



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO TAMBO INGA,
PUENTE PIEDRA**

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Ingeniero Geógrafo

Autor:

Tineo Ninachoque, José Luis

Asesor:

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

Jurado:

Alva Velásquez, Miguel

Legua Terry, Alberto Israel

Zevallos Paredes, William Edward

Lima - Perú

2024



Informe de suficiencia

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	www.sbn.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	spij.minjus.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	revista.ister.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	Rubén Sancho Gómez-Zurdo, David Galán Martín, Beatriz González-Rodrigo, Miguel Marchamalo Sacristán et al. "Aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno", Informes de la Construcción, 2021 Publicación	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO**

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO
TAMBO INGA, PUENTE PIEDRA**

Línea de Investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Informe por suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Tineo Ninachoque, José Luis

Asesor(a)

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

Jurado

Alva Velásquez, Miguel

Legua Terry, Alberto Israel

Zevallos Paredes, William Edward

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

A mis padres Carmen y Francisco, por su amor y su empeño en mi educación. A mis hermanos y a Sandra, mi compañera de vida.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud al arqueólogo Abraham Imbertis, al arqueólogo Jhonny Apcho y a la empresa Peruvian Advisers, a la Señora Ruth Paucar y a su familia por el calor humano que siempre me brindaron.

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Trayectoria del autor	10
1.2. Descripción de la Empresa.....	12
1.3. Organigrama de la Empresa	13
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	13
II. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO TAMBO INGA, PUENTE PIEDRA.....	14
2.1. Generalidades.....	14
2.2. Objetivos	15
2.1.1. Objetivo general.....	15
2.1.2. Objetivos específicos	15
2.3. Antecedentes	15
2.4. Marco conceptual	17
2.5. Metodología	21
2.5.1. Etapa de planificación.....	21
2.5.2. Etapa de campo	23
2.5.3. Etapa de procesamiento de datos	29
2.6. Resultados	34
2.6.1. Obtención de la certificación de los puntos geodésicos de orden C	34

2.6.2. Plano topográfico	36
2.6.3. Generación de Ortofoto.....	38
2.6.4. Plano de arquitectura.....	38
2.7. Discusión de resultados	42
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	43
IV. CONCLUSIONES	44
V. RECOMENDACIONES.....	45
VI. REFERENCIAS.....	46
VII. ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura organizativa de la empresa</i>	13
Figura 2 <i>Plano de sectorización del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	16
Figura 3 <i>Plano del conjunto de Tambo Inga</i>	17
Figura 4 <i>Croquis de ubicación del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	22
Figura 5 <i>Placa de bronce utilizada para la monumentación del Punto geodésico LIM011044</i>	24
Figura 6 <i>Ubicación de los puntos geodésicos monumentados LIM011043 y LIM01104425</i>	
Figura 7 <i>Colocación de la Estación total en uno de los BM</i>	27
Figura 8 <i>Mapeo arquitectónico de las elementos y estructuras</i>	29
Figura 9 <i>Base LIM011043 Y LIM011044 enlazadas al Red Geodésica Geocéntrica Nacional</i>	30
Figura 10 <i>Vista cronológica de los dos puntos geodésicos en el software Trimble Business Center</i>	31
Figura 11 <i>Ajuste de red de la línea base generado por el software Trimble Business Center</i>	32
Figura 12 <i>Certificado de punto geodésico LIM11043</i>	35
Figura 13 <i>Certificado de punto geodésico LIM11044</i>	36
Figura 14 <i>Plano topográfico del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	37
Figura 15 <i>Ortofoto del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	38
Figura 16 <i>Trazos de las estructuras visibles y proyectadas</i>	39
Figura 17 <i>Plano de arquitectura del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	40
Figura 18 <i>Plano de cortes del Sitio Arqueológico Tambo Inga</i>	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Punto Base Surquillo IGN</i>	31
Tabla 2 <i>Coordenadas UTM zona 18s WGS-84</i>	32
Tabla 3 <i>Coordenadas geográficas WGS-84</i>	33

RESUMEN

El presente informe expone la experiencia profesional del autor en la ejecución de un levantamiento topográfico en el sitio arqueológico Tambo Inga, situado en el distrito de Puente Piedra, Lima. Este servicio fue realizado a solicitud del Ministerio de Cultura del Perú. En este informe se detallan las actividades desarrolladas, tanto en las etapas previas de planificación y verificación de la información preexistente, como en el reconocimiento de campo para establecer los cuidados considerando que el trabajo se realizaría en un Patrimonio Cultural, del mismo modo se desarrolla la etapa de monumentación de dos puntos geodésicos conforme a la normativa vigente para obtener la certificación de los puntos y que se encuentren enlazados al levantamiento topográfico. Posteriormente se precisa la recolección de datos topográficos mediante el uso de una Estación Total para mediciones terrestres y el vuelo fotogramétrico con dron para obtener imágenes aéreas. Finalmente, se presenta el trabajo de gabinete donde se efectúa el postproceso de los puntos geodésicos, la edición de la información topográfica y la generación de la ortofoto a través de softwares especializados, los que permitieron elaborar los planos requeridos. Este proceso integral permitió una representación precisa y detallada del sitio arqueológico, cumpliendo con los estándares técnicos y legales exigidos para este tipo de trabajos.

Palabras clave: levantamiento topográfico, puntos geodésicos, ortofoto, sitio arqueológico.

ABSTRACT

This report presents the author's professional experience in the execution of a topographic survey at the Tambo Inga archeological site, located in the district of Puente Piedra, Lima. This service was performed at the request of the Peruvian Ministry of Culture. This report details the activities developed, both in the previous stages of planning and verification of pre-existing information, as in the field survey to establish the care considering that the work would be carried out in a Cultural Heritage, in the same way the stage of monumentation of two geodetic points is developed according to the current regulations to obtain the certification of the points and that they are linked to the topographic survey. Subsequently, the collection of topographic data is specified through the use of a Total Station for terrestrial measurements and the photogrammetric flight with a drone to obtain aerial images. Finally, the office work is presented, where the post-processing of the geodetic points, the edition of the topographic information and the generation of the orthophoto by means of specialized software, which allowed the elaboration of the required plans. This comprehensive process allowed an accurate and detailed representation of the archaeological site, in compliance with the technical and legal standards required for this type of work.

Keywords: topographic survey, geodetic points, orthophoto, archeological site.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller en la especialidad de Ingeniería geográfica con 10 años de experiencia laboral en el sector público y privado, con especialización en catastro, cartografía, sistemas de información geográfica, topografía y saneamiento de predios.

Empecé mi desempeño en temas relacionados a la especialidad en el año 2010 como técnico de levantamiento de información catastral en la municipalidad de San Juan de Miraflores, luego integré el proyecto de Levantamiento de información catastral segunda etapa 2011-2012 en la Municipalidad de Lince. En el 2013, con la empresa Mapcity.com Perú S.A.C me desempeñé como técnico en AutoCAD, realizando labores de limpieza cartográfica, edición de vías urbanas con su respectiva rotulación. Posteriormente, ingresé a laborar en la empresa JNR Consultores S.A., también como dibujante en AutoCAD para el área de Topografía, esta empresa realizaba servicios de consultoría al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Entre el 2013 y 2014, la empresa Profile Consulting Group me brinda la oportunidad de trabajar con ellos, realizando la modificación y actualización de la información gráfica en formato “dwg” de las redes de agua y alcantarillado para el proyecto G.I.S SEDAPAL. En marzo del 2014 me incorporé al Instituto de Peruano de Catastro, realizando la georreferenciación y digitalización de cartas nacionales y el control de calidad de la información procesada tanto en AutoCAD como en ArcGIS, esto en el marco del convenio establecido con el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal.

Durante los meses de febrero a junio del 2015, laboré en la empresa Mapcity.com Perú S.A.C elaborando mapas temáticos y georreferenciación de puntos de interés para el Ministerio de Desarrollo e Inclusión social y para la compañía Lindley, asimismo del mantenimiento de la base cartográfica de la empresa.

En septiembre del 2015 ingresé a trabajar en Peruvian Advisers consultores asociados, en la cual me desempeñé como operador de software como AutoCAD, ArcGIS, Google Earth para la elaboración de planos destinados a la obtención de certificados de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA), plan de monitoreo arqueológico para proyectos de inversión privada. Durante agosto del 2017, me asignan la responsabilidad de llevar a cabo el levantamiento topográfico en la huaca Perales - Santa Anita y a fines del 2018 realicé el levantamiento topográfico del sitio arqueológico Tambo Inga – Puente Piedra, ambos a solicitud del ministerio de cultura del Perú (MINCUL). En febrero de 2020, finalicé el vínculo laboral con esta empresa.

En marzo del 2020, en el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) presté el servicio de control de calidad de datos de los informes topográficos realizados a establecimientos educativos para el convenio con el Ministerio de Educación. Posteriormente, durante los meses de octubre a diciembre del 2021, realicé el servicio de técnico catastral para el proyecto de levantamiento de información catastral de predios urbanos en el distrito de Pachacamac. Entre las actividades que realicé fueron captura de información alfanumérica, verificación gráfica, registro fotográfico e incorporación de la información al software de fichas.

Desde mayo del 2022 a la fecha, me encuentro laborando en la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP) realizando el servicio de actualización de base gráfica vinculado a la información catastral de los distritos de Miraflores, San Isidro y Surquillo. La actividad principal es revisar los datos comprendido en los títulos archivados, graficarlos en el software AutoCAD y posteriormente exportarlo al formato Shapefile en el software ArcGIS, asimismo el llenado de la información alfanumérica conforme a la nueva estructura de la base grafica registral (BGR).

1.2. Descripción de la Empresa

Peruvian Advisers Consultores Asociados SAC es una empresa con mas de 10 años de experiencia en brindar servicios de asesoramiento en viabilidad arqueológica relacionados a proyectos de infraestructura, proyectos de inversión públicos o privados. Empresa especialista en el trámite de certificados de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA) y gestión de planes de monitoreo arqueológico (PMAR) aplicando estándares de calidad para garantizar la viabilidad de los proyectos, del mismo modo, especialista en la prevención de la afectación lo que permite evitar eventualidades y paralizaciones por presencia de elementos arqueológicos en el área a intervenir.

Sus principales clientes se encuentran en los sectores de:

- Telecomunicaciones (Estaciones base celular, fibra óptica)
- Saneamiento (agua y alcantarillado)
- Electrificación (acometidas eléctricas, líneas de media y alta tensión)
- Transportes (carreteras, puentes, canteras, áreas auxiliares, campamentos)

Asimismo, realizan Proyectos de Evaluación arqueológica (PEA) tanto en la gestión y ejecución, proyectos de investigación, rescate y puesta en valor de zonas arqueológicas.

Misión: el compromiso de realizar un trabajo con eficiencia y el cumplimiento del propósito de su proyecto sin afectar el patrimonio cultural-arqueológico, o caso contrario controlar o minimizar una eventual afectación, siempre dentro de los márgenes permitidos por la legislación peruana.

Visión: Ser una empresa líder en la integración de la gestión y protección del patrimonio arqueológico con el desarrollo de proyectos de infraestructura, buscando ser un socio estratégico tanto para sector privado como para entidades estatales.

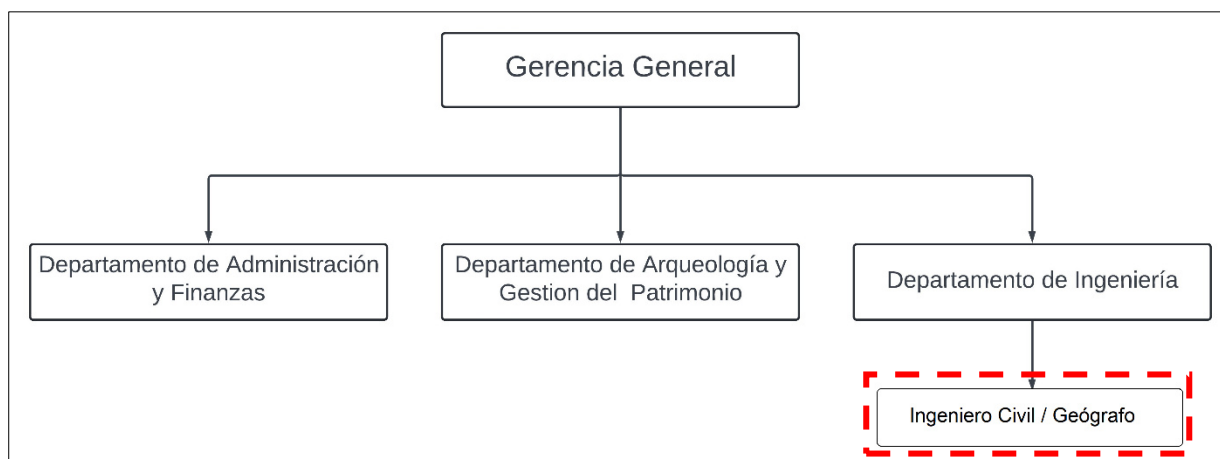
Valores: actitud proactiva, eficiencia, responsabilidad en el cumplimiento de objetivos, seriedad, garantía, respaldo y asesoramiento permanente.

1.3. Organigrama de la Empresa

Peruvian Advisers Consultores Asociados S.A.C es una pequeña empresa y cuenta con nueve trabajadores distribuidos según se indica en la figura 1.

Figura 1

Estructura organizativa de la empresa



Nota. Información proporcionada por la cortesía de la empresa Peruvian Advisers.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En el departamento de Ingeniería de la consultora Peruvian Advisers cumplí las siguientes funciones:

- Elaboración de planos de ubicación y perimétrico bajo la normativa del Ministerio de Cultura del Perú (MINCUL) como insumo para la tramitación de CIRA y PMAR.
- Elaboración de mapas temáticos para proyectos de inversión de gran escala.
- Administrar la información gráfica relacionada al ámbito arqueológico generada por la empresa en una base de datos espacial.
- Responsable de la ejecución de los levantamientos topográficos de sitios arqueológicos asignados a la empresa.
- Responsable de la coordinación de los temas de ingeniería con los clientes, asimismo realizar el seguimiento de los trámites con el MINCUL.

II. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO TAMBO INGA, PUENTE PIEDRA

2.1. Generalidades

En el presente informe se describe mi experiencia profesional en el campo de la Topografía, específicamente la realización del levantamiento topográfico del sitio arqueológico Tambo Inga. En noviembre del 2018, el Ministerio de Cultura buscaba realizar un estudio topográfico de Tambo Inga ubicado en el distrito de Puente Piedra, estudio que se le asignó a la empresa Peruvian Advisers Consultores Asociados, que a su vez me brinda la responsabilidad del mismo.

En el desarrollo de este informe detallo los lineamientos seguidos, desde el reconocimiento en campo del sitio arqueológico, así como la planificación de trabajo, los equipos tecnológicos utilizados y los procesos en gabinete para la obtención de los planos finales. Una de las principales consideraciones al realizar este tipo de trabajos es la preservación y protección del Patrimonio Cultural, por lo cual el desarrollo de las actividades debe llevarse con extrema precaución para evitar daños, alteraciones o impactos negativos en los vestigios arqueológicos manifiestos.

La Ingeniería Geográfica es una disciplina versátil, relevante e interactúa con otras disciplinas, siendo la Arqueología un ejemplo notable de esta concurrencia. Esta colaboración interdisciplinaria permite la aplicación de tecnologías como la cartografía de alta precisión en el patrimonio cultural, así como la aplicación de técnicas de la percepción remota para el hallazgo de estructuras enterradas, permitiendo la agilización de la administración de proyectos arqueológicos, asimismo, potencian la eficiencia y los resultados en las investigaciones arqueológicas.

2.2. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Realizar el levantamiento topográfico del sitio arqueológico Tambo Inga de acuerdo a las especificaciones propuestas por el Ministerio de Cultura.

2.1.2. Objetivos específicos

- Obtener la certificación de puntos geodésicos de orden “C” por parte del IGN y enlazarlo al levantamiento topográfico para obtener su georreferenciación.
- Elaborar el plano topográfico con curvas de nivel cada 0.25m para el sitio arqueológico.
- Generar la ortofoto del sitio arqueológico Tambo Inga mediante levantamiento fotogramétrico con dron.
- Elaborar un plano arquitectónico detallado del sitio arqueológico Tambo Inga.

2.3. Antecedentes

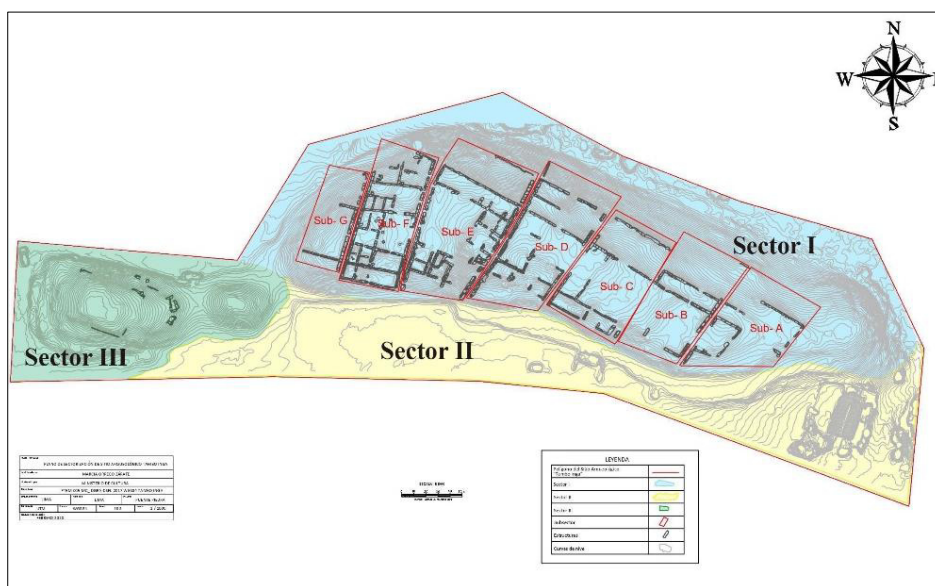
Orrego (2020) en su investigación realizada sobre los Festines de mediana escala realizados en el sector II de Tambo Inga, se hace referencia al Proyecto de Investigación Arqueológica (PIA) dirigido por la Dra. Luisa Díaz Arriola, este estudio detalla los procedimientos realizados como el muestreo, las excavaciones, recolección y el registro de los materiales recuperados en campo. Se concluye del PIA que Tambo Inga se divide en 3 sectores, identificando como área monumental al sector I, mientras que el sector II corresponde a la explanada o la plaza. Además, cumplió la función de ser un centro administrativo local menor. La figura 2 muestra la topografía realizada en aquel estudio con sus curvas de nivel y con la arquitectura.

Pedraza (2019) en su tesis de pregrado desarrollada en la Huaca Aznapuquio – Los Olivos busca determinar las diferencias entre el levantamiento topográfico tradicional y otro a través con dron, para ello en su metodología empleó un enfoque cuantitativo a nivel descriptivo – comparativo entre ambas técnicas. En los resultados indica los trabajos efectuados

los cuales constan de la colocación de 2 puntos geodésicos de orden C, seguido por el levantamiento topográfico con Estación Total y finalmente el levantamiento topográfico con RPA, de los cuales termina haciendo un análisis comparativo de la precisión, el tiempo empleado y los costos. Concluyó su análisis observando mejores indicadores realizando un levantamiento topográfico tradicional.

Figura 2

Plano de sectorización del sitio arqueológico Tambo Inga

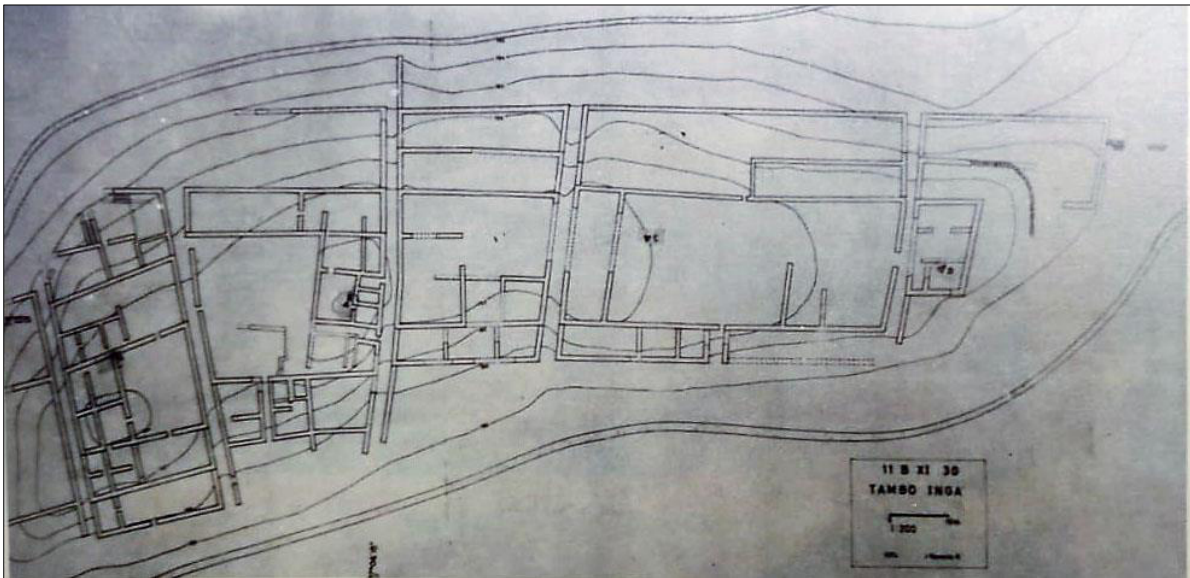


Nota. Tomado la tesis de Orrego (2020), este plano es parte del proyecto de investigación arqueológica (PIA) llevado a cabo por la Dra. Luisa Diaz.

Engel (1987, p.151) en el capítulo V de su libro "De las begonias al maíz", aborda la intensificación agrícola en los valles de la costa peruana, centrándose en los valles centro y sur. El autor analiza el desarrollo de las obras de infraestructura, como canales y bocatomas, presentando planos detallados de 3 sitios arqueológicos específicos. Uno de estos es Tambo Inga, donde Engel realiza un minucioso levantamiento de información, donde se aprecia el mapeo de las estructuras del recinto arqueológico, además, se complementa con curvas de nivel trazadas a intervalos de un metro entre curvas permitiendo una representación precisa y exhaustiva como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Plano del conjunto de Tambo Inga



Nota. Figura VA-3 Tomado del libro “De las begonias al maíz”.

2.4. Marco conceptual

Topografía

El presente informe se enmarca dentro del ámbito de la Topografía, ciencia dedicada a la obtención y representación de datos respecto a las características físicas de la superficie terrestre. Si bien tradicionalmente se desarrollaba apoyada en métodos de medición directa sobre el terreno, actualmente con el avance de la tecnología, la topografía ha incorporado técnicas innovadoras articulados con la evolución de los sistemas modernos de exploración espacial a través de satélites artificiales y fotogrametría aérea (Zamarripa, 2010).

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico conlleva un conjunto de operaciones como la selección del método, la elección del equipo a emplear, identificar y fijar los BM, ejecución de mediciones en terreno, procesamiento de los datos a través de softwares y la elaboración de planos o mapas (Rincón et al., 2017).

Tuler y Saraiva (2014) señalan que los levantamientos topográficos pueden ser elaborados de dos formas:

- Utilizando equipamientos sobre el terreno, mediante operaciones de planimetría y altimetría, y que se efectúa con equipo electrónicos como la Estación Total, escáner laser o fotogrametría terrestre.
- Utilizando equipamientos por encima de la superficie terrestre. Entre ellos tenemos la fotogrametría aérea y las técnicas de posicionamiento por satélites artificiales a través de equipos receptores de esta tecnología.

Estación total

Es un aparato electro-óptico de tecnología electrónica y que integra funciones de un teodolito electrónico, distanciómetro además de poseer un microprocesador para operar diversos programas y almacenamiento de la información levantada (Instituto Geográfico Nacional, 2016)

Curvas de Nivel

Rincón et al., (2017) define las curvas de nivel como la unión de puntos (con la misma cota o altura sobre el nivel del mar) a través de líneas que representan el relieve de un terreno.

La topografía se diferencia de la geodesia principalmente en la escala de trabajo, ya que la topografía se especializa en el estudio y medición de áreas relativamente más pequeñas, mientras la geodesia abarca extensiones mayores. Asimismo, la topografía no toma en consideración la verdadera forma terrestre (esferoide) y tiene en cuenta el plano horizontal de un área de la tierra, mientras la geodesia toma en consideración la curvatura terrestre en sus operaciones. A su vez, en la topografía no se considera el error de la forma de la superficie debido a que es más pequeño que la longitud del arco (Gámez, 2015).

Geodesia

La geodesia es la ciencia que estudia la determinación de la forma y dimensiones de la tierra, teniendo en cuenta la determinación del campo gravitatorio externo a la tierra y superficie del fondo oceánico, además, realiza el estudio de la orientación y posición en la tierra en el espacio. Su función es establecer la posición de puntos en la superficie terrestre utilizando coordenadas (latitud, longitud y altura), que permiten constituir la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) como la Red Geodésica Horizontal Oficial (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Tiene por finalidad elaborar y actualizar la cartografía básica oficial que sirva como insumo para fines de desarrollo para las instituciones públicas y privadas. El instituto se encarga de establecer, mantener e implementar la Red Geodésica Horizontal Nacional y la Red Geodésica Vertical Nacional. Los siguientes conceptos se obtuvieron del instructivo Norma técnica para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (2015) y de la Norma técnica para levantamientos geodésicos verticales (2016).

Red Geodésica Horizontal Oficial

Es la red geodésica geocéntrica nacional denominada REGGEN, se fundamenta en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) y se apoya en el International Terrestrial Reference Frame (ITRF2000). Se compone de estaciones de rastreo permanente (ERP) y puntos de referencia de orden "0", "A", "B" y "C" distribuidas a nivel nacional y los cuales se consideran propiedad del estado (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

Red Geodésica Vertical Oficial

Es la red geodésica de nivelación nacional, y utiliza el nivel medio del mar como su referencia de superficie. Red que está integrada por marcas de cota fija o benchmarks (BM), se

encuentra distribuidos por todo el territorio nacional con mayor énfasis a lo largo de las vías de comunicación terrestre (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84)

Es un sistema de coordenadas geográficas que permite geolocalizar cualquier lugar de la tierra por medio de tres unidades dadas (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

Fotogrametría con Aeronave Pilotada a Distancia (RPA)

Sancho et al. (2021) en el artículo sobre la aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno, menciona que el desarrollo de nuevas tecnologías ha favorecido a mejorar las formas de medición terrestre y más aún en zonas de difícil acceso y limitada visibilidad. Podemos mencionar en específico como la fotogrametría moderna asiste en este esfuerzo por realizar la toma de datos con mejor resultado en tiempo y precisión, sumando el alto grado de detalle que permiten a través de sus productos finales. Las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) también denominadas Dron, facilitan las labores del levantamiento fotogramétrico. Los avances tecnológicos en los drones han permitido lograr niveles de precisión extraordinarios llegando incluso a ser inferiores al centímetro, asimismo, estos progresos abarcan el perfeccionamiento de los vehículos aéreos no tripulados, la evolución de los sensores utilizados, el sistema de transmisión de datos entre la base y el dron y las mejoras de posicionamiento en tiempo real (RTK / PPK).

La fotogrametría con RPA es empleada en múltiples áreas como arquitectura, catastro, gestión agrícola, etc. En el Perú, la entidad encargada de establecer las normas es la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y se encuentra regularizada por la ley N.º 30740 – ley que regula el uso de las operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS).

2.5. Metodología

El levantamiento topográfico realizado al sitio arqueológico es consistente con la Resolución Jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC, que establece un sistema geodésico unificado dentro del país, integrando la red geodésica horizontal como la vertical; Asimismo, tenemos la Resolución Jefatural N° 086-2011-IGN/OAJ/DGC, la cual establece la alineación de nuestro sistema geodésico con estándares internacionales, adoptándose el Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF 2000); Igualmente, de la Resolución jefatural N°095-2015-IGN/OAJ “Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC)”.

Para el levantamiento de la información fotogramétrica a través de RPA (Dron) nos ceñimos a la normativa que establece la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) a través de la ley N.º 30740 – Ley que regula el uso de las operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS).

Esta sección del informe está dividido en 3 etapas detalladas a continuación:

2.5.1. Etapa de planificación

En esta etapa se revisó el área de trabajo mediante el software Google Earth como primera medida para visualizar la extensión del terreno y las dificultades que podríamos encontrar. Se hizo la recopilación y evaluación de información existente, se obtuvo la poligonal y sus coordenadas del sitio arqueológico por medio del aplicativo Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) del MINCUL. Se consideró el día de visita y reconocimiento de campo, así mismo la adquisición de equipos, materiales y personal a emplear y días de trabajo, de esta forma obtener el cálculo económico que implica hacer este servicio. Se estimó realizar las actividades de campo en 4 días, el primer día para el levantamiento geodésico y para el vuelo fotogramétrico, y los otros tres días para el levantamiento topográfico con la Estación Total. Para las actividades de procesamiento de información en gabinete se estimó 2 días de trabajo.

Área de estudio

El presente estudio se realizó entre noviembre y diciembre del 2018 en el sitio arqueológico Tambo Inga, ubicado en el distrito de Puente Piedra, en el departamento de Lima, a la cual se accede vía la Panamericana Norte (referencia el kilómetro 25) hasta el cruce con la avenida San Remo. Sus colindancias son las siguientes:

- Norte: Calle B y acequia
- Sur: Avenida San Remo
- Este: Acequia
- Oeste: Losa deportiva

Posee un área de 3.33 hectáreas y un perímetro de 949.69 metros.

Figura 4

Croquis de ubicación del sitio arqueológico Tambo Inga



Nota. Tomado de la plataforma Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA).

El sitio arqueológico Tambo Inga se muestra resaltado de color azul.

Breve reseña de Tambo Inga

Se ubica en la parte baja del valle del Río Chillón, en la trayectoria del camino Inca que iba de Chancay hacia el valle de Carabayllo. Tupac Inca Yupanqui luego de conquistar a los Colli estableció este sitio como centro administrativo por su cercanía con la red de caminos Qhapañan. Fue un lugar para almacenar alimentos, utensilios, herramientas, prendas de vestir, así como posada para los viajeros. En ella se realizaban actividades ceremoniales y ensayar actividades militares. (Casaverde et al., 2022)

Tambo Inga significó un establecimiento importante dentro de la configuración social y económica entre el valle Chillón y Rímac en el periodo Inca. Según el análisis realizado por Ayala (2021), el sitio configuro un espacio para la élite identificando un edificio residencial en el sector III encontrándose al noroeste de la plaza central. Todo indica que por sus características arquitectónicas habría albergado a un posible gobernante y su periodo de ocupación sería entre el intermedio tardío y la época de la conquista española.

2.5.2. Etapa de campo

2.5.2.1. Equipos e instrumentos

- 01 GPS Diferencial, marca Topcon, modelo GR5, frecuencia L1/L2
- 01 Estación Total Ruide RTS-862R5 serie 99238
- 02 prismas
- 02 radios de comunicación.
- 01 dron (RPA), marca DJI, modelo Phantom 4 Pro
- 02 tripodes
- 01 base nivelante
- 02 baterías para la Estación Total.
- 10 marcas de madera (dianas) para georreferenciación de la ortofoto.

2.5.2.2. Inicio de actividades en campo

Los trabajos se iniciaron con el reconocimiento del sitio arqueológico estableciendo como prioridad el respeto hacia la huaca realizando incluso un ritual de inicio de labores. Se identificaron los linderos según la poligonal de la huaca y constatamos la ocupación de construcciones dentro de su delimitación, como es el caso de una capilla y una vivienda ambas hacia el lado este, frente a la Av. San Remo y limitadas por la acequia.

2.5.2.3. Monumentación

Uno de los requisitos de este estudio fue la colocación de dos puntos geodésicos de orden “C”. Para ello, Se cotejaron los lugares donde se ubicarían estos puntos de control, teniendo en cuenta colocarlos más próximos a una estructura preexistente o de lo contrario, no colocarlo cercano a algún elemento arqueológico y que su excavación genere daños al patrimonio cultural. Es así que se decidió por colocar un BM en el lado suroeste y otro en el lado sureste, a unos metros de la pista de la Av. San Remo. Luego de establecer la ubicación de los dos puntos geodésicos se procedió con la monumentación (figura 5).

Figura 5

Placa de bronce utilizada para la monumentación del Punto geodésico LIM011044



La monumentación de los hitos tiene por característica una losa de concreto cuadrangular (40 x 40 cm) con una profundidad de 40 cm, en cuyo centro se incrustó una placa circular de bronce con datos específicos de cada punto de orden tipo C según los lineamientos establecidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Figura 6

Ubicación de los puntos geodésicos monumentados LIM011043 y LIM011044



2.5.2.4. Levantamiento geodésico

Se llevó a cabo la instalación del equipo GNSS marca Topcon con modelo GR5 teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el IGN, colocándolos sobre los dos hitos monumentados. En este procedimiento se utilizó el método estático diferencial empleando un equipo GNSS de doble frecuencia, en el cual un receptor se instala como “Base” de un punto con coordenadas conocidas de la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) mientras el otro receptor se denomina “Rover” y se mantendrá estacionado durante la medición y procesamiento de los puntos geodésicos.

Esta actividad se llevó a cabo el primer día de trabajo en campo, realizando una toma de datos por punto de aproximadamente 2 horas con 30 minutos. Durante la sesión se ingresó los datos de cada punto de manera manual en el diario de observación del GPS, donde se lleva a cabo el registro de los principales datos como: Nombre de punto, Tipo de receptor utilizado, altura de la antena y la hora de inicio y final. Los parámetros de medición utilizados para el presente trabajo fueron los siguientes:

- Método de posicionamiento: Estático
- Equipo: 01 GPS Rover (Topcon GR5)
- Frecuencias: L1, L2
- Tiempo: Mayor a 02:30 horas
- Intervalo de grabación: Cada 05 segundos
- Máscara de elevación: 10°
- Estación Base: LI01
- Datum Horizontal: WGS84

2.5.2.5. Levantamiento topográfico

El objetivo del levantamiento fue proporcionar información gráfica con la representación de los componentes del sitio arqueológico a escala indicada, basada en data lograda en campo y procesada en gabinete. Esta información inicial será útil para futuras investigaciones y puesta en valor del monumento. La característica principal de este procedimiento fue enlazar el levantamiento topográfico a los puntos geodésicos de orden “C” establecidos; con ello se buscó georreferenciar el levantamiento con la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN).

Figura 7

Colocación de la Estación total en uno de los BM



Se establecieron 6 puntos como BMs en los cuales se emplazó la Estación Total para cubrir toda la superficie del sitio arqueológico. Estos estuvieron indicados con una pieza metálica (clavos de albañil de 4"x7) los cuales fueron cuidadosamente posicionados y en otros casos (como se muestra en la figura 7) se utilizó estructuras preexistentes como el buzón de alcantarillado.

Cálculos y mediciones

La estación total automatiza algunos procesos de cálculo y a su vez mide electrónicamente las distancias. Entre los procesos que automatiza encontramos:

- Cálculo del Ángulo Horizontal.
- Cálculo del Ángulo Vertical.
- Medición electrónica de distancias.
- Corrección del Error de Refracción y Curvatura.

- Corrección atmosférica.

El proceso del levantamiento con la Estación Total incluyó el uso de dos bastones equipados con prismas y un nivel de burbuja, para reducir los errores en las mediciones. La distancia máxima de las visuales no excedió los 80 metros. Las mediciones se mantuvieron dentro del cuidado pertinente de las estructuras del recinto arqueológico, evitando transitar sobre ellas o golpearlas con los bastones porta prismas.

2.5.2.6. Levantamiento fotogramétrico con el uso de dron

Se realizó la colocación de diez marcas o dianas 40 (40cm x 40 cm) como puntos de control terrestre para la georreferenciación de la ortofoto y que fueron medidos mediante el método de observación con GPS en tiempo Real (modo RTK), que es una técnica rápida y de mucha precisión, esta consta de mantener un GPS fijo (estación base) de referencia y otro en movimiento.

Se elaboró el plan de vuelo determinando el inicio y fin del vuelo, el sentido de desplazamiento del vehículo en el aire, el porcentaje de traslape tanto transversal como longitudinal, la resolución, número de fotografías y la altura de vuelo adecuada que permitan un producto idóneo.

Se realizó el vuelo fotogramétrico con un dron Phantom 4 pro del tipo multirrotor, a manera de apoyo a la información levantada con la Estación Total. A su vez, el arqueólogo que acompañó este trabajo, realizó el mapeo a mano alzada de las estructuras (como se muestra en la figura 8) para posteriormente ser plasmado en el plano arquitectónico.

Figura 8

Mapeo arquitectónico de las elementos y estructuras



Nota: Este croquis fue realizado por el arqueólogo en campo.

2.5.3. *Etapa de procesamiento de datos*

2.5.3.1. Equipos y softwares

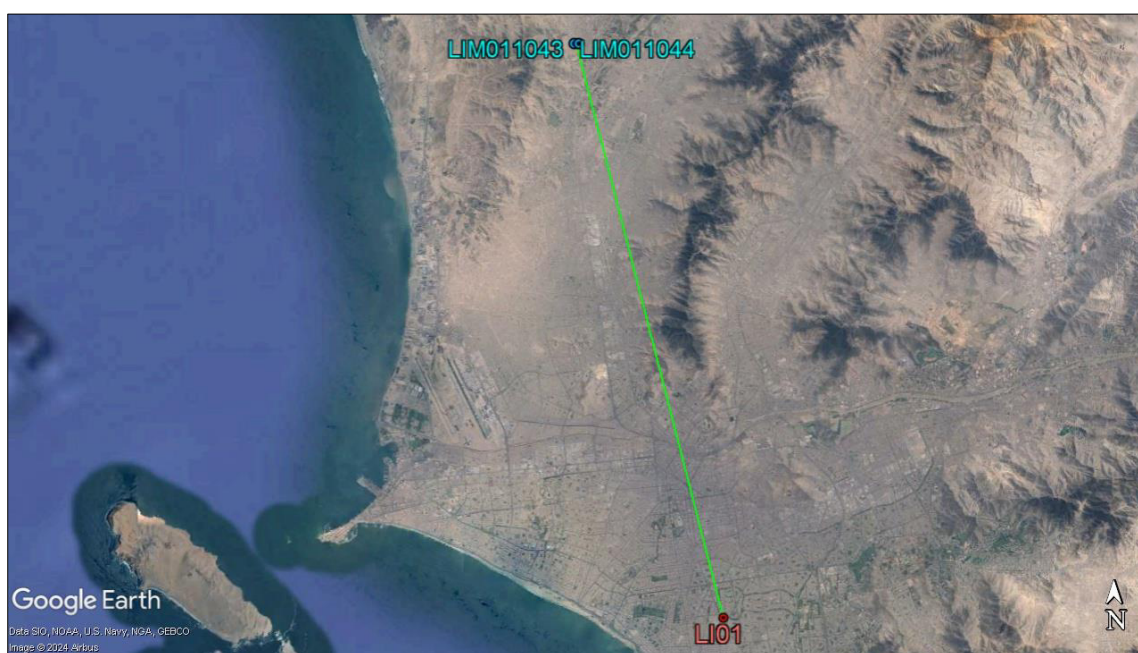
- 01 Laptop MSI GT70 Core I7 de 2.7 GHz.
- Software google Earth
- Software de postproceso Trimble Business Center, version V3.8.1
- Software Autocad Civil 3D 2018
- Software Agisoft Photoscan

2.5.3.2. Procesamiento de datos geodésicos

Se adquirió a través del IGN la ficha ERP de la estación Surquillo LI01 y la data del día en que se realizó la medición para efectos de los cálculos del postproceso (se adjunta la ficha ERP en el Anexo D), asimismo, se obtuvo las efemérides precisas de la fecha de toma de lectura.

Figura 9

Base LIM011043 Y LIM011044 enlazadas al Red Geodésica Geocéntrica Nacional



Nota. Los puntos geodésicos LIM011043 Y LIM011044 representados en el software Google Earth.

a. Control horizontal

Para el control horizontal se utilizó el método Diferencial Estático, enlazando los 2 puntos geodésicos a la Estación de Rastreo Permanente (ERP): LI01 Surquillo, de orden “0”, perteneciente a la REGGEN. Los valores de las coordenadas y elevación, proporcionados por el IGN, en el sistema WGS84, se muestran a continuación:

Tabla 1

Datos de la Estación De Rastreo Surquillo LI01

nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)
LI01	8661244.538	280479.825	133.913

Después de captar la información en campo, se descargó la data geodésica de los receptores GNSS acopiado en la tarjeta Compact Flash. Empleamos el software Trimble Business Center V3.8.1, para realizar el postproceso y ajuste de puntos. Seguidamente se eliminaron las señales de ruido (interferencias). Se definió en el sistema de referencia WGS84. Se importó el archivo que contiene los dos puntos geodésicos y luego se generó la formación de los vectores por periodos de registro simultáneo entre la Base y el Rover. Seguidamente se editó las sesiones verificando la calidad de los datos satelitales GNSS. Posteriormente se procesó la información georreferenciada y finalmente se procesó la Línea Base de los 2 puntos geodésicos. Seguidamente se obtiene el informe de procesamiento de Línea Base, la cual se adjunta en el Anexo E.

Figura 10

Vista cronológica de los dos puntos geodésicos en el software Trimble Business Center

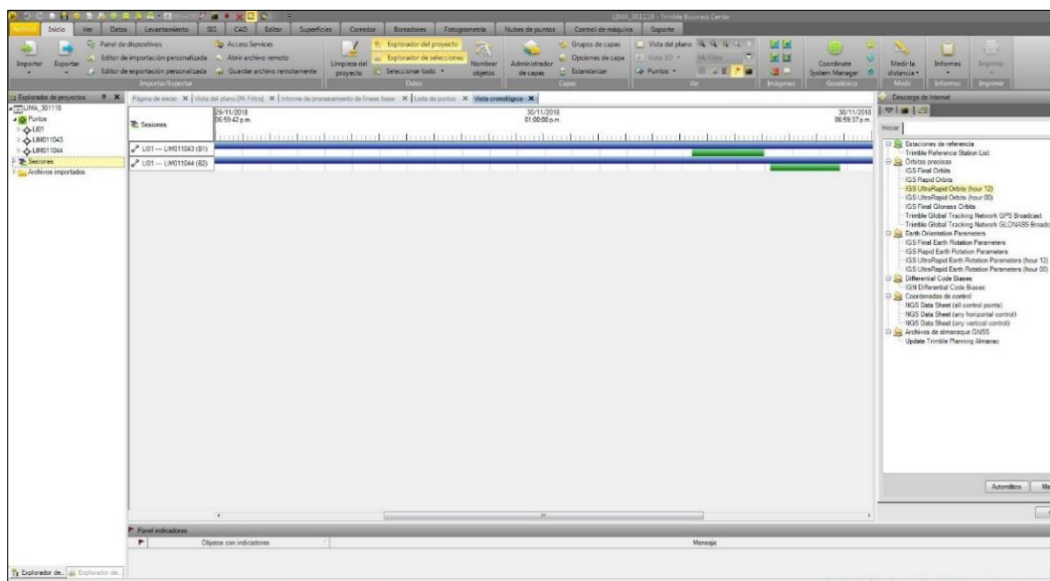
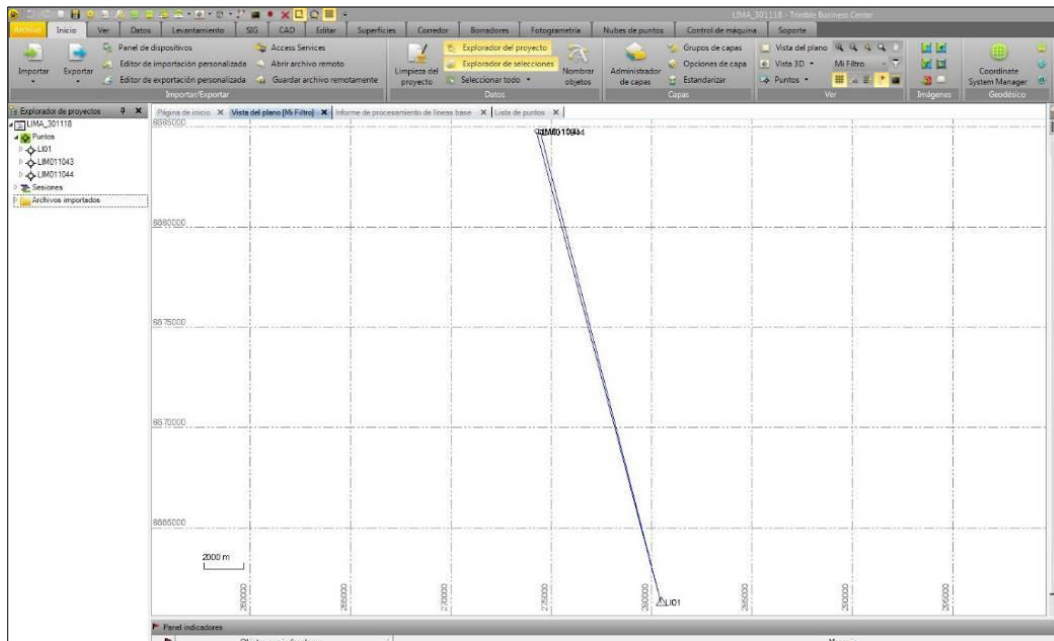


Figura 11

Ajuste de red de la línea base generado por el software Trimble Business Center



Al final del post proceso se realizó el ajuste de Redes por el método de Mínimos Cuadrados, basado en la teoría de probabilidades, para la determinación de los valores de las coordenadas (como se muestra en las tablas 2 y 3).

Tabla 2

Coordenadas UTM zona 18s WGS-84

ID	Este (metro)	Norte (metro)	Elevación (metro)
LI01	280479.825	8661244.538	133.915
LIM011043	274273.856	8684784.174	161.057
LIM011044	274460.414	8684758.769	158.761

Tabla 3*Coordenadas geográficas WGS-84*

ID	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Altura (m)
LI01	12°06'10.86104" S	77°01'00.98447" O	157.556
LIM011043	11°53'23.49267" S	77°04'20.31095" O	185.412
LIM011044	11°53'24.36445" S	77°04'14.15424" O	183.140

b. Control vertical

Para el control vertical (elevación) se ha utilizado la corrección por el modelo de ondulación, utilizando el Modelo Gravimétrico Mundial (EGM96), que es un modelo Geopotencial de la tierra, que es utilizado por el Instituto Geográfico Nacional. Para este proceso se requiere de establecer un BM principal que se enlace con un BM oficial del IGN. La EGM96 se utiliza para convertir alturas elipsoidales medidas por GPS a alturas optométricas (que son las más empleadas en la ingeniería).

2.5.3.3. Procesamiento de la data topográfica

Finalizada la labor de campo se continuo con la transferencia de la data a través de un dispositivo de almacenamiento (USB) de la base de datos (fichero ASCCI). Pasamos al procedimiento en un computador y mediante el software AutoCAD Civil 3D 2018 ejecutamos la data. Para obtener las curvas de nivel utilizaremos la técnica de interpolación, técnica muy utilizada en cartografía para la representación de elevación de un terreno en un plano.

En AutoCAD Civil 3D, el proceso que utilizamos fue “superficie”, para ello utilizamos el archivo de puntos obtenidas con la Estación Total (que debe contener los campos este, norte y elevación) para “Crear superficie” en el panel “Herramientas de superficie”. A continuación, se configura los parámetros de la superficie, indicando el tipo de interpolación y el grado de suavizado. Posteriormente, se genera a través de la opción “generar superficie” una superficie

continua, la cual puede ser visualizada en el mapa como una serie de curvas que conectan puntos que llevan la misma elevación. Este proceso permitió la elaboración del plano de topográfico.

2.5.3.4. Procesamiento fotogramétrico

Posterior al vuelo se procesó la información con el software Agisoft Photoscan, el cual permite formar por medio de las fotografías digitales una nube de puntos, georreferenciar con los puntos de control terrestre, generar un modelo de elevación digital (DEM) y finalmente la ortofoto.

El producto de este proceso permitió mejorar la edición de la arquitectura en el software AutoCAD Civil 3D, teniendo esta ortofoto georreferenciada facilitó la identificación del tipo de línea correspondiente a los elementos arquitectónico y el estado de conservación de las estructuras, que a su vez se estableció en coordinación con el arqueólogo que acompañó el levantamiento de los datos.

2.6. Resultados

2.6.1. Obtención de la certificación de los puntos geodésicos de orden C

Se establecieron dos puntos geodésicos de orden “C” siguiendo los lineamientos establecidos por el IGN. Estos puntos sirvieron como base para el levantamiento topográfico realizado con Estación Total. Después de recopilar los datos en campo, el post proceso se realizó utilizando el software Trimble Center Business, lo cual generó soluciones fijas para los puntos geodésicos establecidos mediante correlación diferencial. Posteriormente, se tramitó ante el IGN la certificación de los dos puntos geodésicos a través de la presentación de las fichas monográficas y el pago respectivo. Los resultados obtenidos cumplen con las precisiones según la Norma Técnica Geodésica para la certificación de orden “C”.

Figura 12

Certificado de punto geodésico LIM11043



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE GEODESIA



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **LIM011043** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **MINISTERIO DE CULTURA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		LIM011043	
COORDENADAS WGS-84			
	UTM		GEODÉSICAS
NORTE	8684779.594 m	LATITUD	11°53'23.62908" S
ESTE	274221.935 m	LONGITUD	77°04'22.02731" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	186.396 m

Datos Generales:

- ORDEN: C
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): LIMA - LIMA
- ESTACIÓN GNSS BASE: SURQUILLO (LI01) - 2018
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: DICIEMBRE 2018
- NÚM. CORRELATIVO: 030 – 2019/IGN/DC/DG



Lima, 11 de enero de 2019





O-8400512212-O
JULIO CESAR SAENZ ACUÑA
MY EP
Jefe del Departamento de Geodesia

Figura 13

Certificado de punto geodésico LIM11044

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		LIM011044	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
NORTE	8684778.804 m	LATITUD	11°53'23.69977" S
ESTE	274407.480 m	LONGITUD	77°04'15.89801" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	184.52 m

Datos Generales:

- ORDEN: C
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): LIMA - LIMA
- ESTACIÓN GNSS BASE: SURQUILLO (LI01) - 2018
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: DICIEMBRE 2018
- NÚM. CORRELATIVO: 031 – 2019/IGN/DC/DG



Lima, 11 de enero de 2019



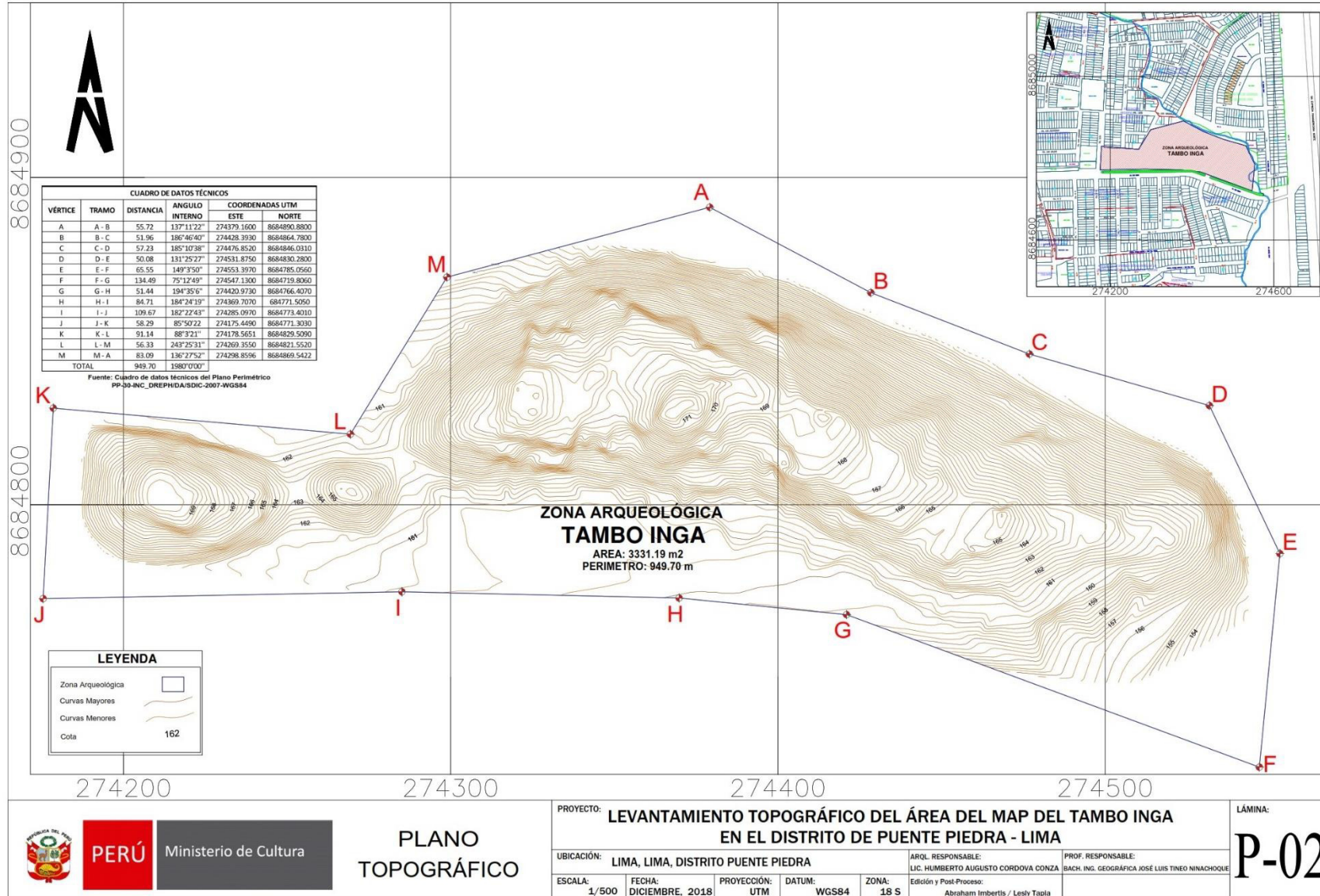
O-8400512212-O
JULIO CESAR SAENZ ACUÑA
 MY EP
 Jefe del Departamento de Geodesia

2.6.2. Plano topográfico

Como se muestra en la figura 14, se obtuvieron las curvas de nivel cada de 0.25m, que fue uno de los requerimientos del cliente, los cuales están representados en el mapa topográfico.

Figura 14

Plano topográfico del sitio arqueológico Tambo Inga



PLANO TOPOGRÁFICO

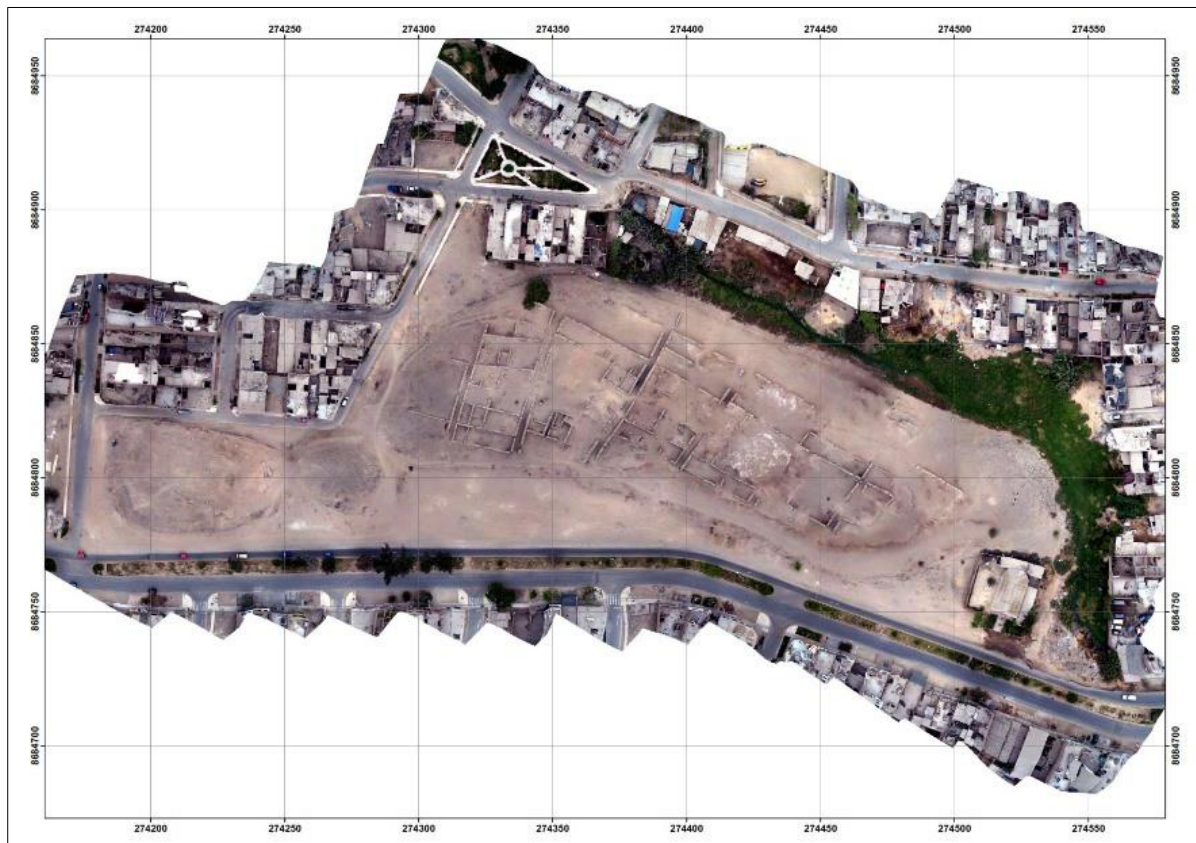
PROYECTO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DEL MAP DEL TAMBO INGA EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA - LIMA				LÁMINA: P-02	
UBICACIÓN: LIMA, LIMA, DISTRITO PUENTE PIEDRA		AROL RESPONSABLE: LIC. HUMBERTO AUGUSTO CORDOVA CONZA		PROF. RESPONSABLE: BACH. ING. GEOGRÁFICA JOSÉ LUIS TINEO NNACHOQUE	
ESCALA: 1/500	FECHA: DICIEMBRE, 2018	PROYECCIÓN: UTM	DATUM: WGS84	ZONA: 18 S	Edición y Post-Proceso: Abraham Imbertis / Lesly Tapla

2.6.3. Generación de Ortofoto

La generación de la ortofoto permitió identificar con mayor facilidad los elementos arquitectónicos y las estructuras que aún se mantenían conservados que finalmente se representaron en el plano arquitectónico.

Figura 15

Ortofoto del sitio arqueológico Tambo Inga



2.6.4. Plano de arquitectura

Cabe mencionar que, durante la labor de campo, con apoyo del arqueólogo integrante del equipo se realizó un mapeo a mano alzada de los muros y estructuras del sitio, los cuales fueron contrastados con la ortofoto para elaborar el plano arquitectónico empleando una simbología para las distintas estructuras. El plano de arquitectura del sitio se muestra en la figura 17.

Figura 16

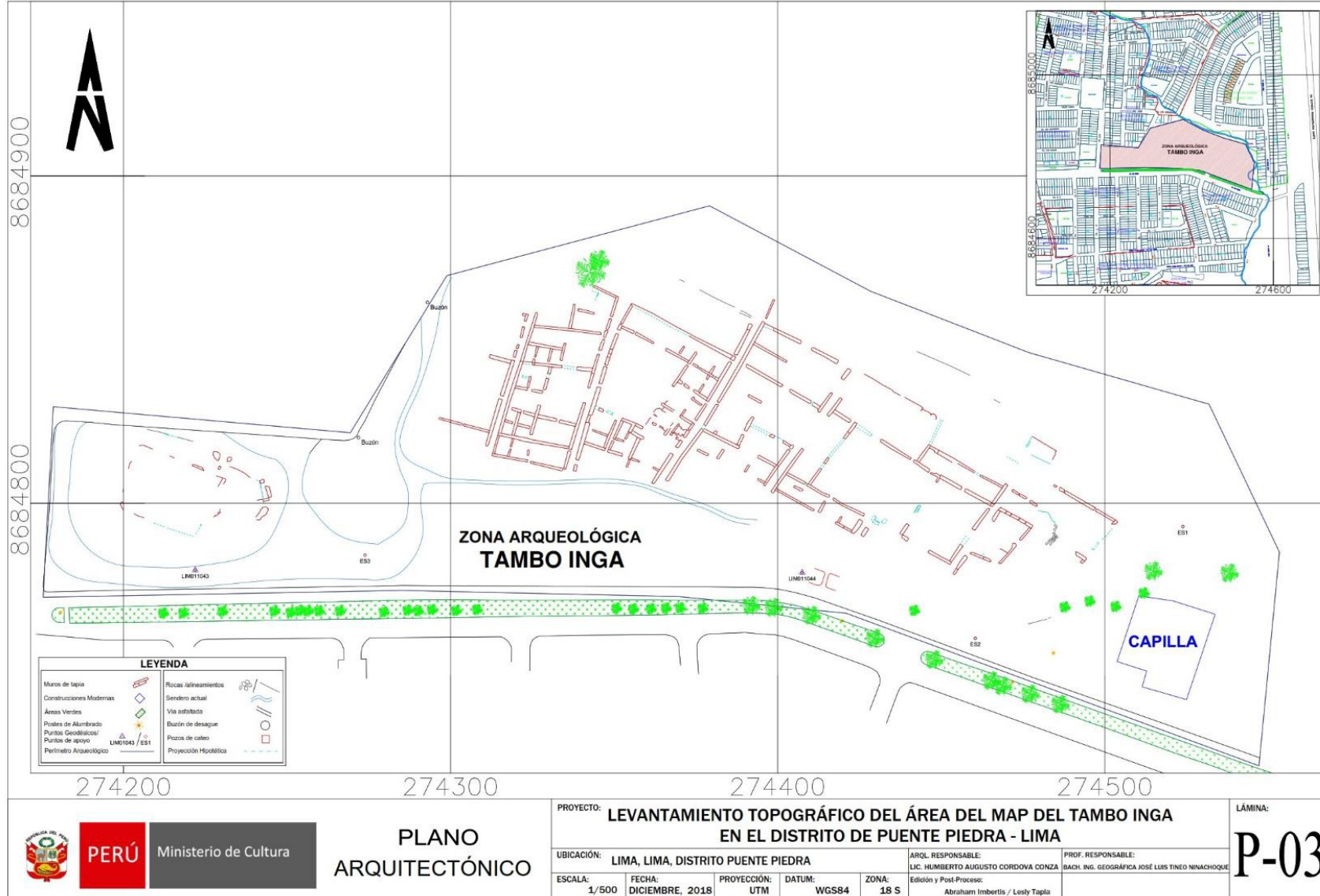
Trazos de las estructuras visibles y proyectadas



Nota. La ortofoto georreferenciada como apoyo en el proceso de dibujo en el software AutoCAD 2018.

Figura 17

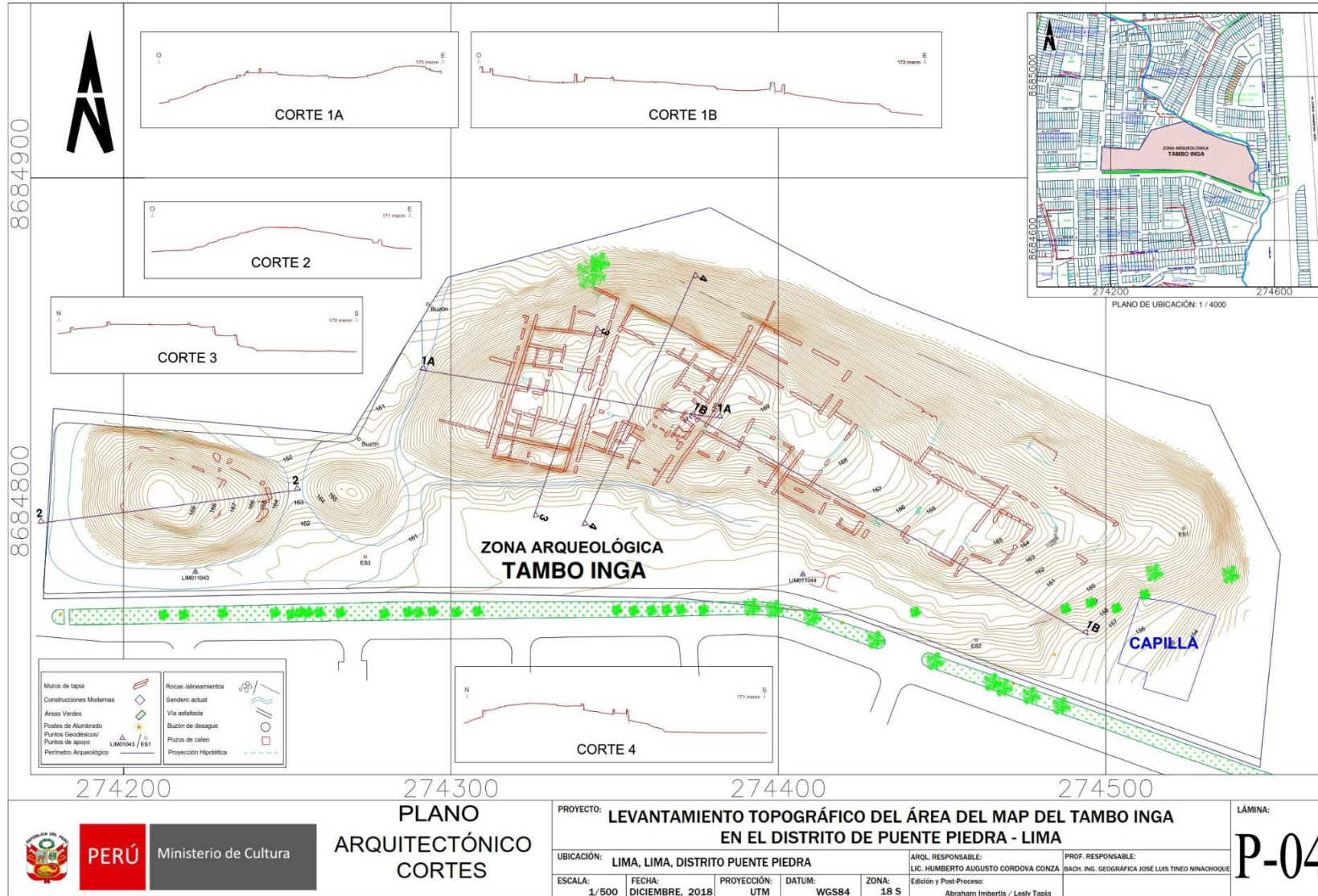
Plano de arquitectura del sitio arqueológico Tambo Inga



PLANO ARQUITECTÓNICO

Figura 18

Plano de cortes del sitio arqueológico Tambo Inga



**PLANO
ARQUITECTÓNICO
CORTES**

PROYECTO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DEL MAP DEL TAMBO INGA EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA - LIMA						LÁMINA:
UBICACIÓN: LIMA, LIMA, DISTRITO PUENTE PIEDRA			ARQL. RESPONSABLE: LIC. HUMBERTO AUGUSTO CORDOVA CONZA	PROF. RESPONSABLE: BACH. ING. GEOGRÁFICA JOSÉ LUIS TINEO NINACHOQUE		P-04
ESCALA: 1/500	FECHA: DICIEMBRE, 2018	PROYECCIÓN: UTM	DATUM: WGS84	Edición y Post-Proceso: Abraham Imbertis / Lesly Tapia		
ZONA: 18 S						

2.7. Discusión de resultados

Orrego (2020) describe su investigación desde el lado de la arqueología, asimismo, hace mención sobre el PIA realizada en el lugar dirigida por la Dra. Luisa Diaz, en el cual se muestra un plano de sectorización detallado con curvas de nivel cada 0.25 metros coincidiendo con nuestros resultados y de manera idéntica con las estructuras que son en cantidad muy similares al plano arquitectónico generado en el presente informe.

En su tesis de licenciatura, Pedraza (2019) realiza un estudio comparativo entre un levantamiento topográfico tradicional y otro efectuado con Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS) en la huaca Aznapuquio. Su análisis se centra en la precisión, tiempo de trabajo y los costos de operación entre ambas metodologías. En contraste, el presente estudio adopta un enfoque diferente debido a la naturaleza específica de ser un servicio requerido. En este caso, el levantamiento topográfico se llevó a cabo utilizando una Estación Total, mientras que el vuelo con dron y el procesamiento de la ortofoto resultante sirvieron como recursos complementarios para la elaboración del plano arquitectónico del sitio arqueológico Tambo Inga.

El estudio de Engel (1987) sobre el sitio arqueológico Tambo Inga constituye el primer plano detallado del lugar, hallándose descrita con mucha precisión las curvas de nivel con intervalos de un metro, en contraste, el presente informe ofrece curvas de nivel cada 0.25 metros. Del mismo modo, se observa a las estructuras con una mayor definición debido a un mejor estado de conservación a comparación con los resultados de este informe.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Entre los aportes realizados para la empresa con la que me mantuve trabajando cuatro años y medio aproximadamente puedo mencionar los siguientes:

- Se alcanzó con éxito la mejora sustancial en el plazo de entrega y la calidad de los planos perimétricos, obras y de ubicación para los proyectos de estación base celular, acometidas eléctricas y tendido de fibra óptica.
- Se mejoró la base de datos gráfica de los sitios arqueológicos de la empresa para la simplificación en la identificación de superposición o de proximidad con evidencia arqueológica.
- Se manejó con eficiencia la identificación y resolución de dificultades procedimentales, implementando mejoras metodológicas a través de modelos de flujos de trabajo para los procesos clave de la empresa.
- Se logró significativamente optimizar el tiempo de adaptación del nuevo personal en la empresa mediante la elaboración de manuales de las principales actividades que realizaba.
- Se mejoró significativamente la capacidad de planificación y eficacia en el desarrollo de los proyectos de levantamiento topográfico en sitios arqueológicos, dado la experiencia previa en la Huaca Perales y Tambo Inga.

IV. CONCLUSIONES

- Se obtuvo la certificación de los puntos geodésicos de orden “C” aplicando la normativa del IGN, esto permitió cumplir con la exigencia de enlazar el levantamiento topográfico a puntos geodésicos.
- La óptima captura de datos con la Estación Total permitió generar cumplir con el requisito de entregar el plano topográfico con curvas de nivel cada 0.25m.
- La integración de la tecnología de los drones y de los métodos fotogramétricos permitieron generar una ortofoto completa y detallada del sitio arqueológico, la cual es una herramienta valiosa para la investigación y gestión del patrimonio cultural.
- El plano arquitectónico fue elaborado en base a la información recogida a mano alzada y a la ortofoto que permitió identificar de manera más sencilla los elementos y estructuras del recinto arqueológico.
- Este estudio ha servido de insumo para la toma de decisiones por parte de las autoridades del gobierno local como del gobierno central, haciendo posible un proyecto de puesta en valor del patrimonio cultural, lo cual promoverá proyectos de investigación arqueológica; y próximamente la instalación de un museo de sitio que podría atraer al turismo en beneficio de la comunidad.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el método empleado en este informe debido a que permitió eficiencia temporal, precisión requerida en los resultados y la preservación del patrimonio cultural minimizando el impacto de las actividades realizadas.
- Se recomienda seguir los lineamientos establecidos en los instructivos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), para evitar contratiempos tanto en la monumentación de los puntos geodésicos, así como de las lecturas hechas con los equipos GNSS.
- Se recomienda obtener certificados de calibración de los equipos en empresas de confianza para la veracidad de la información.
- Los sitios arqueológicos son recintos con historia, por lo cual se recomienda el tratamiento de las actividades con respeto y cuidado con la finalidad de evitar daños al patrimonio.
- La realización de este tipo de trabajos en zonas urbanas donde acecha la inseguridad ciudadana significa un gran riesgo, por consiguiente, se considera recomendar la coordinación previa con la comisaria del lugar o la asistencia de un personal de seguridad.

VI. REFERENCIAS

- Ayala, G. (2021). Cerro Respiro y la administración inca en el valle bajo del Chillón. *Arqueología y Sociedad*, 35, 269–300.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/Arqueo/article/download/21587/17341/74747>
- Casaverde, G., San Martín, J., Gómez, T., Bahamonde, J. y Najarro, C. (2022). *Tambo Inga: Patrimonio Cultural de la Nación*. Ed. Municipalidad de Puente Piedra.
https://portal.munipuentepiedra.gob.pe/biblioteca/assets/files/libro_tambo_inga.pdf
- Decreto Supremo N.º 003-2014-MC. Aprobación del Reglamento de Intervenciones Arqueológicas. (3 de octubre del 2014). Ministerio de Cultura.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/211278/ds003-2014-mc-ria.pdf?v=1594503910>
- Engel, F. (1987). *De las begonias al maíz, vida y producción en el Perú antiguo*. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA), Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gámez, W. (2010). *Texto básico autoformativo de topografía general*. Universidad Nacional Agraria.
<https://iestpdeeestrecho.edu.pe/biblioteca/files/original/90206c8fdc2f43de7cd578feab833297.pdf>
- Instituto Geográfico Nacional (2015). Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global. Instituto Geográfico Nacional, IGN.
<https://app8.ign.gob.pe/GestionDocumental/Documento.aspx?id=2634>
- Instituto Geográfico Nacional (2016). Norma técnica para levantamientos geodésicos verticales. Instituto Geográfico Nacional, IGN.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670932/ESPECIFICACIONESTECNICAS-PARA-LEVANTAMIENTOS-VERTICALES.pdf>

Ley N.º 30740. Ley que regula el uso y las operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas A Distancia (RPAS). (22 de marzo del 2018). Congreso de la Republica del Perú.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/422950/355491-ley-que-regula-el-uso-y-las-operaciones-de-los-sistemas-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia-rpas-ley-n-30740.pdf?v=1702483990>

Orrego, M. (2022). *Festines de mediana escala: una aproximación hacia las actividades sociales realizadas en el sector II de Tambo Inga, durante el Horizonte Tardío, bajo la influencia Inca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/18363>

Pedraza, A. (2019). *Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos—2019* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36819>

Rincón, M., Vargas, W. y González, C. (2017). *Topografía: conceptos y aplicaciones*. Ecoe Ediciones.

Sancho, R., Galán, D., González-Rodrigo, B., Marchamalo, M., & Martínez, R. M. (2021). Aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno. *Informes de la Construcción*, 73(561), e379–e379. (30 de marzo de 2021). <https://doi.org/10.3989/IC.77867>

Tuler, M. y Saraiva, S. (2014) *Fundamentos de Topografía*. Bookman Editora.

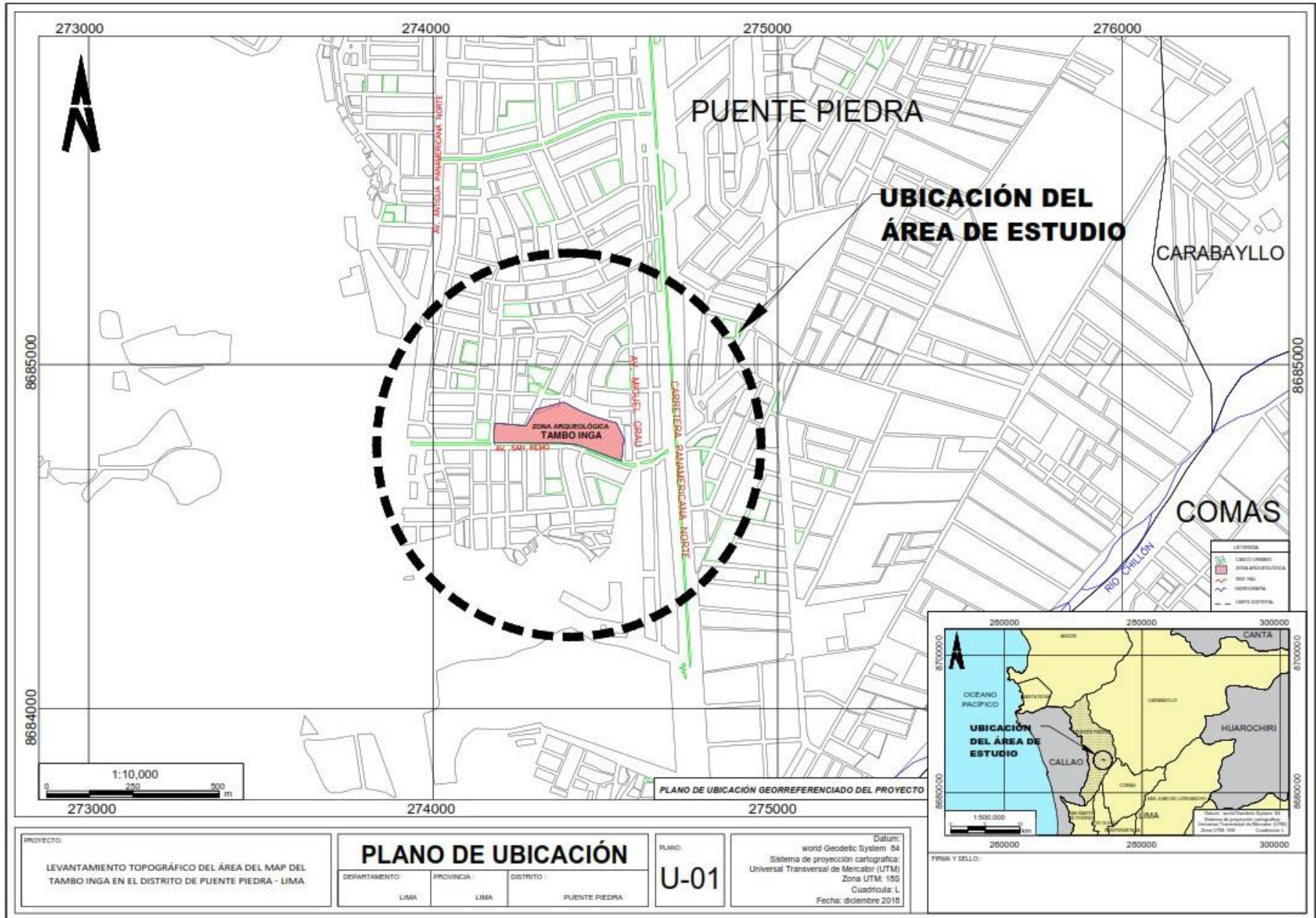
Zamarripa, M. (2010). *Apuntes de Topografía*. Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México.

[http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHa003.dir/
doc.pdf](http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHa003.dir/doc.pdf)

VII. ANEXOS

- Anexo A: Plano de ubicación
- Anexo B: Especificaciones técnicas del equipo GNSS
- Anexo C: Certificado de calibración de los equipos utilizados
- Anexo D: Ficha ERP IGN
- Anexo E: Informe de procesamiento de Línea Base

Anexo A: Plano de ubicación



- Anexo B: Especificaciones técnicas del equipo GNSS

Receptores GNSS TOPCON GR-5

- 216 canales
- Constelaciones: GPS - Glonass - Galileo
- Preparado para todas las nuevas señales a integrarse
- RTK a 100 Hz
- Radio interna Integrada
- Modem interno para comunicación RTK vía Celular GSM
- Máxima resistencia a golpes y caídas
- 32 GB de memoria interna
- Avanzada Antena GNSS - Insuperable el seguimiento y el rendimiento

Parámetros de categoría: Generación RTK

CAPACIDADES DE RASTREO

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| - Cantidad de canales | - | 216 |
| - Señales de rastreo GPS | - | SI |
| - Señales de rastreo GLONASS | - | SI |
| - Señales de rastreo SBAS | - | NO |
| - Señales de Rastreo GALILEO | - | GIOVE-A;GIOVE-B |
| (TEST) | | |
| - Señales de Rastreo GALILEO | - | SI |
| - Señales de Rastreo COMPASS | - | NO |

PRECISIÓN DE POSICIONAMIENTO

- | | | |
|-------------------|---|---|
| - Estático | - | Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 15 mm + 1 ppm |
| - Estático rápido | - | Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 15 mm + 1 ppm |
| - Cinemático | - | --- |
| - RTK | - | Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 15 mm + 1 ppm |
| - DGPS | - | |

INTERFAZ DEL USUARIO

- | | | |
|--------------------------|---|--|
| - Funcionamiento | - | Teclas de función con iluminación LED super brillantes |
| - Panel de visualización | - | Indicadores de estado LED |

GESTIÓN DE DATOS

- | | | |
|--|---|---|
| - Memoria | - | Ranura para tarjeta de memoriaSD / SDHC |
| - Formato de datos | - | RTCM SC104 3.1;CMR;CMR+;TPS |
| - Actualización / Salida Frecuencia | - | 1 Hz; 100Hz |
| - Puerto de comunicación | - | USB |
| - Módem Bluetooth | - | V2.1 + EDR, Clase 1, 115.200 bps |
| - Radio UHF | - | UHF TR/RX 915Mhz amplio espectro Integrada opcional |
| - Radio de propagación de espectro | - | --- |
| - Módem GSM - CDMA | - | Interno |
| - Características ambientales | - | |
| - Protección contra el polvo y el agua | - | IP66 |
| - Choque | - | 2 m (6,56 pies) caída en concreto |
| - Temperatura de funcionamiento | - | -30C° a 60C° |
| - Temperatura de almacenamiento | - | |

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- | | | |
|--------|---|----------------------------------|
| - Caja | - | Cubierta de aleación de magnesio |
|--------|---|----------------------------------|

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

- | | | |
|--|---|---------|
| - Batería | - | SI |
| - Tiempo de funcionamiento a 68° F (20° C) | - | 08 HRAS |
| - Cargador | - | SI |

- Anexo C: Certificado de calibración de los equipos utilizados

Certificado de operatividad del equipo GNSS.

SOKKIA FARO Geomagic

BDSYSTEMS

Artec 3D

TOPCON

*Equipos para Geomatica, Estaciones totales
GNSS, Software de Aplicaciones 3D
Escaner 3D, Machine Control*



GEINCOR
Geomatic Instruments Corporation S.A.C.

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD

N° 117107/18

OTORGADO A:

GEOCENTER INGENIEROS S.A.C.

Equipos	Marca	Modelo	Serie
RECEPTOR GPS	TOPCON	GR 5	947-10785

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE: (1 sigma)

Equipos	POST PROCESO		RTK	
	* Horizontal	* Vertical	* Horizontal	* Vertical
RECEPTOR GNSS L1/L2, CA, RTK	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm	10mm+1ppm	15mm+1ppm

* Por linea base

GEOMATIC INSTRUMENTS CORPORATION SAC "GEINCOR SAC" en su calidad de Único Distribuidor Autorizado de la Marca TOPCON, mediante su Laboratorio de Servicio Técnico certificado y autorizado por su proveedor Topcon Positioning Systems, certifica que habiendo efectuado las pruebas y regulaciones a los instrumentos anteriormente mencionados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en postproceso y tiempo real.

PATRON UTILIZADO:
Estacion de Rastro Permanente GNSS NET-G3A L1/L2, RTK con Antena Geodesica Choke Ring CR-G5, Software Pinnacle Post Proceso, patronados por el Fabricante Topcon.

NOTA:
Los Receptores GNSS antes mencionados son de fabricacion Año 2013 y cuentan con las ultimas tecnologias aplicadas a los Sistemas GNSS, los cuales son reconocidos en el Peru por su alta precision y eficiencia en los trabajos efectuados.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Se sugiere efectuar una revision en el periodo máximo de 06 meses antes del 19 de Enero del 2019.

Santiago de Surco, 20 de Julio del 2018.



RAUL M. MENESES P.
GERENTE GENERAL



Nota: Tener en cuenta que los accesorios (Bases nivelantes y Bastones) son muy importantes para mantener la precision del Receptor GNSS. Revisar periodicamente dichos accesorios ya que esto puede ocasionar imprecisiones en su resultado.

Av. Paseo De La Castellana N° 567 - Surco

(01) 448 1889 / (01) 448 1891 / (01) 273 8230

946 206 342 981 044 863 981 044 865



ventas@geincor.com / geincor@geincor.com

www.geincor.com

Siguenos en: 

Certificado de calibración de la Estación Total.



Año: 2018
N° Certificado: 000 089

Cliente: ARQUEOMATICA SAC
Instrumento: ESTACION TOTAL
Fecha de Calibración: 23/10/2018
Proxima Calibración: 23/04/2019

DNI / RUC: 20501413654
Marca: RUIDE
Modelo: RTS-802R5
Serie: 89238

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN FABRICANTE			
Precisión del EDM		Compensador centralizado de cuádruple eje:	
0m - 500m :	2mm + 2ppm	dos ejes:	colimación Hz
>500m :	3mm+ 2ppm	dos ejes:	índice vertical
Abertura libre del objetivo:	40mm	Resolución nivel electrónico:	5"
Telescopio imagen directa:	30x	Piomada Optica:	
Lectura mínima	1"/5"	Precisión	1,5mm a 1.5m de altura
Precisión angular	2"	Diámetro:	2.5mm a 1.5m de altura

AJUSTE DEL EQUIPO

ESTADO VISIBLE DEL EQUIPO		PANEL DE CONTROL		MECÁNICA DEL EQUIPO		BASE NIVELANTE	
Color	OK	Leyenda de teclado	OK	Rotación horizontal	OK	Nivel esférico	OK
Limpieza	OK	Condición física	OK	Rotación EDM	OK	Tornillos nivelantes	OK
Estado físico/mecánico	OK	Funciones de teclado	OK			Condición física/mecánica	OK

REVISIÓN			
Puntero laser	OK	Doble centro	OK
Piomada laser	OK	Error vertical	OK
Perpendicularidad	OK	Error horizontal	OK

PATRÓN DE MEDIDAS ANGULARES			
Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 00"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot-Der	270° 00' 00"
Ángulo de elevación	60° 00' 00"	Depresion	120° 00' 00"

VALORES ANGULARES INICIALES LEIDOS EN EL INSTRUMENTO			
Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 02"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot	269° 59' 59"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 01"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	179° 59' 58"

EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA REVISADO, CALIBRADO, AJUSTADO Y VERIFICADO. SE TOMÓ COMO REFERENCIA EL ESTÁNDAR DE LA NORMA ISO 17123 "OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENT", POR LA CUAL SE GARANTIZA SU CORRECTO Y NORMAL FUNCIONAMIENTO.

VALORES ANGULARES A CORREGIR	
Angulo Hz	00° 00' 02"
Vertical V	00° 00' 01"
Muñones V	00° 00' 01"
Muñones Hz	00° 00' 02"

PRECISIÓN ANGULAR			
	Grados "	Minutos "	Segundos "
+	00'	00'	2
+	00'	00'	2

VALORES ANGULARES FINALES LEIDOS EN EL INSTRUMENTO			
Angulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 01"
Angulo V	90° 00' 00"	Rot	270° 00' 01"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 01"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	180° 00' 01"

DESVIACIÓN ANGULAR FINAL	
Δ	+01"
Δ	+01"
Δ	+01"
Δ	+01"



Año: 2018
N° Certificado: 000 089

REVISIÓN DE DISTANCIÓMETRO

Distancia Inicial (m)	Distancia patrón (m)	Error a Corregir (mm)	Distancia Final (m)	Desviación Final
60,369	60,370	+1	60,369	-1 mm
120,011	120,012	+1	120,011	-1 mm
200,936	200,937	+1	200,936	-1 mm

CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO

Temperatura: 23°C con variación +/- 1°C
Presión atmosférica: 749 mmHg con variación de +/- 0.5 mmHg
Humedad relativa: 67%

OBSERVACIONES: Por medio de la presente certificamos que el producto descrito ha sido verificado y cumple con las especificaciones establecidas por el fabricante detallado en el manual de usuario. Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones ambientales en que fueron ejecutadas las mediciones.

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACIÓN

Equipo utilizado como patrón:

Set de Colimadores. Marca SANZHUN F420-3; Serie N° JD151731
Teodolito Mecánico WILD-T1A, Serie N°85453.
Nivel Automático Leica NAK2, Serie N°566210.
Micrómetro de placas paralelas Sokkia OM5, con Serie N° 7001000.







Colimador SANZHUN F420-3; con Telescopios de 32x cuyo retículo esta enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de 1", consta de 03 tubos cada uno con doble retículo en plataforma fija, con distancia de enfoque infinito, distancia focal de 550mm, apertura efectiva de 55mm y 3" de campo de visión, es revisado periódicamente con un Teodolito WILD-T1A precisión 1", con método de lectura directa-inversa y referendado con un Nivel Automático Leica Modelo NAK2 de 32x con Micrómetro de Placas Paralelas de Precisión 0.5mm nivelación doble de 1km.

NOTA:

- 1.- ANTES DE SALIR DE OFICINA ESTE EQUIPO HA SIDO REVISADO, SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO Y FUNCIONAMIENTO.
- 2.- EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL TRANSPORTE DEL INSTRUMENTO Y USO DEL CERTIFICADO.
- 3.- AYD TOPOGRAFIA SAC NO SE RESPONSABILIZA DE LOS PERJUICIOS QUE PUEDA OCASIONAR EL USO INADECUADO DEL INSTRUMENTO VERIFICADO.
- 4.- AYD TOPOGRAFIA SAC NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR MALA MANIPULACION Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO DEL INSTRUMENTO. EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL CUIDADO Y USO ADECUADO DEL EQUIPO.

AYD TOPOGRAFIA S.A.C.
CARLOS ALVAREZ JULIO CESAR
GERENTE GENERAL
DNI: 41016734

- Anexo D: Ficha ERP IGN

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u>		
0. DATOS GENERALES:		
	Preparado por: Realizado: Versión:	Departamento de Procesamiento Geodésico 16 de mayo de 2018 3
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
	Nombre: Código Nacional: Código Internacional: Inscripción: Orden de la estación: Fecha de monumentación:	Surquillo LI01 42203M001 Placa de bronce 0 Junio de 2008
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
	Departamento: Provincia: Distrito: Ubicación de la estación:	Lima Lima Surquillo Instituto Geográfico Nacional
		
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
	USUARIO: Ing. Rossmery Chucón Rodríguez / FECHA: 4/12/2018 12:36 / C.P.E.: N° 001-001762 LI01 1 4	



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84

Marco de referencia: ITRF2000

3.1. GEODÉSICAS:



Latitud (S)	Longitud (O)
12° 06' 10.85997"	77° 01' 00.98284"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
157.6443	1.000195938515

3.2. CARTESIANAS



X (m)	Y (m)	Z (m)
1401321.1254	-6077986.5111	-1328580.4001

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
280479.8735	8661244.5710
Zona: 18 Sur	



4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia
N° de serie: 5647R50510
Versión del firmware: 5.30
Fecha de instalación: 8 de junio de 2017
Ubicación del receptor: El receptor está instalado en la Sala de Servidores de la mencionada institución.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble
N° de serie: 1440921021
Cubierta protectora: con domo
Medición de la antena: ARP
Altura de la antena: 0.0750 m
Fecha de instalación: 8 de junio de 2017
Ubicación de la antena: La antena está instalada sobre un monumento de concreto de 1.34 m de alto, 30 cm x 51 cm de ancho de color blanco, ubicada en el techo del museo del Instituto Geográfico Nacional.



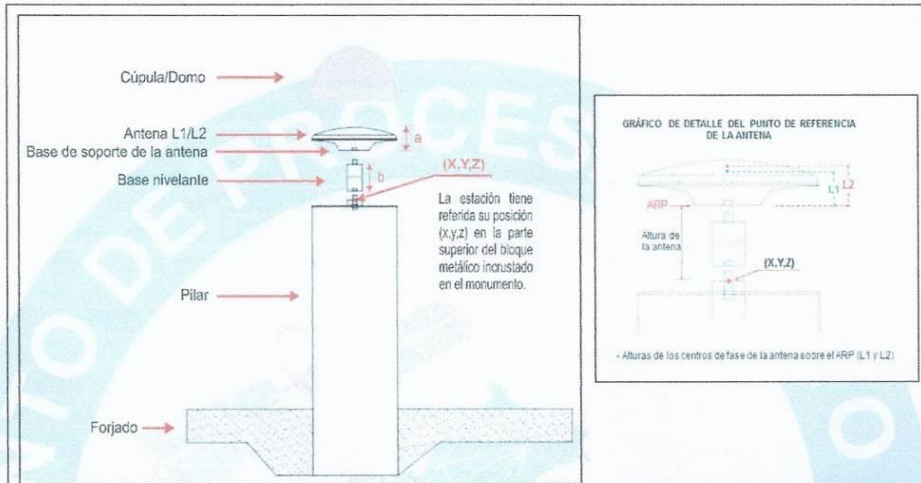


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



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

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA

DIMENSIONES		DESCRIPCIÓN
A	.2804 f t / 8.54 cm	PARTE INFERIOR DE LA ANTENA (HASTA EL CENTRO DE FASE NOMINAL)
B	.0292 f t / 0.89 cm	PARTE INFERIOR DE LA MUESTRA DE LA ANTENA AL CENTRO DE FASE NOMINAL
C	.5571 f t / 16.98 cm	CENTRO RADIAL DE LA ANTENA AL BORDE INTERNO DE LA MUESTRA DE LA ANTENA

Trimble
ZEPHYR GEODETIC 3
ANTENA GNSS (TRM115000.00)

DIAGRAMA DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA ANTENA
EL CENTRO DE FASE NOMINAL ES EL NIVEL DE REFERENCIA PARA LAS CORRECCIONES DE FASE DE LA ANTENA TRIMBLE



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento: DPG
Área de control: DPG
Área de procesamiento: DPG
Observables: L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro: 5 seg
Máscara de elevación: 5°
Archivo diario: 24 HRS
Formato de archivo nativo: *T02
Datos para el procesamiento: 1 al 28 de febrero de 2018
Tipo de órbita: Efemérides precisas finales
Archivo procesado: Rinex 2.11
Software de procesamiento: Gamit / Globk V 10.6
Autor: Mario César Mendoza Del Aguila
Revisado por: MY EP. Julio Saenz Acuña



7. CONTACTOS

Oficina: Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección: Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo: cpg@ign.gob.pe / cpg.ign@hotmail.com
Web site: http://209.45.65.186/rastreo_permanente



Anexo E: Informe de procesamiento de Línea Base



Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	D:\PROYECTO_TBC\LIMA_301118.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	48 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	04/12/2018 05:44:49 p.m. (UTC:-5)	Zona:	18 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM2008-PERU
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:			
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

Informe de procesamiento de líneas base

Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
LI01 --- LIM011043 (B1)	LI01	LIM011043	Fija	0.004	0.018	345°39'00"	24338.772	27.856
LI01 --- LIM011044 (B2)	LI01	LIM011044	Fija	0.004	0.016	346°03'38"	24267.298	25.584

Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador		Fallida	
2	2	0		0	

REPORTE

LI01 - LIM011043 (12:21:13 p.m.-02:58:17 p.m.) (S1)

Observación de línea base:	LI01 --- LIM011043 (B1)
Procesados:	04/12/2018 06:03:05 p.m.
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.004 m
Precisión vertical:	0.018 m
RMS:	0.018 m
PDOP máximo:	4.059
Efemérides utilizadas:	Preciso/a
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	30/11/2018 12:21:17 p.m. (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	30/11/2018 02:58:17 p.m. (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	02:37:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

Componentes de vector (Marca a marca)

De:	LI01				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	280479.825 m	Latitud	S12°06'10.86104"	Latitud	S12°06'10.86104"
Norte	8661244.538 m	Longitud	O77°01'00.98447"	Longitud	O77°01'00.98447"
Elevación	133.915 m	Altura	157.556 m	Altura	157.556 m

A:	LIM011043				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	274273.856 m	Latitud	S11°53'23.49267"	Latitud	S11°53'23.49267"
Norte	8684784.174 m	Longitud	O77°04'20.31095"	Longitud	O77°04'20.31095"
Elevación	161.057 m	Altura	185.412 m	Altura	185.412 m

Vector					
Δ Este	-6205.968 m	Acimut Adelante NS	345°39'00"	ΔX	-4771.578 m
Δ Norte	23539.636 m	Dist. elip	24338.772 m	ΔY	-6154.926 m
Δ Elevación	27.142 m	Δ Altura	27.856 m	ΔZ	23059.853 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ Δ Este	0.001 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.003 m
σ Δ Norte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ ΔY	0.008 m
σ Δ Elevación	0.009 m	σ Δ Altura	0.009 m	σ ΔZ	0.002 m

Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000069208		
Y	-0.0000186848	0.0000709101	
Z	-0.0000047635	0.0000168739	0.0000059725

Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	LI01	LIM011043
Archivo de datos:	D:\PROYECTO_TBC\LIMA_301118\LI01334aA.T02	D:\PROYECTO_TBC\LIMA_301118\log1334r.180
Tipo de receptor:	NetR9	GR5
Número de serie del receptor:	5647R50510	SQ7JTDKRFNK
Tipo de antena:	Zephyr 3 Geodetic w/TZGD	GR5
Número de serie de la antena:	41108504	-----
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.473 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Base del soporte de la antena