0. FORMULARIO**

<b>Preparado por</b>	Centro de Procesamiento Geodésico
<b>Creado</b>	14 de enero de 2019
<b>Actualizado</b>	

**1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS**


<b>Nombre de la estación</b>	Huancasancos
<b>Código de identificación</b>	AY03
<b>Código internacional</b>	
<b>Inscripción del monumento</b>	Sin inscripción
<b>Área a cargo del mantenimiento</b>	Centro de Procesamiento Geodésico
<b>Orden de la estación</b>	0
<b>Información adicional</b>	Esta estación forma parte de la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Centro de Procesamiento Geodésico, Dirección de Geodesia, Dirección General de Cartografía del Instituto Geográfico Nacional.

**2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN**

<b>Distrito</b>	Huancasancos
<b>Provincia</b>	Huancasancos
<b>Departamento</b>	Ayacucho
<b>Información sobre el monumento</b>	La antena del receptor está instalada en un monumento de concreto de 2.50 m de alto y 25 cm x 25 cm de ancho, de color blanco, prolongada desde una columna del segundo piso de la Municipalidad Provincial de Huancasancos.
<b>Información del receptor</b>	El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada en la pared, de la Oficina de Catastro Urbano la mencionada Municipalidad.

Figura 23: Formulario IGN

Fuente Propia



## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

### CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



**3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN**

Sistema de referencia: GRS80/ WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
-------------------------------------	-------------------------------

**3.1. GEODÉSICAS**

<b>Latitud (S)</b>	<b>Longitud (O)</b>
13° 55' 10.21061"	74° 20' 03.69206"
<b>Altura Elipsoidal (m)</b>	<b>Factor de escala combinado</b>
3467.6433	0.999663958



**3.2. CARTESIANAS**

<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
1672902.7267	-5965270.5971	-1525172.9316

**3.3. UTM**

<b>Norte (m)</b>	<b>Este (m)</b>
8461075.7517	571909.4905
<b>Zona: 18 Sur</b>	

**4. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN**

<p><b>CROQUIS</b></p> 	<p><b>VISTA DEL MONUMENTO</b></p> 
---	--





Figura 24: Formulario IGN

Fuente Propia


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**


**5. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS**

**5.1. RECEPTOR**

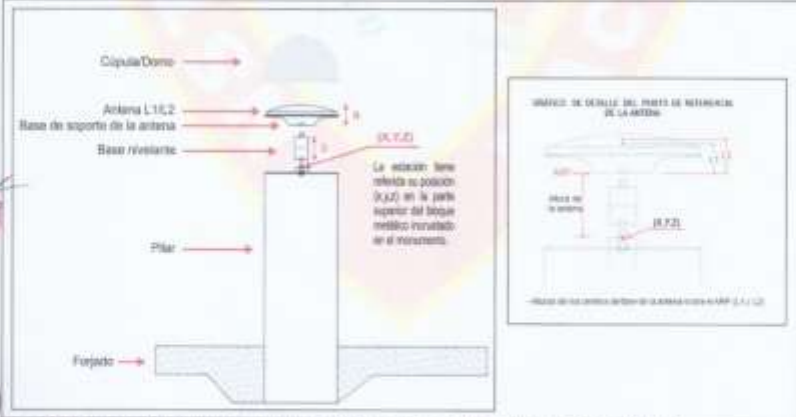
Tipo	Trimble NET R9
Nº de serie	5427R4029
Versión del firmware	5.10
Fecha de instalación	Setiembre de 2015

**5.2. ANTENA**

Tipo	Antena Zephyr Geodetic 2
Nº de serie	5000118445
Cubierta protectora	Con domo (TZGD)
Altura (m)	0.0750
Medición de la antena	Base de soporte de la antena (Punto de referencia de la antena - ARP)
Fecha de instalación	Setiembre de 2015

**ESQUEMA DE LA ANTENA**

**6.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA**



<b>a = 8.54 cm</b>	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
<b>b = 7.50 cm</b>	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

Figura 25: Formulario IGN

Fuente Propia



## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

### CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



**6.2. ESQUEMA DE LA ANTENA**



DIMENSIONES		DESCRIPCIÓN
A	2004 f1	0.54 cm
B	00907 f1	0.89 cm
C	9571 f1	10.98 cm



ZEPHYRUS ZEPHYRUS 2  
 ANTENA (Mód. / TRIMBLE)  
 DIAGRAMA DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA ANTENA  
 EL CENTRO DE MASA NOMINAL ES EL NIVEL DE REFERENCIA PARA LAS CORRECCIONES DE FASE DE LA ANTENA TRIMBLE.

**INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO**

<b>Observables</b>	L1, L2, C1, P2
<b>Intervalo de registro</b>	5 seg.
<b>Mascara de elevación</b>	5°
<b>Archivo diario</b>	Si
<b>Formato de archivo nativo</b>	*.T02, *.dat
<b>Periodo de toma de datos para el procesamiento</b>	15 al 28 de noviembre de 2015
<b>Tipo de órbita (Efemérides)</b>	Efemérides precisas
<b>Formato de archivo procesado</b>	Rinex V2.11
<b>Software utilizado</b>	Gamit/Globk V 10.6
<b>Autor</b>	Fis. Mario César Mendoza del Aguila
<b>Revisado por</b>	Cap. José Ramón Chire Chira

**8. CONTACTOS**

<b>Oficina</b>	Centro de Procesamiento Geodésico
<b>Dirección</b>	Av. Aramburú 1190 Surquillo, Lima 34, Perú
<b>Teléfono</b>	4753030 / 4759960
<b>Correo</b>	cpg@ign.gob.pe



Figura 26: Formulario IGN

Fuente Propia

## Especificaciones técnicas.

### Certificados de Calibración de Receptor GPS DIFERENCIAL (RTK)

#### Líder en Tecnología de Posicionamiento...

Su distribuidor autorizado Topcon tiene la respuesta para todas sus necesidades de precisión. Si usted busca control de precisión GPS+ para trabajos de topografía e ingeniería o trazado y supervisión de obra, su distribuidor local Topcon ofrece la gama más amplia de productos para conseguir velocidad y precisión en sus trabajos.

Y no olvide, Topcon también ofrece los sistemas de control de maquinaria GPS+ más fáciles de usar del mercado. Capaces de trabajar como dispositivo de guía o como controladores de maquinaria totalmente automático, Topcon ofrece sistemas para automatizar su motoniveladora, pavimentadora, fresadora, topadora, excavadora, o pala de arrastre.

Hay sólo una empresa que le ofrece todos los instrumentos de posicionamiento satelital para mantener competitivo en el mercado de hoy. Estos instrumentos están sólo disponibles en su distribuidor local.

#### Líder en Satisfacción del Cliente...

Para asegurar que su sistema Topcon funciona al máximo de su capacidad, su distribuidor local Topcon ofrece un servicio técnico entrenado y certificado por el fabricante.

#### Sucursales en todo el mundo

TOPCON CORPORATION  
75-1 Hsaurune-cho, Itabashi-Ku Tokyo 174-8680, Japan  
Phone: 3-3559-0521 Fax: 3-3562-0214 www.topcon.co.jp

Topcon Europe Positioning B.V.  
Eerstebaan 11, 2908 LJ Capelle aan den IJp THE NETHERLANDS Phone:  
0164585277 Fax: 0164585045 www.topcon-europe.com

Topcon Corporation Beijing Office  
Block A No.3, Kangding Street, Beijing Economic  
Technological Development Area, Beijing 100076 CHINA Tel:  
+86-10-6780-2739 Fax: +86-10-6780-2730



Topcon Positioning Systems, Inc.  
7400 National Drive  
Livermore, CA 94550  
www.topconpositioning.com

Specifications subject to change without notice  
©2005 Topcon Corporation All rights reserved  
P/N: 7010-0755 Rev. A Printed in U.S.A. 07/05

#### Características Técnicas

<b>SEGUIMIENTO</b>	
Número de canales	72 canales Universales
Señales:	
GPS	L1, L2, & L5 portadora, CA, L1 P, L2 P, L2C
GLONASS	L1, L2, & L5 portadora, L1CA, L2CA, L1 P, L2 P
GALILEO	E2-L1-E1, E5
<b>WAAS/EGNOS</b>	
Antena	SI
	Integrada Micro-Centrada
<b>COMUNICACIÓN</b>	
RTK/cinemático	H: 10mm+1ppm V: 15mm+1ppm
Post proceso Estático	H: 3mm+0.5ppm V: 5mm+0.5ppm
<b>COMUNICACIÓN</b>	
Radio	UHF Digital Integrada Tx/Rx
Radio Base	1 Watt
Comunicación por celular	Integrada vía tarjeta SIM, GSM/GPRS
Comunicación sin cables	Bluetooth integrado version 1.2
<b>DATA &amp; MEMORIA</b>	
Memoria	Interna, Tarjeta SD extraíble
Readquisición	1 – 20Hz Regulable
Salida Datos RTK	TPS, RTCM SC104, CMR, CMR+
Salida ASCII	NMEA 0183 versión 3.0
Control & Display	Computadora Móvil
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	
Envoltura	Carcasa de aluminio
Temperatura de trabajo	-40 a 60 °C
Especificaciones ambientales	IP66 resistente al agua y al polvo
Resistencia	Resiste caídas desde 2 metros

#### Líder en Tecnología de Posicionamiento...



Topcon Positioning Systems es el líder mundial en desarrollo y fabricación de equipos de posicionamiento de precisión y ofrece la selección más amplia en sistemas GPS de precisión innovadores, láser, estaciones totales, y equipos de control de maquinaria.



Desde proyectos de construcción en campo abierto a trabajos de topografía general, y de movimiento de suelos a proyectos en ciudad, Topcon Positioning Systems provee tecnología innovadora que decididamente proporciona competitividad al usuario final.



De reconocido prestigio en el sector, el departamento de Investigación y Desarrollo de Topcon ha enfocado su evolución en armar una serie tecnologías integradas de posicionamiento y automatización de maquinaria para adaptarse a las demandas de la construcción, la topografía, la agricultura y la supervisión y control de obras, en continuo cambio y en todo el mundo.



902 468 704  
www.latecnica.co  
comercial@late

Figura 27: Ficha técnica GPS Diferencia

**GR-3**

 **TOPCON**



## RECEPTOR GNSS GR 3



**TOPCON presenta la Última Tecnología GPS+**

- Seguimiento Satélites G3 (GPS, Glonass, Galileo)
- Diseño Avanzado
- Tecnología Inalámbrica Bluetooth
- 72 Canales de Seguimiento Universales
- Comunicación Opcional Interna GSM/GPRS Celular



m  
:cnica.com

*Figura 28: Ficha técnica GPS Diferencia*

## TOPCON HOY...

Topcon está orgulloso ser el líder mundial en tecnología de sistemas de posicionamiento satelital. Desde nuestro liderazgo en constelación dual (GPS+GLONASS), presentamos ahora la siguiente generación de tecnología en posicionamiento satelital G3.

G3 es la primera tecnología en combinar los tres sistemas de posicionamiento satelital - GPS, GLONASS, y el sistema europeo Galileo. ¡Además de la adición del sistema de Galileo a la tecnología líder de la industria GPS+GLONASS de Topcon, la nueva tecnología de chip G3 incorpora toda la modernización de señal planificada de los sistemas GPS y GLONASS, representando un sistema diseñado para rastrear todas las señales de satélite de posicionamiento disponibles, ahora o en el futuro!

La nueva tecnología G3 de Topcon asegura a nuestros usuarios un sistema en el que invierten dinero hoy y que todavía será totalmente operacional en el futuro, eliminando la necesidad de comprar un nuevo receptor, pues las nuevas señales vienen de serie. Sólo Topcon ofrece la Tecnología de Posicionamiento Universal del nuevo sistema de receptor G3, demostrando el claro liderazgo tecnológico.

Solamente imagínese combinar todo el poder de la tecnología de posicionamiento del nuevo G3 en un receptor pequeño y diseñado para su uso en campo. El nuevo receptor Topcon GR-3 representa la siguiente generación de sistemas de diseño avanzado y la tecnología de posicionamiento de Topcon, y realmente pone las nuevas reglas de funcionamiento, exactitud, y el diseño innovador.

Ofreciendo características avanzadas no encontradas en otros receptores, el diseño GR-3 es moderno y proporciona la flexibilidad y facilidad de uso que usted exige. La tecnología Bluetooth proporciona al usuario de GR-3 las ventajas de un sistema completamente libre de cables, gestionado por una controladora de campo con Windows CE, y de acabado robusto, diseñado para resistir cualquier tipo de trabajo.

¡GR-3 de Topcon con su Rastreo de Señal Universal y características de diseño avanzadas, es realmente un receptor revolucionario, lejos delante de cualquier otra tecnología de receptor disponible!

¡Bienvenidos a la próxima generación de tecnología en posicionamiento satelital!



## Nuevo Topcon GR-3 representa la próxima generación en tecnología de receptores GPS



### Tecnología de seguimiento G3

- 72 canales Universales admiten todas las señales de posicionamiento satelital actuales y futuras
- Todas las señales del sistema GPS
- Todas las señales del sistema Glonass
- Todas las señales del sistema Galileo



### Sistema de Diseño Avanzado

- Baterías intercambiables
- Li-ION recargables o alcalinas
- Diseño totalmente sin cables
- Sistema de Montaje Rápido



### Memoria & Comunicación

- Acceso fácil tarjetas SD y SIM
- Radio 915 MHz Spread Spectrum
- GSI/GPRS opcional interno
- Tecnología sin cables Bluetooth



### Construcción Robusta

- Alojamiento de Magnesio resistente
- Construcción I-Beam para sobreesfuerzo
- Diseño resistente al agua
- Resiste caídas desde 2 m en concreto
- Puertos externos sellados

### Combine el GR-3 con una controladora Topcon!

- Serie FC de controladoras de campo
- Pantalla táctil color
- Entorno gráfico Windows
- Compatible software topográfico de TOPCON TopSurv
- Tecnología inalámbrica Bluetooth



Figura 29: Ficha técnica GPS Diferencia

**GR-3 es la próxima generación en sistema RTK GPS de Topcon. Este nuevo sistema incorpora la tecnología de seguimiento G3 capaz de rastrear los tres sistemas de posicionamiento satelital con un diseño innovador.**

### Accesorios



**GMS-2**  
La controladora de doble uso  
Combina trabajos topográficos y tareas de posicionamiento GIS



**Cargador Opcional**  
Funciones:  
• Carga Baterías  
• Fuente de alimentación externa  
• Gancho ajuste trípode integrado

**Software de post proceso Topcon Tools**  
Post procesamiento de datos GPS crudos, verificación de medidas RTIC o combinación de datos de satélite con medidas terrestres, el Software de oficina Topcon Tools proporciona potencia y flexibilidad.

### Software para controladora de campo

**TopSURV**  
El software de campo profesional de Topcon para controladoras de campo.



### Configuración Base & Móvil sin cables

- No más cables rotos
- Sistema rápido, sencillo
- Fácil de aprender y usar
- Todo el sistema entra en una valija



### El Pack GR 3 incluye:

- Dos receptores
- Dos cargadores
- Dos Cables a PC
- Valija de transporte
- Dos antenas de Radio
- Utilidades de software
- Manuales de usuario



Figura 30: Ficha técnica GPS Diferencia



## TOPOCAD PROYECTOS S.A.C.

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS - REPLANTEO - REVELACIÓN - HITOS GEODÉSICOS - CÁLCULO Y MOVIMIENTO DE TIERRA - GPS Y TOPOGRAFÍA - CONTRASTE Y CALIBRACIÓN



### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Certificado: N° 034-2019.  
Cliente: Ing° ROMMEL EGUSGUIZA NORIEGA

Topocad Proyectos SAC certifica que el equipo topográfico abajo descrito cumplen con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

Item:	Descripción:
01	Equipo: Receptor GPS
	Marca: TOPCON
	Modelo: GR-3
	Serie: 444-0854

Precisión Levantamiento GPS Tiempo Real RTK	
Horizontal	3 mm + 0.5ppm (Por longitud de la línea base)
Vertical	5 mm + 0.5ppm (por longitud de la línea base)

Fecha de mantenimiento:	10-Nov-2019
Fecha de vencimiento:	10-Abr-2020

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real dichos equipos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante:

Atentamente;



BRUNO GONZALES ILLIZARBE  
INGENIERO ELECTRICISTA  
Reg. CP N° 80487

**Bruno Gonzales Illizarbe**  
Gerente de Servicio Técnico  
TOPOCAD PROYECTOS SAC

Av. Santa Ana s/n Mz 02 Lote 36 Urb San Diego 2da Etapa S.M.P.  
Email: [topocad@topocadproyectos.com](mailto:topocad@topocadproyectos.com)  
Web: [www.topocadproyectos.com](http://www.topocadproyectos.com)

Teléfono: 511-5525912  
RUC : 511-987536289  
RPM : #975166750

Figura 31: Certificado de Calibración

Fuente Propia

## TOPOCAD PROYECTOS S.A.C.

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS – REPLANTEO – NIVELACION – HITOS GEODÉSICOS – CÁLCULO Y MOVIMIENTO DE TIERRA – GPS Y TOPOGRAFÍA – CONTRASTE Y CALIBRACIÓN



### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Certificado: N° 035-2018.  
 Cliente: Ing° ROMMEL EGUSQUIZA NORIEGA

Topocad Proyectos SAC certifica que el equipo topográfico abajo descrito cumplen con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

02	Equipo:	Receptor GPS
	Marca:	TOPCON
	Modelo:	GR-3
	Serie:	444-0852

Precisión Levantamiento GPS Tiempo Real RTK	
Horizontal	3 mm + 0.5 ppm (Por longitud de la línea base)
Vertical	5 mm + 0.4 ppm (Por longitud de la línea base)

Fecha de mantenimiento:	10-Nov-2019
Fecha de vencimiento:	10-Abr-2020

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real dichos equipos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante:

Atentamente:



BRUNO GONZALEZ IIZARBE  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 Reg. COP N° 87647

**Bruno Gonzalez Iizarbe**  
 Gerente de Servicio Técnico  
 TOPOCAD PROYECTOS SAC

Av. Santa Ana s/n Mz 02 Lote 86 Urb San Diego 2da Etapa S.M.P.  
 Email: [topocad@topocadproyectos.com](mailto:topocad@topocadproyectos.com)  
 Web: [www.topocadproyectos.com](http://www.topocadproyectos.com)

Teléfono: 511-5525812  
 RUC : 511-907516389  
 RPM : 9975446753

Figura 32: Certificado de Calibración

Fuente Propia

## TOPOCAD PROYECTOS S.A.C.

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS - REPLANTEO - NIVELACION - HITOS GEODÉSICOS - CÁLCULO Y MOVIMIENTO DE TIERRA - GPS Y TOPOGRAFÍA - CONTRASTE Y CALIBRACIÓN



### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Certificado: N° 033-2019.  
 Cliente: Ing° ROMMEL EGUSQUIZA NORIEGA

Topocad Proyectos SAC certifica que el equipo topográfico abajo descrito cumplen con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

03	Equipo:	Receptor GPS
	Marca:	TOPCON
	Modelo:	GR-3
	Serie:	444-0855

Precisión Levantamiento GPS Tiempo Real RTK	
Horizontal	3 mm + 0.5 ppm (Por longitud de la línea base)
Vertical	5 mm + 0.5 ppm (Por longitud de la línea base)

Fecha de mantenimiento:	10-Nov.2019
Fecha de vencimiento:	10-Abr.2020

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real dichos equipos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante:

Atentamente;



BRUNO GONZALEZ ILLARBE  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 Reg. CP N° 87447

**Bruno Gonzalez Illarbe**  
 Gerente de Servicio Técnico  
 TOPOCAD PROYECTOS SAC

Av. Santa Ana s/n Mir 82 Lote 36 Urb San Diego 2da Etapa S.M.P.  
 Email: [topocad@topocadproyectos.com](mailto:topocad@topocadproyectos.com)  
 Web: [www.topocadproyectos.com](http://www.topocadproyectos.com)

Teléfono: 511-5525912  
 RPC : 511-987516338  
 RPM : #975166750

Figura 33: Certificado de Calibración

Fuente Propia

## AJUSTE DE LA POLIGONAL HORIZONTAL

**Tabla 6**

### *LISTADO DE COORDENADAS DE LA POLIGONAL*

NUMERO	PUNTO	COORDENADAS UTM		
		ESTE	NORTE	COTA
1	AYA06023	620822.013	8411520.179	3426.529
2	AYA06024	619127.025	8410696.414	3222.027
3	AYA06025	619161.520	8410623.953	3225.279
4	AYA06026	628755.543	8403996.384	4332.541
5	AYA06027	628771.187	8403938.952	4343.679
6	AYA06028	622859.372	8382694.921	4454.639
7	AYA06029	622783.820	8382711.319	4457.757
8	GPS02	619909.518	8408606.290	3469.732
9	GPS03	621788.078	8407497.278	3729.333
10	GPS04	621855.880	8407518.396	3732.148
11	GPS05	622201.703	8407839.180	3847.131
12	GPS06	622762.846	8408014.119	3637.701
13	GPS07	622796.962	8407923.782	3617.458
14	GPS08	625031.587	8407407.845	3590.062
15	GPS09	625003.218	8407446.090	3567.231
16	GPS10	626303.247	8407398.541	3757.634
17	GPS11	627907.620	8406211.869	3681.847
18	GPS12	627883.632	8406135.481	3699.307
19	GPS13	629591.104	8404179.721	4056.715
20	GPS14	629689.762	8404063.256	4034.261
21	GPS15	626060.754	8403686.562	4446.138
22	GPS16	626011.722	8403685.199	4455.041
23	GPS17	627487.314	8400263.233	4323.593
24	GPS18	627565.050	8400272.746	4323.583
25	GPS19	630103.502	8397277.874	4328.131
26	GPS20	630113.655	8397222.446	4332.070
27	GPS21	628730.031	8392898.032	4379.846
28	GPS22	628782.393	8392883.019	4379.552
29	GPS23	626237.058	8388587.202	4445.771
30	GPS24	626283.553	8388590.411	4445.512
31	GPS25	623889.914	8385421.842	4358.057
32	GPS26	623939.349	8385388.754	4355.580

- **Correcto Armado del dron Phantom 4**

Se tiene que realizar el correcto armado del dron, realizar una verificación previa antes de usar el dron, se debe de colocar bien los elices del dron, realizar la carga un día antes de realizar los trabajos si las baterías están guardadas es posible que estas se descarguen.



*Figura 34: Dron Phantom 4 Pro*

*Fuente: dji.com*

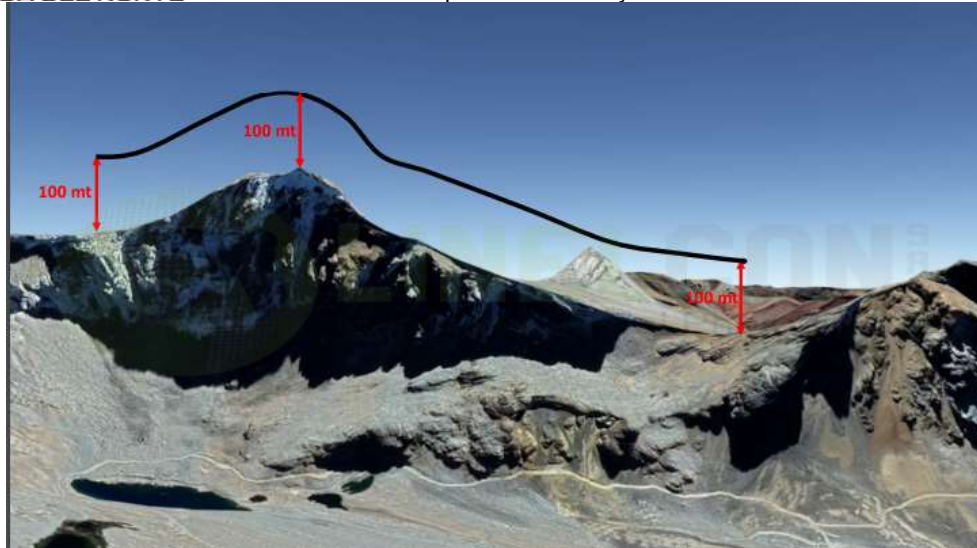
- **Para el caso de la obra se va a usar la el modo de de Alerta de aproximación a tierra.**

- ✓ Este tipo de planificación es usado en zonas con pendientes, ya que nos va a permitir realizar los vuelos siguiendo la topografía del terreno.

- ✓ En este método de vuelo podemos usar KML.

- ✓ Este método de vuelo se puede usar con vuelos 2D, 3D, Segmentación de bloques. }

Principales aplicaciones: • Topografía



*Figura 35: Planteamiento de Trabajo*

*Fuente: linelcon.com.pe*

En este modo el dron podrá detectar los relieves del terreno, logrando así una mejor precisión a la hora de realizar el proceso en el software.

- **Calibración de la cámara**

Se precedió a sacar una serie de fotografías con la metodología ya estudiada para así realizar el cálculo de los parámetros del sensor y de distorsiones del lente.



*Figura 36: Cámara de Dron Phantom 4 Pro*

*Fuente: dji.com*

- **Planificación del vuelo**

La superficie recomendada para la mayoría de los casos es al menos un 75% frontal con respecto a la dirección del vuelo y al menos un 60% lateral, se recomienda tomar las imágenes con patron de cuadrícula regular, la cámara debe mantenerse los mas posible a una altura constante sobre el terreno

Para poder realizar un vuelo fotogramétrico debemos hacer la planificación correspondiente. Se procedió a obtener una resolución fija teniendo en cuenta las características del dron, se determino la altura y velocidad del vuelo así como también los tiempos de disparo y distancias entre pasadas para asegurar que se pudo cubrir fotográficamente la zona para posteriormente hacer uso de las tomas realizadas.



*Figura 37: Plan de Vuelo*

*Fuente: linelcon.com.pe*

- **Monumentación de los puntos de apoyo BM.**



*Figura 38: Estaciones de puntos de apoyo BM*

*Fuente: Fuente propia*

- **Colocación de puntos foto control.**

Se procedió a realizar el pintado de los puntos foto control para realizar el levantamiento topográfico con el GPS diferencial, estos puntos de foto control nos servirá para correlacionar las fotos a la hora de realizar el post proceso en el software indicado.



*Figura 39: Pintado de puntos foto control*

*Fuente: Propia*





*Figura 40: Levantamiento topográfico con GPS diferencial de los puntos Foto Control*

*Fuente: Propia*



*Figura 41: Preparación del Dron Phantom 4 pro*

*Fuente: Propia*



*Figura 42: Vuelo del dron Phantom 4 Pro*

*Fuente: Propia*



*Figura 43: Fotos para procesar*

*Fuente: propia*

Una vez realizado el proceso de la ortofoto en el programa agisoft se procedió a generar las curvas de nivel en el programa Civil 3D, dando como resultado el siguiente producto que se puede apreciar en las siguientes figuras, cabe precisar que estas son solo algunas de las fotos en general.



*Figura 44: Ortofoto procesada de Mayobamba*



*Figura 45: Ortofoto procesada de la Comunidad de Santa Rosa*



*Figura 46: Ortofoto procesada de la Comunidad de Chonta*



*Figura 47: Ortofoto procesada de la Comunidad de San Antonio*



*Figura 48: Ortofoto procesada de la Comunidad de Santa Cruz*



*Figura 49: Ortofoto procesada de la Comunidad de Tacalla*



*Figura 50: Ortofoto procesada de la Comunidad de Huancaccolca*



*Figura 51: Ortofoto procesada de la Comunidad de Asabamba*



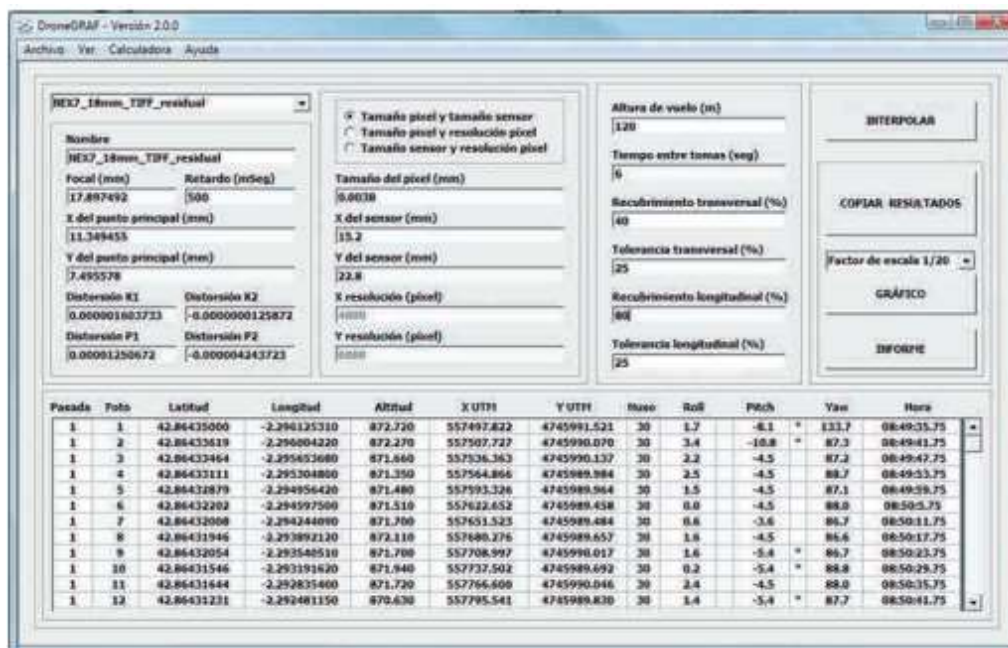
*Figura 52: Ortofoto procesada cruce con la via nacional inter oceánica*

- **Análisis del vuelo realizado:**

Para realizar el proceso de aerotriangulación se distribuyeron dianas con coordenadas GPS que se utilizaron como punto de apoyo. Estas junto con las bases fotográficas, definen el sistema de referencia de representación para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Mayobamba.

- **Datos del vuelo**

A continuación, se presentan los datos obtenidos al momento de la toma:



DroneGRAF - Versión 2.0.0

Archivo Ver Calculadora Ayuda

Nombre: HEX7\_18mm\_TBF\_residual

Focal (mm): 17.887492 Retardo (mSeg): 500

X del punto principal (mm): 11.349455

Y del punto principal (mm): 7.495578

Distorsión K1: 0.00001883723 Distorsión K2: -0.0000900125872

Distorsión P1: 0.00091250672 Distorsión P2: -0.000904243723

Tamaño del píxel (mm): 9.0038

X del sensor (mm): 15.2

Y del sensor (mm): 22.8

X resolución (píxel): 0.0001

Y resolución (píxel): 0.0001

Altura de vuelo (m): 120

Tiempo entre tomas (seg): 4

Recubrimiento transversal (%): 40

Tolerancia transversal (%): 25

Recubrimiento longitudinal (%): 80

Tolerancia longitudinal (%): 25

INTERPOLAR

COPIAR RESULTADOS

Factor de escala 1/20

GRÁFICO

INFOGIE

Pasada	Foto	Latitud	Longitud	Altitud	X UTM	Y UTM	Rolado	Roll	Pitch	Yaw	Hora
1	1	42.86435000	-2.290125310	872.720	557497.822	4745991.521	30	1.7	-8.1	133.7	08:49:35.75
1	2	42.86433619	-2.290004220	872.270	557507.727	4745990.070	30	3.4	-10.8	87.3	08:49:41.75
1	3	42.86433464	-2.295853680	871.860	557536.363	4745990.137	30	2.2	-4.5	87.2	08:49:47.75
1	4	42.86433111	-2.295304800	871.350	557564.866	4745989.984	30	2.5	-4.5	88.7	08:49:53.75
1	5	42.86432879	-2.294956420	871.480	557593.326	4745989.964	30	1.5	-4.5	87.1	08:49:59.75
1	6	42.86432202	-2.294997500	871.510	557622.652	4745989.438	30	0.0	-4.5	88.0	08:50:05.75
1	7	42.86432008	-2.294244090	871.700	557651.525	4745989.484	30	0.8	-3.6	86.7	08:50:11.75
1	8	42.86431946	-2.293892120	872.110	557680.276	4745989.657	30	1.8	-4.5	86.6	08:50:17.75
1	9	42.86432054	-2.293548510	871.700	557708.997	4745990.017	30	1.6	-5.4	86.7	08:50:23.75
1	10	42.86431546	-2.293191620	871.840	557737.502	4745989.692	30	0.2	-5.4	88.8	08:50:29.75
1	11	42.86431644	-2.292835400	871.720	557766.606	4745990.046	30	2.4	-4.5	88.0	08:50:35.75
1	12	42.86431231	-2.292481150	870.630	557795.541	4745989.830	30	1.4	-5.4	87.7	08:50:41.75

Figura 53: Datos del vuelo realizado

Fuente: Propia

- **Proceso de calculo**

Se procedió en primer lugar con la triangulación a partir de la identificación automática de puntos homólogos entre fotogramas y de los puntos de control observados en el terreno dando como resultado:



**Tabla 7**

*Coordenadas obtenidas*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	8411520.179	620822.011	3426.529
2	BM-02	8410696.413	619127.025	3222.024
3	BM-03	8410623.953	619161.520	3225.278
4	BM-04	8403996.383	628755.542	4332.542
5	BM-05	8403938.951	628771.187	4343.678
6	BM-06	8382694.923	622859.371	4454.640
7	BM-07	8382711.318	622783.819	4457.756
8	BM-08	8408644.459	619860.127	3467.753
9	BM-09	8408606.290	619909.519	3469.733
10	BM-10	8407497.277	621788.078	3729.332
11	BM-11	8407518.396	621855.880	3732.148
12	BM-12	8407839.179	622201.703	3847.130
13	BM-13	8408014.120	622762.845	3637.701
14	BM-14	8407923.782	622796.961	3617.458
15	BM-15	8407407.842	625031.587	3590.061
16	BM-16	8407446.089	625003.218	3567.229
17	BM-17	8407398.541	626303.247	3757.634
18	BM-18	8406211.869	627907.618	3681.848
19	BM-19	8406135.483	627883.631	3699.306
20	BM-20	8404179.720	629591.105	4056.714
21	BM-21	8404063.255	629689.760	4034.261
22	BM-22	8403686.562	626060.754	4446.138
23	BM-23	8403685.198	626011.720	4455.040
24	BM-24	8400263.234	627487.313	4323.593
25	BM-25	8400272.744	627565.051	4323.583
26	BM-26	8397277.872	630103.501	4328.131
27	BM-27	8397222.446	630113.653	4332.070
28	BM-28	8392898.034	628730.030	4379.846
29	BM-29	8392883.019	628782.392	4379.551
30	BM-30	8388587.201	626237.058	4445.771
31	BM-31	8388590.412	626283.552	4445.512
32	BM-32	8385421.841	623889.914	4358.055
33	BM-33	8385388.752	623939.349	4355.580

*Parámetro de imágenes*

---

**Number or Images 33**

---

**Image 1**

Image Name	PB240991
Width (pixels)	4.032
Height (pixels)	3.024
x Resolution (mm)	0,004300
y Resolution (mm)	0,004300
Camera Name	Wintra

**Image 2, etc**

---

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

Determinar la comparación de resultados entre levantamiento con drones y levantamiento con equipo tradicional del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – Km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao. Lucanas, Ayacucho 2019.

Levantamiento con dron:

Una vez llevado al software se pasa las coordenadas al Excel para poder compáralos.

**Tabla 9**

*Coordenadas con Dron*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	8411520.179	620822.011	3426.529
2	BM-02	8410696.413	619127.025	3222.024
3	BM-03	8410623.953	619161.520	3225.278
4	BM-04	8403996.383	628755.542	4332.542
5	BM-05	8403938.951	628771.187	4343.678
6	BM-06	8382694.923	622859.371	4454.640
7	BM-07	8382711.318	622783.819	4457.756
8	BM-08	8408644.459	619860.127	3467.753
9	BM-09	8408606.290	619909.519	3469.733
10	BM-10	8407497.277	621788.078	3729.332
11	BM-11	8407518.396	621855.880	3732.148
12	BM-12	8407839.179	622201.703	3847.130
13	BM-13	8408014.120	622762.845	3637.701
14	BM-14	8407923.782	622796.961	3617.458
15	BM-15	8407407.842	625031.587	3590.061
16	BM-16	8407446.089	625003.218	3567.229
17	BM-17	8407398.541	626303.247	3757.634
18	BM-18	8406211.869	627907.618	3681.848
19	BM-19	8406135.483	627883.631	3699.306
20	BM-20	8404179.720	629591.105	4056.714
21	BM-21	8404063.255	629689.760	4034.261
22	BM-22	8403686.562	626060.754	4446.138
23	BM-23	8403685.198	626011.720	4455.040
24	BM-24	8400263.234	627487.313	4323.593
25	BM-25	8400272.744	627565.051	4323.583
26	BM-26	8397277.872	630103.501	4328.131
27	BM-27	8397222.446	630113.653	4332.070
28	BM-28	8392898.034	628730.030	4379.846
29	BM-29	8392883.019	628782.392	4379.551
30	BM-30	8388587.201	626237.058	4445.771
31	BM-31	8388590.412	626283.552	4445.512
32	BM-32	8385421.841	623889.914	4358.055
33	BM-33	8385388.752	623939.349	4355.580

Levantamiento con equipo tradicional

**Tabla 10**

*Coordenadas con estación total*

Nro.	Nombre	Norte	Este	Altura Geoidal
1	BM-01	8411520.179	620822.013	3426.529
2	BM-02	8410696.414	619127.025	3222.027
3	BM-03	8410623.953	619161.52	3225.279
4	BM-04	8403996.384	628755.543	4332.541
5	BM-05	8403938.952	628771.187	4343.679
6	BM-06	8382694.921	622859.372	4454.639
7	BM-07	8382711.319	622783.82	4457.757
8	BM-08	8408644.459	619860.127	3467.753
9	BM-09	8408606.29	619909.518	3469.732
10	BM-10	8407497.278	621788.078	3729.333
11	BM-11	8407518.396	621855.88	3732.148
12	BM-12	8407839.18	622201.703	3847.131
13	BM-13	8408014.119	622762.846	3637.701
14	BM-14	8407923.782	622796.962	3617.458
15	BM-15	8407407.845	625031.587	3590.062
16	BM-16	8407446.09	625003.218	3567.231
17	BM-17	8407398.541	626303.247	3757.634
18	BM-18	8406211.869	627907.62	3681.847
19	BM-19	8406135.481	627883.632	3699.307
20	BM-20	8404179.721	629591.104	4056.715
21	BM-21	8404063.256	629689.762	4034.261
22	BM-22	8403686.562	626060.754	4446.138
23	BM-23	8403685.199	626011.722	4455.041
24	BM-24	8400263.233	627487.314	4323.593
25	BM-25	8400272.746	627565.05	4323.583
26	BM-26	8397277.874	630103.502	4328.131
27	BM-27	8397222.446	630113.655	4332.07
28	BM-28	8392898.032	628730.031	4379.846
29	BM-29	8392883.019	628782.393	4379.552
30	BM-30	8388587.202	626237.058	4445.771
31	BM-31	8388590.411	626283.553	4445.512
32	BM-32	8385421.842	623889.914	4358.057
33	BM-33	8385388.754	623939.349	4355.58

**Tabla 11**

*Comparación entre coordenadas*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	0.000	0.002	0.000
2	BM-02	0.001	0.000	0.003
3	BM-03	0.000	0.000	0.001
4	BM-04	0.001	0.001	-0.001
5	BM-05	0.001	0.000	0.001
6	BM-06	-0.002	0.001	-0.001
7	BM-07	0.001	0.001	0.001
8	BM-08	0.000	0.000	0.000
9	BM-09	0.000	-0.001	-0.001
10	BM-10	0.001	0.000	0.001
11	BM-11	0.000	0.000	0.000
12	BM-12	0.001	0.000	0.001
13	BM-13	-0.001	0.001	0.000
14	BM-14	0.000	0.001	0.000
15	BM-15	0.003	0.000	0.001
16	BM-16	0.001	0.000	0.002
17	BM-17	0.000	0.000	0.000
18	BM-18	0.000	0.002	-0.001
19	BM-19	-0.002	0.001	0.001
20	BM-20	0.001	-0.001	0.001
21	BM-21	0.001	0.002	0.000
22	BM-22	0.000	0.000	0.000
23	BM-23	0.001	0.002	0.001
24	BM-24	-0.001	0.001	0.000
25	BM-25	0.002	-0.001	0.000
26	BM-26	0.002	0.001	0.000
27	BM-27	0.000	0.002	0.000
28	BM-28	-0.002	0.001	0.000
29	BM-29	0.000	0.001	0.001
30	BM-30	0.001	0.000	0.000
31	BM-31	-0.001	0.001	0.000
32	BM-32	0.001	0.000	0.002
33	BM-33	0.002	0.000	0.000

La diferencia entre el levantamiento topográfico entre dron y estación total como máximo es de 0.003 y la diferencia mínima es de -0.002 por lo que está en el rango de  $\pm 0.005$  como se encuentra establecido en el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú

Determinar la diferencia de costos entre el levantamiento con drones y levantamiento topográfico, alcanza alguna variación significativa en el camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – Km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao. Lucanas, Ayacucho 2019.

**Tabla 12**

*Compra de equipo*

Levantamiento Topográfico Estación Total		Levantamiento Topográfico Dron	
Descripción	Precio	Descripción	Precio
TOPCON GOWIN TKS	S/. 12 000	DJI PHATOM 3 PROFESIONAL	S/. 4 500
CPU – Tarjeta de Video 2 GB	S/. 3 000	CPU – Tarjeta de Video de 4GB	S/. 4 000
		MicroSD 64 GB	S/. 100
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 15 000</b>	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 8 600</b>

Si nos referimos a la compra directa el levantamiento con dron nos estaría saliendo s/.6400 más barato que comprar una estación total.

**Tabla 13**

*Comparación entre levantamiento con dron y estación total*

Descripción	Und	Metrado	Punitorio	Total
Levantamiento Topográfico Estación Total	km	69.14	1,284.46	88,807.57
Levantamiento Topográfico Dron	km	69.14	1,126.59	77,892.31
			Diferencia	10,915.26

El levantamiento topográfico de todo el proyecto sale más económico usando el DRON con un ahorro de s/. 10 915.26.

Tanto en alquiler como la compra del equipo el DRON es más económico que levantamiento con estación total.

Determinar las aportaciones del levantamiento con drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Moyobamba – Santa Rosa – Chonta – Santa Cruz – Km 214 a la carretera interoceánica del distrito de Chipao. Lucanas, Ayacucho 2019.

Uno de los principales antecedentes del proyecto surge de la necesidad de revertir el retraso socioeconómico de muchas comunidades ubicadas en este tramo que son parte potencial en el desarrollo del distrito de Chipao por lo que el levantamiento con dron no solo ayuda en la parte económica disminuyendo el presupuesto sino también acelera el trabajo y llega a lugares más peligrosos sin poner en riesgo a los trabajadores.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

**En Primer lugar:** La exactitud es la cercanía o proximidad al valor real, en este caso se considera como valor real o referencial los datos obtenidos por la estación total, es decir la diferencia entre el resultado obtenido y el valor real o referencial. Por lo que en la tabla N° 5. Los puntos de coordenadas de DRON y diferencias con respecto a los puntos de coordenadas de la Estación Total el rango en el que se encuentra las diferencias entre los datos obtenidos de la estación total con respecto al promedio de los valores obtenidos de los 3 vuelos, son como máximo 0.003 y de -0.002 no superan el rango de  $\pm 0.005$  como se encuentra establecido en el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú, por lo cual se considera que tiene una buena exactitud.

**En Segundo lugar:** El grado de confiabilidad de un Levantamiento Topográfico con dron, depende de sus dimensiones que son la precisión y exactitud, ya que con ello se puede conocer si los datos obtenidos son confiables o no. Al tener una buena precisión y exactitud, se concluye que el levantamiento topográfico con dron es confiable.

**En Tercer lugar:** El levantamiento con Dron para las partes rurales es más económica y ventajosa ya que llega a los lugares más peligrosos sin correr riesgo alguno y ya sea comprando el equipo o alquilando brinda un presupuesto más económico.

**En cuarto Lugar:** Al realizar un levantamiento topográfico con Drone se puede llegar a zonas de difícil acceso, zonas inalcanzables por las condiciones de terreno, o con un alto grado de peligrosidad que no se logran alcanzar con una herramienta de medición tradicional este puede ser sobrevolado por el Drone de forma sencilla y segura.

## CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

**En Primer Lugar:** Las Entidades o empresas de consultoría al realizar levantamientos topográficos con drones deben tener en cuenta el clima, la temperatura y el viento, ya que afectan directamente el rendimiento del programa de vuelo de drones.

**En Segundo Lugar:** Para cada uno de ellos, como el clima: la lluvia dañará el dron, la luz solar afecta la calidad de la foto, en este caso la posible solución es reducir el brillo al tomar fotografías, en comparación con la temperatura, las aspas del ventilador pueden sobrecalentarse debido a la alta o baja temperatura, en caso de viento esto desestabilizará la cámara y por lo tanto la foto quedará borrosa o afectará a verificar la cámara programada.

**En Tercer lugar:** Se recomienda utilizar los datos generados por la medición óptica del dron para escalar proyectos o planes, debido a la exactitud, precisión y nivel de detalle que logra. En el caso de proyectos que requieran mayor precisión y exactitud, como carreteras, canales, irrigación, proyectos de agua potable o alcantarillado, esto no se debe realizar. Una recomendación en este tipo de proyectos para lograrlo es recomendar un levantamiento de drones motorizados con nivel de potencia o GPS diferencial para realizar las correcciones y así reducir errores para este tipo de proyectos donde se requiere mucha más precisión y exactitud.

**En cuarto lugar:** Se recomienda recomendar realizar un vuelo paralelo al terreno, la cámara debe mantenerse a una altura constante al terreno es decir se debe realizar un vuelo paralelo al terreno, al realizar este tipo de vuelo se esta preservando la precisión topográfica del terreno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arozena V. A. (2006). Sistemas de captura y análisis de la información territorial. Curso Topografía, Cartografía y Geodesia Universidad Politécnica de Madrid: España. (1-42).
- Casaban J. L. (2012). Métodos de documentación arqueológica aplicada en arqueología subacuática: El Modelo Fotogramétrico y el Fotomosaico del Pecio Fenicio Mazarron-2 (Puerto de Mazarron, Murcia). SAGVNTM (P.L.A.V.) 44, 99-109.
- Casanova Matera, Leonardo, Topografía Plana, Venezuela, 2002.
- Clavo L.P. Topografía Apuntes de Fotogrametría, Madrid, 1982
- Coello A. y Ballesteros G. (2013) Fotogrametría de UAV de ala fija y comparación con Topografía clásica. Tesis presentada en la Universidad Politécnica de Madrid, España. Disponible en: [http://oa.upm.es/34699/1/PFC\\_ALBA\\_COELLO\\_ROMERO.pdf](http://oa.upm.es/34699/1/PFC_ALBA_COELLO_ROMERO.pdf)
- Corredor Daza J. (2015) Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tulua – Rio Frio. Tesis de licenciatura en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7596/1/CorredorDazaJuanGuillermo2015.pdf>
- Costellano R. J. (1996). Restauración y Rehabilitación de edificios. España: Thomson Paraninfo.

Fernández De Córdoba R. M. (2010). Producción de productos cartográficos: MDT y ortofoto

a partir de imágenes Capturadas por un vehículo UAV. Master en Geo-tecnologías

Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura Curso 2009-2010.

Gallardo, B. (2007). Estudio de viabilidad de aplicaciones de observación aérea con UAV's y elaboración de un plan de empresa, Cataluña.

García Márquez, Fernando, Curso Básico de Topografía, México, 1994.

Herrera B. Elementos de la fotogrametría, Ed. Limusa. México. 1987.

International Centre for the Study of the Preservation of Cultural Property. Reunión

Internacional Vaanta (2000). European Preventive Conservation Estrategy-ICCROM

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA DE MÉXICO.

[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224554/70282\\_5224554\\_2.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224554/70282_5224554_2.pdf)

Ponz, A. (1972). Viaje de España, Tomo XII. Edición facsímil de la ed. Madrid, Ibarra (pp. 72-73) Ediciones Atlas.

Quintero, S. Papi, F. Klein, D. Chisci, L. Hespanha, J. (2010) Optimal UAV coordination for target tracking using dynamic programming, in: Decision & Control (CDC) 49th IEEE Conf on, 2010, 4541 –4546.

Sandoval, A. (2011). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur- Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. Chiapas: Centro de investigación Regional Pacífico Sur.

Segarra, S. C. (2015). Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada

con un vehículo aéreo no tripulado. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Torres, G. F. (2017). Aplicaciones de los drones en la agricultura. El Salvador: UNICAES

EDITORES.

Theodorakopoulos, P. Lacroix, S. (2008) A strategy for tracking a ground target with a uav, in:

Intelligent Robots and Systems, IROS. IEEE/RSJ International Conference on, 2008,

pp. 1254 –1259.

Valle, F. del. (1990). Los jesuitas en la Merced; cien años de historia, Burgos 1890-1990.

Burgos, edit.: Aldecoa.

Villareal Moncayo, J. V. (2015). Analisis de la precisión de levantamientos topográficos

mediante el empleo de vehículo no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos

de control. Loja, Ecuador: Editorial UTPR.

Vivaldi, A. (2011). Globedia. Obtenido de [http://ec.globedia.com/tolvaantonios-muestra-](http://ec.globedia.com/tolvaantonios-muestra-campo)

campo

## ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de Cálculo

#### Primer Vuelo

**Tabla 14**

*Coordenadas con Dron – Primer Vuelo*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	8411520.177	620822.013	3426.527
2	BM-02	8410696.418	619127.022	3222.024
3	BM-03	8410623.95	619161.52	3225.277
4	BM-04	8403996.382	628755.54	4332.541
5	BM-05	8403938.949	628771.184	4343.676
6	BM-06	8382694.925	622859.369	4454.639
7	BM-07	8382711.317	622783.82	4457.755
8	BM-08	8408644.456	619860.125	3467.753
9	BM-09	8408606.294	619909.518	3469.732
10	BM-10	8407497.275	621788.075	3729.33
11	BM-11	8407518.394	621855.88	3732.146
12	BM-12	8407839.177	622201.701	3847.128
13	BM-13	8408014.123	622762.846	3637.701
14	BM-14	8407923.779	622796.959	3617.455
15	BM-15	8407407.842	625031.587	3590.059
16	BM-16	8407446.088	625003.216	3567.231
17	BM-17	8407398.538	626303.247	3757.632
18	BM-18	8406211.866	627907.617	3681.847
19	BM-19	8406135.485	627883.632	3699.304
20	BM-20	8404179.718	629591.104	4056.713
21	BM-21	8404063.254	629689.759	4034.261
22	BM-22	8403686.566	626060.751	4446.135
23	BM-23	8403685.196	626011.722	4455.041
24	BM-24	8400263.231	627487.312	4323.59
25	BM-25	8400272.743	627565.05	4323.583
26	BM-26	8397277.871	630103.499	4328.128
27	BM-27	8397222.444	630113.652	4332.07
28	BM-28	8392898.036	628730.031	4379.846
29	BM-29	8392883.017	628782.39	4379.552
30	BM-30	8388587.199	626237.058	4445.768
31	BM-31	8388590.415	626283.551	4445.512
32	BM-32	8385421.839	623889.911	4358.054
33	BM-33	8385388.752	623939.346	4355.578

**Tabla 15**

*Coordenadas con Dron – Segundo Vuelo*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	8411520.178	620822.011	3426.53
2	BM-02	8410696.412	619127.026	3222.025
3	BM-03	8410623.954	619161.518	3225.278
4	BM-04	8403996.382	628755.541	4332.541
5	BM-05	8403938.951	628771.186	4343.677
6	BM-06	8382694.921	622859.372	4454.64
7	BM-07	8382711.317	622783.82	4457.755
8	BM-08	8408644.459	619860.126	3467.753
9	BM-09	8408606.289	619909.519	3469.731
10	BM-10	8407497.276	621788.078	3729.333
11	BM-11	8407518.396	621855.878	3732.148
12	BM-12	8407839.178	622201.703	3847.13
13	BM-13	8408014.118	622762.846	3637.699
14	BM-14	8407923.782	622796.96	3617.458
15	BM-15	8407407.843	625031.586	3590.06
16	BM-16	8407446.089	625003.218	3567.23
17	BM-17	8407398.541	626303.246	3757.635
18	BM-18	8406211.87	627907.618	3681.848
19	BM-19	8406135.48	627883.633	3699.306
20	BM-20	8404179.722	629591.103	4056.714
21	BM-21	8404063.254	629689.76	4034.259
22	BM-22	8403686.563	626060.754	4446.137
23	BM-23	8403685.198	626011.721	4455.039
24	BM-24	8400263.234	627487.312	4323.594
25	BM-25	8400272.744	627565.05	4323.583
26	BM-26	8397277.874	630103.501	4328.13
27	BM-27	8397222.446	630113.656	4332.07
28	BM-28	8392898.032	628730.031	4379.847
29	BM-29	8392883.02	628782.391	4379.55
30	BM-30	8388587.201	626237.058	4445.771
31	BM-31	8388590.411	626283.551	4445.511
32	BM-32	8385421.84	623889.913	4358.057
33	BM-33	8385388.755	623939.35	4355.578

**Tabla 16**

*Coordenadas con Dron – Tercer Vuelo*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	8411520.182	620822.009	3426.531
2	BM-02	8410696.41	619127.028	3222.023
3	BM-03	8410623.955	619161.521	3225.28
4	BM-04	8403996.386	628755.544	4332.544
5	BM-05	8403938.954	628771.19	4343.68
6	BM-06	8382694.924	622859.373	4454.641
7	BM-07	8382711.32	622783.816	4457.758
8	BM-08	8408644.461	619860.129	3467.754
9	BM-09	8408606.286	619909.519	3469.735
10	BM-10	8407497.281	621788.081	3729.334
11	BM-11	8407518.397	621855.882	3732.151
12	BM-12	8407839.183	622201.704	3847.132
13	BM-13	8408014.12	622762.842	3637.702
14	BM-14	8407923.784	622796.963	3617.461
15	BM-15	8407407.841	625031.589	3590.063
16	BM-16	8407446.091	625003.221	3567.227
17	BM-17	8407398.544	626303.247	3757.635
18	BM-18	8406211.87	627907.62	3681.849
19	BM-19	8406135.484	627883.628	3699.308
20	BM-20	8404179.721	629591.107	4056.716
21	BM-21	8404063.258	629689.762	4034.262
22	BM-22	8403686.558	626060.756	4446.141
23	BM-23	8403685.2	626011.718	4455.041
24	BM-24	8400263.236	627487.314	4323.595
25	BM-25	8400272.746	627565.053	4323.583
26	BM-26	8397277.87	630103.503	4328.134
27	BM-27	8397222.448	630113.651	4332.07
28	BM-28	8392898.035	628730.027	4379.846
29	BM-29	8392883.021	628782.396	4379.552
30	BM-30	8388587.204	626237.059	4445.774
31	BM-31	8388590.411	626283.555	4445.512
32	BM-32	8385421.845	623889.917	4358.053
33	BM-33	8385388.75	623939.351	4355.583



**Tabla 2**

*Desviación Estándar de las coordenadas*

<b>Nro.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	BM-01	0.003	0.002	0.002
2	BM-02	0.004	0.003	0.001
3	BM-03	0.003	0.002	0.002
4	BM-04	0.002	0.002	0.002
5	BM-05	0.003	0.003	0.002
6	BM-06	0.002	0.002	0.001
7	BM-07	0.002	0.002	0.002
8	BM-08	0.003	0.002	0.001
9	BM-09	0.004	0.001	0.002
10	BM-10	0.003	0.003	0.002
11	BM-11	0.002	0.002	0.003
12	BM-12	0.003	0.002	0.002
13	BM-13	0.003	0.002	0.002
14	BM-14	0.003	0.002	0.003
15	BM-15	0.001	0.002	0.002
16	BM-16	0.002	0.003	0.002
17	BM-17	0.003	0.001	0.002
18	BM-18	0.002	0.002	0.001
19	BM-19	0.003	0.003	0.002
20	BM-20	0.002	0.002	0.002
21	BM-21	0.002	0.002	0.002
22	BM-22	0.004	0.003	0.003
23	BM-23	0.002	0.002	0.001
24	BM-24	0.003	0.001	0.003
25	BM-25	0.002	0.002	0.000
26	BM-26	0.002	0.002	0.003
27	BM-27	0.002	0.003	0.000
28	BM-28	0.002	0.002	0.001
29	BM-29	0.002	0.003	0.001
30	BM-30	0.003	0.001	0.003
31	BM-31	0.002	0.002	0.001
32	BM-32	0.003	0.003	0.002
33	BM-33	0.003	0.003	0.003

ANEXO N° 02: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**Tabla 18**

LEVANTAMIENTO CON ESTACION TOTAL

Partida	1.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION				
Rendimiento	km/día	Mo	1.15 EQ.	1.15	COSTO UNITARIO DIRECTO (m2)	<b>1284.46</b>
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra						
147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	6.9565	23.88	166.12
147010002	OPERARIO	hh	0.5000	3.4783	19.20	66.78
147010003	OFICIAL	hh	1.0000	6.9565	15.98	111.17
147010004	PEON	hh	6.0000	41.7391	14.31	597.29
						<b>941.36</b>
Materiales						
202100098	CLAVOS	kg		0.7000	3.68	2.58
202970002	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 GRADO 60	kg		12.0000	3.62	43.44
221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.5000	20.12	10.06
229220001	CORDEL	m		6.2500	1.50	9.38
230020001	YESO DE 28KG	BOL		1.5000	24.31	36.47
243510061	ESTACA DE MADERA	p2		12.0000	3.20	38.40
254110090	PINTURA ESMALTE	gln		1.2000	43.10	51.72
						<b>192.04</b>
EQUIPO						
HERRAMIENTAS						
337010001	MANUALES	%MO		5.0000	941.35	47.07
349660002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	6.9565	6.95	48.35
349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	6.9565	8.00	55.65
						<b>151.07</b>

**Tabla 19**

Aplicación de drones para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Mayobamba - Santa Rosa - Chonta - Santa Cruz - KM 214 A la carretera interoceánica del distrito de Chipao. Lucanas. Ayacucho 2020.

*Levantamiento con DRONE*

Partida	1.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION EN OBRAS					
Rendimiento	km/día	Mo	6.80	EQ.	6.80	COSTO UNITARIO DIRECTO (km)	<b>1126.59</b>
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.	
Mano de Obra							
147010002	OPERARIO	hh	3.0000	3.5294	19.20	67.76	<b>67.76</b>
EQUIPO							
1	DRONE	hm	1.0000	1.1765	720.00	847.06	
2	CPU - Tarjeta de Video de 4GB - Procesamiento	hm	1.0000	1.1765	100.00	117.65	
3	CPU - Tarjeta de Video de 2GB	hm	1.0000	1.1765	80	94.12	
							<b>1058.82</b>