



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
**PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD,
SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS COMO
HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD
EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MINERO “LA MÍSTICA”
DEL DISTRITO DE ANANEA - PUNO, 2024**

PRESENTADA POR:

ZULLY MARISOL LLANQUE QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
Y MEDIO AMBIENTE**

PUNO, PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS COMO HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MINERO "LA MÍSTICA" DEL DISTRITO DE ANANEA - PUNO, 2024

AUTOR

ZULLY MARISOL LLANQUE QUISPE

RECuento DE PALABRAS

17037 Words

RECuento DE CARACTERES

98300 Characters

RECuento DE PÁGINAS

115 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

21.5MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 18, 2024 10:03 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 18, 2024 10:05 AM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.


- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Dr. JAIME C. RODRIGO MARTINEZ
COORDINADOR DE INVESTIGACION
SEGUNDA ESPECIALIDAD: SEGURIDAD SALUD
OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE
UNA - PUNO



Prof. Dr. Miguel Elias Calcina Benique
Ing. Geólogo - MSc. Geoquímica
UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD
Y SALUD OCUPACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS COMO
HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD
EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MINERO “LA MÍSTICA”
DEL DISTRITO DE ANANEA - PUNO, 2024

TESIS

PRESENTADA POR:

ZULLY MARISOL LLANQUE QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE:

M Sc. RUTH LUCY QUISPE SANDOVAL

PRIMER MIEMBRO:

M Sc. EDWIN CALLACONDO LIMACHI

SEGUNDO MIEMBRO:

M Sc RENE CHIQUE ACERO

ASESOR DE TESIS:

Dr. MIGUEL ELÍAS CALCINA BENIQUE



Puno, 10 de octubre del 2024.



DEDICATORIA

A Dios, en primer lugar, por ser mi fuente de fortaleza y guía en cada paso que doy.

A mis amados padres, Marleny Quispe y Carlos Llanque quienes han sido mi mayor apoyo en este viaje académico y en todos mis logros. Su amor incondicional y constante acompañamiento han sido la brújula que ha guiado mis pasos en este camino, cada obstáculo superado me ha fortalecido.

A mis queridos hermanos Maricielo y Arnold, vuestra fe en mí ha sido una luz constante en los momentos de duda y dificultad.

A mis abuelitos Gregoria Sandoval y Francisco Quispe que desde el cielo siempre cuidan de mí.

Este logro, y todos los que vendrán, son dedicados a ustedes, con todo mi amor y gratitud.

Zully Marisol Llanque Quispe



AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, al programa de Segunda Especialidad en: Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, por el valioso aprendizaje y por las amistades encontradas durante el desarrollo de la misma.

Agradezco al Dr. Miguel Calcina, mi asesor de tesis por su orientación, apoyo y sabias sugerencias a lo largo de este proceso.

Expreso mi infinita gratitud y admiración al Ing. Angel Naira, Gerente SSOMA del Proyecto La Mística - CECOMSAP, por su invaluable colaboración y apoyo durante el desarrollo de la presente tesis, agradezco profundamente las facilidades que me ha brindado para llevar a cabo este trabajo, así como sus valiosos consejos, los cuales valoro enormemente y siempre tengo presentes.

También quiero agradecer a mis jurados M Sc. Ruth Quispe, M Sc. Edwin Callacondo y al M Sc. Rene Chique por sus valiosas contribuciones durante las discusiones y revisiones de este trabajo. Sus comentarios y consejos fueron de gran ayuda para mejorar la calidad de la investigación.

Quisiera expresar mi profunda gratitud a todas las personas que contribuyeron de diversas formas a la realización de esta tesis. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento, este logro es también de ustedes.

Zully Marisol Llanque Quispe



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 MARCO TEÓRICO	16
1.1.1 Fiscalización.....	16
1.1.2 Fiscalizador	16
1.1.3 Fiscalización ambiental a la pequeña minería.....	16
1.1.3.1 Marco legal.....	17
1.1.4 Fiscalización en seguridad a la pequeña minería	19
1.1.4.1 Marco Legal	20
1.1.4.2 Procedimiento de Fiscalización minera para PPM y PMA.....	21
1.1.5 Fotogrametría	21
1.1.5.1 Fotogrametría Terrestre.....	22
1.1.5.2 Fotogrametría Aérea	22
1.1.5.3 Fotogrametría digital.....	23
1.1.5.4 Puntos de control terrestre.....	24
1.1.5.5 Agisoft Metashape	24
1.1.5.6 Ortomosaico	25
1.1.5.7 Ventajas y desventajas de la fotogrametría en comparación con	



la topografía clásica	26
1.1.6 Pequeña minería	27
1.1.6.1 Pequeños productores mineros (PPMs)	27
1.1.6.2 Pequeños mineros artesanales (PMAs)	28
1.1.7 Componentes mineros en la MAPE	28
1.2 ANTECEDENTES	29
1.2.1 A nivel global	29
1.2.2 A Nivel Nacional	31
1.2.3 A nivel local	34

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	36
2.2 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA	36
2.2.1 Pregunta General:	36
2.2.2 Preguntas Específicas:	37
2.3 JUSTIFICACIÓN	37
2.4 OBJETIVOS	38
2.4.1 Objetivo general	38
2.4.2 Objetivos específicos	38
2.5 HIPÓTESIS	39
2.5.1 Hipótesis general	39
2.5.2 Hipótesis específicas	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTUDIO	41
3.1.1 Ubicación Política	41
3.1.2 Ubicación Geográfica	41
3.1.3 Accesibilidad	42
3.2 POBLACIÓN	43



3.3 MUESTRA	43
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MÉTODOS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL	50
4.2 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS PARA LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD.....	66
4.3 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RPAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	78
4.4. DISCUSIÓN	80
4.4.1 Objetivo específico 1.....	80
4.4.2 Objetivo específico 2.....	81
4.4.3 Objetivo específico 3.....	81
V. CONCLUSIONES.....	83
VI. RECOMENDACIONES.....	84
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	90

ÁREA: Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente

TEMA: Tecnología de drones y fotogrametría

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10 de octubre del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Coordenadas UTM WGS 84 zona 19 sur de la concesión – La Mística	42
Tabla 2 Accesibilidad al área de estudio.....	42
Tabla 3 Puntos de control del área de trabajo	47
Tabla 4 Resumen de gestión en seguridad y salud ocupacional y el nivel de riesgo.....	68
Tabla 5 Diferencias entre la recolección de datos en la fiscalización minera, con y sin el uso de RPAS.	79



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Pasos para fiscalizar una actividad minera de PPM y PMA	21
Figura 2 Fotogrametría Terrestre	22
Figura 3 Fotogrametría Aérea.....	23
Figura 4 Fotogrametría digital	23
Figura 5 Puntos de control terrestre	24
Figura 6 Localización de la U.O. San Francisco	41
Figura 7 Visualización de las 2 áreas de planificación de vuelo	45
Figura 8 Vuelo N°1 denominado “AV_01_LA MISTICA”	46
Figura 9 Vuelo N°2 denominado “AV_02_LA MISTICA”	46
Figura 10 Nube de Puntos de la U.O San Francisco.....	48
Figura 11 Malla de alambre de la U.O. San Francisco	49
Figura 12 Ortomosaico de la U.O. San Francisco	49
Figura 13 Chute principal	51
Figura 14 Poza desarenadora	51
Figura 15 Poza de sedimentación 1	52
Figura 16 Poza de sedimentación 2	52
Figura 17 Poza de sedimentación 3	53
Figura 18 Poza de sedimentación 4	53
Figura 19 Poza de sedimentación 5	54
Figura 20 Poza de clarificación 6	54
Figura 21 Poza de clarificación 7	55
Figura 22 Poza de clarificación 8	55
Figura 23 Poza de clarificación 9	56
Figura 24 Poza de clarificación 10	56
Figura 25 Poza de clarificación 11	57
Figura 26 Poza de clarificación 12	57
Figura 27 Poza de clarificación 13	58
Figura 28 Poza de recirculación 1	58
Figura 29 Poza de recirculación 2	59
Figura 30 Área de motobomba 1	59



Figura 31 Área de motobomba 2	60
Figura 32 Área de motobomba 3	60
Figura 33 Chute de relavado	61
Figura 34 Poza de sedimentación 1 (chute de relavado)	61
Figura 35 Poza de sedimentación 2 (chute de relavado)	62
Figura 36 Poza de sedimentación 3 (chute de relavado)	62
Figura 37 Poza de clarificación 4 (chute de relavado).....	63
Figura 38 Poza de clarificación 5 (chute de relavado).....	63
Figura 39 Poza de clarificación 6 (chute de relavado).....	64
Figura 40 Poza de recirculación (chute de relavado).....	64
Figura 41 Área de secado de lodos 1	65
Figura 42 Área de secado de lodos 2	65
Figura 43 Área de secado de lodos 3	66
Figura 44 Mapa de riesgo de la U.O. San Francisco	68



ACRÓNIMOS

CAD	Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
CLV	Clasificación de la Vulnerabilidad
DEM:	Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevación)
GIS:	Geographic Information System (Sistema de Información Geográfica)
GNSS	Sistema global de navegación por satélite.
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
GSD	Distancia de muestreo del suelo
IPERC	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos en el Trabajo
LIDAR:	Light Detection and Ranging (Detección y Rango por Luz)
MAPE	Minería artesanal y de pequeña escala
MSL:	Mean Sea Level (Nivel Medio del Mar)
RGB	Rojo, Verde, Azul
RPAS:	Remotely Piloted Aircraft System (Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia)
RTK:	Real Time Kinematic (Cinemática en Tiempo Real)
SGSSO	Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo
SIDEMCAT:	Sistema de Derechos Mineros y Catastro
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
U.O.:	Unidad Operativa
UAV	Vehículo aéreo no tripulado



RESUMEN

Dada la creciente necesidad de mejorar los métodos de monitoreo y gestión en el sector minero, este estudio se motivó por la importancia de evaluar cómo la tecnología RPAS puede optimizar el seguimiento ambiental y la seguridad en sitios mineros. La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad Operativa (U.O) San Francisco del proyecto minero "La Mística", ubicado en el distrito de Ananea, Puno. El objetivo general fue evaluar la eficacia y viabilidad de la aplicación de la fotogrametría mediante sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) como herramienta en la fiscalización ambiental y en seguridad durante el año 2024. La metodología de trabajo es de carácter cualitativo que consistió en planificar vuelos con el dron DJI Mini 2 y un GPS diferencial CHCNAV, obteniéndose 366 fotografías que cubrieron un área de 0,365 km² con una resolución de muestreo en el suelo (GSD) de 3,96 cm/píxel, las imágenes fueron procesadas con el software Agisoft Metashape. Como resultado, se obtuvo un ortomosaico y con la aplicación de la fotogrametría permitió evaluar en tiempo real los componentes mineros. El RPAS es útil para clasificar el estado de estos componentes, identificar la categoría de riesgo y corroborar el mapa de riesgos de la unidad operativa en la fiscalización en seguridad. Además, optimiza el tiempo de fiscalización y crea una base de datos integral (fotografías) para el seguimiento histórico y la gestión continua de las actividades mineras.

Palabras clave: Fiscalización ambiental, Fotogrametría, Monitoreo, RPAS, Seguridad Minera.



ABSTRACT

Given the the growing need to improve monitoring and management methods in the mining sector, this study was motivated by the importance of evaluating how RPAS technology can optimize environmental monitoring and safety at mining sites. This research was carried out at the San Francisco Operating Unit (U.O) of the "La Mística" mining project, located in the Ananea district, Puno. The general objective was to evaluate the effectiveness and feasibility of applying photogrammetry using remotely piloted aircraft systems (RPAS) as a tool in environmental and safety monitoring during 2024. The work methodology is qualitative in nature and consisted of planning flights with the DJI Mini 2 drone and a CHCNAV differential GPS, obtaining 366 photographs that covered an area of 0.365 km² with a ground sampling resolution (GSD) of 3.96 cm/pixel, the images were processed with Agisoft's Metashape software. As a result, an orthomosaic was obtained and, with the application of photogrammetry, it was possible to evaluate the mining components in real time. The RPAS is useful for classifying the state of these components, identifying the risk category and corroborating the risk map of the operating unit in safety inspections. In addition, it optimizes inspection time and creates a comprehensive database (photographs) for historical monitoring and continuous management of mining activities.

Keywords: Environmental supervision, Photogrammetry, Monitoring, RPAS, Mining Safety.



INTRODUCCIÓN

La industria minera está continuamente en busca de un equilibrio entre la productividad, la responsabilidad ambiental y la seguridad laboral. En este contexto, la utilización de tecnologías como la fotogrametría con sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) emerge como una solución prometedora para abordar estos desafíos de manera más eficiente y precisa.

La U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística", ubicada en el distrito de Ananea, Puno, se presenta como un escenario particularmente interesante para la aplicación de esta tecnología. En un entorno donde la vigilancia y evaluación del impacto ambiental son aspectos críticos, la fotogrametría con RPAS ofrece una herramienta versátil y poderosa para monitorear y gestionar estos efectos de manera eficaz. La capacidad de los drones para capturar imágenes de alta resolución y datos tridimensionales de forma rápida y económica. Esta permite una evaluación detallada del entorno natural circundante, la infraestructura y la topografía del sitio minero. Esto facilita el seguimiento de los cambios en el entorno y contribuye a la detección temprana de posibles impactos ambientales adversos. Asimismo, la fotogrametría con RPAS mejora la seguridad laboral al proporcionar una visión clara y precisa de las condiciones del sitio minero. Esta tecnología facilita un análisis detallado de los posibles riesgos para la seguridad de los trabajadores y facilita una gestión más eficiente de las operaciones mineras. Desde la identificación de áreas de interés para la exploración hasta la monitorización de la evolución de los depósitos minerales y la optimización de la logística, el uso de RPAS ofrece una amplia gama de aplicaciones que pueden aumentar significativamente la eficiencia y la rentabilidad del proyecto minero.

En este contexto, se busca explorar cómo la implementación de la fotogrametría con RPAS en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" no solo contribuye a una gestión más efectiva y responsable del medio ambiente y la seguridad, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación y el desarrollo sostenible en la industria minera.



CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Fiscalización

Es un proceso de control sistemático, objetivo y documentado, realizado por la autoridad competente para verificar el cumplimiento de lo establecido en el reglamento. (D.S. 023-2017-EM, 2017).

1.1.2 Fiscalizador

Es toda persona natural o jurídica, domiciliada en el país, encargada de realizar exámenes objetivos y sistemáticos sobre asuntos de salud y seguridad en los lugares donde se desarrollan actividades mineras y que cuenta con autorización expresa de la autoridad competente. (D.S. 023-2017-EM, 2017).

1.1.3 Fiscalización ambiental a la pequeña minería

La supervisión ambiental abarca diversas actividades como la vigilancia, control, seguimiento y verificación para garantizar el acatamiento de las responsabilidades ambientales. En un sentido más específico, implica la capacidad de indagar posibles faltas administrativas y, en caso necesario, aplicar las sanciones y medidas correctivas correspondientes.

De este modo, los Gobiernos Regionales (GORE) y la Dirección General de Minería (DGM) deben comprobar el cumplimiento de los compromisos ambientales vinculados a las operaciones de la pequeña minería y minería artesanal que se lleven a cabo dentro de su área de influencia.

A continuación, se describe un proceso que especifica las tareas a llevar a cabo en el ejercicio de la función de supervisión, dirigidas específicamente a las actividades de la pequeña minería y minería artesanal. Este proceso consta de tres fases identificadas como: (i) Etapa de preparación; (ii) Etapa de ejecución; y (iii)



Etapa de gestión de resultados. (Gonzales, 2018)

1.1.3.1 Marco legal

Ley General del Ambiente (LEY N° 28611)

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. (MINAM, 2005)

Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (LEY N° 29325)

El Sistema tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado, se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en la Política Nacional del Ambiente y demás normas, políticas, planes, estrategias, programas y acciones destinados a coadyuvar a la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales, al desarrollo de las actividades productivas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que contribuyan a una efectiva gestión y protección del ambiente. (MINAM, 2009)



Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal (LEY N° 27651)

La minería artesanal es una actividad de subsistencia que se sustenta en la utilización intensiva de mano de obra que la convierte en una gran fuente de generación de empleo y de beneficios colaterales productivos en las áreas de influencia de sus operaciones, que generalmente son las más apartadas y deprimidas del país, constituyéndose en polos de desarrollo, por lo que resulta necesario establecer una legislación especial sobre la materia. La pequeña minería es la actividad minera ejercida a pequeña escala, dentro de los límites de extensión y capacidad instalada de producción y/o beneficio establecido por el artículo 91 de la Ley General de Minería. La presente ley brinda a la pequeña minería un régimen promocional con el fin de fortalecer su desarrollo a nivel nacional, con el consiguiente empleo de mano de obra local y mejora de las condiciones de vida de las poblaciones aledañas. (MINAM, 2002)

Decreto legislativo N° 1100

Declárese de necesidad pública, interés nacional y de ejecución prioritaria las acciones de interdicción relacionadas con la minería ilegal, a fin de garantizar la salud de la población, la seguridad de las personas, la conservación del patrimonio natural y de los ecosistemas frágiles, la recaudación tributaria y el desarrollo de actividades económicas sostenibles. Asimismo, se declara que el Estado promueve el ordenamiento y la formalización con inclusión social de la minería a pequeña escala. (MINAM, 2017a)

Decreto legislativo N° 1101

El presente Decreto Legislativo tiene por finalidad establecer medidas destinadas al fortalecimiento de la fiscalización ambiental de las



actividades de la pequeña minería y minería artesanal, como mecanismo de lucha contra la minería ilegal y para asegurar la gestión responsable de los recursos mineros; a fin de garantizar la salud de la población, la seguridad de las personas, la protección del ambiente y el desarrollo de actividades económicas sostenibles. (MINAM, 2017b)

Decreto legislativo N° 1102

Que, en el marco de las acciones adoptadas por el Estado en la lucha contra la criminalidad organizada y, particularmente, contra las diversas formas delictivas que atentan gravemente contra el medio ambiente y el ecosistema, resulta necesaria la adecuación de las modalidades delictivas previstas por el ordenamiento jurídico-penal que atentan contra este interés supraindividual que, si bien corresponde a la sociedad en general, es asumido formalmente por el Estado. La necesidad de abordar legislativamente esta particular cuestión en el marco jurídico-penal se halla plenamente justificada en la medida en que actualmente el ordenamiento penal, si bien prevé figuras delictivas que protegen el medio ambiente de forma genérica, no cuenta con un mecanismo normativo que contemple especiales formas de criminalidad de naturaleza pluriofensiva, como es la minería ilegal, en sus diversas formas y modalidades. (MINAM, 2017c)

1.1.4 Fiscalización en seguridad a la pequeña minería

La fiscalización en seguridad minera en la pequeña minería en Perú se refiere al proceso de inspección, seguimiento y control llevado a cabo por las autoridades competentes, como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y sus entidades descentralizadas, con el fin de garantizar el cumplimiento de las normativas y medidas de seguridad establecidas para proteger la integridad de los trabajadores, el entorno ambiental y las comunidades cercanas a las operaciones mineras de menor escala.



Esta fiscalización implica la verificación del cumplimiento de los protocolos de seguridad, el estado de las instalaciones, el manejo de residuos y sustancias peligrosas, así como el seguimiento de las prácticas laborales para prevenir accidentes y daños tanto a los trabajadores como al medio ambiente. (Figueroa, 2022)

1.1.4.1 Marco Legal

Ley N° 29783, modificado por la Ley N° 30222 y otras normas

Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo: La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la norma. (Ley N° 29783, 2011)

Decreto Supremo N° 005-2012-TR y modificatoria

El presente Reglamento desarrolla la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y tiene como objeto promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país, sobre la base de la observancia del deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales. (MTPE, 2012)

Decreto Supremo N° 024-2016-EM, modificado por el D.S. N° 023-2017-EM

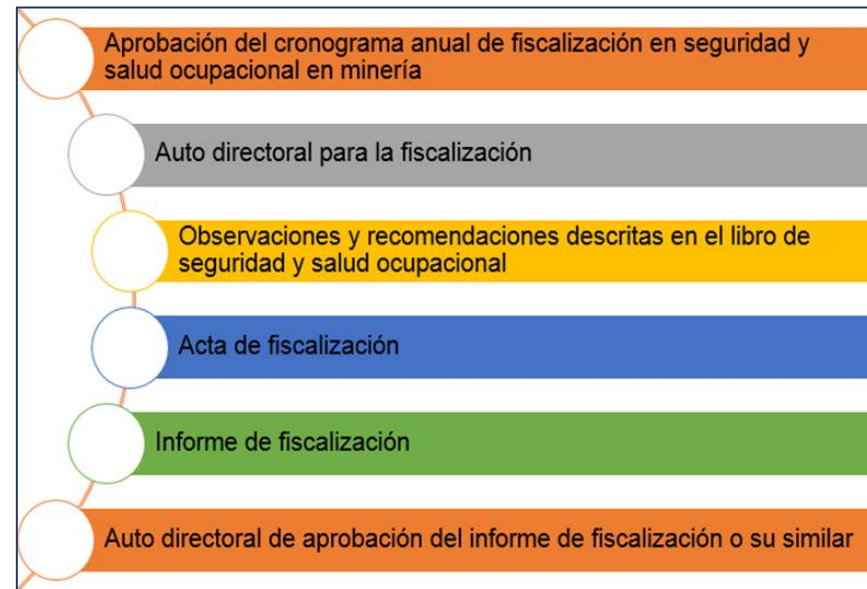
El presente reglamento tiene como objetivo prevenir la ocurrencia de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera. Para ello, cuenta con la participación de

los trabajadores, empleadores y el Estado, quienes velarán por su promoción, difusión y cumplimiento. (D.S. 023- 2017-EM, 2017).

1.1.4.2 Procedimiento de Fiscalización minera para PPM y PMA

Figura 1

Pasos para fiscalizar una actividad minera de PPM y PMA



Nota: La presente figura muestra los pasos para fiscalizar una actividad minera de PPM y PMA que utiliza la DREM-Puno. Tomado de (Calcina, 2022).

1.1.5 Fotogrametría

La fotogrametría implica el empleo de métodos combinados para adquirir mediciones precisas de elementos específicos a través de fotografías aéreas, ya sean individuales o múltiples. Su objetivo es definir atributos geométricos como la posición, tamaño y forma de dichos elementos (Ruiz Morales, 2003). En términos más concisos, esta técnica utiliza imágenes desde una perspectiva métrica con el propósito de generar mapas y planos de gran exactitud.

Algunas de las ventajas de la fotogrametría son las siguientes:

- Proporciona información objetiva y actualizada sobre áreas de interés.
- Produce resultados precisos y consistentes en la representación de planos y elevaciones.

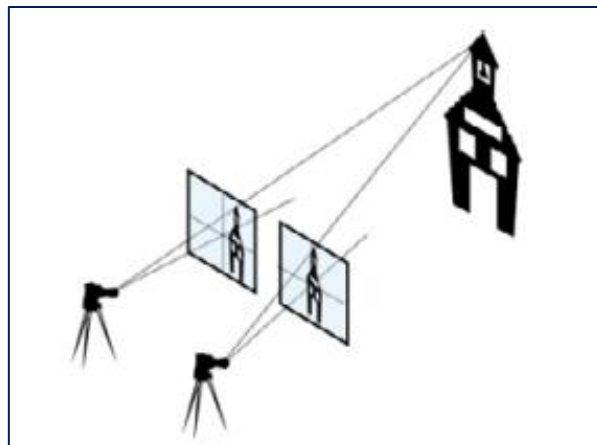
- Requiere el uso de equipos relativamente económicos para la recopilación de datos.
- Ofrece rapidez y facilidad en la obtención de resultados.
- Facilita el levantamiento de información en zonas de acceso complicado.

1.1.5.1 Fotogrametría Terrestre

Se utiliza principalmente en la arquitectura y la arqueología. Se fundamenta en el principio de capturar fotografías horizontales desde el suelo, donde se conoce la posición tanto de la cámara como del objeto. (Sani, 2015)

Figura 2

Fotogrametría Terrestre



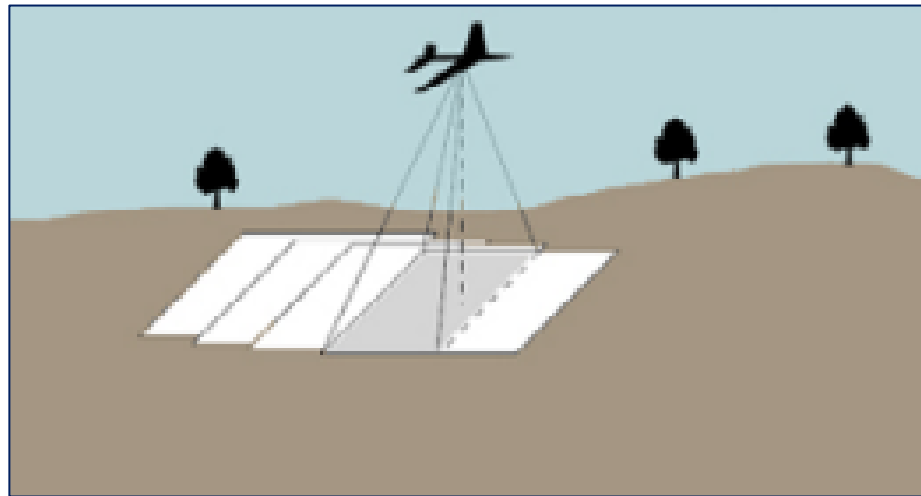
Nota: Se observa el uso de la fotogrametría terrestre (Quirós, 2014)

1.1.5.2 Fotogrametría Aérea

Consiste en la captura de fotografías verticales mediante una cámara o sensor calibrado situado en una plataforma aérea, que puede ser tripulada o no. (Sani, 2015)

Figura 3

Fotogrametría Aérea



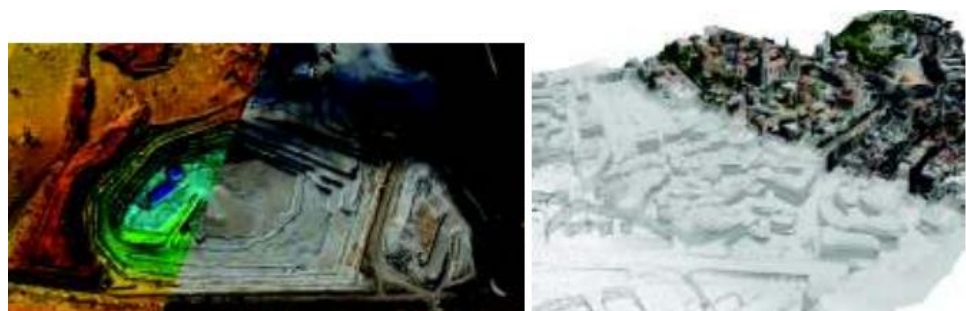
Nota: Se observa cómo se lleva a cabo la fotogrametría terrestre, con sus zonas de traslape. (Quirós, 2014)

1.1.5.3 Fotogrametría digital

Las imágenes aéreas se digitalizan y procesan utilizando equipos informáticos avanzados, tanto en hardware como en software. Gracias a estos dispositivos, es posible generar mosaicos georreferenciados y reconstrucciones en 3D de modelos digitales de terreno, los cuales se utilizan principalmente en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). (Costales, 2018)

Figura 4

Fotogrametría digital



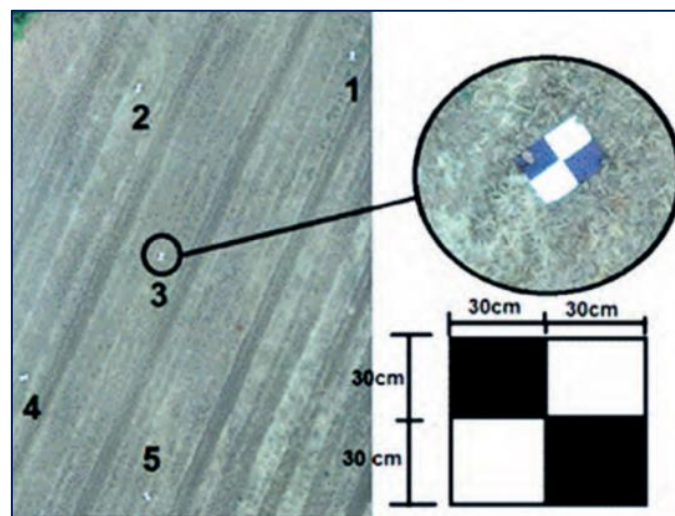
Nota: Se observa por medio de la fotogrametría es posible obtener modelos en 3D. (Costales, 2018)

1.1.5.4 Puntos de control terrestre

Para asegurar la máxima precisión en los trabajos de ingeniería realizados con drones, es esencial establecer puntos de control en el terreno que permitan georreferenciar las áreas de estudio. Estos puntos se determinan mediante tecnología de posicionamiento satelital utilizando equipos GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite), que proporcionan una precisión centimétrica en los ejes X, Y y Z. Es crucial que estos puntos estén claramente marcados en el terreno para que sean fácilmente identificables en las fotografías tomadas por el drone durante la recopilación de datos. (Costales, 2018)

Figura 5

Puntos de control terrestre



Nota: Se observa una gigantografía de 60 x 60 cm, utilizada para punto de control, en la figura se muestran 5 puntos de control esparcidos en todo el área de trabajo (Pérez et al., 2021)

1.1.5.5 Agisoft Metashape

Este software permite crear ortofotos georreferenciadas de alta resolución, modelos digitales de elevación (DEM) detallados y modelos digitales de terreno (DTM). Su interfaz es muy intuitiva, facilitando a los usuarios la gestión y el procesamiento de imágenes aéreas capturadas por



drones para generar datos fotogramétricos a nivel profesional en todos los campos de la ingeniería. Según la información proporcionada en la página web del grupo ACRE, una empresa de fotogrametría en Perú, Agisoft Metashape ofrece las siguientes características destacadas:

- **Topografía y mapeo:** Aprovechando tecnología avanzada desarrollada por Agisoft, el software permite un procesamiento rápido y preciso, con una precisión de hasta 3 cm en antenas y hasta 1 mm en fotografía de corto alcance. Agisoft Metashape puede procesar miles de fotos sin necesidad de transferir los datos a terceros, lo que lo convierte en la solución ideal para el manejo de datos sensibles.
- **Medición:** Con Agisoft PhotoScan, es posible reconstruir guías poligonales y DSM de alta precisión, permitiendo mediciones exactas de volúmenes y áreas. Además, el procesamiento de imágenes multispectrales y la medición del índice NDVI hacen que sea una herramienta invaluable para la agricultura de precisión.
- **Visualización:** Las capacidades de procesamiento en red de Agisoft PhotoScan permiten reducir significativamente el tiempo necesario para trabajar con grandes volúmenes de datos. La optimización jerárquica ofrece un formato de modelo en mosaico para ciudades y escalas de guías, facilitando la integración de operaciones de Big Data con Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.1.5.6 Ortomosaico

Un ortomosaico es una representación del terreno que se genera al establecer una relación geométrica entre imágenes y el terreno, utilizando un modelo digital del terreno como base. Se compone de imágenes aéreas o satelitales que han sido recolectadas y georeferenciadas, lo que significa



que sus píxeles están correctamente alineados con coordenadas del mundo real. Aunque tiene la apariencia de un mapa topográfico, en realidad es una imagen del área en cuestión. Esta técnica de visualización, si bien no ofrece el mismo nivel de detalle o percepción visual que el análisis de fotografías analógicas, permite obtener imágenes útiles a través de la fotogrametría y la teledetección, entre otros métodos tecnológicos. Además, proporciona información cuantificada, como la escala de grises de sus píxeles. Sin embargo, no se puede obtener información precisa sobre los niveles de reflectividad o temperaturas radiativas de los píxeles, ni determinar la composición espectral de los elementos en la imagen. Por lo tanto, un ortomosaico es el resultado del análisis de fotografías aéreas o satelitales, pero carece de los atributos radiométricos y espectrales del fenómeno visualizado. (Costales, 2018)

1.1.5.7 Ventajas y desventajas de la fotogrametría en comparación con la topografía clásica

La principal ventaja, ya discutida anteriormente, se relaciona con el aspecto económico, aunque esto puede variar según la superficie a estudiar. Otras ventajas incluyen:

- **Velocidad en el levantamiento:** La fase de restitución de datos es generalmente más rápida en fotogrametría. No obstante, es importante tener en cuenta que el tiempo necesario para el vuelo fotogramétrico puede verse afectado por condiciones climáticas adversas.
- **Acceso a terrenos difíciles:** La fotogrametría es particularmente útil en terrenos de difícil acceso, ya que no es necesario visitar cada área del terreno; solo se requiere acceder a las zonas donde se colocan los puntos de control.



- Registro exhaustivo del terreno: La fotogrametría permite registrar todos los detalles del terreno en las imágenes obtenidas. En contraste, con un levantamiento topográfico convencional, solo se dispondría de coordenadas de los puntos medidos, lo cual puede ser insuficiente en comparación con la totalidad del terreno.(Paredes, 2021)

La única desventaja significativa de la fotogrametría aérea para la elaboración de planos o mapas es:

- Obstrucción por vegetación: La vegetación densa puede ocultar elementos del terreno que están debajo de ella. En tales casos, si es necesario registrar las coordenadas de estos elementos ocultos, se requerirá realizar mediciones adicionales en el campo mediante métodos de topografía clásica. (Quirós, 2014)

1.1.6 Pequeña minería

La minería de pequeña escala es una forma de actividad minera que va más allá de los métodos manuales y equipos básicos utilizados en la minería artesanal. Aunque su capacidad de producción y beneficio supera la minería artesanal, no alcanza los niveles de la mediana y gran minería en términos de escala y recursos.(Gonzales, 2018)

1.1.6.1 Pequeños productores mineros (PPMs)

- Poseen hasta dos mil (2,000) hectáreas por cualquier tipo de título, ya sea a través de denuncios, petitorios o concesiones mineras.
- Cuentan con una capacidad instalada de producción y/o procesamiento de 350 toneladas métricas diarias por cualquier tipo de título, exceptuando materiales de construcción, arenas, gravas auríferas de placer y metales pesados detríticos, para los cuales el límite es una capacidad instalada de hasta tres mil (3,000) metros cúbicos diarios.



1.1.6.2 Pequeños mineros artesanales (PMAs)

- En forma personal o como conjunto de personas naturales o jurídicas se dedican habitualmente y como medio de sustento a la explotación y/o beneficio directo de minerales, realizando sus actividades con métodos manuales y/o equipos básicos.
- Posean por cualquier título hasta un mil (1,000) hectáreas, entre denuncios, petitorios u concesiones mineras; o hayan suscrito acuerdos o contratos con los titulares mineros según lo establezca el Reglamento de la presente Ley.
- Posean por cualquier título una capacidad instalada de producción y/o beneficio de 25 toneladas métricas por día, con excepción de los productores de materiales de construcción, arenas, gravas auríferas de placer, metales pesados detríticos en que el límite será una capacidad instalada de producción y/o beneficio de hasta doscientos (200) metros cúbicos por día.

La condición de pequeño productor minero o productor minero artesanal se acreditará ante la Dirección General de Minería mediante declaración jurada bienal. (MINAM, 2002)

1.1.7 Componentes mineros en la MAPE

Chute

Un chute es una instalación clave en las plantas artesanales de tratamiento de gravas auríferas. Se utiliza para el lavado de gravas auríferas extraídas de los tajos, así como para el relavado de estas gravas. La tolva está construida con puntales y tablas de madera, forrada con jebes. Para clasificar las gravas, se emplea una zaranda metálica. Para obtener el concentrado de oro, se utilizan canaletas de madera forradas con jebe, sobre las cuales se colocan rifles y alfombras. (MEGAM, 2023)



Pozas de sedimentación

La poza de sedimentación es un área diseñada para permitir que las partículas sólidas suspendidas en el agua se depositen en el fondo. En minería artesanal, se utiliza para tratar el agua residual generada durante el proceso de extracción, facilitando la separación de sedimentos, gravas y otros materiales sólidos. Esto ayuda a reducir la carga de contaminantes en el agua antes de que sea liberada al medio ambiente. (MEGAM, 2023)

Pozas de clarificación

La poza de clarificación es un sistema destinado a mejorar la calidad del agua mediante la eliminación de partículas finas y coloides que aún pueden estar presentes tras la sedimentación. En esta poza, el agua se deja reposar, lo que permite que las impurezas se asienten en el fondo. Además, puede incluir la adición de coagulantes para facilitar la aglomeración de las partículas. El objetivo es obtener agua más clara y libre de contaminantes, lista para su reutilización o disposición segura. Estas pozas son fundamentales en la minería artesanal para minimizar el impacto ambiental y mejorar la eficiencia del proceso de extracción. (MEGAM, 2023)

Pozas desarenadoras

La poza desarenadora es una estructura artesanal en forma irregular, diseñada para retener los sedimentos medios que llegan de la planta de lavado (chute), los cuales han sido tamizados y seleccionados. Estos sedimentos fluyen a través de una canaleta metálica con rifles y una mesa de alfombra, y al final se ubica la poza desarenadora. (MEGAM, 2023)

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 A nivel global

Camacho et al., (2023) el estudio abordó la complejidad de ciertas obras de infraestructura, destacando la necesidad de herramientas adecuadas para verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas. Se centró en la



implementación de un método de medición para la supervisión y control en la construcción de un canal de aguas lluvias en el barrio Prados del Este, San José de Cúcuta. El método, desarrollado en cuatro fases específicas: Fase I. Identificación del equipo para hacer el registro aéreo, Fase II. Determinación de las actividades de seguimiento, Fase III. Aplicación de la metodología de seguimiento y postprocesos fotogramétricos y Fase IV. Análisis de resultados y conclusiones del estudio. Utilizó un dron Mavic 2 Pro y un GPS Spectra Precisión Mobile Mapper 50. La investigación identificó actividades críticas que requerían seguimiento detallado y evaluó estas actividades conforme a las especificaciones del RAS 200 y el contrato de obra. Los resultados mostraron que el uso de RPAS (drones) mejora significativamente la inspección en campo en comparación con técnicas tradicionales, optimizando así la interventoría y supervisión técnica.

Pérez & Álvarez, (2022) el texto sostiene que el avance tecnológico global impulsa la innovación y el crecimiento en diversas industrias, incluida la construcción. En particular, la topografía ha evolucionado y demanda la integración de nuevas tecnologías para mejorar la precisión. Herramientas tecnológicas simples, como dispositivos de medición fotográfica y aplicaciones de diseño, han ganado importancia. Los drones, por ejemplo, se utilizan en fotogrametría para capturar imágenes extensas y realizar mediciones precisas de terrenos, a pesar de que pueden incrementar los costos de los proyectos. Además de medir y calcular, los drones permiten supervisar el progreso de la obra en tiempo real, mejorando la eficiencia del proyecto. La investigación buscó demostrar la precisión y confiabilidad de estos métodos, validando su capacidad para cumplir con las necesidades específicas de empresas y clientes. Se evaluó la viabilidad de construcción en áreas estudiadas mediante drones y procesamiento de imágenes aéreas, encontrando que los métodos estadísticos ofrecían resultados consistentes en la obtención de medidas. Se priorizó la adquisición de equipos de alta precisión y se asumieron los riesgos asociados para desarrollar la investigación.

Costales, (2018) realizó una investigación con el propósito de identificar las características del período de prueba de los paquetes de software Agisoft PhotoScan y Pix4D para el procesamiento de imágenes aéreas. Se llevó a cabo un



análisis comparativo en términos de tiempos de procesamiento, calidad de ortomosaicos generados y herramientas disponibles para medición de superficie y volumen. La investigación incluyó dos estudios: uno con un dron Phantom 4 Pro en una cantera en Ambato y otro en terrenos privados en Riobamba. Se recopilieron líneas de contorno, ortomosaicos e informes de procesamiento de cada software para ambos estudios. Se procedió a calcular el volumen de la cantera y las superficies de los terrenos para evaluar las capacidades de cada software. Los resultados mostraron que el tiempo de procesamiento de Agisoft fue 3.3 veces superior al de Pix4D en terrenos privados y 2.4 veces mayor en la cantera. La calidad visual de los ortomosaicos generados por ambos paquetes fue similar, sin diferencias significativas. Sin embargo, en la generación de contornos, Pix4D presentó contornos más uniformes, mientras que Agisoft mostró irregularidades y superposiciones. Ambos paquetes ofrecieron capacidades semejantes para la determinación de superficies, pero Pix4D proporcionó más opciones para cálculos de volumen en trabajos específicos.

González et al., (2019) realizó una revisión crucial de la teoría relacionada con la seguridad y las condiciones laborales en la minería colombiana, subrayando la importancia de la investigación fundamental en este ámbito. Aunque la minería tiene un impacto económico significativo en la región, también es conocida por su alta tasa de accidentes y enfermedades laborales, lo que exige una descripción detallada de las medidas adoptadas por gobiernos, empresas y mineros para enfrentar esta compleja problemática. Para lograr el objetivo de investigación propuesto, se llevó a cabo una revisión minuciosa de documentos y fuentes académicas. La conclusión señala que una de las estrategias clave para proteger la salud y seguridad en la minería es la implementación de normativas internacionales y el desarrollo de programas que incluyan la supervisión y capacitación tanto de empresarios como de trabajadores mineros.

1.2.2 A Nivel Nacional

Ayala, (2017) la investigación empleó un vehículo aéreo no tripulado (UAV) para llevar a cabo un levantamiento fotogramétrico en un depósito de relaves mineros, utilizando el software PIX4D para monitorear el entorno



ambiental y detectar posibles riesgos a lo largo del ciclo de vida del depósito, con el objetivo de evitar efectos adversos en el medio ambiente. Debido a restricciones de la empresa, no se proporcionaron detalles específicos sobre la estructura estudiada, aunque se eligió por ser representativa de las aplicaciones de esta tecnología en Ingeniería Ambiental. Durante el estudio, se realizaron tres vuelos planificados con el uso de PIX4D CAPTURE, capturando 436 fotografías que cubrieron un área de 33.2778 hectáreas con una resolución de muestreo en el suelo (GSD) de 2.6 centímetros. Se generó un Modelo Digital de Superficie (DSM) que incorporó 6 Puntos de Control Terrestre (GCPs) para mejorar la precisión de la georreferenciación. Este modelo proporciona información valiosa para realizar diversas mediciones cartográficas, permitiendo evaluar el depósito sin riesgo de exposición a sustancias tóxicas como cianuro y soda cáustica.

García, (2022) proporcionó datos sobre el relieve superficial de Playa Cavero, Playa Bahía Blanca y Playa Playuela, situadas en el distrito Ventanilla de la provincia constitucional del Callao. Estos datos se obtuvieron mediante exploración aérea utilizando fotogrametría con RPAS. Esta exploración se llevó a cabo con el propósito de generar ortomosaicos RGB y registrar material fílmico y fotográfico para apoyar la supervisión ambiental en respuesta a la emergencia ambiental EA22-00045 en la Refinería La Pampilla, gestionada por Refinería La Pampilla SAA. Durante la exploración aérea, realizada mediante un levantamiento fotogramétrico con RPAS, se siguió la Guía Metodológica para la Obtención de Productos Cartográficos a partir de Imágenes RPAS a escala 1:1000, elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se logró producir un ortomosaico RGB con precisión métrica para la Zona I, que cubre la playa Cavero con una extensión total de 0,685 km² y una resolución espacial de 3,08 cm/píxel. Asimismo, se generó un ortomosaico RGB con precisión métrica para la Zona II, que abarca las playas Bahía Blanca y Playuela, con un área total de 0,219 km² y una resolución espacial de 3,71 cm/píxel.

Fajardo & Caballero, (2022) realizó un estudio con el propósito de obtener información detallada sobre el relieve superficial de los componentes mineros en la UF Arasi. Esta unidad se encuentra ubicada en el distrito Ocuwiri, provincia Lampa, departamento de Puno. El enfoque del estudio involucró el uso de



fotogrametría y la realización de inspecciones aéreas mediante RPAS (Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia). El objetivo principal fue la generación de un ortomosaico RGB y MED (Modelo de Elevación Digital) de los componentes mineros de la UF (Unidad Fiscalizable) Arasi, específicamente el tajo Valle, el PAD de lixiviación Jessica y el tajo Jessica. Adicionalmente, se buscó delimitar y calcular el área y perímetro de varias zonas críticas dentro de estos componentes mineros. Esto incluyó determinar el área y perímetro de la zona de deslizamiento en el tajo Valle, la zona de disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica, así como el área y perímetro de las pozas con geomembrana en el tajo Jessica.

Berrocal, (2019) menciona que el procedimiento tradicional para obtener cartografía en la industria minera ha demostrado ser ineficaz y costoso. Para abordar esta problemática y mejorar la confiabilidad de los procesos de toma de decisiones, se plantea la aplicación de drones con tecnología fotogramétrica en la obtención de datos cartográficos en el entorno minero. Este trabajo se enfoca en plasmar los conocimientos teóricos y prácticos derivados de esta tecnología aplicada a la obtención de cartografía en minería. La investigación se estructura en seis capítulos: "Generalidades", contextualizando aspectos mineros y relacionados con la tesis; "Cartografía en la minería", abordando conceptos cartográficos; "Sistema de Posicionamiento Global (GPS)", detallando su funcionamiento y tipos de equipos GNSS; "Metodología con drones", describiendo la aplicación de drones en el campo minero; "Resultados y discusión"; y "Costo de inversión" para la implementación de esta tecnología. Este estudio se posiciona como un antecedente fundamental para comprender y aplicar la tecnología de drones en la obtención de datos cartográficos en el ámbito minero.

Quispe, (2023) el propósito de este estudio fue establecer que el Sistema de Información Geográfica (SIG) no solamente está asociado con la administración de proyectos mineros, sino que también constituye un factor crucial. Se buscó cuantificar el nivel de correlación, dividiendo previamente la gestión de proyectos mineros en dos enfoques respaldados por las normativas vigentes: uno desde la perspectiva estatal y otro desde la privada. De igual manera, se segmentaron los Sistemas de Información Geográfica utilizando fuentes bibliográficas e investigaciones relacionadas. La metodología empleada fue de



carácter exploratorio y práctico, sin ser experimental y de alcance transversal. Se intentó proporcionar mayor robustez al estudio estimando múltiples parámetros o categorías para las variables, utilizando inferencia analítica no paramétrica. Se realizaron pruebas de hipótesis y cálculos estadísticos, incluyendo el uso de la probabilidad (Distribución ji-cuadrado de Pearson y el Teorema de Bayes). Los resultados de las pruebas de hipótesis demostraron una dependencia entre las variables y revelaron los niveles de asociación entre diferentes indicadores, confirmando que los Sistemas de Información Geográfica son un elemento fundamental en la gestión de proyectos, con un rango de importancia que oscila entre el 24.09% y el 90.13%. Este descubrimiento allana el camino para investigaciones futuras que relacionen el SIG con otras disciplinas más allá del ámbito ambiental.

1.2.3 A nivel local

Machaca, (2021) el estudio titulado "SST y la CLV de los trabajadores de la empresa CECOMIP LTDA. Ananea, Puno-2020" se enfocó en explorar la relación entre la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y la Calidad de Vida Laboral (CLV) en CECOMIP LTDA. durante el año 2020. La hipótesis general planteada fue la existencia de una relación significativa entre estos dos aspectos en los trabajadores de dicha empresa. El enfoque metodológico adoptado fue de tipo no experimental, utilizando un diseño transversal con un enfoque descriptivo correlacional. La muestra constó de 40 trabajadores y se emplearon cuestionarios específicos para cada variable de estudio como instrumentos de recolección de datos. Los resultados obtenidos reflejaron que el 12,5% de los encuestados señaló que, cuando la SST es regular, la CLV es alta. Asimismo, el 10% indicó que, cuando la SST es óptima, la CLV es regular. Además, el 55% expresó que cuando la SST es óptima, la CLV es alta. El análisis Rho-Spearman reveló un nivel de significancia bilateral de 0,001, lo que implicó el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alterna. Se determinó una correlación positiva media entre las variables de investigación, con un coeficiente de correlación positivo de 0,516, evidenciando una asociación significativa entre SST y CLV en este grupo de trabajadores.



Condori, (2018) se centró en la evaluación y mejora de la gestión de seguridad y salud ocupacional (SGSSO) en el Proyecto Minero Clemencia-A, Ananea, Puno. La hipótesis planteada fue que la implementación de un sistema de gestión mejorado reduciría incidentes y aumentaría el cumplimiento normativo. Se utilizó una metodología no experimental con diseño transversal, llevando a cabo un diagnóstico inicial que reveló un cumplimiento del 53.91% de los lineamientos establecidos en la Resolución Ministerial 050-2013-TR. La implementación se realizó siguiendo el método Deming y se evaluó nuevamente, logrando un cumplimiento del 76.32%. Los resultados mostraron una mejora del 22.41% en la gestión de seguridad y salud, así como un aumento en el conocimiento del sistema entre los trabajadores, con el 55% de ellos indicando que estaban involucrados activamente en el SGSSO. Estos hallazgos sugieren una relación significativa entre la implementación del SGSSO y la mejora en la seguridad laboral en el proyecto.

Montalvo, (2020) se centró en evaluar y mejorar la gestión de seguridad y salud ocupacional (SGSSO) en la Unidad Minera Manira Cinco 2006. Se planteó la hipótesis de que un sistema de gestión mejorado aumentaría el conocimiento sobre seguridad y reduciría incidentes. Utilizando un enfoque descriptivo, se trabajó con una muestra de 32 trabajadores y se recopilaron datos de fuentes primarias, apoyándose en la Ley N° 29783 y sus reglamentos. La implementación del sistema logró que el 52% de los trabajadores alcanzara un conocimiento bueno y el 17% un conocimiento muy bueno sobre seguridad. También se redujeron los actos y condiciones subestándar a 7 y 5, respectivamente. La aplicación de la matriz IPERC ayudó a prevenir accidentes, mejorando la seguridad y salud ocupacional en la unidad. Estos resultados indican una relación positiva entre la implementación del SGSSO y la mejora en la seguridad laboral.



CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la zona de Ananea, Puno, la actividad de minería a pequeña escala constituye una base económica fundamental, pero enfrenta desafíos significativos en cuanto a la preservación del entorno natural y la supervisión de aspectos de seguridad. La información disponible resalta una preocupante degradación ambiental en áreas específicas utilizadas para la minería, manifestándose en problemas como la contaminación de fuentes de agua y la afectación de terrenos. Además, se ha observado un incremento en los incidentes relacionados con la seguridad laboral, incluyendo informes de accidentes y riesgos para la salud de los trabajadores.

Esta situación se volvió aún más crítica a raíz de los severos aniegos ocurridos en noviembre de 2021, provocados por el derrame de relaves mineros. Se reportó que el colapso de una poza de lodo perteneciente a la Central de Cooperativa Mineras San Antonio inundó importantes arterias de la localidad, calificando el incidente como muy grave y señalando la necesidad de un trabajo exhaustivo de evaluación.

En este contexto, los métodos convencionales de control y fiscalización han mostrado limitaciones evidentes, dificultando la gestión efectiva de los problemas ambientales y de seguridad en la actividad minera. Por lo tanto, se hace imperativo implementar herramientas más eficientes y efectivas que permitan abordar estos desafíos, garantizando un equilibrio entre la actividad económica y la protección del entorno natural.

2.2 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA

2.2.1 Pregunta General:

¿Cuál es la eficacia y viabilidad de la aplicación de la fotogrametría mediante sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) como herramienta en la fiscalización ambiental y en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto



minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno, durante el año 2024?

2.2.2 Preguntas Específicas:

- ¿Cuál es la utilidad de la fotogrametría mediante RPAS como herramienta de fiscalización ambiental en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" en el distrito de Ananea - Puno?
- ¿Cómo contribuye la fotogrametría mediante RPAS a la evaluación de la fiscalización en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" en el distrito de Ananea - Puno?
- ¿Qué tan eficiente es el sistema RPAS en la recolección de datos para la fiscalización ambiental y en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" en el distrito de Ananea - Puno?

2.3 JUSTIFICACIÓN

La minería a pequeña escala en la zona de Ananea, Puno, representa una fuente crucial de ingresos para la región, pero enfrenta desafíos significativos en términos de fiscalización ambiental y de seguridad. La actividad minera en esta área ha conducido a una notable degradación del medio ambiente y a un incremento en los incidentes de seguridad laboral, problemas que afectan tanto a los trabajadores como a los ecosistemas circundantes. La contaminación de fuentes de agua y la alteración de áreas terrestres son evidencias claras de las deficiencias en la gestión actual.

Los métodos convencionales de control y fiscalización han demostrado ser insuficientes para abordar de manera efectiva estos desafíos. La monitorización de grandes áreas y la evaluación precisa de los impactos ambientales y de seguridad requieren herramientas más avanzadas que permitan una inspección detallada y eficiente.

En este contexto, la fotogrametría con sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) surge como una solución innovadora y prometedora. Esta tecnología ofrece la capacidad de capturar imágenes de alta resolución y datos tridimensionales que permiten una evaluación minuciosa de las condiciones del terreno, la infraestructura minera y el entorno natural. Su uso puede transformar la forma en que se realiza la fiscalización al



proporcionar información precisa y actualizada que facilita la toma de decisiones informadas y oportunas.

La aplicación de RPAS en la U.O. San Francisco del proyecto minero “La Mística” permitirá una evaluación más rigurosa y eficiente tanto de la situación ambiental como de la seguridad en el sitio. La tecnología RPAS no solo puede detectar problemas ambientales y de seguridad con mayor rapidez, sino que también facilita la planificación y gestión de las operaciones mineras, contribuyendo así a una gestión más sostenible y responsable.

La presente investigación busca explorar cómo la implementación de la fotogrametría mediante RPAS puede mejorar la fiscalización ambiental y de seguridad en la U.O. San Francisco. Este estudio es crucial para desarrollar recomendaciones prácticas para su aplicación efectiva y contribuir al avance de métodos de fiscalización más innovadores y eficientes en el sector minero.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia y viabilidad de la aplicación de la fotogrametría mediante sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) como herramienta en la fiscalización ambiental y en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno, durante el año 2024.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la utilidad de la fotogrametría mediante RPAS como herramienta de fiscalización ambiental en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno.
- Analizar la capacidad de la fotogrametría mediante RPAS en la evaluación de la fiscalización en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno.



- Evaluar la eficiencia del sistema RPAS en la recolección de datos para la fiscalización ambiental y en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno.

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis general

La aplicación de la fotogrametría con sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) en la evaluación de la fiscalización ambiental y en seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística" del distrito de Ananea - Puno, durante el año 2024, permitirá mejorar la eficiencia en la detección de impactos ambientales y riesgos de seguridad, proporcionando información precisa y detallada para la toma de decisiones y la implementación de medidas correctivas.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La fotogrametría mediante RPAS es una herramienta altamente efectiva para la fiscalización ambiental en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística", ya que permite una evaluación detallada y precisa de los impactos ambientales, mejora la capacidad de monitoreo y seguimiento, y facilita el cumplimiento de las normativas ambientales.
- La fotogrametría mediante RPAS contribuye significativamente a la evaluación de la fiscalización en seguridad al proporcionar datos detallados y actualizados sobre las condiciones del sitio minero, permitiendo una identificación más eficaz de riesgos y mejorando la capacidad de intervención y gestión de la seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística".
- El sistema RPAS es altamente eficiente en la recolección de datos para la fiscalización ambiental y de seguridad en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística", proporcionando datos con alta precisión,



reduciendo el tiempo y los costos asociados con métodos tradicionales,
y optimizando los recursos utilizados en el proceso de fiscalización.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación Política

La U.O. San Francisco del proyecto minero “La Mística” se encuentra ubicado en el paraje Mosoq Minas a 4 km del distrito de Ananea, de la provincia de San Antonio de Putina, en la región de Puno a una altitud de 4 826 m.s.n.m. (ver Anexo Plano 01).

Figura 6

Localización de la U.O. San Francisco



Nota: Se observa la localización de la capital del distrito y la U.O. San Francisco. Fuente: Google Earth

3.1.2 Ubicación Geográfica

El proyecto minero La Mística está conformado por la cooperativa minera San Francisco de Ananea Limitada, Cooperativa minera Los Andes y la cooperativa minera Señor de Ananea, La Unidad Operativa San Francisco pertenece a la cooperativa minera San Francisco de Ananea Limitada, que se encuentra a su vez dentro de la concesión denominada LA MISTICA con código 13000007Y01 cuyo titular es la CENTRAL DE COOPERATIVAS MINERAS

SAN ANTONIO DE POTO DE ANANEA LIMITADA (ver Anexo Plano 02) es importante mencionar que la fuente de ese plano pertenece al Proyecto Minero la Mística.

Tabla 1

Coordenadas UTM WGS 84 zona 19 sur de la concesión – La Mística

CONCESIÓN	VÉRTICES	ESTE	NORTE	ÁREA
LA MISTICA	V1	444933.63	8378033.25	240 Ha.
	V2	446923.18	8377852.20	
	V3	446814.55	8376658.47	
	V4	444825.00	8376839.52	

Nota: Se observa los cuatro vértices que conforman la concesión "La Mística".

Fuente: SIDEMCAT.

3.1.3 Accesibilidad

Desde la capital Lima se accede mediante vía terrestre o aérea, hasta la ciudad de Juliaca, se accede a la U.O. San Francisco siguiendo las rutas PE-34H de la red vial nacional y la ruta, siendo la ruta más accesible y comercial.

Tabla 2

Accesibilidad al área de estudio

N°	RUTA	ACCESO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO PROMEDIO (h)	CONDICIÓN DE VÍA
1	Lima - Juliaca	Aéreo	841.56	1:30	-----
2	Juliaca - Putina	Terrestre	90	1:20	Asfaltado
3	Putina - Ananea	Terrestre	50	55 minutos	Asfaltado
4	Ananea - U.O. S.F.	Terrestre	4.10	15 minutos	Afirmado

Nota: a figura muestra la accesibilidad al área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

3.2 POBLACIÓN

Recopilar los datos involucra la creación de un plan minucioso de pasos que nos guíen hacia la obtención de datos con un objetivo específico. (Hernández et al., 2010)

Serían todos los involucrados en la pequeña minería en el distrito de Ananea, Puno, durante el año 2024.

3.3 MUESTRA

La muestra consiste esencialmente en un grupo más pequeño seleccionado de la población total. Podría describirse como un conjunto de elementos que representa un subconjunto de la población, definido por sus características específicas dentro de ese conjunto más amplio al que nos referimos como la población. (Hernández et al., 2010)

En este sentido solo se seleccionó a la U.O. San Francisco, el muestreo fue no probabilístico, de un promedio de 50 unidades mineras que se encuentran en Ananea.

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

a) Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada se clasifica como cualitativa y adopta un diseño transversal. Este enfoque se centró en medir y analizar la efectividad del uso de RPAS en la fiscalización ambiental y de seguridad en el proyecto minero “La Mística” en Ananea, Puno. La elección de un diseño transversal permitió evaluar la situación de fiscalización en un único momento en el tiempo, facilitando la recopilación de datos numéricos sobre el cumplimiento de normativas y el uso de herramientas de fiscalización. Esta metodología fue fundamental para obtener una visión clara y objetiva de los aspectos evaluados, contribuyendo a la identificación de áreas de mejora en la gestión ambiental y de seguridad en el sector minero.

b) Tipo y procedimiento de muestreo

El tipo de muestreo utilizado en la investigación fue no probabilístico, específicamente un muestreo intencionado. Este enfoque se adoptó debido a la necesidad de seleccionar casos específicos representativos de la aplicación del RPAS en la fiscalización ambiental y de seguridad en el distrito minero de



Ananea, que cuenta con un promedio de 50 unidades mineras formalizadas y en vías de formalización. Se eligió deliberadamente la U.O. San Francisco para la evaluación, permitiendo una revisión exhaustiva de los aspectos críticos de su operación. Este procedimiento de muestreo facilitó la obtención de información detallada y pertinente, asegurando que los datos recolectados reflejaran adecuadamente la realidad del entorno operativo bajo estudio.

c) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, instrumentos u otros

Los equipos y materiales fueron los siguientes:

- Dron DJI mini 2
- GPS diferencial
- Laptop
- Cámara fotográfica
- Equipos de seguridad
- Libreta de campo

Los programas utilizados fueron:

- Dronelink
- Agisoft Metashape
- ArcGIS
- Adobe Illustrator
- GlobalMapper.
- Paquete Office
- Google earth

d) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Al evaluar la Aplicación de la Fotogrametría con Drones, se consideran las variables técnicas, operacionales y de aplicación. Por otro lado, al analizar la eficiencia en la fiscalización en seguridad y medio ambiente, se examina cómo el uso de drones impacta la eficacia, precisión y costo de las inspecciones, así como

su conformidad con normativas. La integración efectiva de estas variables permite una evaluación completa del impacto y la efectividad de la fotogrametría con drones en la fiscalización de seguridad y medio ambiente.

3.5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MÉTODOS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para la recolección de información en la U.O. San Francisco del Proyecto Minero “La Mística”, se emplearon los siguientes instrumentos y técnicas:

Planificación de Vuelos:

Se planificaron vuelos detallados para que puedan ser sobrevolados por el Drone, en total se realizaron 2 vuelos, para ello se usó el Google earth, para la generación de los 2 polígonos de vuelo.

Figura 7

Visualización de las 2 áreas de planificación de vuelo



Nota: Se observa los 2 polígonos de planificación de vuelo.

Luego de ello se insertaron los polígonos en el programa Dronelink donde se planifico el vuelo, el primer vuelo se planifico con una altura de 80 m y abarco un área de 12.3 Ha. El tiempo de vuelo empleado fue 12:24 minutos.

En campo el primer vuelo se realizó a las 12:11 horas en fecha 27/07/2024.

Figura 8

Vuelo N°1 denominado “AV_01_LA MISTICA”



Nota: Se observa la delimitación de la zona del vuelo N° 1, así mismo se visualiza la ruta del dron (líneas de color celeste).

El segundo vuelo se planifico con una altura de 80 m y abarco un área de 16.2 Ha. El tiempo de vuelo empleado fue 15:34 minutos.

En campo el primer vuelo se realizó a las 12:25 horas en fecha 27/07/2024.

Figura 9

Vuelo N°2 denominado “AV_02_LA MISTICA”



Nota: Se observa la delimitación de la zona del vuelo N° 2.

Captura de Imágenes Aéreas:

Se utilizó el dron DJI Mini 2 para capturar imágenes aéreas del área de estudio. Este dron destaca por su diseño compacto y ligero, pesando menos de 250 gramos, lo que facilita su transporte y operación. Equipado con una cámara de 12 megapíxeles y capacidad de grabación en 4K a 30 cuadros por segundo, el DJI Mini 2 ofrece imágenes y vídeos de alta calidad. Además, cuenta con un tiempo de vuelo de hasta 31 minutos y una distancia máxima de transmisión de 10 kilómetros, proporcionando una gran flexibilidad y autonomía para la captura de datos en amplias áreas.

Toma de Puntos de Control con GPS Diferencial:

Se establecieron puntos de control geodésicos para aumentar la precisión de los modelos generados a partir de las imágenes aéreas, empleando dispositivos GPS diferenciales para tomar lecturas precisas en ubicaciones estratégicas dentro del área de estudio. Estos puntos de control permitieron la calibración y validación de los datos fotogramétricos. Se tomaron 8 puntos de control los cuales se detallan a continuación, así como también se detalla las coordenadas y altitud de la base.

Tabla 3

Puntos de control del área de trabajo

N°	NORTE	ESTE	COTA
1	8377124.42	445880.104	4854.559
2	8377246.85	446095.627	4833.224
3	8377237.75	445895.002	4823.87
4	8377151.52	445759.477	4843.153
5	8377500.18	445795.381	4792.143
6	8377484.93	445894.581	4790.764
7	8377519.49	445720.113	4793.094
8	8377380.77	445665.104	4793.916
BASE	8377125.35	445883.809	4853.365

Nota: La figura muestra los datos obtenidos por el GPS diferencial de la marca CHCNAV, de los puntos de control del área de estudio los cuales fueron 8, y además se observa la coordenada de la base.

Procesamiento de Datos en Agisoft Metashape:

El software permitió la integración de los puntos de control GPS diferenciales para mejorar la precisión de los resultados.

Estos instrumentos y procedimientos garantizaron la obtención de datos precisos y detallados, permitiendo un análisis exhaustivo de la situación en la U.O. San Francisco y facilitando la evaluación de la fiscalización ambiental y de seguridad.

Figura 10

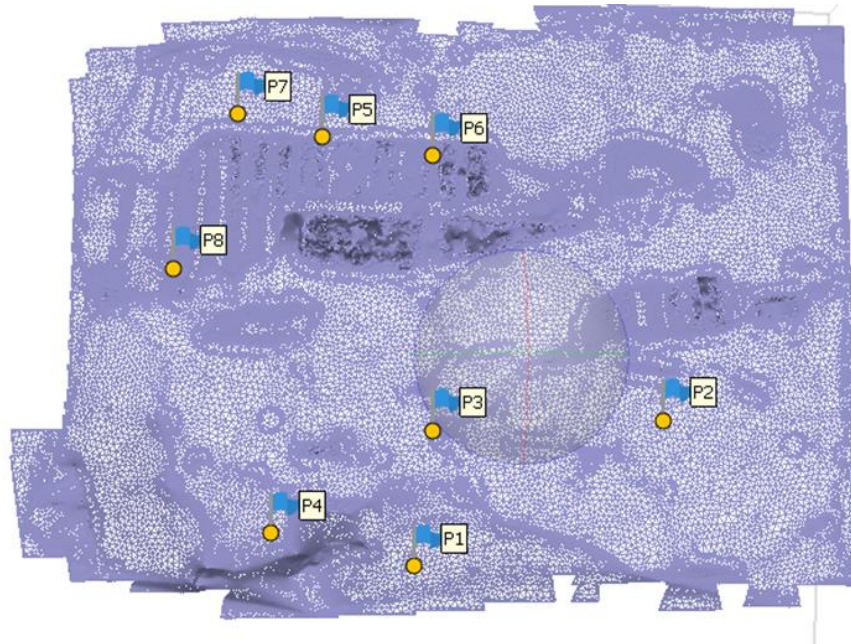
Nube de Puntos de la U.O San Francisco



Nota: La figura muestra el modelo tridimensional reconstruido a partir de un conjunto de imágenes capturadas, destacando la representación detallada de la superficie de estudio, así mismo se observan los 8 puntos de control.

Figura 11

Malla de alambre de la U.O. San Francisco



Nota: Malla de alambre generada en Agisoft Metashape, mostrando la estructura tridimensional reconstruida del área de estudio con una red de polígonos interconectados que define la geometría detallada del modelo 3D.

Figura 12

Ortomosaico de la U.O. San Francisco



Nota: Ortomosaico generado con Agisoft Metashape, mostrando una imagen compuesta y georreferenciada del área de estudio, que proporciona una vista detallada y precisa del terreno o estructura reconstruida a partir de las imágenes capturadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

La implementación de la fotogrametría con RPAS (Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia) para la fiscalización ambiental en la U.O. San Francisco del Proyecto Minero “La Mística” permite capturar imágenes aéreas detalladas, lo cual ha permitido una evaluación minuciosa de los componentes ambientales especificados en el Capítulo V: Componentes verificados durante la fiscalización ambiental (modelo de informe de la DREM Puno), el producto final, es un ortomosaico, el cual tiene una excelente resolución del área de estudio (ver Anexo Plano 03), en la zona norte de la misma se observan las pozas de sedimentación y de clarificación, al NE se observa la presencia de las áreas de secado de lodos, al sur se observa el campamento minero y al SW se observa el frente de minado.

El Ortomosaico generado permite verificar, cada uno de los componentes mineros y verificar y evaluar si cada una de ellas se encuentra cumpliendo las normativas ambientales y así mismo si cumplen con su IGAC. Las imágenes obtenidas permiten una inspección detallada de los sistemas de manejo de aguas, se pudo visualizar que no hay derrames de aguas, observando así que el ciclo del agua en la operación es un circuito cerrado.

Haciendo uso del ortomosaico, es posible obtener el DEM del área de estudio, esto se logró haciendo uso del ArcGIS 10.5 (ver Anexo Plano 04), se observa que la zona blanca ubicada al SW se encuentra la altura máxima del área de estudio y en color amarillo ubicado más al norte se encuentra la zona con menor altitud.

Las imágenes aéreas obtenidas mediante el RPAS han permitido identificar y mapear cada uno de los componentes mineros de la operación minera San Francisco, los cuales se muestran a continuación:

Figura 13

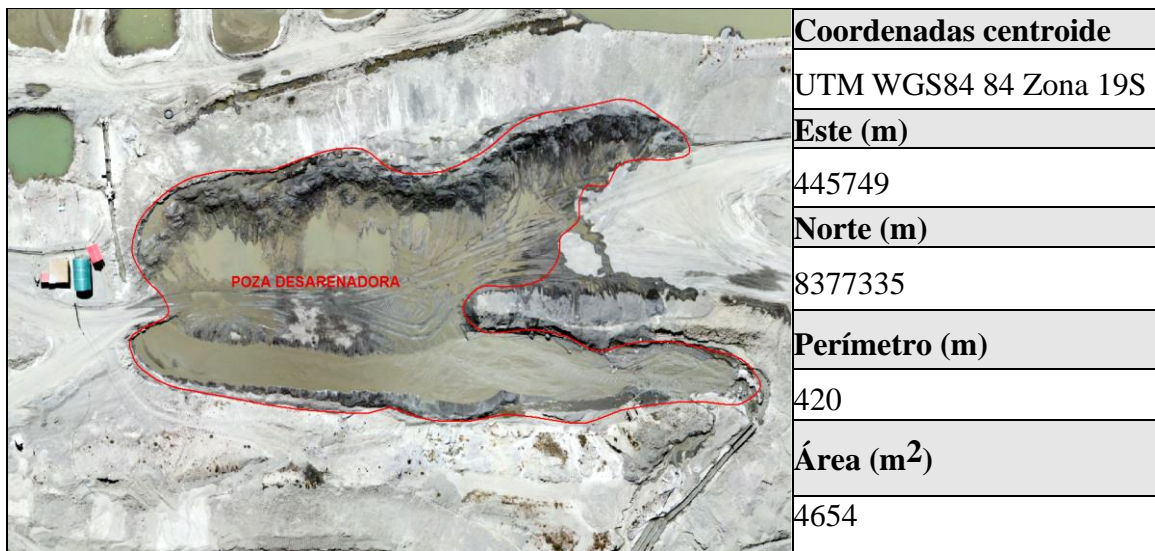
Chute principal



Nota: Se observa al chute principal, y la maquinaria que se lleva el material sobrante al chute de relavado para continuar recuperando Au.

Figura 14

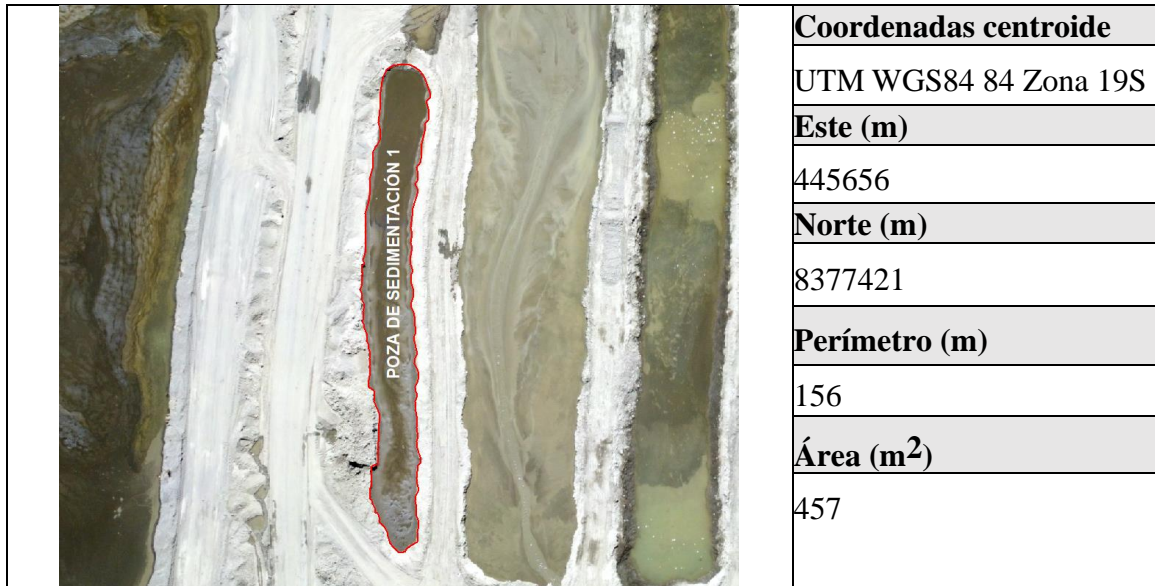
Poza desarenadora



Nota: Se visualiza que en la poza desarenadora falta la implementación de señales de advertencia y barandas de seguridad.

Figura 15

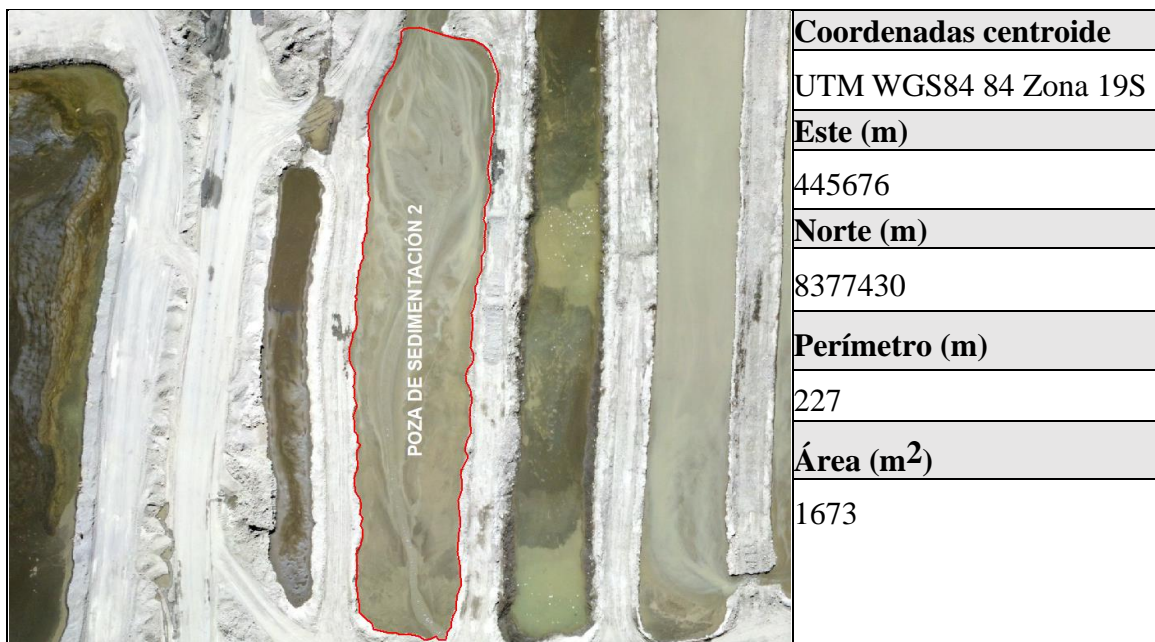
Poza de sedimentación 1



Nota: Se observa que la poza de sedimentación 1 no cuenta con señalización adecuada, y presenta una acumulación de sedimentos que indica una falta de limpieza y descolmatación. Estas deficiencias pueden comprometer la eficacia de la poza en la retención de sólidos, afectando negativamente la calidad del agua y el cumplimiento de las normativas ambientales.

Figura 16

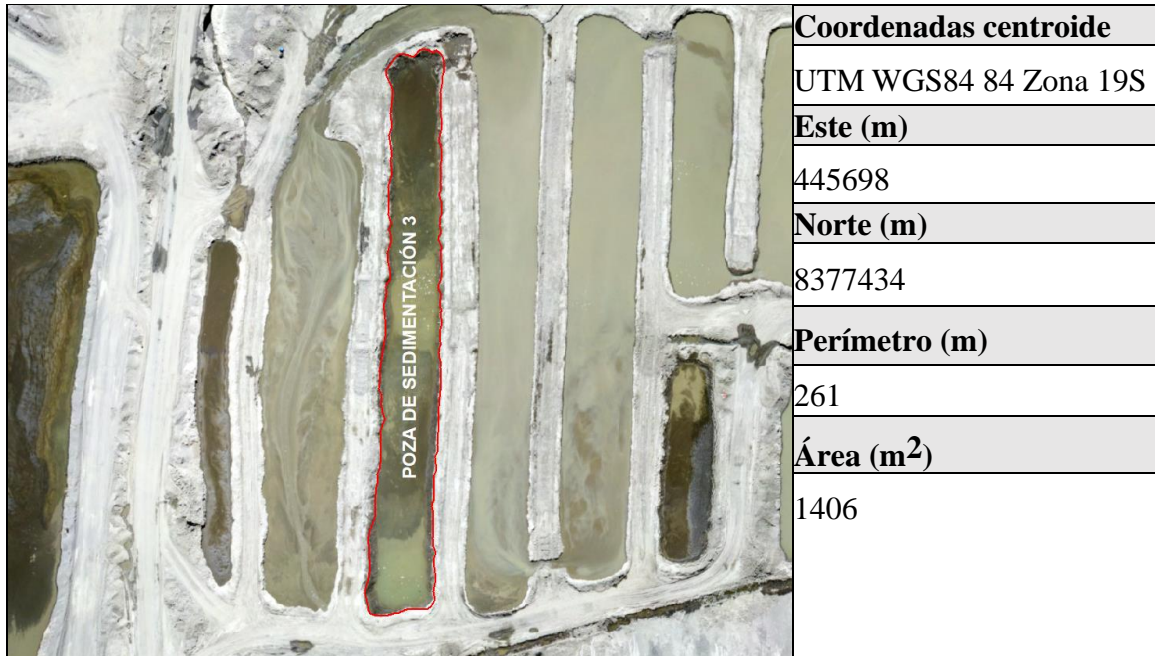
Poza de sedimentación 2



Nota: Falta señalización y descolmatación.

Figura 17

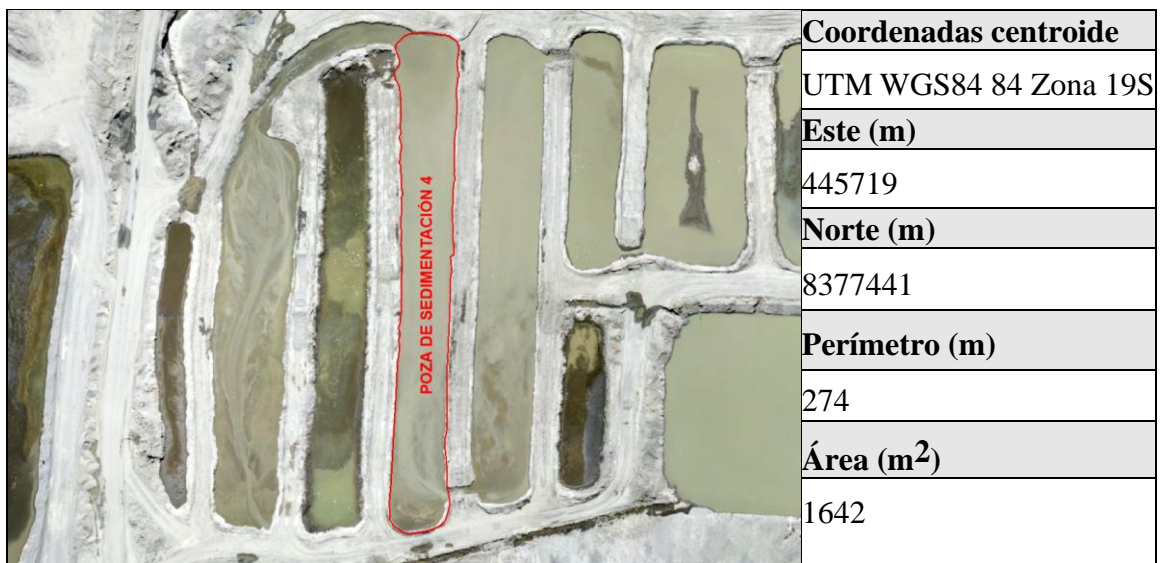
Poza de sedimentación 3



Nota: Falta señalización y descolmatación de la poza de sedimentación.

Figura 18

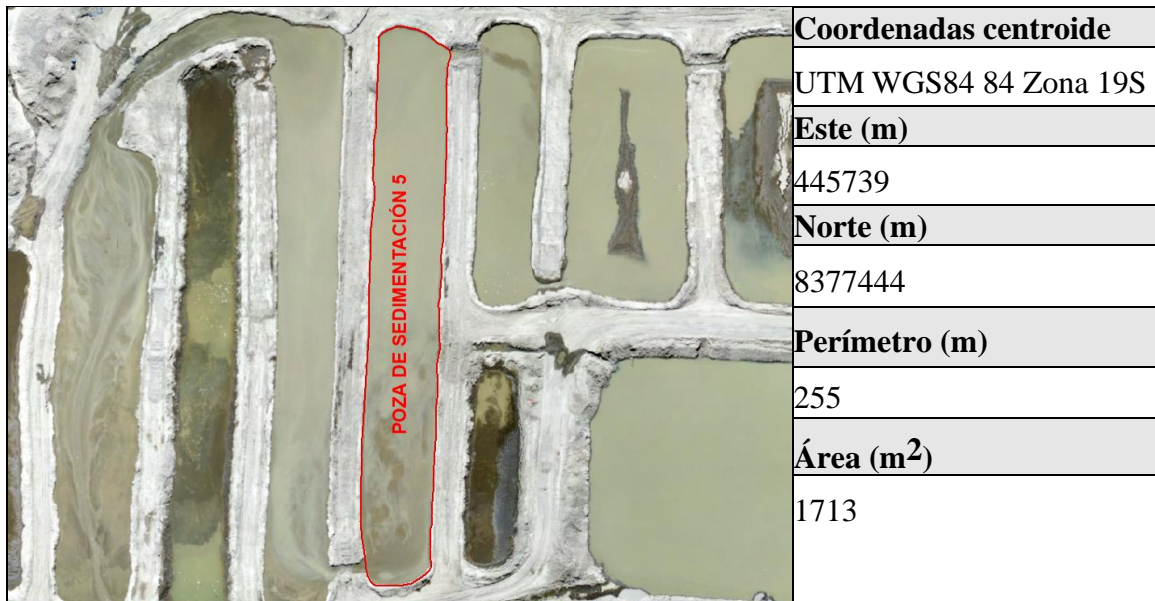
Poza de sedimentación 4



Nota: La poza de sedimentación N° 4 no cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 19

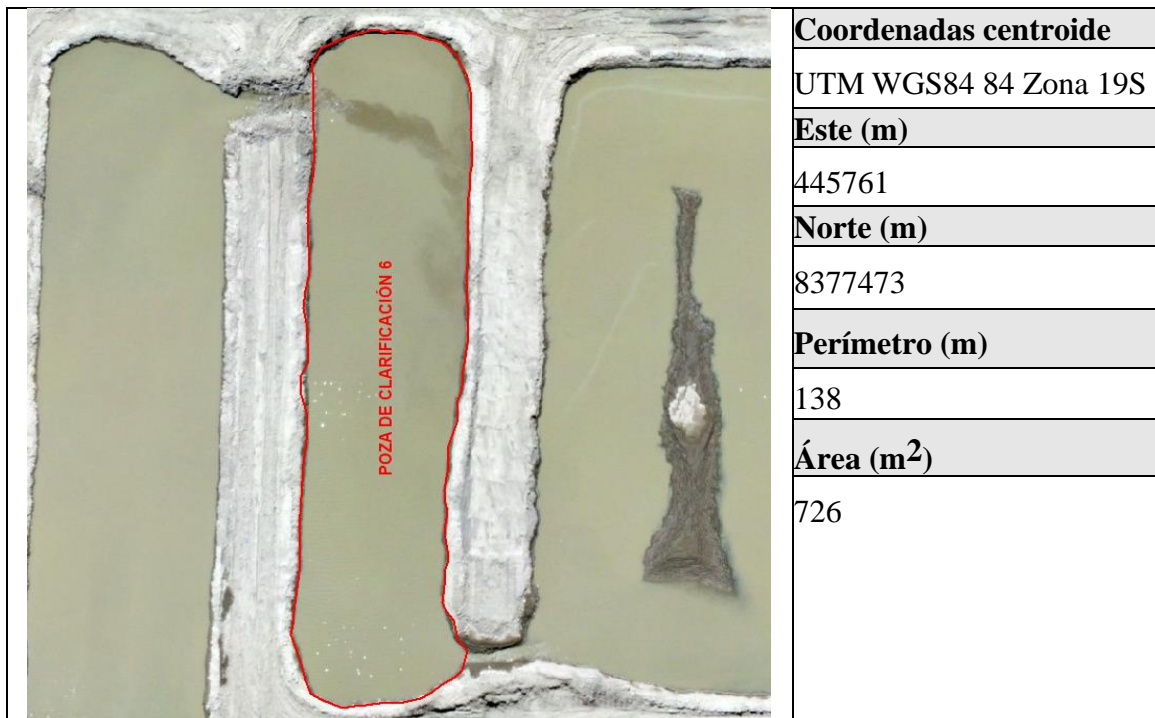
Poza de sedimentación 5



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 20

Poza de clarificación 6



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 21

Poza de clarificación 7



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta la descolmatación de la misma.

Figura 22

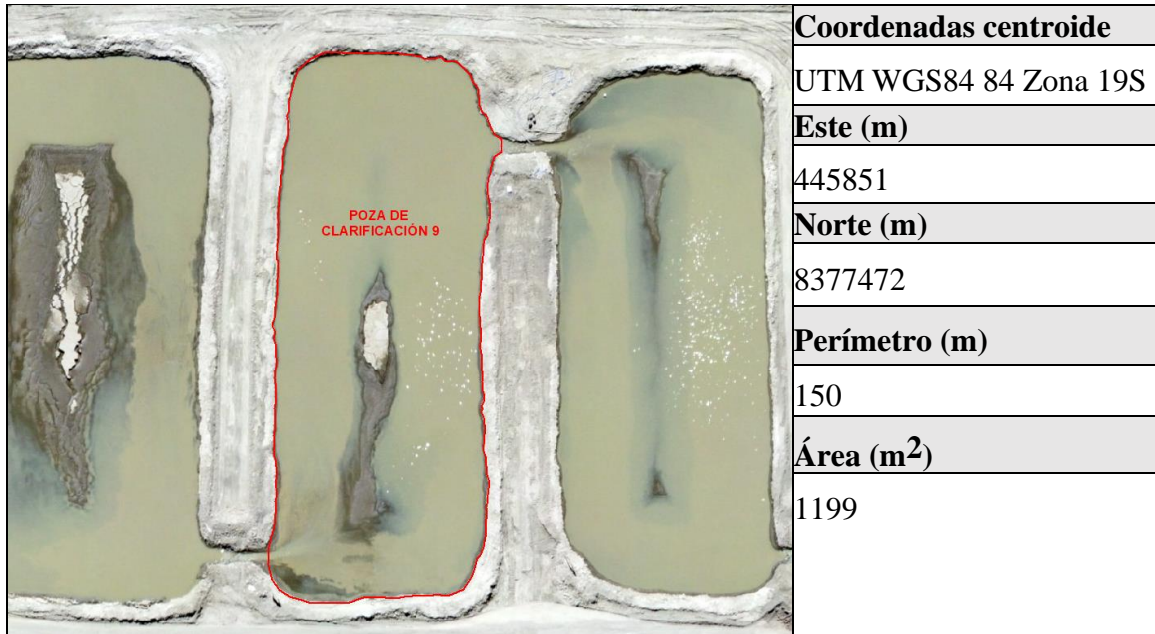
Poza de clarificación 8



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta la descolmatación de la misma, se visualiza el material acumulado en la zona céntrica de la poza de clarificación.

Figura 23

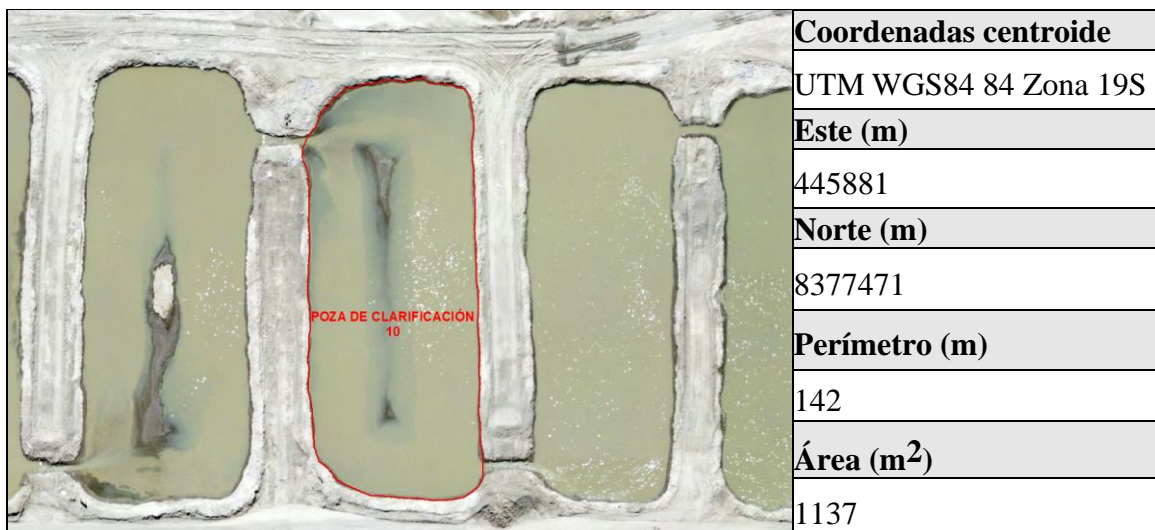
Poza de clarificación 9



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta la descolmatación de la misma, se visualiza el material acumulado en la zona céntrica de la poza de clarificación.

Figura 24

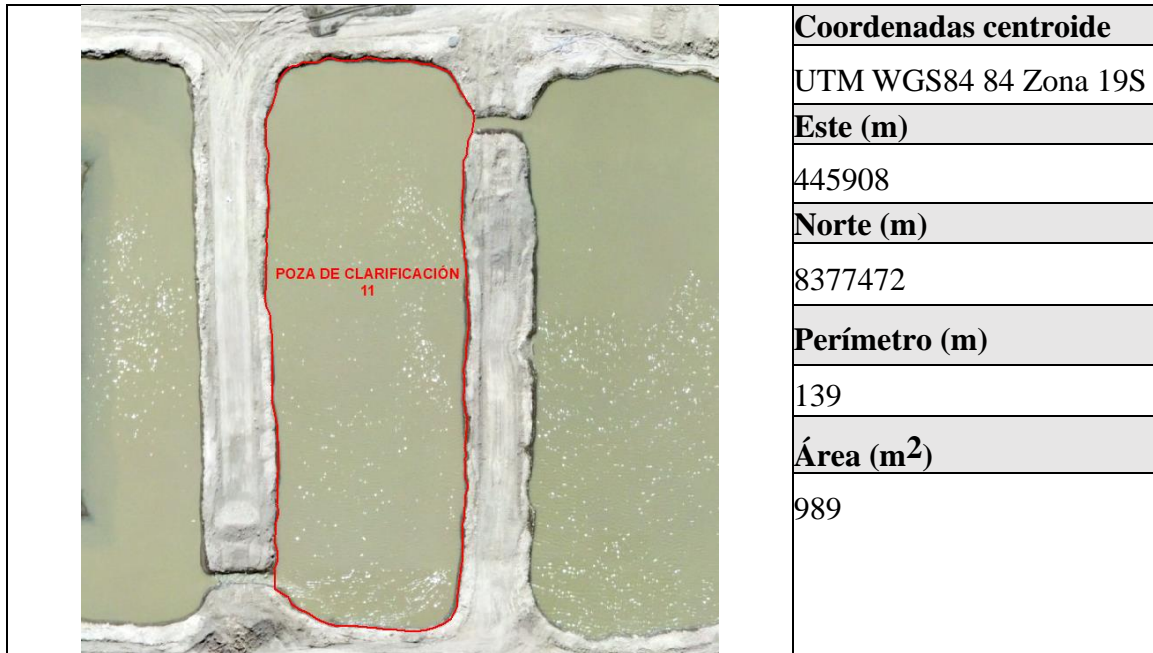
Poza de clarificación 10



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta la descolmatación de la misma, se visualiza el material acumulado en la zona céntrica de la poza de clarificación.

Figura 25

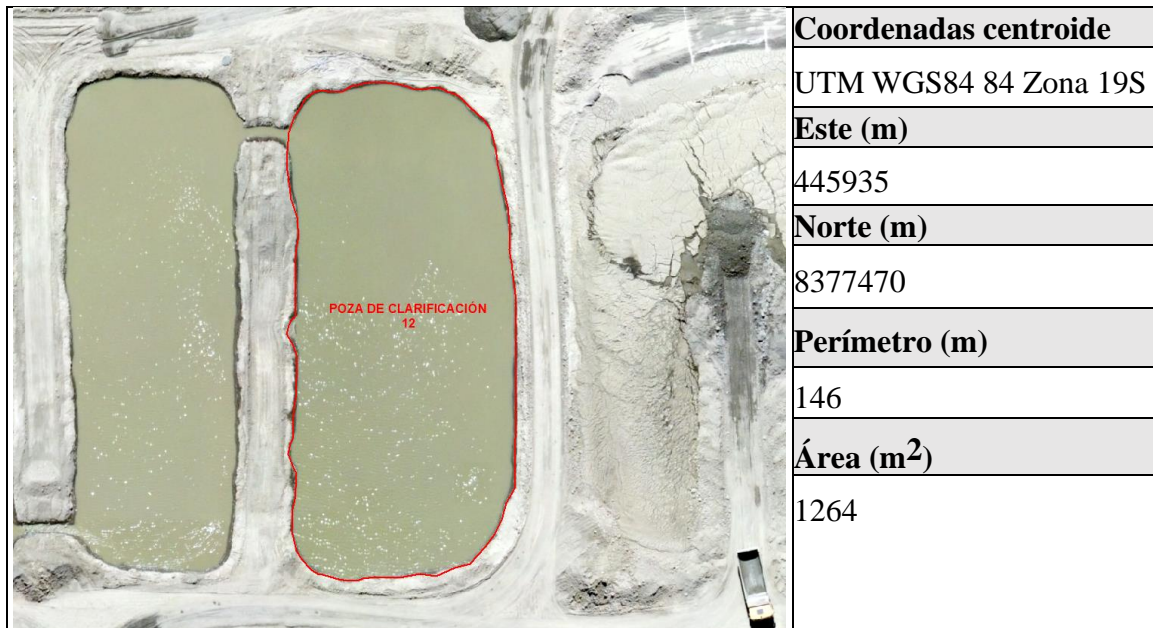
Poza de clarificación 11



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 26

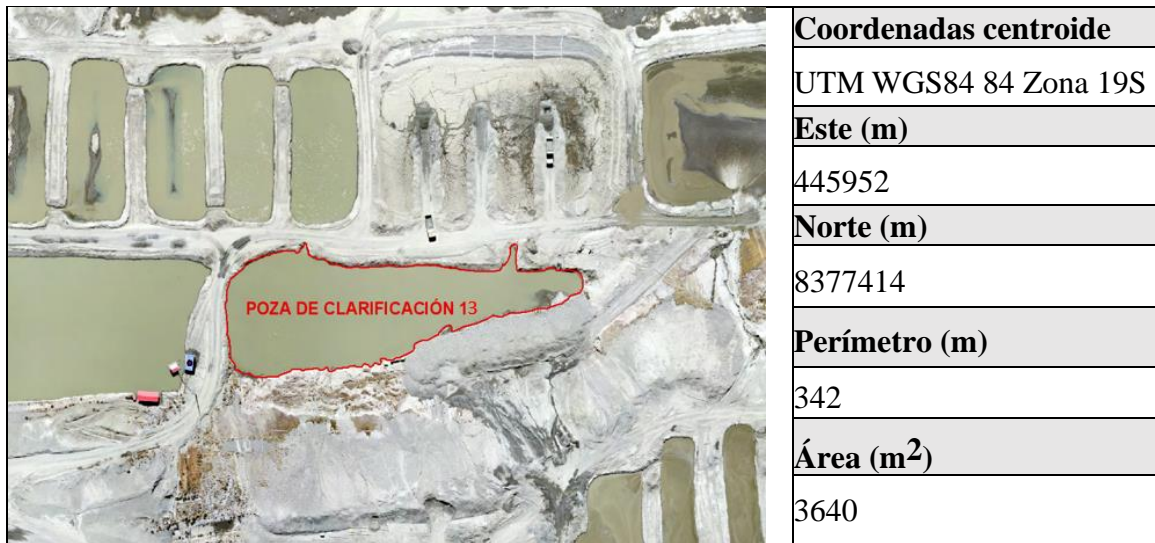
Poza de clarificación 12



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 27

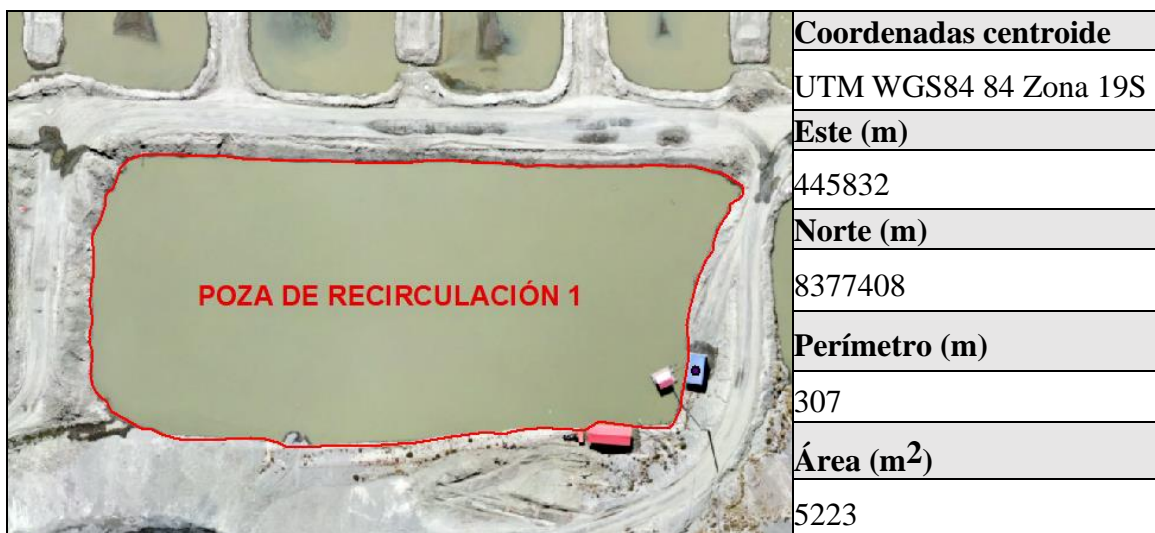
Poza de clarificación 13



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 28

Poza de recirculación 1



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 29

Poza de recirculación 2



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 30

Área de motobomba 1



Nota: Se observa que la zona de motobomba 1, cuenta con su techo respectivo.

Figura 31

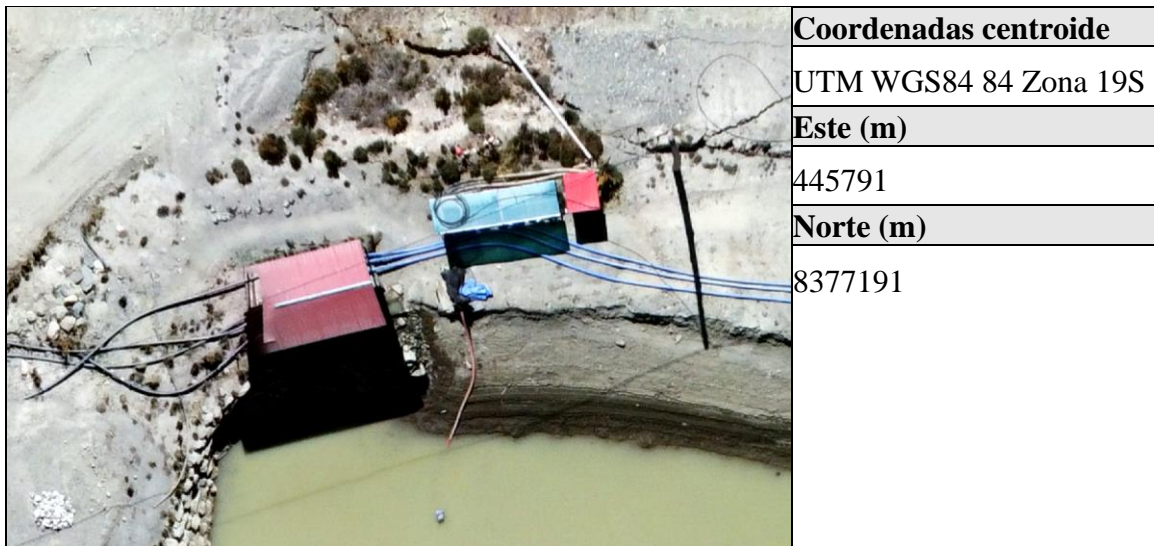
Área de motobomba 2



Nota: Se observa que la zona de motobomba 2, cuenta con su techo respectivo.

Figura 32

Área de motobomba 3



Nota: Se observa que la zona de motobomba 3, cuenta con su techo respectivo.

Figura 33

Chute de relavado



Nota: Se observa el chute de relavado y algunas maquinarias, el material grueso se lleva al área de secado de lodos.

Figura 34

Poza de sedimentación 1 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta realizar la descolmatación y limpieza de la misma, también se puede visualizar que en la zona NW se visualiza una zona mojada, posiblemente se deba a unas infiltraciones de agua provenientes de la poza, justamente porque no se utiliza geomembranas para su impermeabilización.

Figura 35

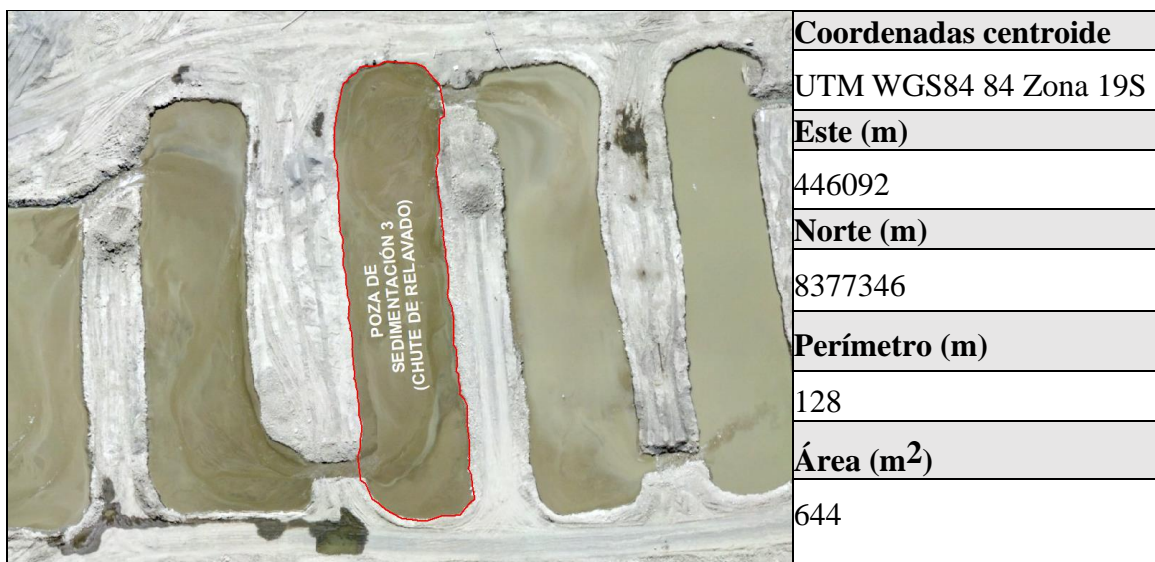
Poza de sedimentación 2 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta realizar la descolmatación y limpieza de la misma.

Figura 36

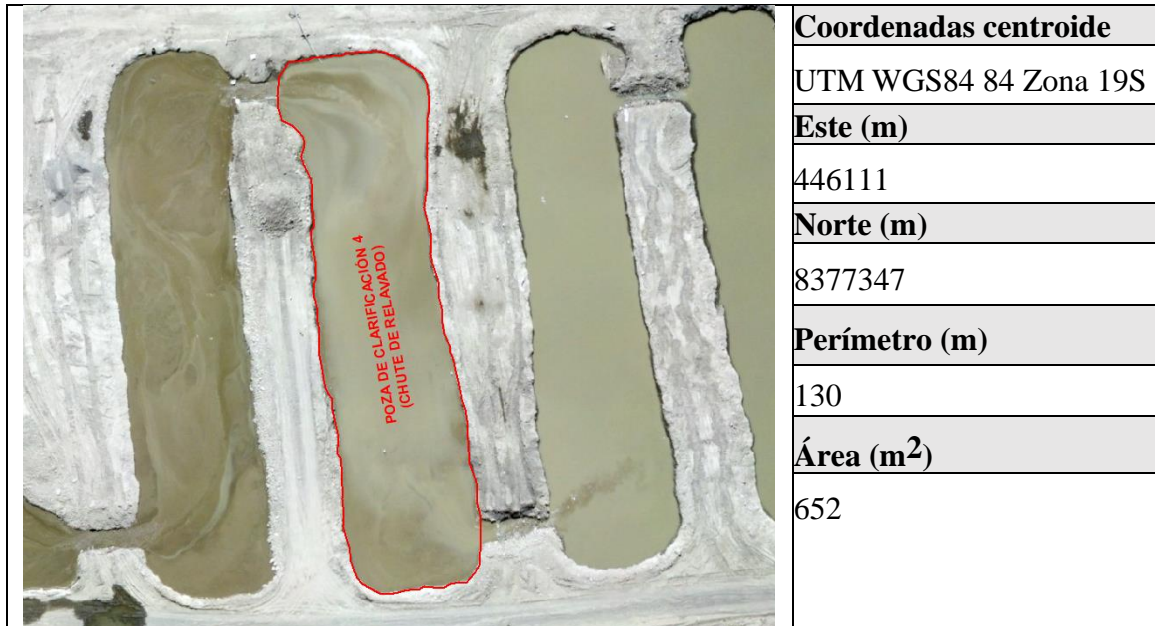
Poza de sedimentación 3 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad, falta realizar la descolmatación y limpieza de la misma.

Figura 37

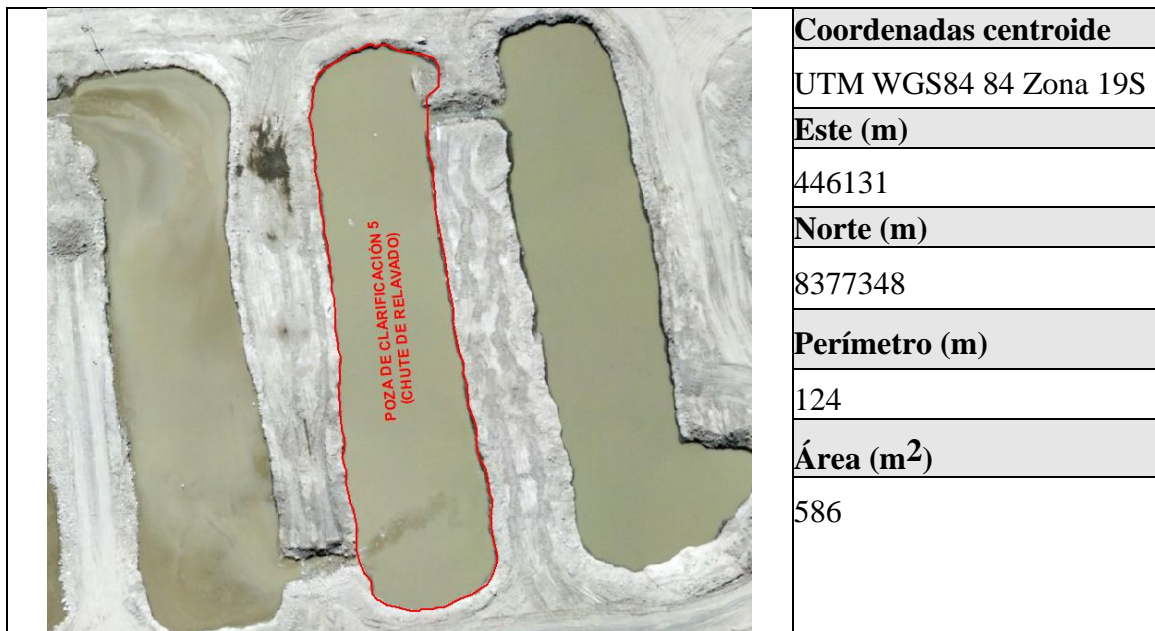
Poza de clarificación 4 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 38

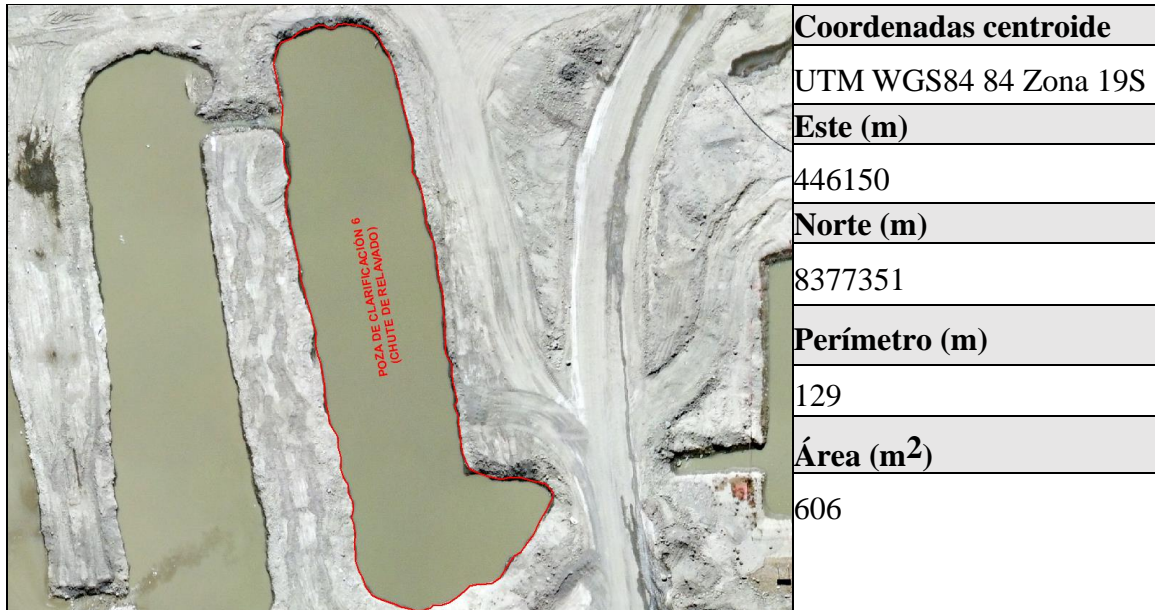
Poza de clarificación 5 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 39

Poza de clarificación 6 (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 40

Poza de recirculación (chute de relavado)



Nota: No cuenta con señalizaciones de advertencia, obligación y prohibición, además que no cuenta con barandas de seguridad.

Figura 41

Área de secado de lodos 1



Nota: Falta colocar señales de advertencia y información en la zona de secado para alertar a los trabajadores y visitantes sobre los riesgos asociados y las prácticas de seguridad.

Figura 42

Área de secado de lodos 2



Nota: Falta colocar señales de advertencia y información en la zona de secado para alertar a los trabajadores y visitantes sobre los riesgos asociados y las prácticas de seguridad.

Figura 43

Área de secado de lodos 3



Nota: Falta colocar señales de advertencia e información en la zona de secado para alertar a los trabajadores y visitantes sobre los riesgos asociados y las prácticas de seguridad.

4.2 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPAS PARA LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD

En los informes elaborados por los funcionarios de la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) de Puno, se observa una clara distinción en la forma en que se fiscalizan los distintos aspectos de la operación minera. En el Cuadro N.º 01 de dichos informes, se realiza una revisión exhaustiva del acervo documentario asociado a las actividades mineras, una tarea que, debido a su naturaleza documental, no es susceptible de ser evaluada mediante RPAS. Esta sección del informe se enfoca en verificar la conformidad de los documentos y permisos requeridos por las normativas vigentes, asegurando que todos los aspectos administrativos estén en orden y que los registros estén debidamente mantenidos.

Por otro lado, la fiscalización de componentes ambientales y de seguridad, reflejada en el informe de supervisión ambiental y en otros informes relacionados, se basa en la evaluación de criterios específicos de cada objetivo de fiscalización. En este contexto, el RPAS ha demostrado ser una herramienta valiosa para la supervisión directa de los componentes físicos y operacionales del sitio minero. La fotogrametría RPAS



permite una evaluación detallada de los componentes visuales y geoespaciales, proporcionando una perspectiva integral sobre el cumplimiento de las normativas ambientales y de seguridad.

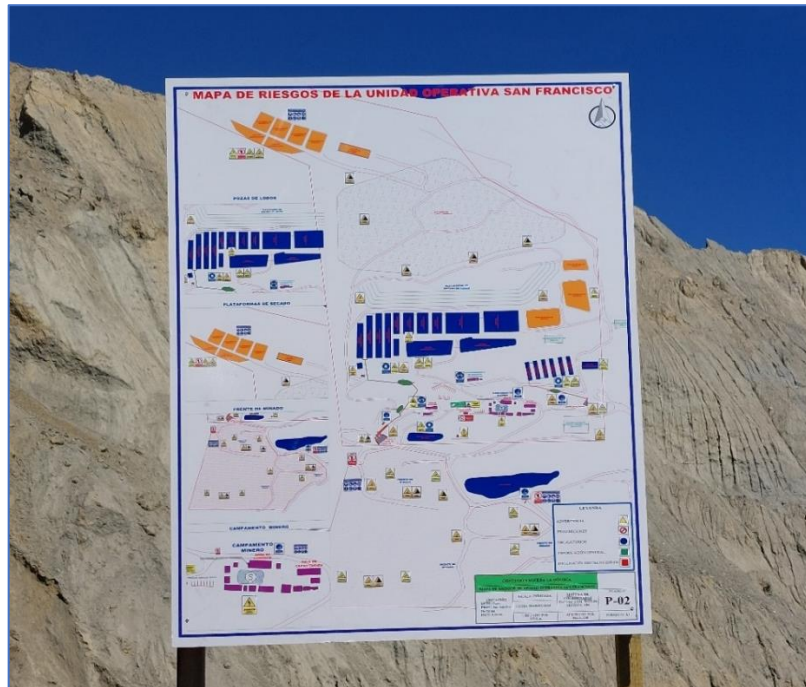
En cuanto a la fiscalización en seguridad y salud ocupacional, el RPAS no se utiliza directamente para la evaluación de componentes específicos, sino que se enfoca en el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Decreto Supremo N.º 024-2016-EM. Este decreto establece las directrices para la gestión de seguridad y salud en el ámbito minero, y los informes de fiscalización deben verificar si se están aplicando adecuadamente las herramientas de gestión en seguridad y si se ha evaluado el nivel de riesgo de cada componente.

Es importante destacar que, aunque los fiscalizadores en campo consideran componentes principales durante sus inspecciones, la evaluación exhaustiva de todos los componentes puede ser limitada debido a factores como el tiempo disponible y la falta de apoyo logístico. En el caso de la U.O. San Francisco, se identificaron hasta 110 componentes a ser evaluados; sin embargo, por razones prácticas, generalmente solo se evalúan alrededor de 20 componentes durante cada visita. Esta limitación se debe a la carga de trabajo y a la falta de asistencia, ya que la responsabilidad recae en un único fiscalizador por informe de fiscalización en seguridad y salud ocupacional.

En el marco de la aplicación de la fotogrametría con sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) para la evaluación de la fiscalización en seguridad en la U.O. San Francisco del Proyecto Minero “La Mística” en el distrito de Ananea, Puno, se corroboró el mapa de riesgos con el cual cuenta la unidad operática con el ortomosaico generado mediante la obtención de las imágenes obtenidas por el drone DJI mini 2, en la figura N° 44 se muestra al mapa de riesgos de la unidad operativa el cual se actualiza anualmente de acuerdo a la normativa vigente, en este sentido haciendo la evaluación respectiva se evaluó y se determinó que el mapa de riesgos se encuentra actualizado a la fecha.

Figura 44

Mapa de riesgo de la U.O. San Francisco









En la siguiente tabla se muestra el estado en el que se encuentra cada uno de los componentes con respecto al DS 024 y el nivel de riesgo que representa cada uno de ellos.




Tabla 4




Resumen de gestión en seguridad y salud ocupacional y el nivel de riesgo


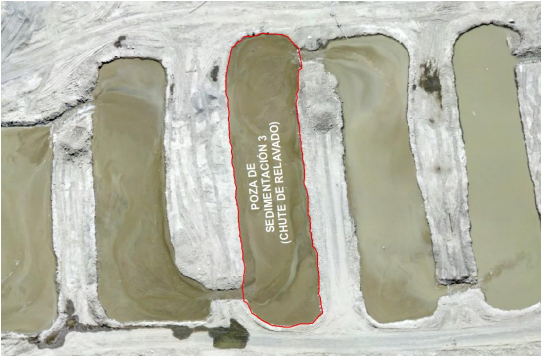
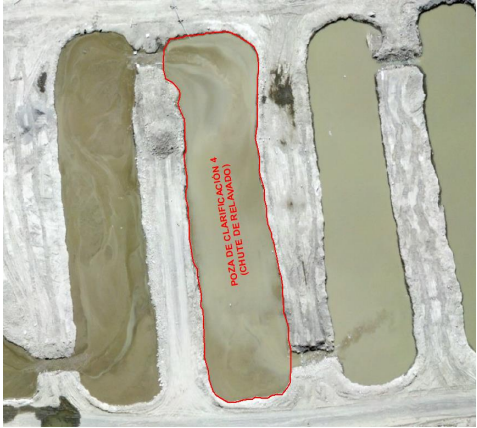
NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
CHUTE PRINCIPAL 		X			X	

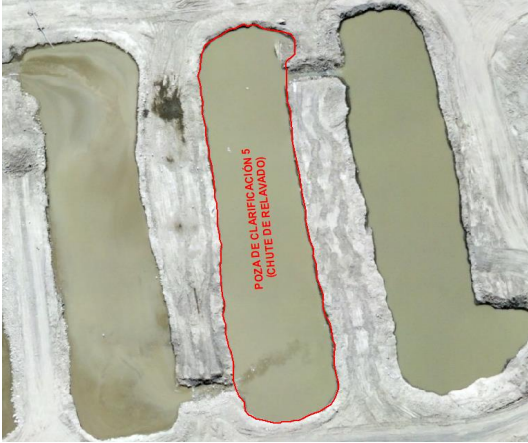


NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DESARENADORA 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 1 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 2 		X			X	


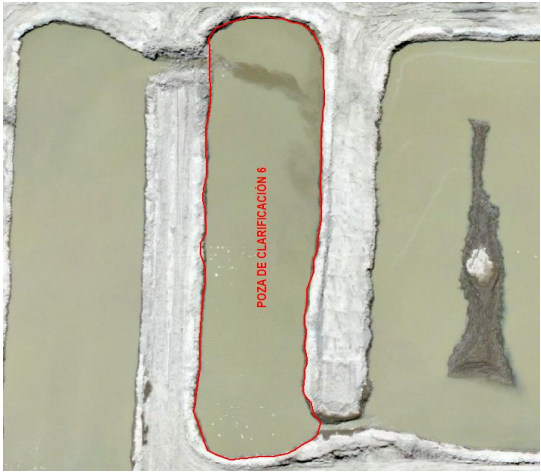
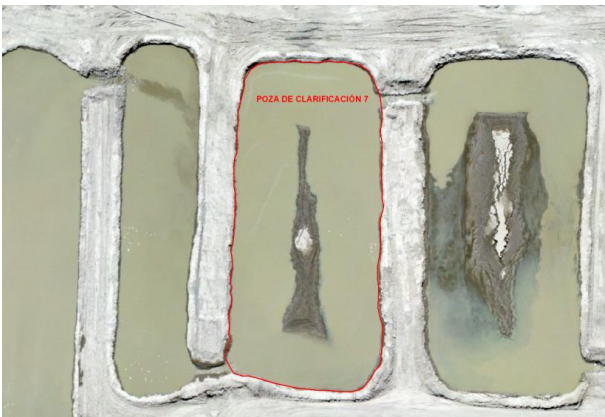
NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE SEDIMENTACIÓN 3 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 4 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 5 		X			X	

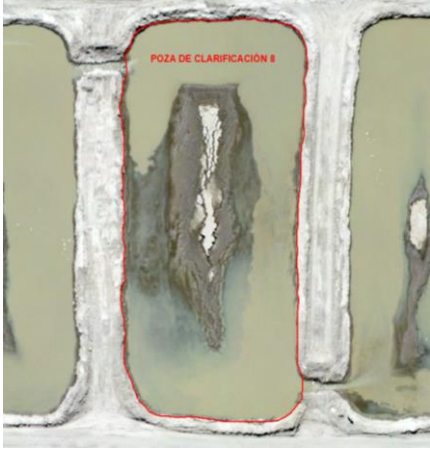

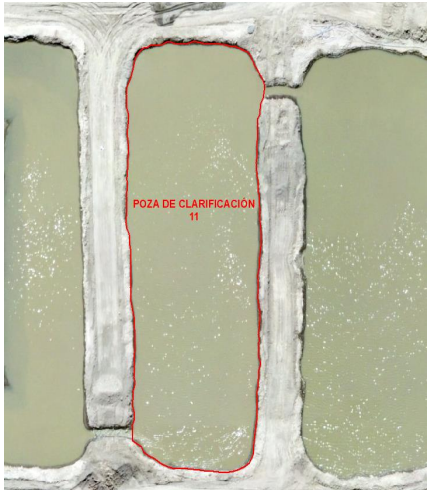
NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE CLARIFICACIÓN 1 		X			X	
POZA DE RECIRCULACIÓN 1 		X			X	
ÁREA DE SECADO DE LODOS 1 		X			X	



NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
ÁREA DE SECADO DE LODOS 2 		X			X	
ÁREA DE SECADO DE LODOS 3 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 1 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	

NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE SEDIMENTACIÓN 2 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	
POZA DE SEDIMENTACIÓN 3 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 4 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	

NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE CLARIFICACIÓN 5 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 6 (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	
POZA DE RECIRCULACIÓN (CHUTE DE RELAVADO) 		X			X	

NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE RECIRCULACIÓN 2 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 6 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 7 		X			X	

NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE CLARIFICACIÓN 8 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 10 		X			X	
POZA DE CLARIFICACIÓN 11 		X			X	

NOMBRE IMAGEN DEL COMPONENTE	CON RESPECTO AL DS 024			NIVEL DE RIESGO		
	Excelente	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo
POZA DE CLARIFICACIÓN 12 		X			X	
CHUTE DE RELAVADO 		X			X	



4.3 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RPAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La evaluación de la eficiencia del RPAS (Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia) en la recolección de datos en la U.O. San Francisco del Proyecto Minero “La Mística” ha demostrado ser altamente efectiva en términos de cobertura espacial y precisión temporal. En un período de tiempo determinado, el RPAS es capaz de cubrir grandes extensiones de terreno con una eficiencia que supera a los métodos tradicionales de recolección de datos terrestres. La capacidad del dron para volar a altitudes específicas y a velocidades controladas permite capturar imágenes aéreas de alta resolución, que abarcan áreas extensas en cada misión, reduciendo significativamente el tiempo necesario para la recopilación de datos comparado con técnicas convencionales.

Una de las aplicaciones más destacadas del RPAS es la generación de ortofotos, que son imágenes aéreas corregidas geométricamente para eliminar distorsiones. Estas ortofotos proporcionan una representación precisa y escalable del terreno, lo que facilita el análisis detallado del área de avance del frente de minado. Las ortofotos obtenidas en diferentes períodos pueden ser almacenadas en la base de datos de la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) de Puno, permitiendo así la comparación longitudinal del progreso minero. Esta capacidad de comparar ortofotos actuales con las de años anteriores es crucial para evaluar el avance del frente de minado y para identificar cambios significativos en el terreno y en la infraestructura minera.

Las ortofotos permiten medir con precisión el volumen de material extraído y depositado en la minería, incluyendo desmontes mineros, facilitando una gestión más eficiente de recursos y una planificación más precisa. Además, el RPAS proporciona datos actualizados para identificar áreas problemáticas y realizar evaluaciones ambientales y de seguridad detalladas. La integración de RPAS optimiza la recolección de datos, la eficiencia operativa y la seguridad en el sitio minero, representando un avance significativo en la gestión de recursos y operaciones mineras.

Aunque la tecnología de RPAS (Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia) ha demostrado ser una herramienta extremadamente útil en la fiscalización minera, es fundamental reconocer que el dron nunca podrá reemplazar por completo el trabajo y la experiencia de un fiscalizador humano. El RPAS proporciona un apoyo significativo en

la recolección de datos visuales y en la supervisión de grandes áreas de manera eficiente, pero su función principal es complementar y apoyar las actividades de los profesionales en el campo, no sustituirlas. La fiscalización minera involucra aspectos que van más allá de la observación visual, como la revisión del cumplimiento de normativas y la evaluación de documentos. Estos procesos requieren habilidades y conocimientos que el RPAS no puede replicar.

El RPAS, por su parte, aligera significativamente la carga de trabajo al proporcionar datos precisos y actualizados, lo que permite a los fiscalizadores enfocarse en áreas críticas y tomar decisiones basadas en información sólida. La combinación de la tecnología RPAS con la experiencia humana resulta en una estrategia de fiscalización más eficiente y efectiva, permitiendo un enfoque más integral y detallado.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que ilustra las diferencias entre la recolección de datos en la fiscalización minera, con y sin el uso de RPAS:

Tabla 5

Diferencias entre la recolección de datos en la fiscalización minera, con y sin el uso de RPAS.

ASPECTO	CON RPAS	SIN RPAS
Cobertura Espacial	Amplia y rápida	Limitada y lenta
Precisión Temporal	Datos actualizados	Datos desactualizados
Calidad de Datos	Imágenes de alta resolución	Calidad variable
Análisis de Terreno	Comparaciones precisas	Dificultades en análisis
Medición de Volúmenes	Precisas	Aproximadas
Identificación de Problemas	Rápida detección	Identificación lenta
Carga de Trabajo	Aligera la carga	Aumenta la carga
Cumplimiento Normativo	Complementa la fiscalización	Solo observación directa
Eficiencia Operativa	Mayor eficiencia	Menor eficiencia

Nota: Esta tabla resalta cómo el uso de RPAS optimiza varios aspectos en la recolección y análisis de datos en la fiscalización minera, enfatizando su papel complementario en las actividades de los fiscalizadores.

4.4. DISCUSIÓN

4.4.1 Objetivo específico 1

En el análisis de los resultados sobre el relieve superficial de los componentes mineros en la UF Arasi, se observó que la implementación de fotogrametría mediante RPAS ha permitido una recolección de datos detallados y precisos. La generación de ortomosaicos RGB y modelos de elevación digital (MED) ha sido fundamental para identificar y delimitar áreas críticas en los tajos Valle y Jessica, así como en el PAD de lixiviación Jessica.

Los resultados obtenidos muestran que la tecnología RPAS no solo mejora la eficiencia en el monitoreo ambiental, sino que también proporciona información visual valiosa para la evaluación de la degradación del entorno. Este enfoque ha permitido la identificación de zonas de deslizamiento y áreas de disposición de lodos, aspectos que son esenciales para la gestión de riesgos ambientales asociados a las actividades mineras.

Comparando estos hallazgos con estudios previos, como los realizados por Fajardo y Caballero (2022), se evidencia que el uso de RPAS ha demostrado ser superior a los métodos tradicionales de supervisión, que suelen ser más laboriosos y menos precisos. La capacidad de capturar imágenes aéreas de alta resolución ha facilitado la identificación de cambios significativos en la cobertura vegetal y otros indicadores ambientales en diferentes momentos, lo que contribuye a una mejor toma de decisiones en la gestión ambiental.

Por ejemplo, en estudios previos donde se utilizaban métodos convencionales, la obtención de datos requería mayor tiempo y esfuerzo, limitando la capacidad de respuesta ante situaciones críticas. En contraste, el uso de RPAS se establece como una alternativa viable y eficiente, lo que subraya la importancia de adoptar tecnologías avanzadas en la fiscalización ambiental en el contexto minero. Esta metodología no solo optimiza el proceso de supervisión, sino que también permite una intervención más proactiva en la mitigación de impactos negativos, promoviendo así prácticas más sostenibles en la minería.



4.4.2 Objetivo específico 2

En el análisis de la gestión de seguridad y salud ocupacional (SGSSO) en el Proyecto Minero Clemencia-A, Condori (2018) demostró que la implementación de un sistema de gestión mejorado condujo a un aumento significativo en el cumplimiento normativo, pasando del 53.91% al 76.32%. Este avance se atribuyó a la adopción del método Deming y a un mayor involucramiento de los trabajadores en el SGSSO, sugiriendo una clara relación entre la mejora del sistema y la reducción de incidentes laborales.

Por otro lado, en la evaluación de la fiscalización de seguridad en la U.O. San Francisco mediante fotogrametría RPAS, se observó un impacto significativo en la identificación de riesgos laborales. Esta tecnología proporciona una perspectiva panorámica que permite detectar condiciones inseguras no evidentes a nivel del suelo. La creación de ortomosaicos facilita la verificación de señalizaciones y el estado de los componentes mineros, complementando los informes de la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) de Puno.

Las imágenes obtenidas no solo enriquecen el análisis de la seguridad, sino que también permiten corroborar el mapa de riesgos de manera visual. Además, la capacidad de realizar mediciones precisas de perímetros y áreas de las pozas de sedimentación y desarenadoras contribuye a un monitoreo continuo. Esto resulta en un seguimiento sistemático de las medidas de seguridad implementadas, lo que, en última instancia, ayuda a reducir los riesgos de accidentes y promueve un ambiente laboral más seguro.

4.4.3 Objetivo específico 3

Berrocal (2019) destaca las limitaciones del procedimiento tradicional para la obtención de cartografía en la industria minera, señalando que resulta ineficaz y costoso. Para superar estas dificultades, propone el uso de drones con tecnología fotogramétrica, que no solo mejora la confiabilidad en la toma de decisiones, sino que también optimiza el proceso de recolección de datos



cartográficos. Su investigación, estructurada en seis capítulos, abarca desde generalidades sobre la minería hasta la metodología y costos asociados con la implementación de drones, posicionándose como un antecedente clave para aplicar esta tecnología en el sector.

Por otro lado, los resultados de mi investigación indican que la eficiencia del sistema RPAS en la recolección de datos es notable. Este enfoque permite la obtención rápida y precisa de información crucial para la fiscalización ambiental y de seguridad en la U.O. San Francisco. La capacidad de recolectar grandes volúmenes de datos en poco tiempo no solo optimiza el uso de recursos humanos y materiales, sino que también resulta esencial en situaciones de emergencia, donde el acceso a zonas peligrosas puede ser limitado. Gracias a RPAS, es posible obtener imágenes y datos de áreas críticas sin poner en riesgo a los inspectores, garantizando así la seguridad del equipo humano.

Además, la integración de estos datos en sistemas de información geográfica (SIG) permite un análisis más profundo y una visualización clara de las problemáticas existentes. Esta eficiencia no solo mejora la fiscalización actual, sino que también establece una base sólida para el desarrollo de políticas de gestión ambiental y de seguridad más efectivas en el futuro. En resumen, el sistema RPAS se consolida como una herramienta indispensable para optimizar la fiscalización en contextos complejos y potencialmente peligrosos, alineándose con las propuestas innovadoras de Berrocal sobre el uso de tecnología avanzada en la minería.



V. CONCLUSIONES

- La aplicación de la fotogrametría mediante RPAS ha demostrado ser extremadamente eficaz en el seguimiento y control ambiental en la U.O. San Francisco del proyecto minero "La Mística". La tecnología RPAS permite la evaluación detallada y en tiempo real de componentes mineros críticos, como las pozas de sedimentación, clarificación, desarenadora y el área de secado de lodos. Esta capacidad para obtener imágenes aéreas precisas facilita una supervisión más eficiente y precisa del estado ambiental, permitiendo una gestión más efectiva de los impactos y la implementación oportuna de medidas correctivas.
- La fotogrametría mediante RPAS también resulta útil para evaluar las condiciones en las que se encuentran los componentes mineros, clasificándolos en categorías como excelente, bueno o malo. Además, esta tecnología permite corroborar y actualizar el mapa de riesgos de la unidad operativa, facilitando la identificación de niveles de riesgo como alto, medio o bajo. Aunque el RPAS proporciona datos visuales valiosos para estas evaluaciones, es importante complementarlos con inspecciones detalladas y revisiones de seguridad realizadas por profesionales capacitados para una evaluación integral y precisa.
- El uso de RPAS representa un ahorro significativo de tiempo para los fiscalizadores al permitir la captura rápida de grandes áreas y la generación de ortofotos precisas. Estas imágenes aéreas no solo facilitan una supervisión más eficiente, sino que también pueden archivarse como una base de datos histórica que documenta la evolución de las actividades mineras. La capacidad de almacenar y revisar ortofotos permite una mejor planificación y seguimiento de las operaciones mineras, proporcionando una referencia valiosa para futuras evaluaciones y decisiones operativas.



VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el uso de diferentes tipos de sensores junto con los RPAS, como cámaras térmicas o sensores de gases, para obtener información adicional sobre el estado de las instalaciones mineras y el entorno. Esto podría mejorar la capacidad de detectar problemas que no son visibles en imágenes tradicionales.
- Desarrollar Guías y Procedimientos: Crear guías y procedimientos claros para el uso de RPAS en la fiscalización minera. Esto incluiría estándares para la captura de imágenes y la interpretación de datos, para asegurar que todos los operadores y fiscalizadores utilicen los RPAS de manera consistente y efectiva.
- Mejorar la Gestión y Archivo de Datos: Investigar formas de optimizar la gestión y el almacenamiento de los datos recolectados por los RPAS. Esto podría incluir el desarrollo de sistemas para archivar ortofotos y otros datos visuales de manera eficiente, y asegurar que sean fácilmente accesibles para futuras revisiones y análisis.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala Ayala, J. C. (2017). *Fotogrametría aérea con unidad autónoma de vuelo (UAV) como herramienta de monitoreo ambiental de depósitos de relaves*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3205491>
- Calcina Paricahua, L. (2022). *Fiscalización y formalización minera integral en la incidencia de los accidentes mortales de la pequeña minería y minería artesanal – caso: Zona norte – región de Puno (2012-2020)*. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18918/Lesmes_Gabriel_Calsina_Paricahua.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Camacho, F., Leon, E., & Salazar, J. L. (2023). *Método de medición de obra para la interventoría y supervisión utilizando los postprocesos de la fotogrametría y la tecnología de drones aplicados a la construcción de canal de aguas lluvias en el barrio Prados del Este, ubicado en el municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/52768>
- Condori, L. (2018). *Implementación del sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional en el proyecto minero clemencia – A, Ananea*. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/12165/Condori_Gutierrez_Luis_Vidal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Costales Acurio, G. A. (2018). *Análisis comparativo entre los software de prueba Agisoft Photoscan y Pix4D para el procesamiento de datos obtenidos con fotogrametría de vehículo aéreo no tripulado (UAV) de bajo costo aplicado a proyectos de medio ambiente* [bachelorThesis, Quito, 2018.]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19825>



- Fajardo Vargas, L. W., & Caballero del Castillo, M. B. (2022). *Estudio fotogramétrico con sistema de aeronave pilotada a distancia–RPAS, en el distrito Ocuwiri, provincia Lampa, departamento Puno, de la supervisión regular en la unidad fiscalizable Arasi, administrada por Aruntani SAC. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA.*
<http://repositorio.oefa.gob.pe//handle/20.500.12788/271>
- Figuroa Maguiña, E. S. (2022). *Programa de fiscalización para mejorar la seguridad y salud ocupacional en la pequeña minería de la dirección regional de energía y minas de Ancash—Año 2021. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.*
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5440>
- García Aragón, F. (2022). *Estudio fotogramétrico con sistema de aeronave pilotada a distancia–RPAS, en el distrito Ventanilla, provincia constitucional del Callao, por la emergencia ambiental EA22- 00045 en la unidad fiscalizable Refinería La Pampilla, administrada por Refinería La Pampilla SAA. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA.*
<http://repositorio.oefa.gob.pe//handle/20.500.12788/1118>
- Gonzales Poves, A. R. (2018). *Cumplimiento de la fiscalización ambiental y de seguridad a la pequeña minería y minería artesanal, por la Dirección Regional de minería de Pasco, que permita determinar su efectividad de sus obligaciones. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.*
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/667>
- Hernández, C. R., Fernández, C., & pilar. (2010, febrero 13). *Metodología de la investigación.*
https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf



- Berrocal, J. (2019). “*Optimización en el proceso de cartografía con tecnología drones en la compañía minera Barrick Misquichilca S.A.*”
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3608>
- Ley N° 29783. (2011). *Ley de seguridad y salud en el trabajo.*
<https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>
- Machaca Apaza, S. J. (2021). *Seguridad y salud en el trabajo y calidad de vida laboral de trabajadores de la empresa CECOMIP LTDA-Ananea Puno, 2020.*
Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69689>
- MEGAM. (2023). *Guía técnica para la supervisión y fiscalización a la pequeña minería y minería artesanal.* https://megamperu.org/wp-content/uploads/2023/11/Guia-Tecnica-para-la-SFA-a-la-MAPE-Peru-2023-FINAL_compressed.pdf
- MINAM. (2002). *Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-27651.pdf>
- MINAM. (2005). *Ley General del Ambiente.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>
- MINAM. (2009). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.*
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29325.pdf>
- MINAM. (2017a). *Decreto Legislativo N° 1100.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/DLeg-1100.pdf>
- MINAM. (2017b). *Decreto Legislativo N° 1101.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/DLeg-1101.pdf>
- MINAM. (2017c). *Decreto Legislativo N° 1102.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/DLeg-1102.pdf>



<content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1102.pdf>

Montalvo Castillo, E. O. (2020). *Propuesta de implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional Unidad Minera Manira Cinco 2006 de la CENCOMIN Ananea Ltda. San Antonio de Putina—Región Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.

<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13905>

MTPE. (2012). *Decreto Supremo N° 005-2012-TR*.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571763/Decreto_Supremo_N_005-2012-TR.pdf?v=1585259918

Paredes, F. (2021). *Comparación entre los software pix4d y agisoft metashape de los productos fotogramétricos de la estación del metropolitano plaza de flores e intersección de sus vías Barranco—Lima, 2021*.

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6595/TESIS%20RODRIGUEZ%20GARCIA.pdf;jsessionid=087F68B06E182CE99A755A659F8E4A05?sequence=1>

Pérez, J., López, G., Velázquez, N., & López, I. (2021). *Evaluación de un prototipo de RPAS para el levantamiento topográfico con imágenes RGB*.

<https://www.redalyc.org/journal/5862/586266250004/html/>

Pérez Palacio, C., & Álvarez Ospina, Y. (2022). *Fotogrametría con dron para obtención de medidas de longitud de terreno determinado*.

<http://hdl.handle.net/20.500.12494/43911>

Quirós Rosado, E. M. (2014). *Introducción a la fotogrametría y cartografía aplicadas a la ingeniería civil*. Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones.

<https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/3142>

Quispe Mendoza, D. A. (2023). *Sistema de información geográfica basados en*



teledetección, datos ambientales y técnicos; como factor en la gestión de proyectos mineros de la región Ayacucho.

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5861>

Ruiz Morales, M. (2003). *Nociones de topografía y fotogrametría aérea.*

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=607606>

Sani Sani, J. C. (2015). *Vehículos aéreos no tripulados—UAV para la elaboración de cartografía escalas grandes referidas al marco de referencia Sirgas-Ecuador* [bachelorThesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente.].

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/10784>



ANEXOS

ANEXO 1. Imágenes de la recolección de datos



Imagen 1. Reconocimiento del área de trabajo, desde la zona más alta, para así ver la existencia de obstáculos.



Imagen 2. Instalación del GPS diferencial (base y rover).



Imagen 3. Base del GPS diferencial instalado.



Imagen 4. Ensamblaje del dron para despegue.



Imagen 5. Dron en su helipuerto, listo para despegue.



Imagen 6. Despegue del dron para inicio de misión de vuelo.



Imagen 7. *Chute.*



Imagen 8. *Frente de minado.*

ANEXO 2. Instalación de los puntos de control



Instalación del punto de control N° 1



Instalación del punto de control N° 2



Instalación del punto de control N° 3



Instalación del punto de control N° 4



Instalación del punto de control N° 5



Instalación del punto de control N° 6



Instalación del punto de control N° 7



Instalación del punto de control N° 8

ANEXO 3. Obtención de las coordenadas de los puntos de control con el rover (GPS diferencial)

	
<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 1.</i></p>	<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 2.</i></p>
	
<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 3.</i></p>	<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 4.</i></p>
	
<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 5.</i></p>	<p><i>Obtención de coordenadas del punto de control N° 6.</i></p>



Obtención de coordenadas del punto de control N° 7



Obtención de coordenadas del punto de control N° 8



ANEXO 4. Ficha de exploración aérea

Ficha de exploración aérea N.º1	TSE-001-2024-ZMLLQ
Expediente de Supervisión:	Z1-2024
Código de acción:	001-UOSF
Fecha de aprobación:	03/09/2024

DATOS GENERALES DE LA EXPLORACIÓN AÉREA

1.1 FECHA DE LA EXPLORACIÓN AÉREA

Inicio:	Fecha:	24/07/2024	Fin:	Fecha:	24/07/2024
	Hora:	12:11		Hora:	12:41

1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA

Distrito:	Puno	Provincia:	Puno	Departamento:	Puno	Cuenca:	---
-----------	------	------------	------	---------------	------	---------	-----

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El área de estudio se ubica en el paraje Mosoq Minas – U.O. San Francisco.

INFORMACIÓN SOBRE LA EXPLORACIÓN AÉREA

2.1 DOCUMENTO TECNICO EMPLEADO

Nombre	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves piloteadas a distancia (RPAS)	Anteproyecto de vuelo de RPAS (Pre-vuelo) / Trabajo de campo (Pre-vuelo) / Vuelo de RPAS (campo)	Resolución Jefatural N° 051 – 2017 – CENEPRED/J	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED	Perú

2.2 EQUIPAMIENTO UTILIZADO

Equipamiento	Marca	Modelo
Equipo RAS	DJI	DJI MINI 2

2.3 MISIONES DE VUELO FOTOGRAMETRICO

N.º	Zona	Código de misión	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Coordenadas UTM – WSG 84 Zona 18 L (punto de despegue)			Altura de vuelo (m)	Ángulo de cámara	Sobreposición frontal	Sobreposición lateral	Cantidad de imágenes
					Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m.)					
1	U. O. San Francisco	AV_01_LA MISTICA	24/07/2024	12:24	445881	8377116	4853	80	90°	80%	80%	179

2		AV_02_LA MISTICA	24/07/2024	15:34	445881	8377116	4853	80	90°	80%	80%	187
---	--	------------------	------------	-------	--------	---------	------	----	-----	-----	-----	-----

RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN AÉREA

3.1 DETALLES DE PROCESAMIENTO

N.º	Zona	Software	Reporte de software	Sistema de coordenadas	Cantidad de imágenes	Imágenes alineadas	GSD	Área Cubierta
1	U.O. San Francisco	Metashape Agisoft	Informe de procesamiento U.O. San Francisco	WGS 84	366	366	3,96 cm/pix	0,365 km2

3.2 DATOS PROCESADOS

Ortomosaico RGB

U. O. San Francisco



COMENTARIOS ADICIONALES



Exploración aérea con Sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) llevada a cabo en la U.O. San Francisco en fecha 24 de julio del 2024.

Este documento fue elaborado por:

N.º	Nombres y apellidos	Profesión	Actividad Desarrollada
1	Zully Marisol Llanque Quispe	Ingeniera Geóloga	Campo y gabinete
2			
3			



ANEXO 5. Informe de procesamiento de Agisoft Metashape

INFORME DE PROCESAMIENTO U.O. SAN FRANCISCO

Informe de procesamiento
02 September 2024



Datos del levantamiento

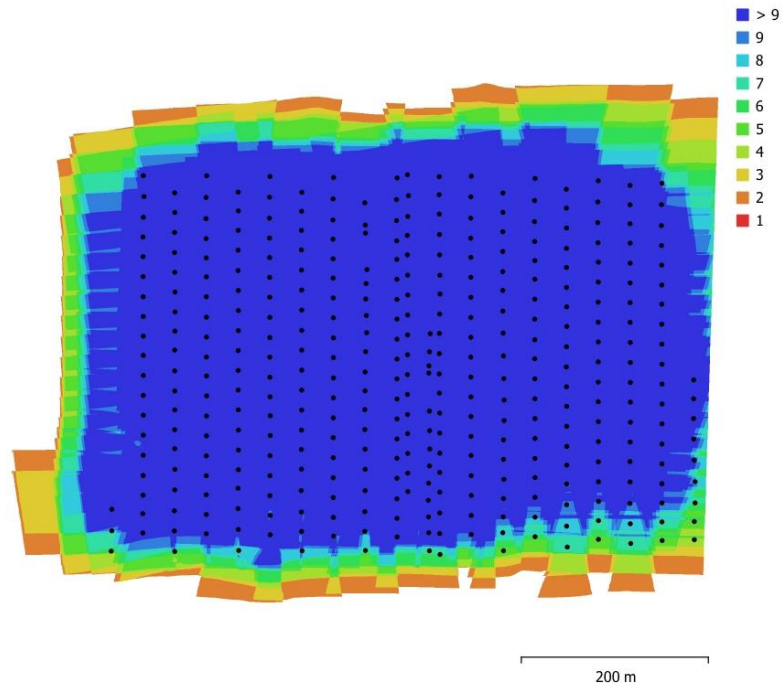


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 366	Imágenes alineadas: 366
Altitud media de vuelo: 129 m	Puntos de paso: 179,686
Resolución en terreno: 3.96 cm/pix	Proyecciones: 1,360,168
Área cubierta: 0.365 km ²	Error de reproyección: 0.706 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC7303 (4.49mm)	4000 x 2250	4.49 mm	1.76 x 1.76 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

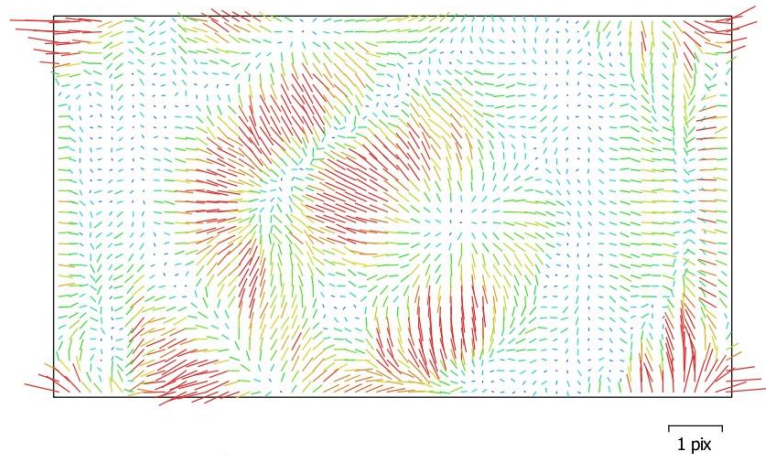


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC7303 (4.49mm).

FC7303 (4.49mm)

366 imágenes

Tipo **Cuadro** Resolución **4000 x 2250** Distancia focal **4.49 mm** Tamaño de píxel **1.76 x 1.76 micras**

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3015.33	0.098	1.00	-0.07	-0.83	0.00	0.02	-0.00	0.02	-0.16
Cx	-6.55023	0.026		1.00	0.06	-0.02	0.01	-0.01	0.79	0.03
Cy	16.3527	0.036			1.00	-0.07	0.04	-0.04	-0.01	0.38
K1	0.0265669	4.3e-05				1.00	-0.96	0.92	-0.03	-0.08
K2	-0.063488	0.00018					1.00	-0.99	0.02	0.00
K3	0.0551668	0.00021						1.00	-0.02	-0.00
P1	-0.000293639	2.7e-06							1.00	0.04
P2	0.000213262	2e-06								1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

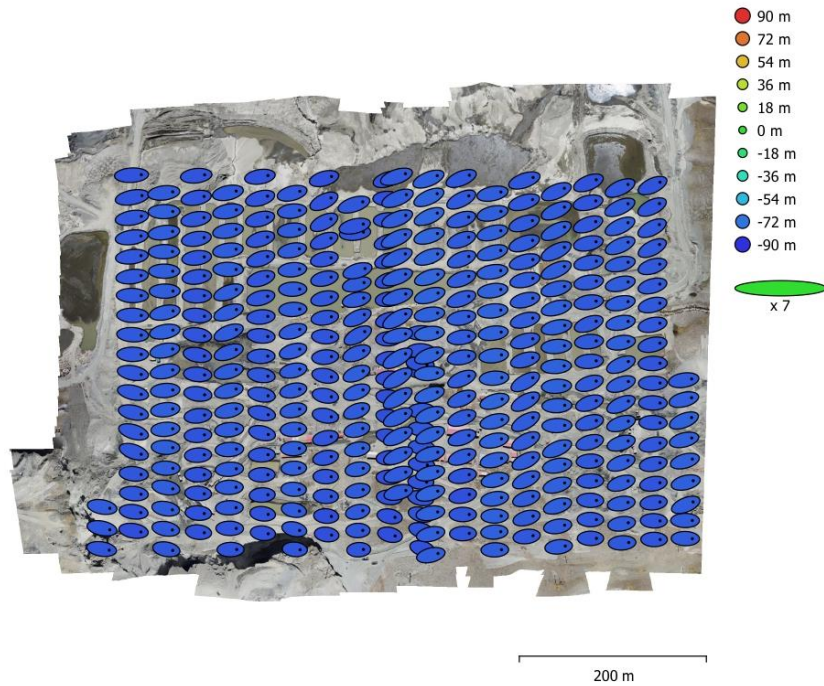


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
2.21706	0.592404	79.2546	2.29485	79.2879

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Puntos de control terrestre

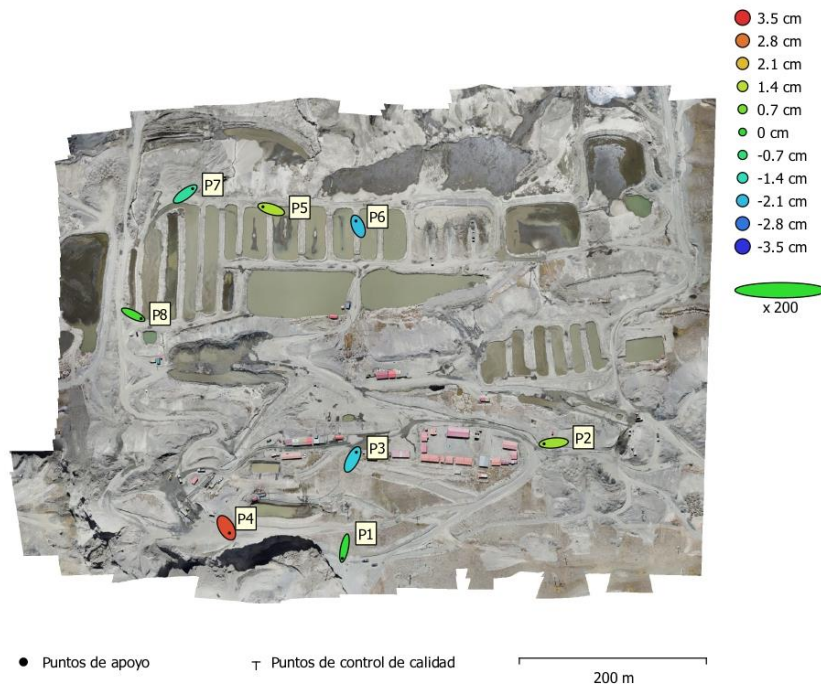


Fig. 4. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.
El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Error en XY (cm)	Total (cm)
8	6.65974	6.15925	1.67792	9.0713	9.22518

Tabla 4. ECM de puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.



Nombre	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
P1	-2.26392	-11.0784	-0.0534189	11.3075	8.301 (4)
P2	-10.2637	-0.90916	1.1142	10.364	2.855 (13)
P3	4.04026	7.71274	-1.91096	8.91414	1.904 (18)
P4	3.27118	-5.66698	3.23905	7.30115	5.840 (5)
P5	-8.83038	2.67035	1.2679	9.31203	3.429 (13)
P6	-2.33056	5.66313	-2.06312	6.46213	3.035 (14)
P7	7.91483	5.69341	-1.10312	9.81205	5.835 (9)
P8	8.44225	-4.08853	0.234544	9.3831	4.649 (12)
Total	6.65974	6.15925	1.67792	9.22518	4.080

Tabla 5. Puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

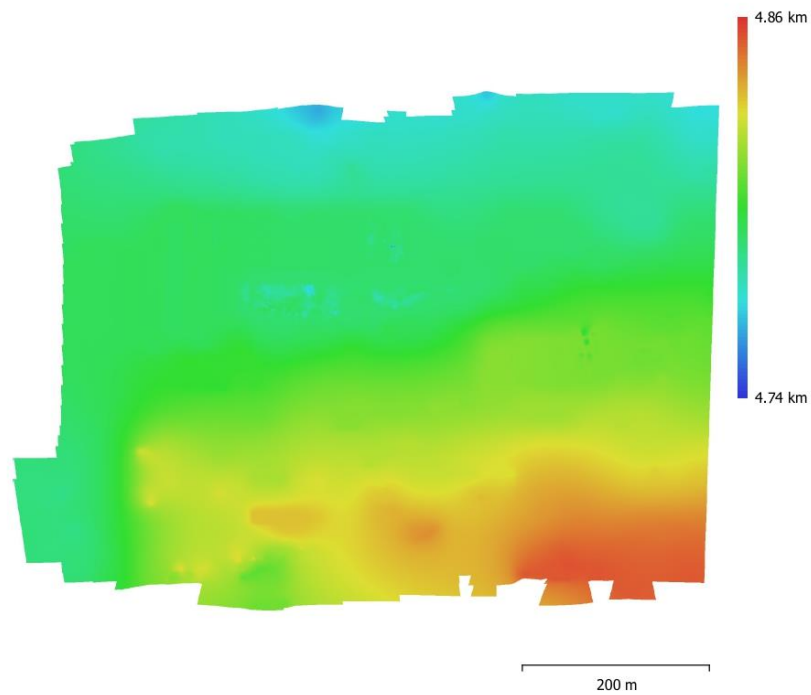


Fig. 5. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 15.8 cm/pix
Densidad de puntos: 39.9 puntos/m²



Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	366
Cámaras orientadas	366
Marcadores	8

Formas

Políneas	2815
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)
Ángulo de rotación	Guñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	179,686 de 202,706
RMS error de reproyección	0.209895 (0.705893 pix)
Error de reproyección máximo	0.970453 (18.054 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.24039 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	8.0404

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Exclude stationary tie points	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	2 minutos 53 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	1.87 GB
Tiempo de orientación	5 minutos 20 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	265.70 MB

Parámetros de optimización

Parámetros	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo de optimización	6 segundos
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	29.61 MB

Mapas de profundidad

Número	366
--------	-----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	5 minutos 18 segundos
Uso de memoria	1.70 GB
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	299.55 MB

Nube de puntos densa

Puntos	16,959,868
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

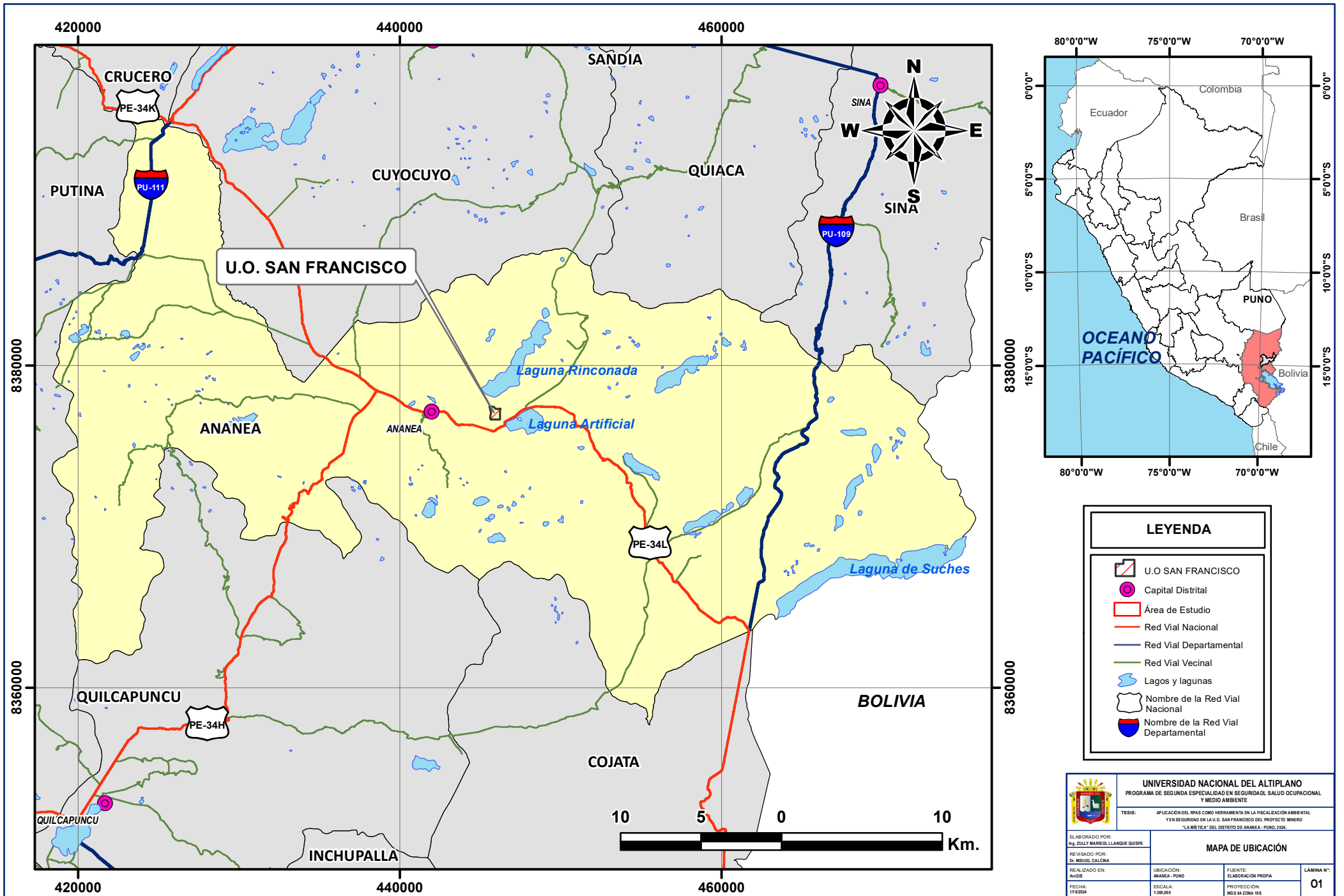
Calidad	Media
Nivel de filtrado	Agresivo

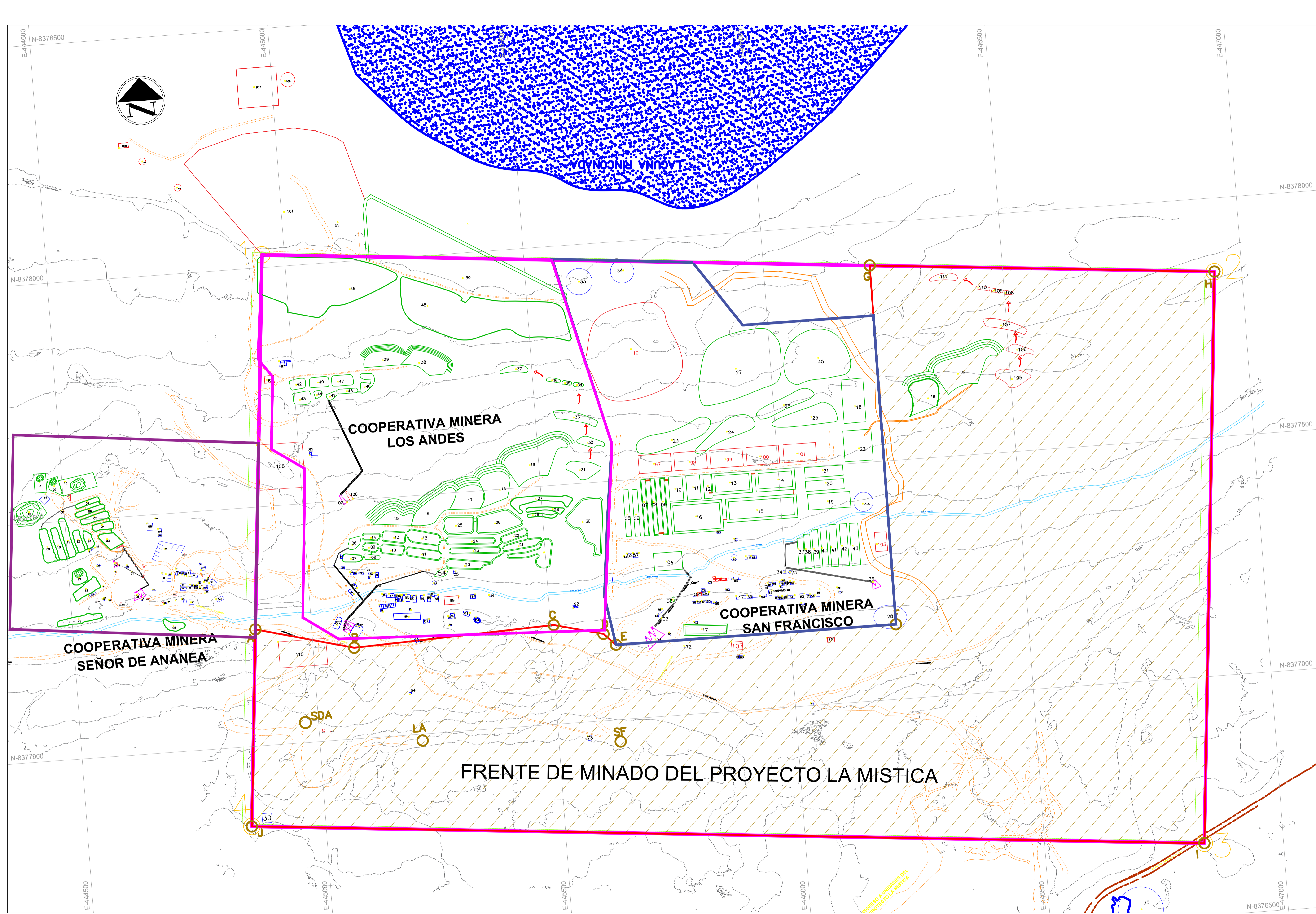


Tiempo de procesamiento	5 minutos 18 segundos
Uso de memoria	1.70 GB
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	4 minutos 29 segundos
Uso de memoria	4.34 GB
Parámetros de clasificación de puntos	
Confianza	0
Tiempo de clasificación	4 minutos 33 segundos
Uso de memoria durante la clasificación	671.82 MB
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	243.00 MB
Modelo	
Caras	1,062,832
Vértices	533,896
Colores de vértices	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Media
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	5 minutos 18 segundos
Uso de memoria	1.70 GB
Parámetros de reconstrucción	
Tipo de superficie	Bajorelieve / terreno
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Máscaras volumétricas estrictas	No
Tiempo de procesamiento	15 segundos
Uso de memoria	287.55 MB
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	24.36 MB
MDE	
Tamaño	6,499 x 4,693
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)
Parámetros de reconstrucción	
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	17 segundos
Uso de memoria	202.07 MB
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	46.87 MB
Ortomosaico	
Tamaño	19,071 x 14,035
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	No
Tiempo de procesamiento	4 minutos 26 segundos
Uso de memoria	1.84 GB
Versión del programa	1.7.0.11701
Tamaño de archivo	3.76 GB
Sistema	
Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	1.7.0 build 11701
OS	Windows 64 bit



RAM	13.86 GB
CPU	AMD Ryzen 7 5800H with Radeon Graphics
GPU(s)	AMD Radeon(TM) Graphics (gfx90c) NVIDIA GeForce RTX 3050 Ti Laptop GPU





FRENTE DE MINADO				
DESCRIPCION	VERTICE	UTM WGS84 - 19L		AREA (ha)
		ESTE	NORTE	
AREA DE MINADO DEL PROYECTO LA MISTICA	A	44882.012	8377244.486	136.43
	B	44506.958	8377190.903	
	C	44506.638	8377207.909	
	D	44509.483	8377181.709	
	E	44884.000	8377157.000	
	F	44822.730	8377157.000	
	G	44822.730	8377811.232	
	H	44842.810	8377845.710	
	I	44884.200	8376651.960	
	J	44844.570	8376832.990	
Ubicación del avance del frente de minado de la unidad	SAN FRANCISCO	44929	8376954	
Ubicación del avance del frente de minado de la unidad	LOS ANDES	445214.67	8376986.41	
Ubicación del avance del frente de minado de la unidad	SEÑOR DE ANANEA	444972.5803	8377042.038	

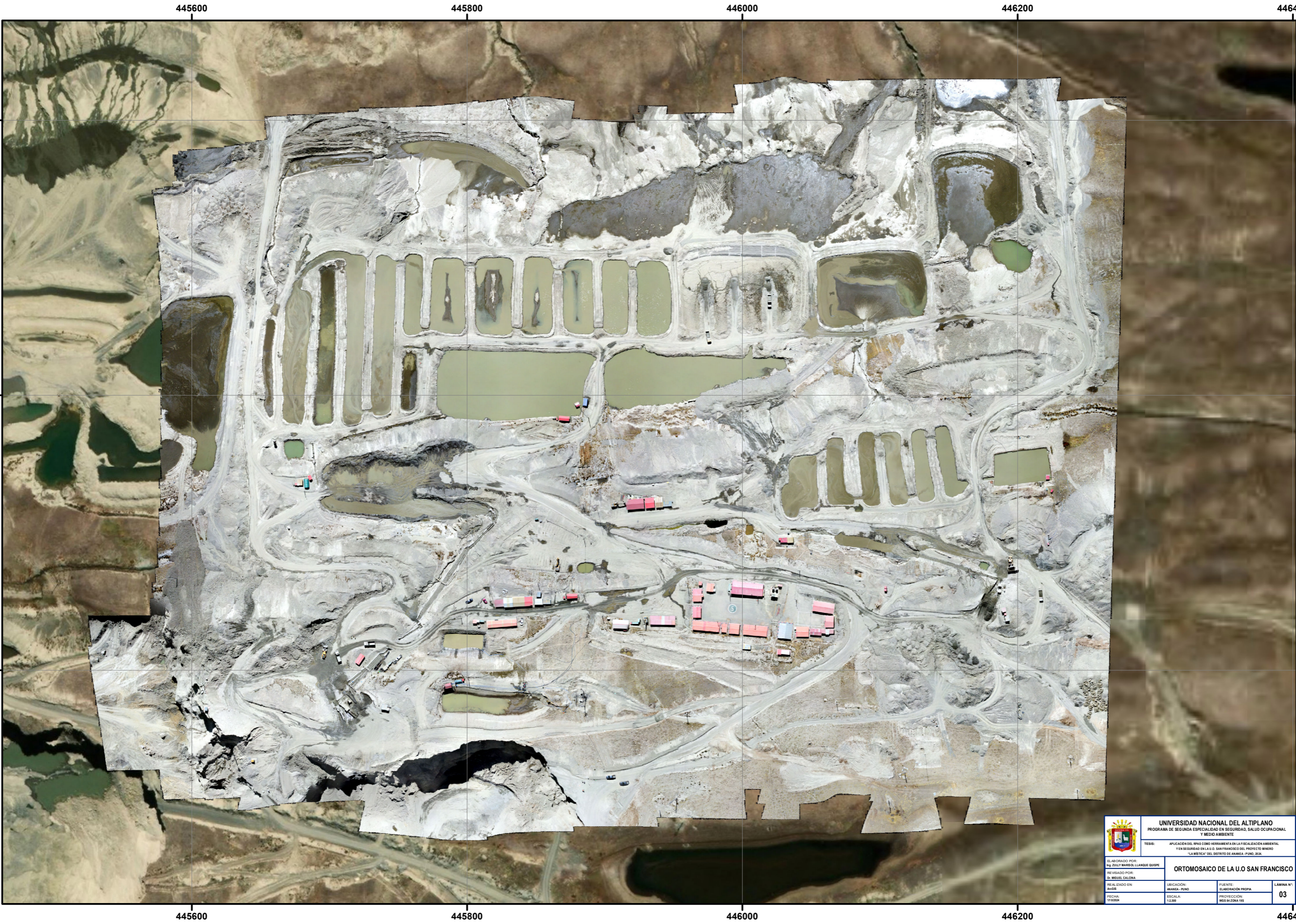
FRENTE DE MINADO				
DESCRIPCION	VERTICE	UTM WGS84 - 19L		AREA (ha)
		ESTE	NORTE	
APROBADO POR IGAC	1	444933.63	8378033.25	239.47
	2	446923.18	8377852.20	
	3	446814.55	8376658.47	
	4	444825.00	8376839.52	
CONCESION PROYECTO LA MISTICA (Codigo 1300007Y01)	1	444953.19	8378026.75	240.48
	2	446942.81	8377845.71	
	3	446834.20	8376651.96	
	4	444844.57	8376832.99	

LEYENDA

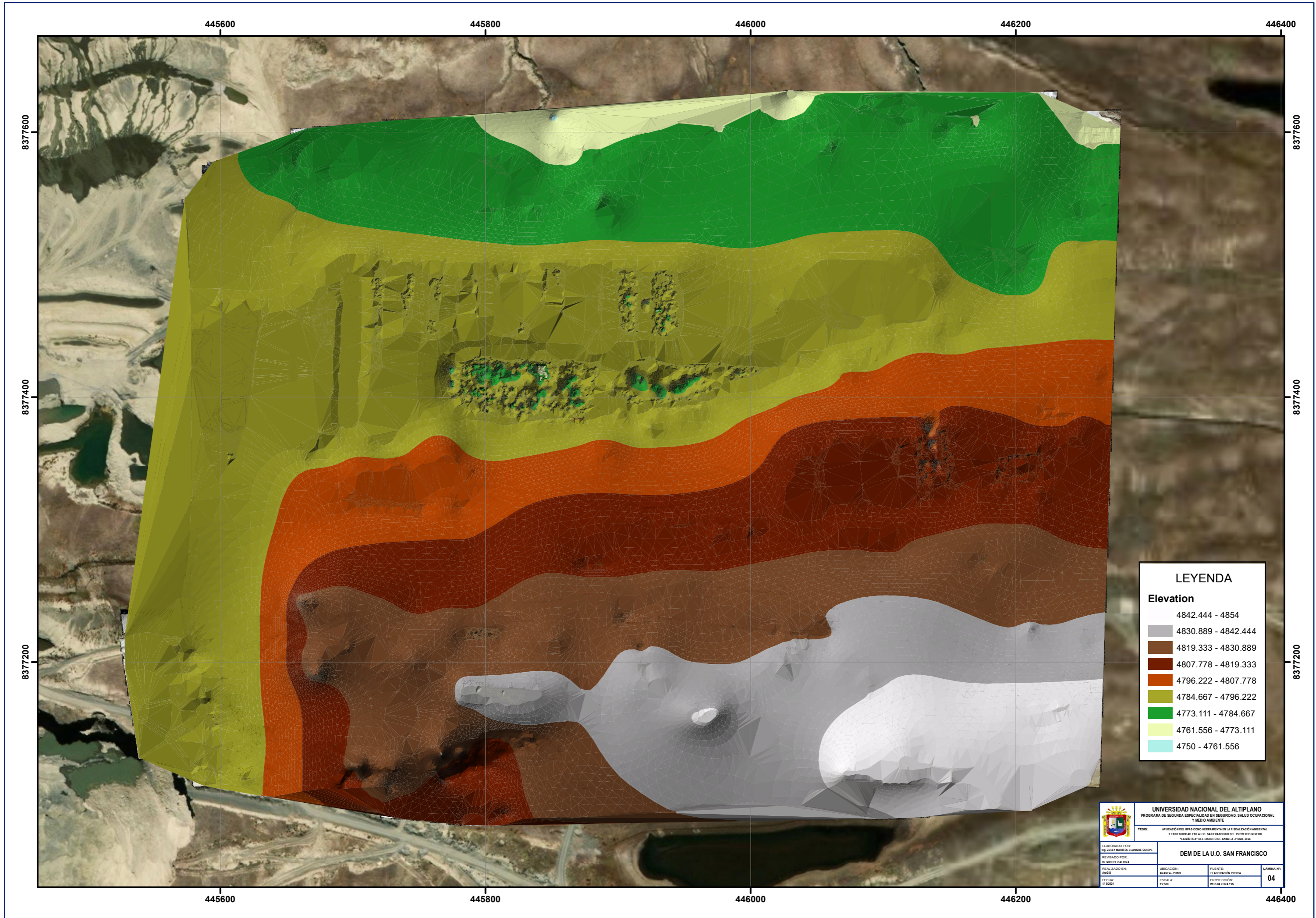
- Concesión Proyecto La Mistica (Aprobado en IGAC)
- Concesión Proyecto La Mistica (Codigo 1300007Y01)
- FRENTE DE MINADO
- Cooperativa minera Los Andes
- Cooperativa minera Señor de Ananea
- Cooperativa minera San Francisco
- Via Principal
- Accesos
- Georeferencias



"PROYECTO MINERO LA MISTICA"				
UBICACION:		PLANO:		
PARAJE : S. A. DE POTO	DELIMITACION U.O.MINERAS			
DISTRITO : ANANEA	REVISADO: W.P.M	FECHA: 2024	LAMINA:	
PROVINCIA : S.A.de PUTINA	COORDENAS: WGS84	ESCALA: INDICADA	P-01	
REGION : PUNO				



 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE			
TESIS: APLICACION DEL RPAS COMO HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACION AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MINERO "LA MISTICA" DEL DISTRITO DE ANIMEA - PUNO, 2024.			
ELABORADO POR: DR. DANI MARIÑO LLANGUE QUIPE REALIZADO POR: DR. MIGUEL CALDRA		ORTOMOSAICO DE LA U.O. SAN FRANCISCO	
REALIZADO EN: AÑO:	UBICACION: ANIMEA - PUNO	FUENTE: ELABORACION PROPIA	LAMINA N°: 03
FECHA: 12/09/2024	ESCALA: 1:2500	PROYECCION: UTM ZONA 18S	



LEYENDA

Elevation

4842.444 - 4854
4830.889 - 4842.444
4819.333 - 4830.889
4807.778 - 4819.333
4796.222 - 4807.778
4784.667 - 4796.222
4773.111 - 4784.667
4761.556 - 4773.111
4750 - 4761.556

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE			
TESIS: APLICACION DEL RPAS COMO HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACION AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MIBERO "LA MISTICA" DEL DISTRITO DE ANAHEA, PUNO, 2024			
DEM DE LA U.O. SAN FRANCISCO			
ELABORADO POR: ING. DIMITRI MARIANO LLANQUE QUIPPE	UBICACION: ANAHEA, PUNO	FUENTE: ELABORACION PROPIA	LAMINA N°: 04
REALIZADO EN: AÑO: 2024	ESCALA: 1:2500	PROYECCION: PROY. UTM ZONA 18S	
FECHA: 2024			



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Zully Marisol Llanque Quispe
identificado con DNI 72049313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
"APLICACIÓN DE LA FOTOGRAFÍA CON RPAS COMO HERRAMIENTA EN
LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD EN LA U.O. SAN FRANCISCO
DEL PROYECTO MINERO "LA MÍSTICA" DEL DISTRITO DE ANANBA - PUNO, 2024"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Zully Marisol Llanque Quispe
identificado con DNI 72049313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" APLICACIÓN DE LA FOTOGRAFIETRÍA CON RPAS COMO HERRAMIENTA EN LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y EN SEGURIDAD EN LA U.O. SAN FRANCISCO DEL PROYECTO MINERO "LA HISTICA" DEL DISTRITO DE ANANEA - PUNO , 2024 "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella