

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección
Técnica Científica"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

2023-101-015675

INFORME N° 00251-2023-OEFA/DEAM-STEC

A : **JOSÉ GUEVARA DEL ÁGUILA**
Director de la Dirección de Evaluación Ambiental

DE : **SHIANNY VÁSQUEZ CARDEÑA**
Ejecutiva de la Subdirección Técnica Científica

MARIELA BERENICE CABALLERO DEL CASTILLO
Especialista en Evaluaciones Ambientales – Especialista I

ASUNTO : Evaluación ambiental focal de la superficie terrestre en la unidad fiscalizable Cuajone ubicado en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto y departamento Moquegua, en mayo de 2023.

EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN **DE** : 0017-2023-DEAM-EAF

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0026-3-2023-103

REFERENCIA : a) Expediente de Supervisión N.° 0028-2023-DSEM-CMIN
b) Memorando N.° 00505-2023-OEFA/DSEM
c) Memorando N.° 00322-2023-OEFA/DEAM
d) Informe N.° 00115-2023-OEFA/DEAM-STEC

FECHA : Lima, 29 de agosto de 2023

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL**Tabla 1.1.** Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Zona 1: depósito desmonte Cocotea, Zona 2: depósito de desmonte Torata oeste y Zona 3: Tajo Cuajone
b.	Unidad fiscalizable en la zona de estudio o actividades económicas	Unidad Fiscalizable Cuajone
c.	Problemática identificada	Falta de información de la superficie terrestre referente a perfiles topográficos, pendientes, ángulos de banquetas, estimación de áreas, perímetros y alturas máximas de las zonas de interés, así como, registros fílmicos y fotográficos aéreos en la unidad fiscalizable Cuajone.
d.	La actividad se realizó en el marco de	Memorando N.° 00505-2023-OEFA/DSEM
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental focal
f.	Periodo de ejecución	Del 22 mayo al 01 de junio del 2023

Tabla 1.2. Listado de profesionales que aportaron a este documento

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N.° de Colegiatura
1	Shianny Vasquez Cardeña	Ingeniera Geóloga	Gabinete	CIP 112995
2	Mariela Berenice Caballero Del Castillo	Bióloga	Gabinete	CBP 4896
3	Marco Antonio Miranda Valiente	Ingeniero Ambiental	Campo y Gabinete	CIP 180884
4	Lourdes Liseth Espinoza Quiroz	Ingeniera Geógrafa	Gabinete	CIP 235285



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica Científica

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N.º de Colegiatura
5	George Edward Navarro Ulloa	Bachiller en Ingeniería Geográfica	Campo	----

2. ANTECEDENTES

Mediante el Memorando N.º 00505-2023-OEFA/DSEM la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (en adelante, DSEM) solicitó a la Dirección de Evaluación Ambiental (en adelante, DEAM) apoyo técnico en la acción de supervisión in situ, mediante el levantamiento fotogramétrico e inspección aérea con drones a alta precisión en la Unidad Fiscalizable Cuajone (en adelante, UF Cuajone), administrada por Southern Perú Cooper Corporation Sucursal del Perú, ubicada en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.

Con el objetivo de brindar el soporte solicitado por la DSEM, se llevó a cabo reuniones de coordinación y se generó el acta de inicio N.º AI-0013-2023-ITEGI donde se definieron los alcances y propuesta para la atención de la evaluación ambiental focal en la UF Cuajone mediante inspección aérea y fotogrametría a precisión centimétrica con sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (en adelante, RPAS¹) y GPS diferencial (en adelante, DGPS²), con el fin de obtener información en las zonas de interés de la UF Cuajone (Ver Anexo 1).

Los detalles de la planificación se encuentran en el Plan de Evaluación Ambiental Focal de la superficie terrestre en la UF Cuajone, ubicada en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua, que ha sido aprobado mediante informe N.º 00115-2023-OEFA/DEAM-STEC (Ver Anexo 2).

En ese sentido, del 22 al 31 de mayo de 2023, los especialistas asignados por la DEAM (mediante Memorando N.º 00322-2023-OEFA/DEAM), realizaron el acompañamiento a la supervisión ambiental para ejecutar el levantamiento fotogramétrico con RPAS, los cuales han sido registrados en el reporte de campo N.º RC-043-2023-STEC (Ver Anexo 3). Cabe precisar que posteriormente a los procesamientos realizados, **se consideró** para la Zona 1 y Zona 2 realizar solamente los perfiles topográficos, pendientes, ángulos de banquetas, estimación de áreas, perímetros y alturas máximas teniendo como insumo el modelo de elevación digital. Asimismo, para la Zona 3 estimar el área y perímetro teniendo como insumo el Ortomosaico RGB.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la superficie terrestre en el ámbito de la unidad fiscalizable Cuajone, ubicado en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto y departamento Moquegua, mediante RPAS y DGPS.

3.2 Objetivos específicos

- Generar un modelo de elevación digital y ortomosaico RGB a precisión centimétrica, de la zona 1 (depósito de desmonte Cocotea), zona 2 (depósito de desmonte Torata oeste)

¹ Del inglés Remotely Piloted Aircraft System (RPAS). Conjunto de elementos configurables integrado por una nave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control, y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo. Resolución Directoral N.º 501-2015-MTC/12: Norma Técnica Complementaria: «Requisitos para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia».

² Del inglés Differential Global Positioning System.



y Ortomosaico RGB a precisión centimétrica en la zona 3 (Tajo Cuajone) dentro del ámbito de la UF Cuajone.

- Estimar el área y perímetro para la zona 1 (depósito de desmonte Cocotea), zona 2 (depósito de desmonte Torata oeste) y zona 3 (Tajo Cuajone) dentro del ámbito de la UF Cuajone.
- Generar perfiles topográficos, pendientes, altura máxima y ángulos de banquetas para la zona 1 (depósito de desmonte Cocotea) y zona 2 (depósito de desmonte Torata oeste) dentro del ámbito de la UF Cuajone.
- Obtener registros fílmicos y fotográficos mediante inspecciones aéreas con RPAS en el ámbito de la UF Cuajone.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se divide en tres (3) zonas de interés: (1) depósito de desmonte Cocotea (2) depósito de desmonte Torata oeste y (3) Tajo Cuajone, correspondientes a la Unidad Fiscalizable Cuajone, ubicado en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto y departamento Moquegua, tal como se muestra en la Figura 4.1. Ver anexo N.º 1.

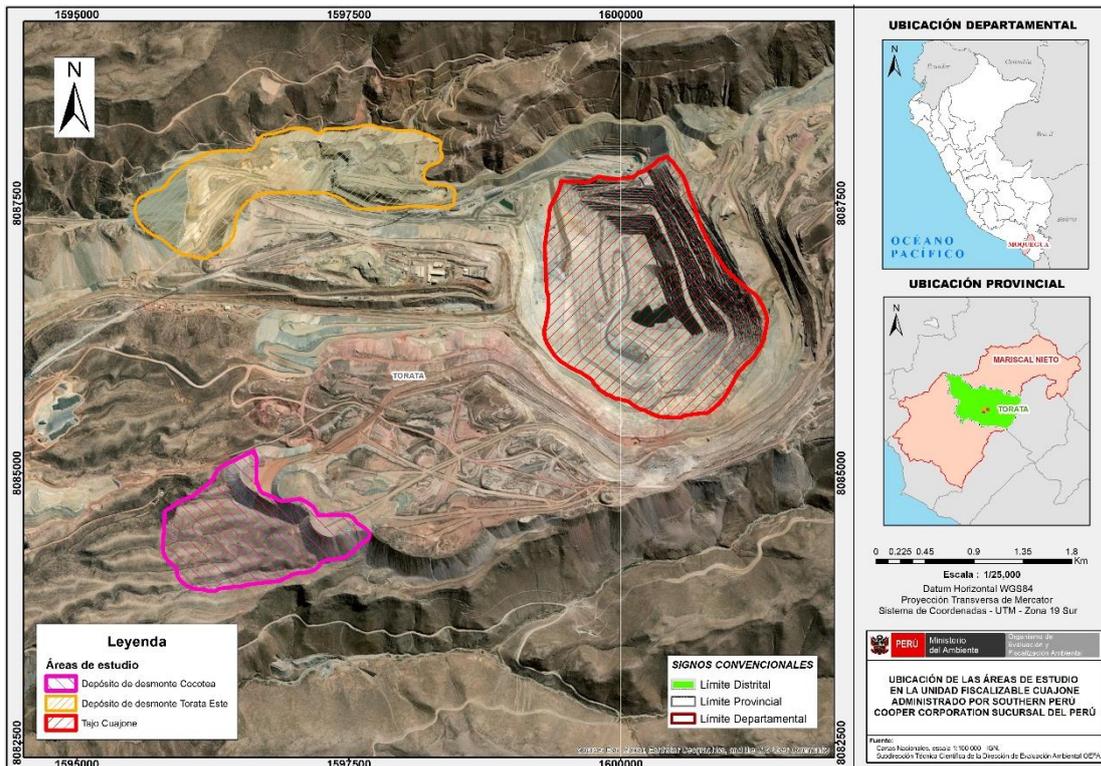


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio de la UF Cuajone

5. METODOLOGÍA

Para la evaluación de la superficie terrestre, se utilizaron los documentos indicados en la Tabla 5.1.

La secuencia de pasos utilizada por cada etapa se resume en el siguiente esquema metodológico:

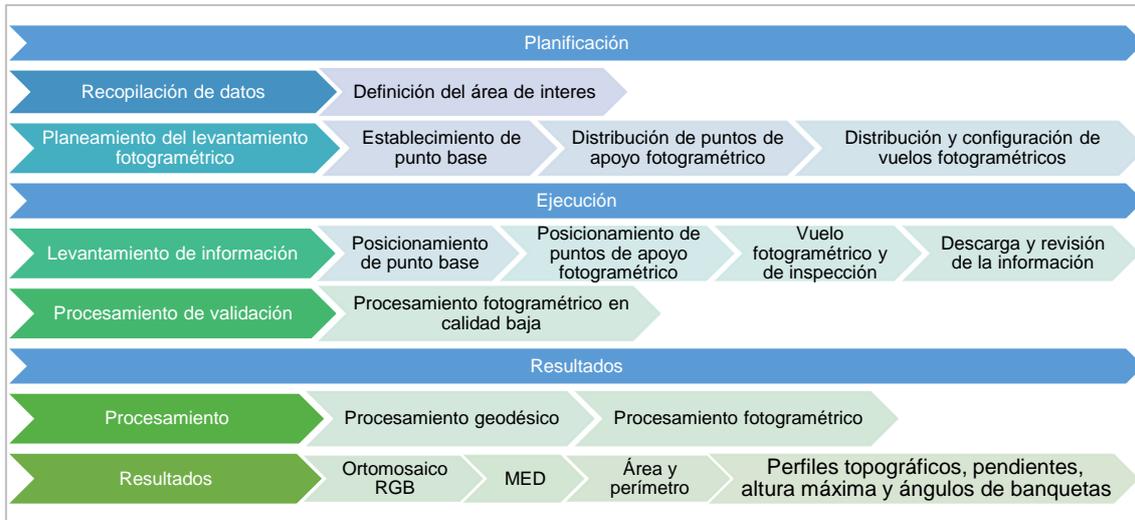


Figura 5.1. Esquema metodológico para la evaluación de la superficie terrestre de la UF Cuajone

i. Planificación:

- **Recopilación de datos:** se definió el área de interés, el cual nos permitió reconocer a grandes rasgos las características del terreno con apoyo del programa *Google Earth*³.
- **Planeamiento del levantamiento fotogramétrico:** Se estableció un punto base y se distribuyeron puntos de apoyo fotogramétrico (en adelante, PAF). Posteriormente, se establecieron los planes de vuelo que cubrieron el área de interés, en base a un GSD⁴ proyectado y con el uso de las aplicaciones *DJI Ground Station Pro*⁵ mediante las cuales se configuraron parámetros fundamentales, tales como: Estilo de vuelo, altura de vuelo, solapamiento entre las ortofotos, ángulo de la cámara y velocidad de barrido, asimismo, se revisaron los pronóstico meteorológico y campo magnético mediante las aplicaciones *UAV Forecast*⁶ y *Magnetology*⁷, respectivamente.

ii. Ejecución:

- **Levantamiento de información:** En campo previo a un reconocimiento de zonas accesibles y seguras se procedió al «*establecimiento de un punto base*» y se «*distribuyeron PAF*», mediante el uso de equipos DGPS (marca Leica) y marca terrestre fotoidentificables (dianas), para el ajuste en el postproceso en todas las misiones de vuelo de las tres (3) zonas de estudio (*ver detalle en el ítem 5.3*). Se realizó un reconocimiento del área de trabajo con la finalidad de tener un vuelo seguro, por lo que se corroboraron las condiciones meteorológicas del lugar, también se consideraron los diferentes obstáculos como torres de alta tensión, antenas u otros factores que puedan bloquear la comunicación entre el operador y el RPAS. Se mantuvo la opción de «*los planes de vuelo*», y se seleccionó el tipo de misión procediendo con la ejecución de los vuelos.
- Se capturó una secuencia de ortofotos mediante cuarenta y dos (42) misiones de vuelo para cubrir las tres (3) zonas, teniendo en cuenta la altura de vuelo que fue de 100 m. Se consideró un traslape del 70 - 75% para evitar la ocurrencia de vacíos en el Ortomosaico final y un GSD proyectado de 3,00 cm/pix para las zonas supervisadas.

3 Plataforma virtual del globo terráqueo.

4 Del inglés Ground Sample Distance.

5 Aplicativo móvil libre.

6 Aplicativo móvil libre.

7 Aplicativo móvil libre.



iii. Resultados

- **Procesamiento:** El procesamiento geodésico se realizó mediante el *software Leica Infinity⁸* (Anexo 4), mientras que el procesamiento fotogramétrico se realizó mediante el *software Agisoft Metashape⁹* (Anexo 5).
- **Resultados:** Los resultados finales son el MED y el Ortomosaico RGB a precisión centimétrica, perfiles topográficos, pendientes, ángulos de banquetas, estimación de áreas, volúmenes y alturas máximas (Anexo 5).

5.1. Guías o referencias utilizadas para el estudio

Las guías o referencias utilizadas para el levantamiento fotogramétrico con RPAS se detallan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Documentos normativos o referencias empleadas

Matriz	Nombre	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País	
Superficie terrestre	Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global	Todas las secciones	Resolución Jefatural N° 139-2015-IGN/UCCN	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Perú	
	Norma Técnica Complementaria: «Requisitos para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia»	Todas las secciones	Resolución Directoral N.º 501-2015-MTC/12	Dirección General de Aeronáutica Civil – Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Perú	
	Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)	Anteproyecto de vuelo de RPAS (Pre-vuelo) / Trabajo de campo (Pre-vuelo) / Vuelo de RPAS (campo)		Resolución Jefatural N.º 051-2017-CENEPRED/J	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED	Perú
	Obtención de Productos Cartográficos generados a partir de Imágenes RPAS Escala 1:1000	Todas las secciones		Resolución Directoral N.º 148-2018/IGN/DC/DCE	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Perú
	Leica Infinity Help, Versión 3.1.1	Todas las secciones		No aplica	No aplica	-
	Agisoft metashape user manual professional edition, version 1.7	Todo		No aplica	No aplica	Rusia

5.2. Levantamiento de información geodésico

El levantamiento de información geodésico consistió en la instalación de una (1) estación Base en un punto con coordenadas conocidas llamado MOQ01058 (Anexo 6), el cual permaneció aproximadamente de 7 a 8 horas para la colecta de datos GNSS continua con el método estático. Posteriormente se colectaron datos en cuarenta y siete (47) PAF en las tres (3) zonas de estudio con la estación móvil con un tiempo de 10 minutos aproximadamente por cada punto con la finalidad de obtener un correcto proceso de grabación de los datos GNSS.

⁸ Software con licencia institucional

⁹ Software con licencia institucional



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

La medición de los puntos se realizó mediante el método estático, este tipo de medición se utilizó puesto que se requería obtener coordenadas de un punto de manera precisa y confiable (Pachas, 2009)¹⁰. Al finalizar el tiempo de medición de cada estación usada como Rover, se apagó el equipo DGPS y se procedió a iniciar la toma de datos en los otros puntos. Asimismo, el apagado de equipo DGPS base se realizó al finalizar la jornada laboral. Se descargaron los datos de los equipos en formato RINEX para su post procesamiento.

La medición de los datos geodésicos se realizó en las ubicaciones definidas para la colocación de las marcas terrestres fotointerferibles (dianas), con la finalidad que en el sobrevuelo sean capturadas y apoye en el ajuste fotogramétrico de las ortofotos para obtener una precisión centimétrica. Cabe precisar que posterior a la revisión del procesamiento geodésico se descartaron cuatro (4) PAF (PAF-CU2-5C, PAF-CU2-1B, PAF-CU2-1E y PAF-CU2-6E), por ello para el procesamiento fotogramétrico final se consideraron cuarenta y tres (43) PAF, tal como se muestra en las Figura 5.2, 5.3 y 5.4.

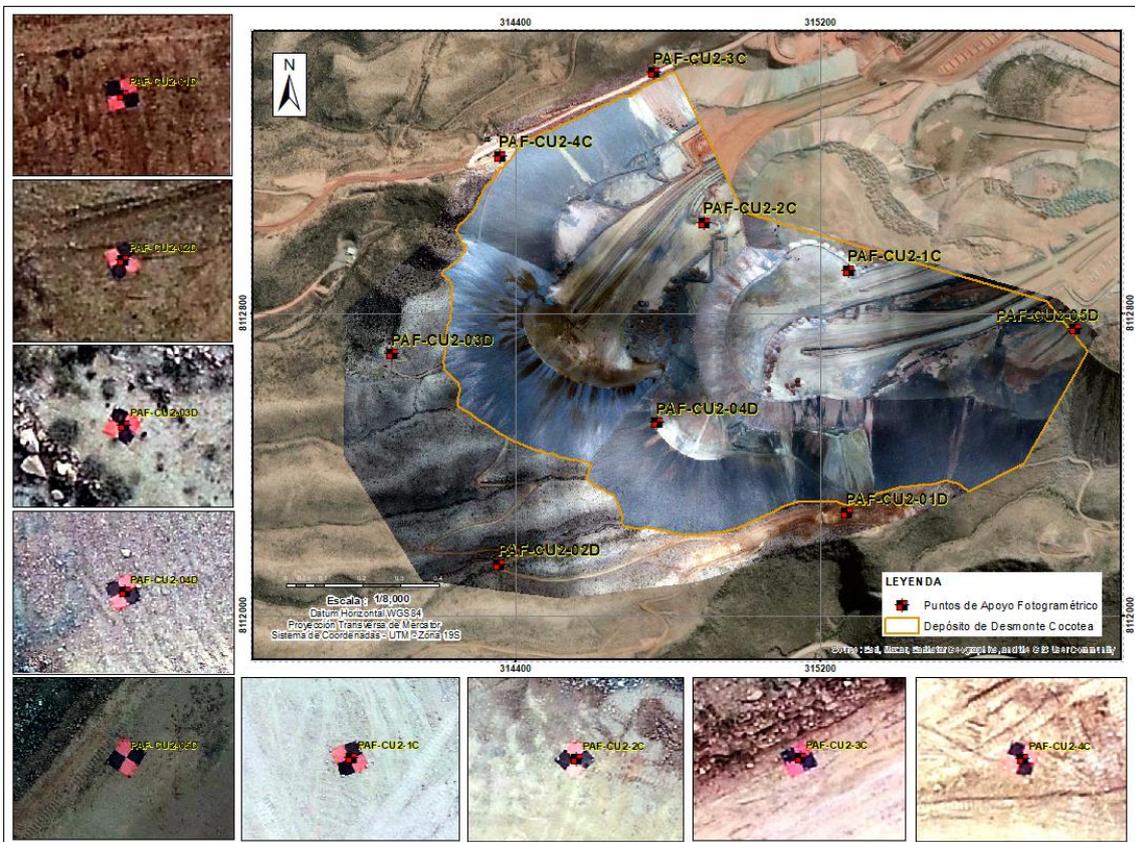


Figura 5.2. Ubicación de los PAF en la Zona 1: Depósito de desmonte Cocotea

¹⁰ Pachas, R. (2009). El levantamiento topográfico: uso del GPS y estación total. Academia.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

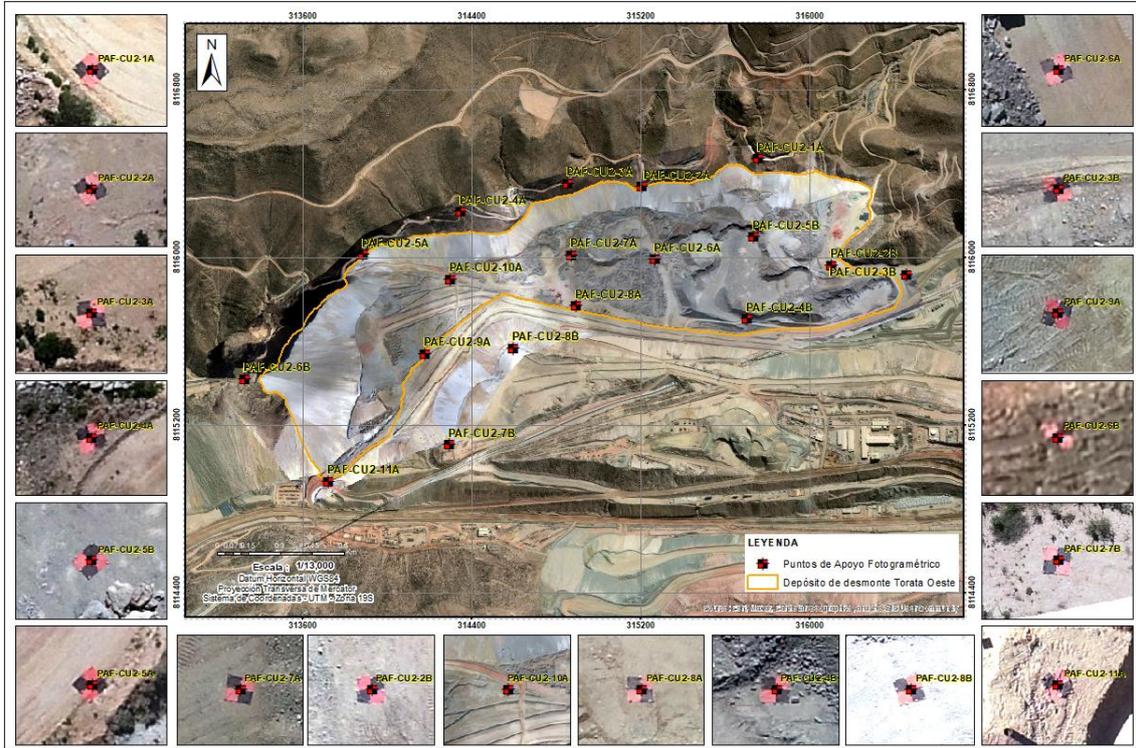


Figura 5.3. Ubicación de los PAF en la Zona 2: Depósito de desmonte Torata Este

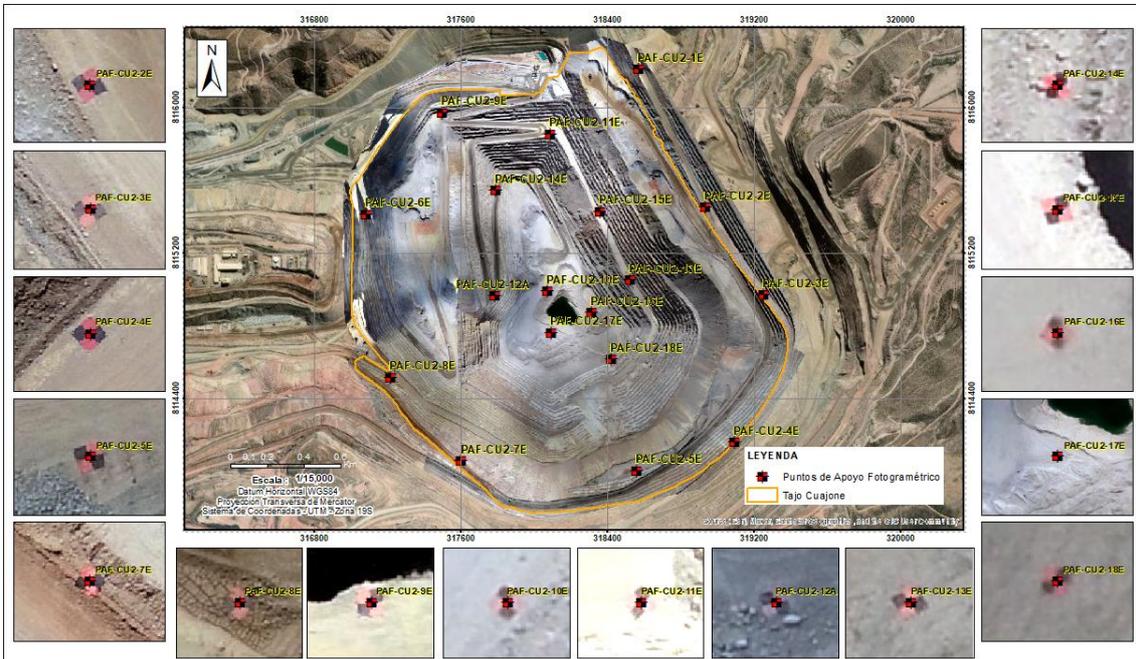


Figura 5.4. Ubicación de los PAF en la Zona 3: Tajo Cuajone

5.3. Procesamiento de datos geodésicos

Para el procesamiento de datos geodésicos se utilizó el Punto Geodésico de orden B MOQ01058 el cual cuenta con una Memoria Descriptiva de la Instalación del punto geodésico de la UF Cuajone.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

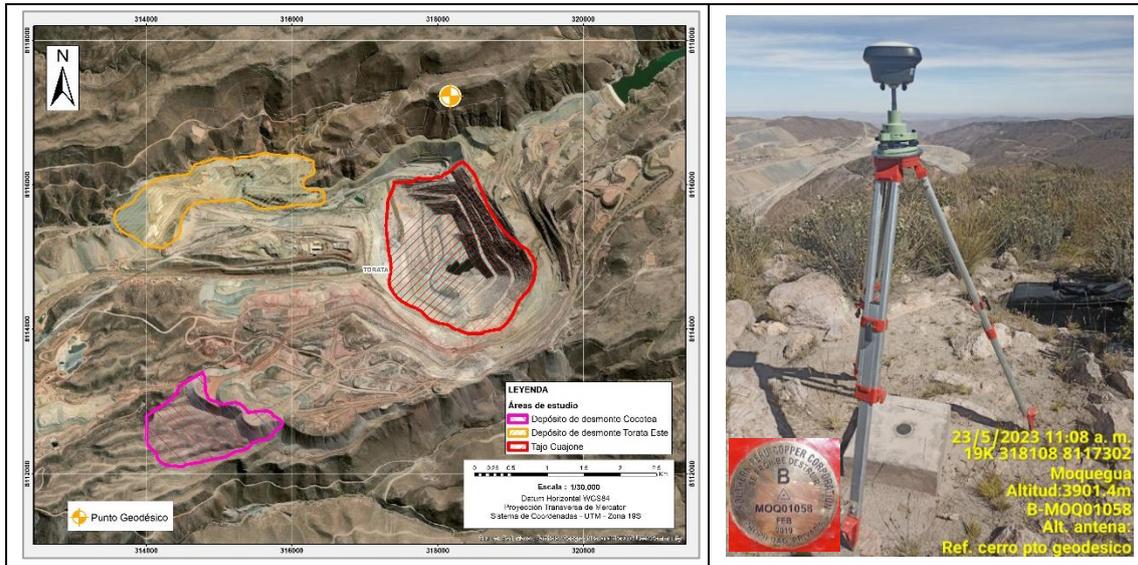


Figura 5.4. Ubicación del Punto Geodésico MOQ01058

En el postproceso de datos GNSS se utilizó el *software Leica Infinity* el cual cuenta con funciones necesarias para ejecutar proyectos completos y generar reportes. Concluida la captura de datos, se descargan los datos crudos en formato RINEX guardados en la tarjeta microSD, posteriormente se siguen los siguientes pasos:

- Creación de la carpeta “trabajo” y configuración de sistema de coordenadas
- Importación de archivos de mediciones GNSS y depuración de datos
- Edición de parámetros de antena y configuración de procesamiento GNSS
- Definición de puntos de control y procesamiento GNSS
- Generación de reportes del procesamiento GNSS

En la Tabla 5.2 se listan las coordenadas corregidas de acuerdo con el procesamiento geodésico.

Tabla 5.2. Listado de coordenadas de puntos de apoyo fotogramétrico - PAF

Zona de Estudio	Código de Punto	Coordenadas Corregidas		
		Coordenadas UTM WGS84- Zona 19L		Altitud (m s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
Zona 1	PAF-CU2-1C	315272,842	8112914,190	3768,537
	PAF-CU2-2C	314892,814	8113041,279	3712,959
	PAF-CU2-3C	314760,124	8113438,606	3621,052
	PAF-CU2-4C	314357,538	8113218,212	3581,695
	PAF-CU2-01D	315267,667	8112272,549	3600,401
	PAF-CU2-02D	314354,884	8112135,476	3529,736
	PAF-CU2-03D	314073,137	8112693,923	3557,977
	PAF-CU2-04D	314768,812	8112511,920	3709,031
PAF-CU2-05D	315866,203	8112759,269	3767,134	
Zona 2	PAF-CU2-1A	315755,728	8116472,873	3393,471
	PAF-CU2-2A	315202,795	8116339,046	3363,666
	PAF-CU2-3A	314851,415	8116354,622	3356,625
	PAF-CU2-4A	314344,057	8116219,693	3335,844
	PAF-CU2-5A	313881,648	8116013,607	3323,397
	PAF-CU2-6A	315267,186	8115991,679	3408,603
	PAF-CU2-7A	314870,612	8116011,637	3412,393
	PAF-CU2-8A	314892,946	8115769,126	3411,415
PAF-CU2-9A	314176,850	8115540,556	3403,360	



Zona de Estudio	Código de Punto	Coordenadas Corregidas		
		Coordenadas UTM WGS84- Zona 19L		Altitud (m s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
	PAF-CU2-10A	314297,068	8115895,565	3406,445
	PAF-CU2-11A	313717,507	8114931,029	3437,042
	PAF-CU2-2B	316101,174	8115964,315	3439,561
	PAF-CU2-3B	316457,859	8115917,185	3426,337
	PAF-CU2-4B	315699,457	8115707,711	3414,757
	PAF-CU2-5B	315734,461	8116098,823	3435,005
	PAF-CU2-6B	313320,371	8115418,859	3074,776
	PAF-CU2-7B	314292,257	8115106,679	3499,514
	PAF-CU2-8B	314591,121	8115566,445	3493,028
Zona 3	PAF-CU2-2E	318928,268	8115451,131	3391,799
	PAF-CU2-3E	319250,691	8114967,678	3423,148
	PAF-CU2-4E	319091,492	8114156,405	3515,793
	PAF-CU2-5E	318553,250	8113999,505	3433,568
	PAF-CU2-7E	317598,090	8114054,823	3524,184
	PAF-CU2-8E	317208,327	8114514,237	3433,924
	PAF-CU2-9E	317491,353	8115970,222	3252,859
	PAF-CU2-10E	318069,690	8114988,393	3012,795
	PAF-CU2-11E	318082,930	8115854,615	3207,291
	PAF-CU2-12E	317782,780	8114963,175	3118,785
PAF-CU2-13E	318519,916	8115049,627	3149,385	
PAF-CU2-14E	317783,027	8115543,582	3071,273	
PAF-CU2-15E	318355,553	8115426,563	3179,406	
PAF-CU2-16E	318309,398	8114870,384	2982,439	
PAF-CU2-17E	318088,875	8114759,862	2997,780	
PAF-CU2-18E	318417,989	8114614,801	3012,126	

5.4. Procesamiento de datos fotogramétricos

El procesamiento de datos conllevó la ejecución de las siguientes actividades:

a. Importación de ortofotos al proyecto

Se realizó un filtro de ortofotos que no calibraron correctamente, es decir aquellas ortofotos que no aportan detalles estructurales y de terreno como parte del aseguramiento de la calidad.

b. Calibración de cámara

Se realizó la calibración de cámara en el menú "*herramientas*", se buscó la opción "*calibración de cámara*" y se aceptaron los valores mostrados por defecto, con el objetivo de optimizar la información.

c. Conversión de sistema de coordenadas

Las ortofotos por defecto se encuentran en el sistema de coordenadas geográficas, por ello, fue necesaria su conversión al sistema de coordenadas UTM Zona 19 Sur ya que este sistema debe ser el mismo que los PAF.

d. Alineación de ortofotos

El siguiente paso fue alinear las ortofotos y crear la primera nube de puntos dispersa. Este paso es de mucha importancia siendo la base para la generación de posteriores modelos, a fin de evaluar y posicionar cada ortofoto desde donde fue tomada. Se continúa el proceso de "*Flujo de trabajo*" y "*Orientar fotos*". Dentro de este menú se encuentran las opciones generales, aquí se puede elegir la "*precisión*" del



orientado de las ortofotos. Para este caso se seleccionó la calidad «media» de alineación para la Zona 2 y 3, y calidad «alta» para la Zona 1.

e. Importación e Identificación de Puntos de apoyo fotogramétrico - PAF

Con el objetivo de añadir los puntos de apoyo fotogramétrico, en la barra de herramientas, se seleccionó el espacio «Referencia» importando el archivo Excel (*.csv) delimitado por comas, el cual debe contener solo información de código de puntos, x, y, z). Una vez importados los PAF, fueron validados con cada Ortofoto con la finalidad de identificar, ajustar y marcar su correcto posicionamiento.

f. Creación de nubes de puntos densa

Se continuó con la selección de la opción «Flujo de trabajo» y se seleccionó «construir nube densa». En el menú general se seleccionó «alta» en el parámetro «Calidad» y «agresivo» en «filtrado» para obtener una mejor resolución espacial y relieve. Ya definidas todas las opciones se procede a generar la nube de puntos densa.

g. Generación del Modelo de Elevación Digital - MED

Para la generación del MED se utilizó como insumo la nube puntos densa, tanto los puntos de superficie como los del terreno, seguidamente se delimito el área de interés y finalmente se exporto en formato TIFF.

h. Generación de Ortomosaico en RGB

Finalmente, la generación del Ortomosaico en RGB tiene como insumo el MED del cual depende su calidad. Para la generación del Ortomosaico RGB se utilizó la herramienta «Crear ortomosaico», seguidamente se delimito el área de interés y finalmente se exporto en formato TIFF y KMZ (Anexo 5).

5.5. Estimación del área y perímetro

Para la estimación del área y perímetro en las áreas de interés en la UF Cuajone, se utilizó el software ArcGIS¹¹, realizando el siguiente procedimiento:

- Se digitalizaron los límites en las áreas de interés de la UF Cuajone, para lo cual se empleó el ortomosaico RGB y el mapa de sombras del MED.
- Se estimaron las áreas y perímetros en las áreas de interés de la UF Cuajone con la herramienta «Calculate Geometry» del software ArcGIS.

5.6. Diseño de perfiles longitudinales

Para el diseño de perfiles longitudinales se empleó el software AutoCAD civil 3D tomando como insumo las curvas de nivel de las áreas de interés en la UF Cuajone, utilizando la siguiente secuencia:

- Configuración de sistema espacial de trabajo.
- Creación de superficie y configuración.
- Alineación de la sección de perfil mediante la definición del punto de inicio y el punto final, con la herramienta Alignment.
- Creación de perfil de superficie con la herramienta Create Surface Profile.
- Edición de Layout.

11 Software con licencia institucional



5.7. Modelo de pendientes

El modelo de pendientes se generó a partir del MED, y se utilizó la herramienta «Slope» del software ArcGIS.

5.8. Estimación de ángulos y altura máxima

En base a los perfiles longitudinales, en cada sección se estimaron los ángulos de reposo y la altura máxima con el software AutoCAD Civil 3D, utilizando la herramienta «Angular» y «Linear», la cual crea dimensiones angulares y lineales que se encuentran en la barra de Anotate.

6. RESULTADOS

6.1. Objetivo específico 1: Generar un modelo de elevación digital y Ortomosaico RGB a precisión centimétrica en la Zona 1 (depósito de desmonte Cocotea), en la Zona 2 (depósito de desmonte Torata Oeste) y Ortomosaico RGB a precisión centimétrica en la Zona 3 (Tajo Cuajone) dentro del ámbito de la UF Cuajone.

Del procesamiento fotogramétrico en la Zona 1 correspondiente al Depósito de Desmonte Cocotea se obtuvo un ortomosaico RGB de 5,18 cm/pix y un MED de 20,70 cm/pix, ambos con precisión centimétrica, que abarcan un área de 1,74 km², como se visualiza en las figuras 6.1 y 6.2 respectivamente.

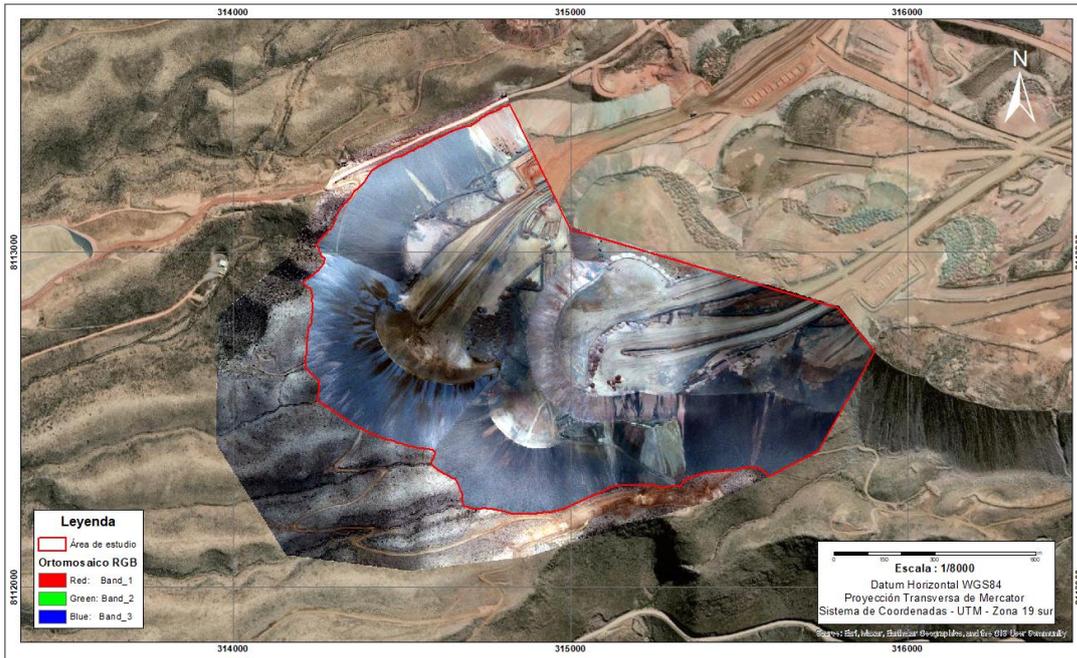


Figura 6.1. Ortomosaico RGB en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica Científica

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

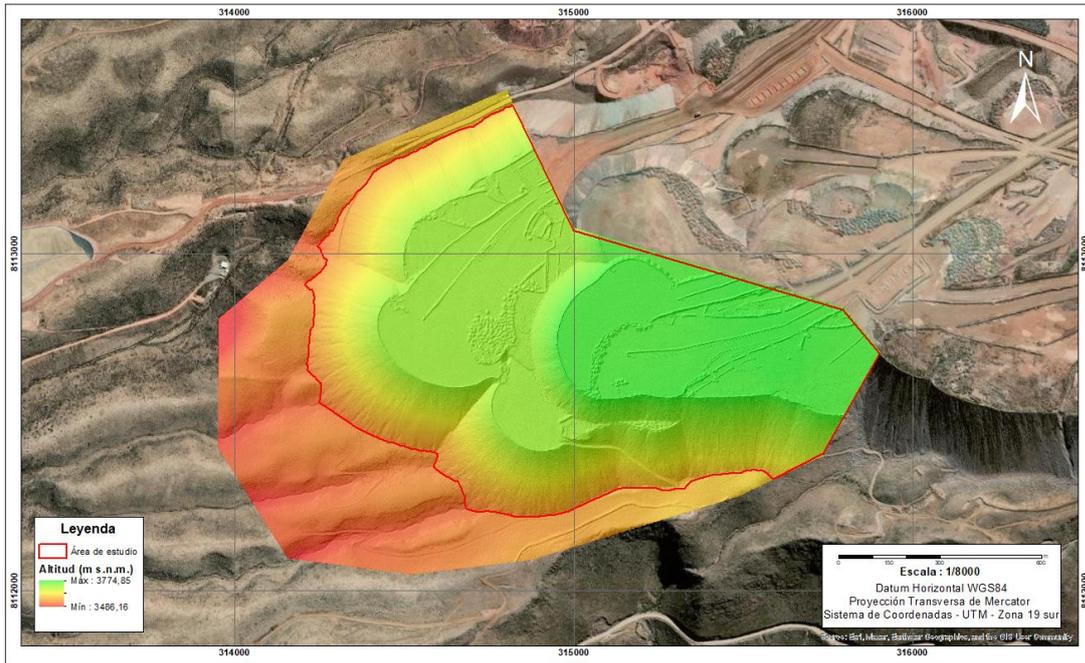


Figura 6.2. MED en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cujajone

Del procesamiento fotogramétrico en la Zona 2 correspondiente al Depósito de Desmonte Torata Oeste se obtuvo un ortomosaico RGB de 5,79 cm/pix y un MED de 23,20 cm/pix, ambos con precisión centimétrica, que abarcan un área de 2,94 km², como se visualiza en las figuras 6.3 y 6.4 respectivamente.

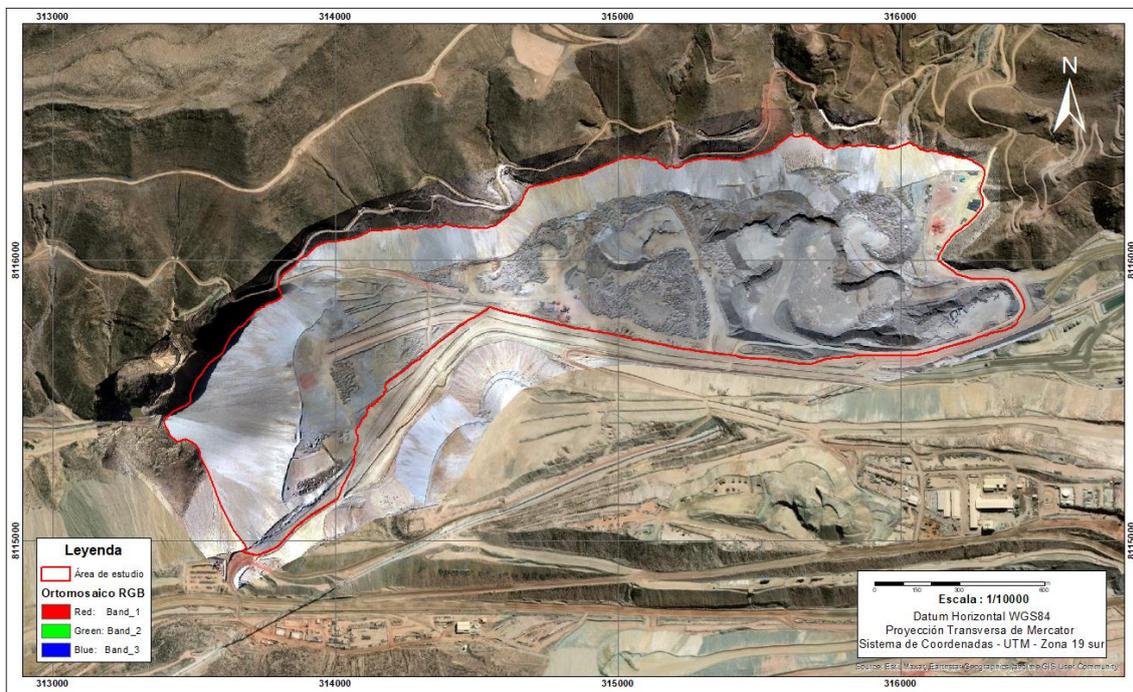


Figura 6.3. Ortomosaico RGB en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata oeste de la UF Cujajone



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

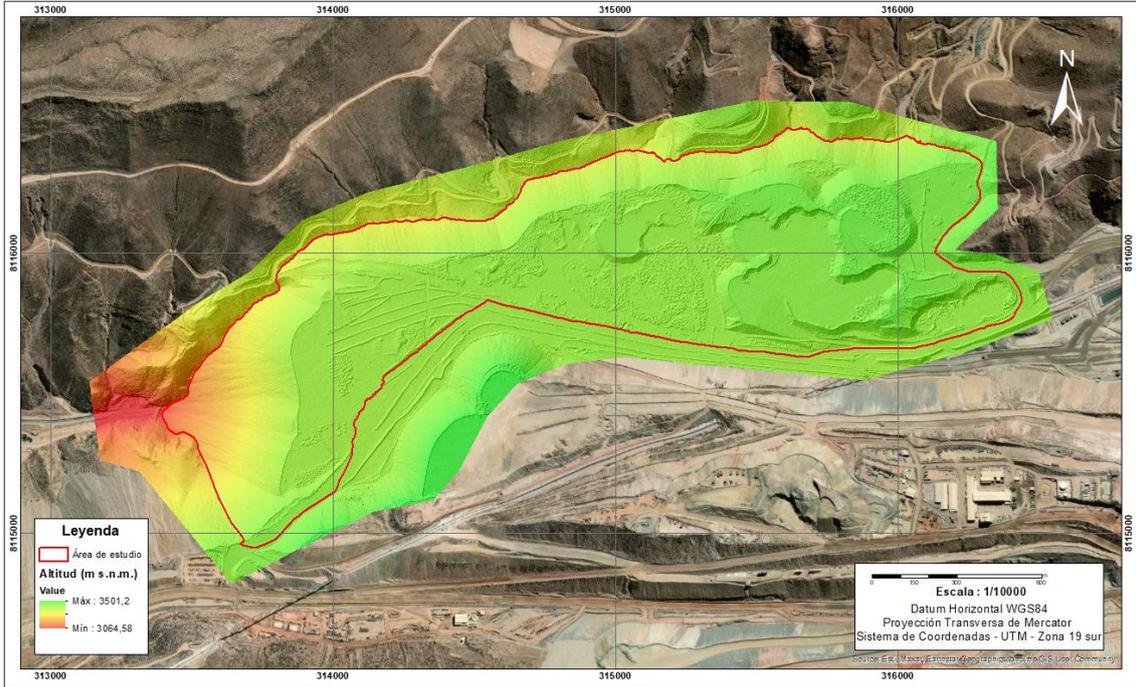


Figura 6.4. MED en la Zona 2: Depósito de Desmote Torata Oeste de la UF Cuajone

Del procesamiento fotogramétrico en la Zona 3 correspondiente al Tajo Cuajone se obtuvo un ortomosaico RGB de 10,00 cm/pix precisión centimétrica, que abarca un área de 4,98 km², como se visualiza en las figuras 6.5.

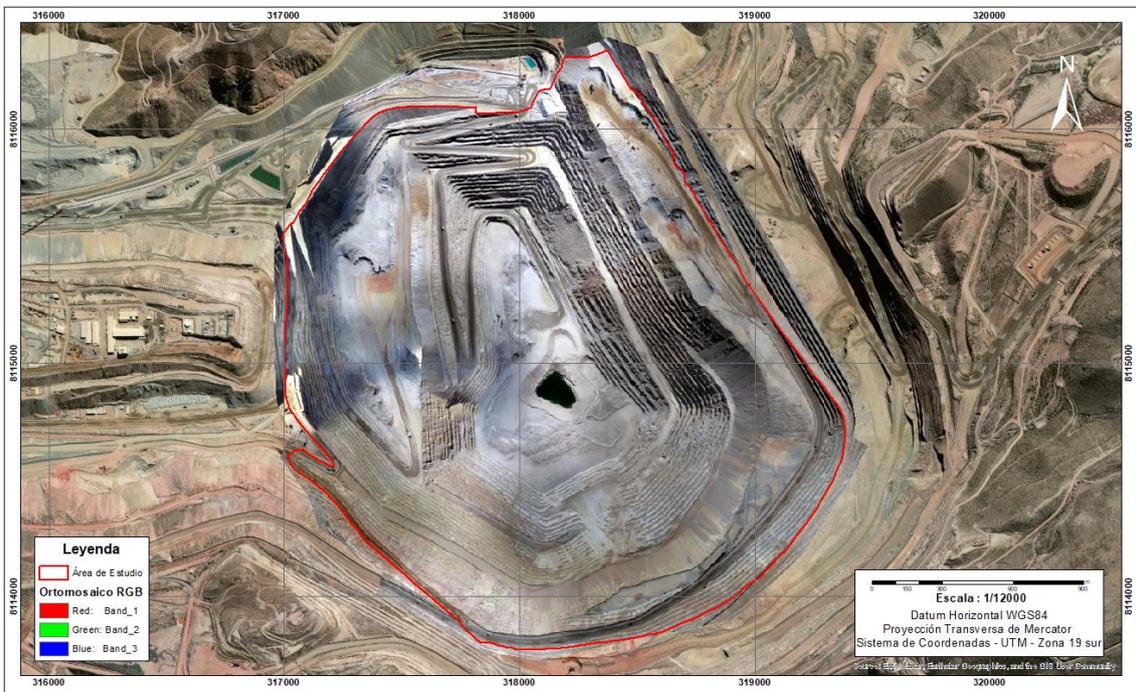


Figura 6.3. Ortomosaico RGB en la Zona 3: Depósito de Desmote Torata oeste de la UF Cuajone



6.2. Estimar el área y perímetro para la zona 1 (depósito de desmonte Cocotea), zona 2 (depósito de desmonte Torata oeste) y zona 3 (Tajo Cuajone) dentro del ámbito de la UF Cuajone.

En la Tabla 6.1 se muestran los resultados de estimación de área en m² y perímetro de la Zona 1, 2 y 3 en UF Cuajone.

Tabla 6.1. Resumen de estimación de área, perímetro y volumen

N.º	Descripción	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea	121,34	4749,16
2	Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste	181,96	8209,63
3	Zona 3: Tajo Cuajone	423,83	8223,33

6.3. Objetivo específico 3: Generar perfiles topográficos, pendientes, altura máxima y ángulos de banquetas para la Zona 1 (depósito de desmonte Cocotea) y Zona 2 (depósito de desmonte Torata Oeste) dentro del ámbito de la UF Cuajone

Para el diseño de los perfiles longitudinales en las Zonas 1 y 2 dentro del ámbito de UF Cuajone se usaron las curvas de nivel generados a partir del MED.

Para la Zona 1, como resultado se definieron seis (6) secciones perfil longitudinal: 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5' y 6-6'. En la Figura 6.4 se muestra la ubicación de los perfiles longitudinales, y en las figuras 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 se muestra el diseño de cada perfil respectivamente.

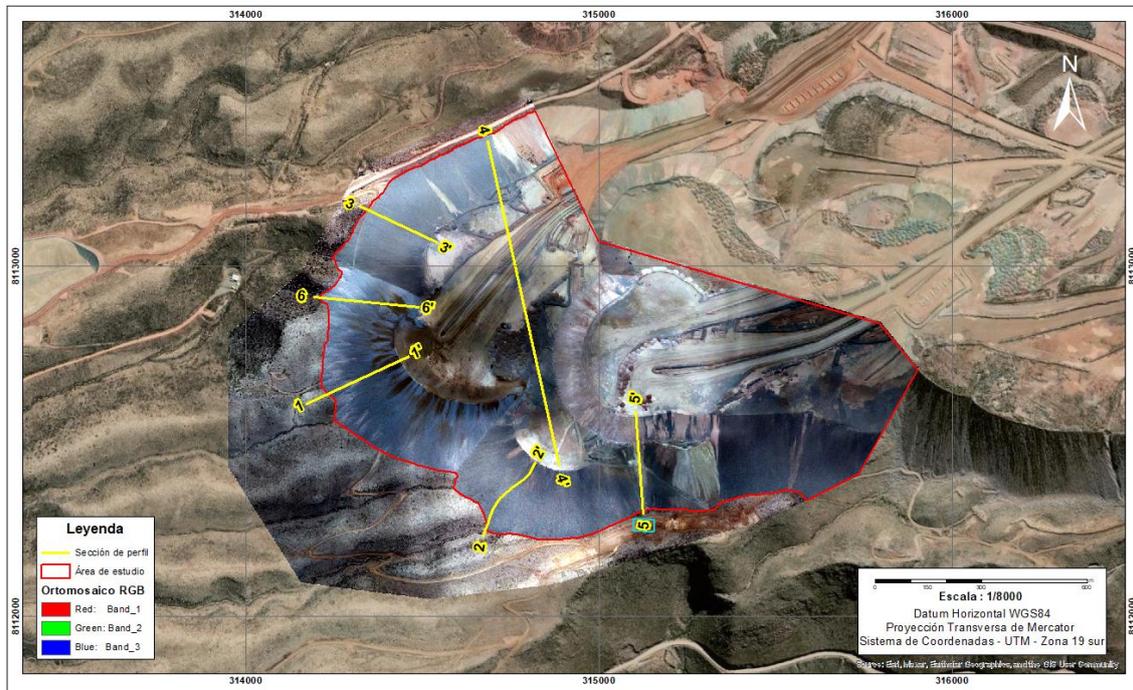


Figura 6.4. Perfiles longitudinales en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

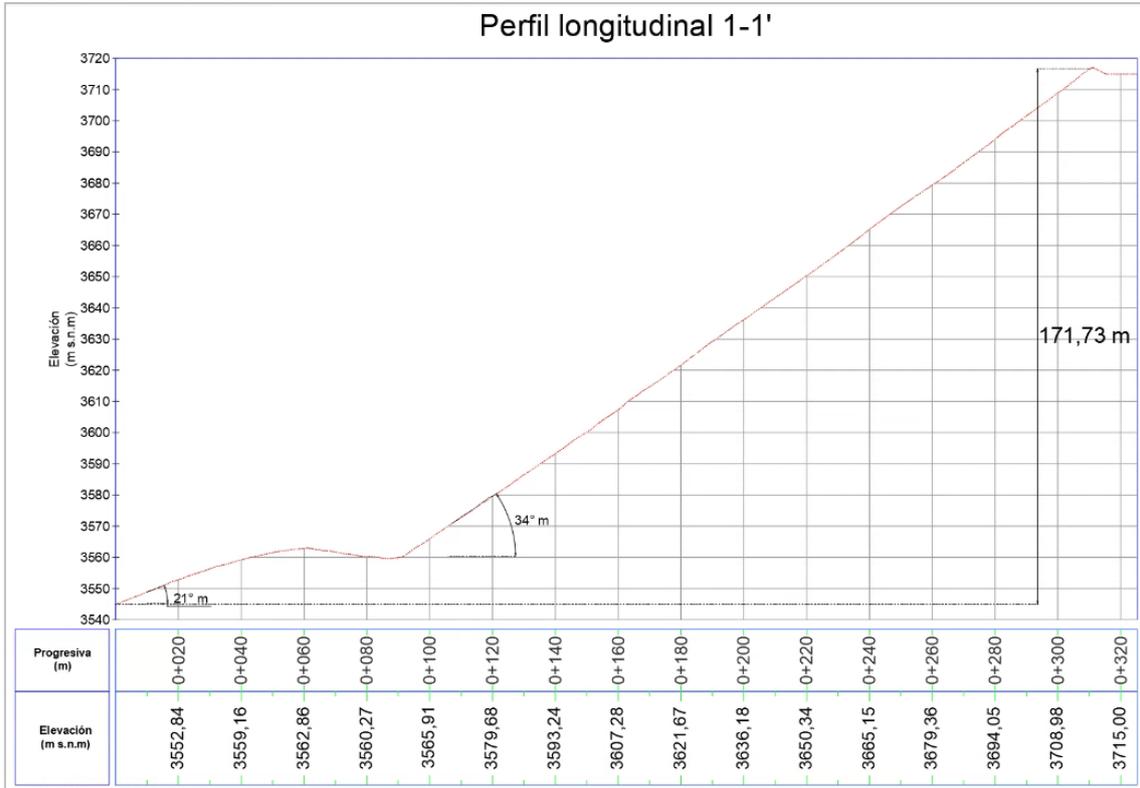


Figura 6.5. Perfil longitudinal 1-1' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone

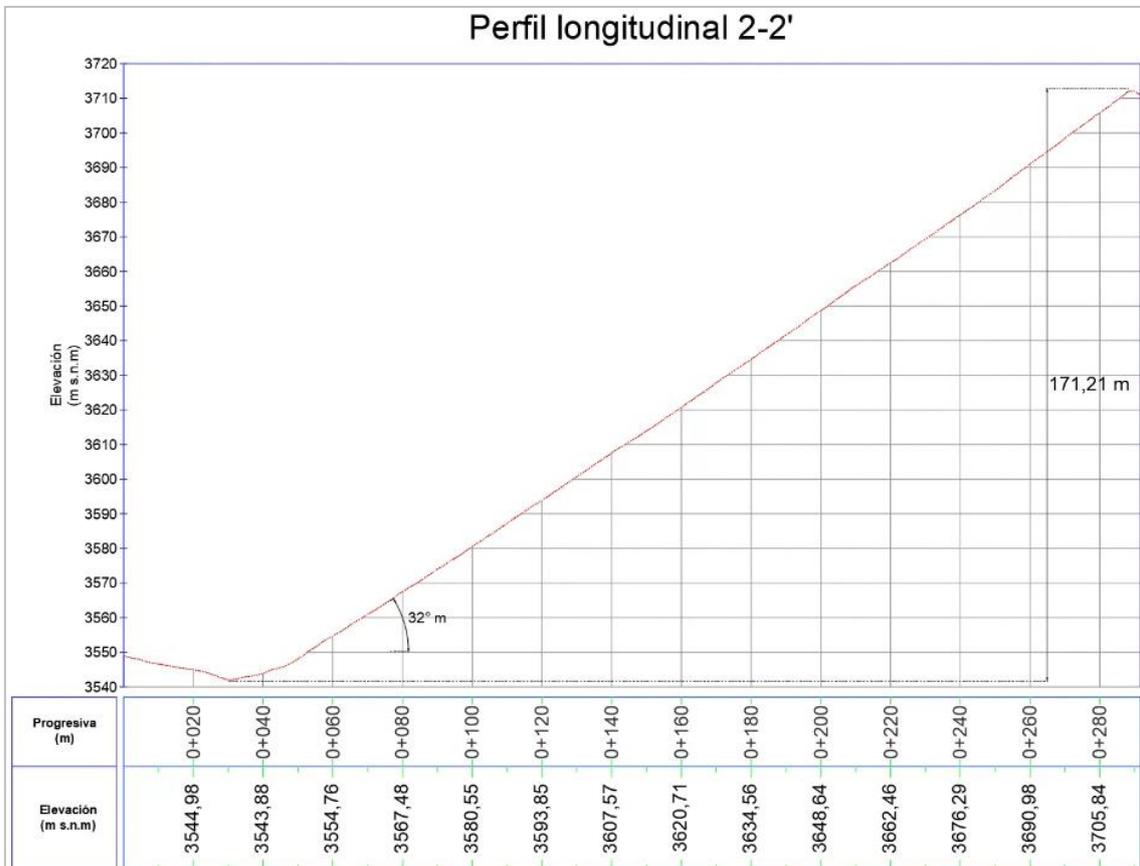


Figura 6.6. Perfil longitudinal 2-2' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

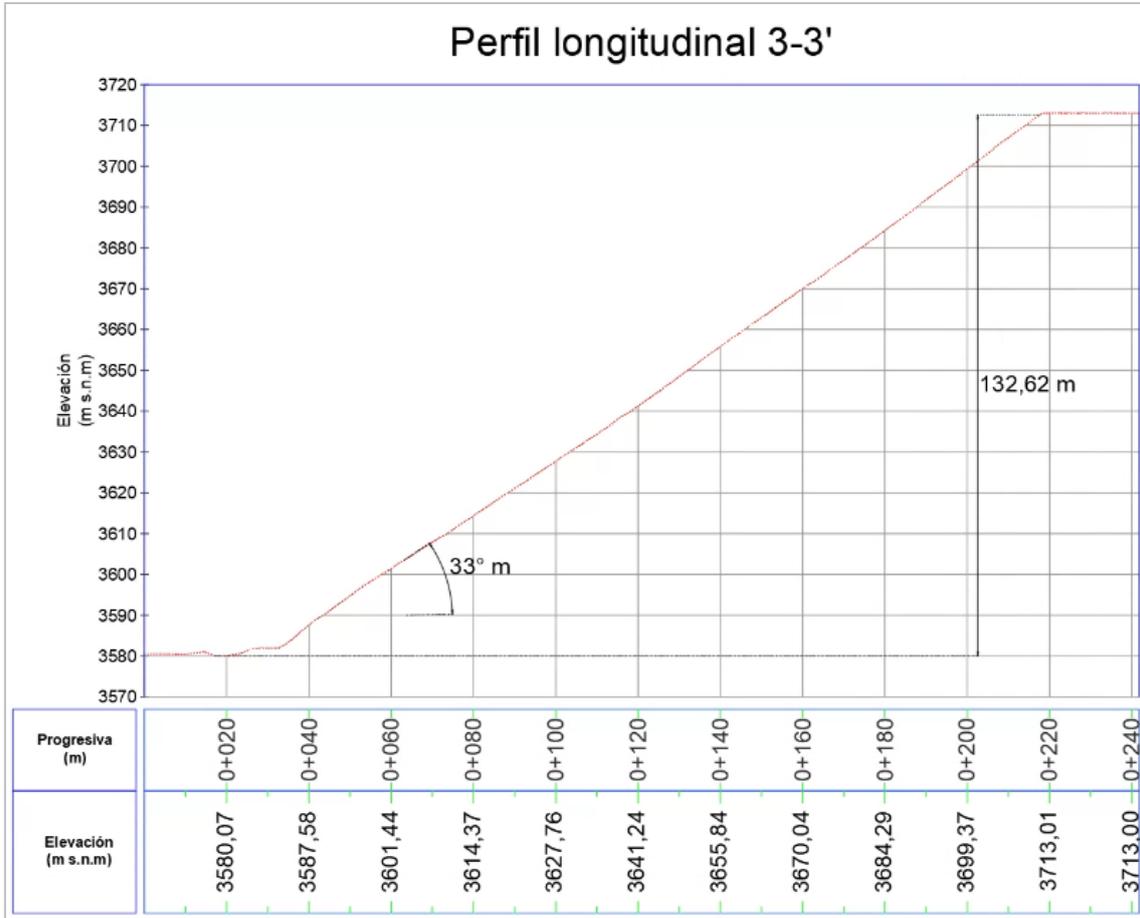


Figura 6.7. Perfil longitudinal 3-3' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone

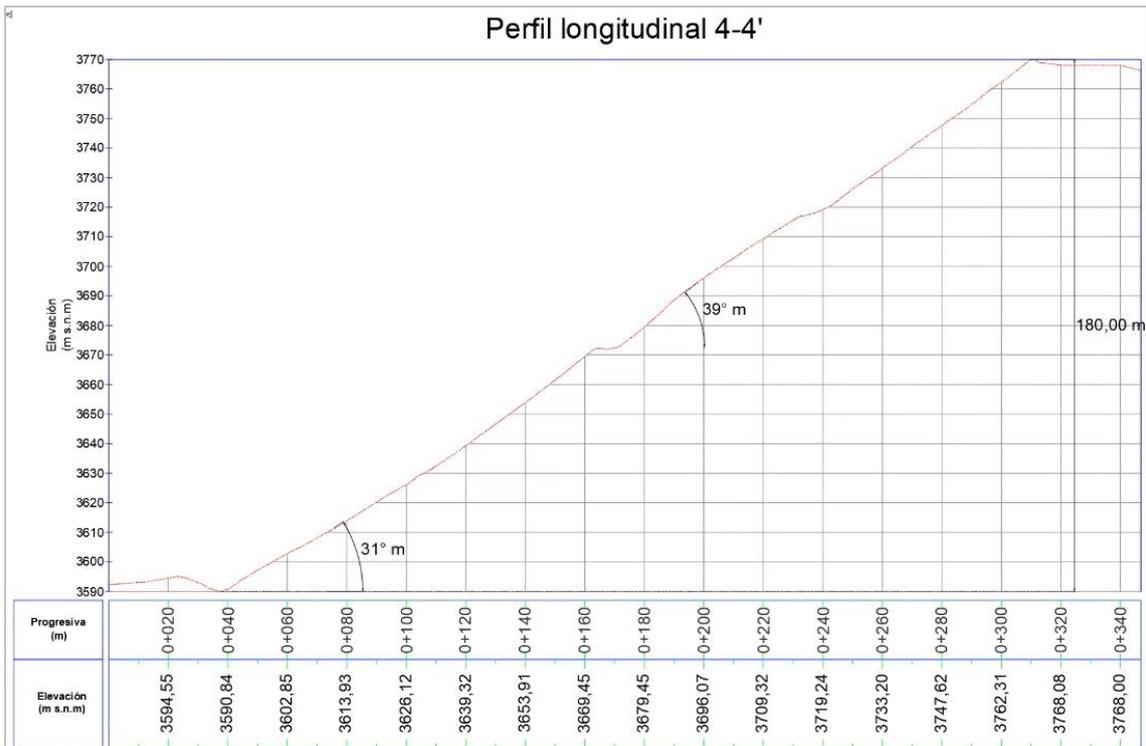


Figura 6.8. Perfil longitudinal 4-4' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

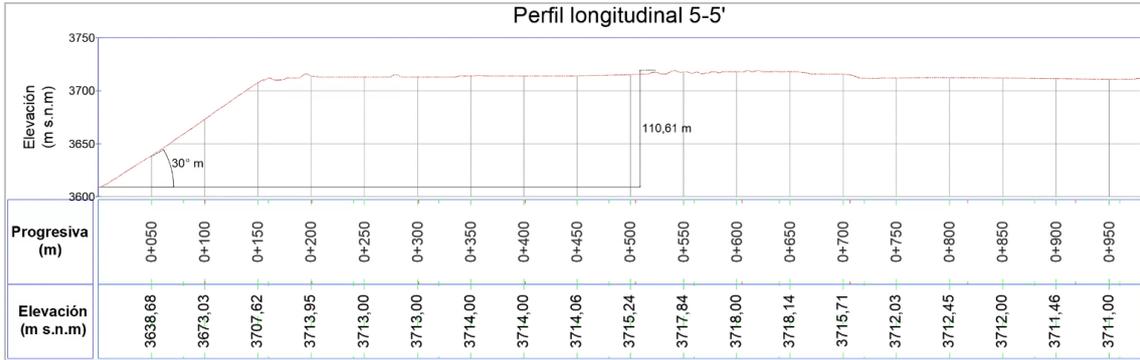


Figura 6.9. Perfil longitudinal 5-5' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cujajone

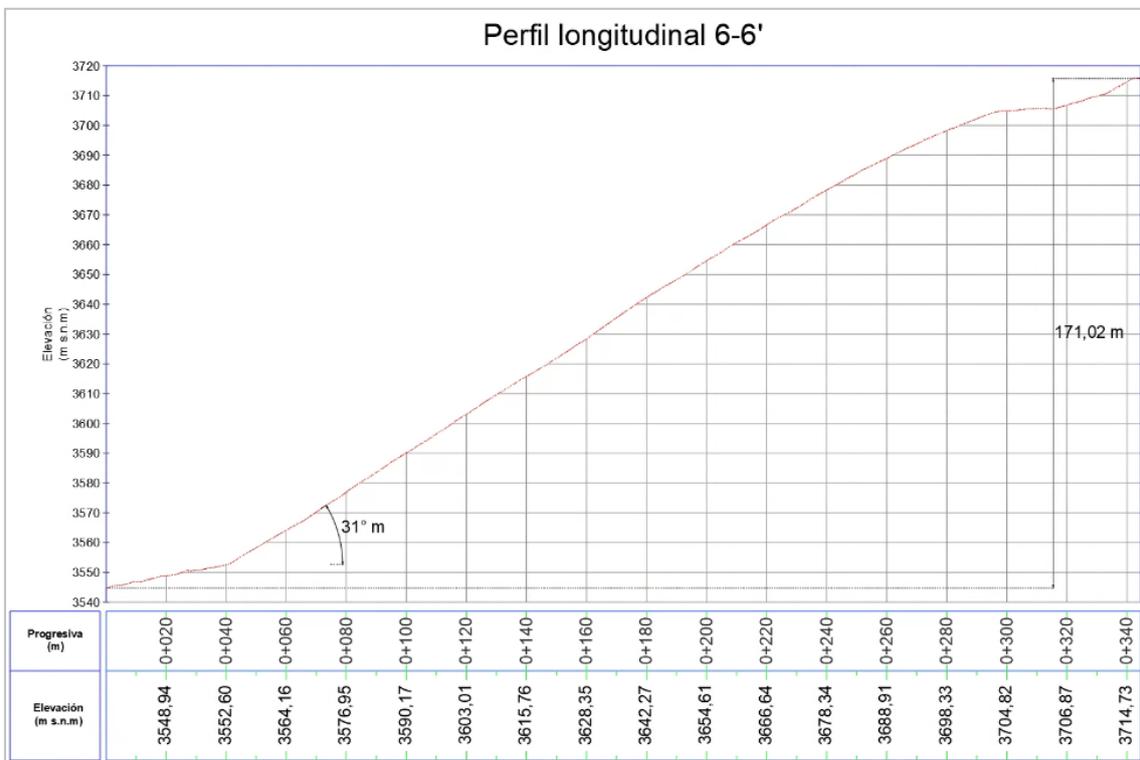


Figura 6.10. Perfil longitudinal 6-6' en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cujajone

Para la Zona 2, como resultado se definieron seis (6) secciones perfil longitudinal: 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5' y 6-6'. En la Figura 6.11 se muestra la ubicación de los perfiles longitudinales, y en las figuras 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 y 6.17 se muestra el diseño de cada perfil respectivamente.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica Científica

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

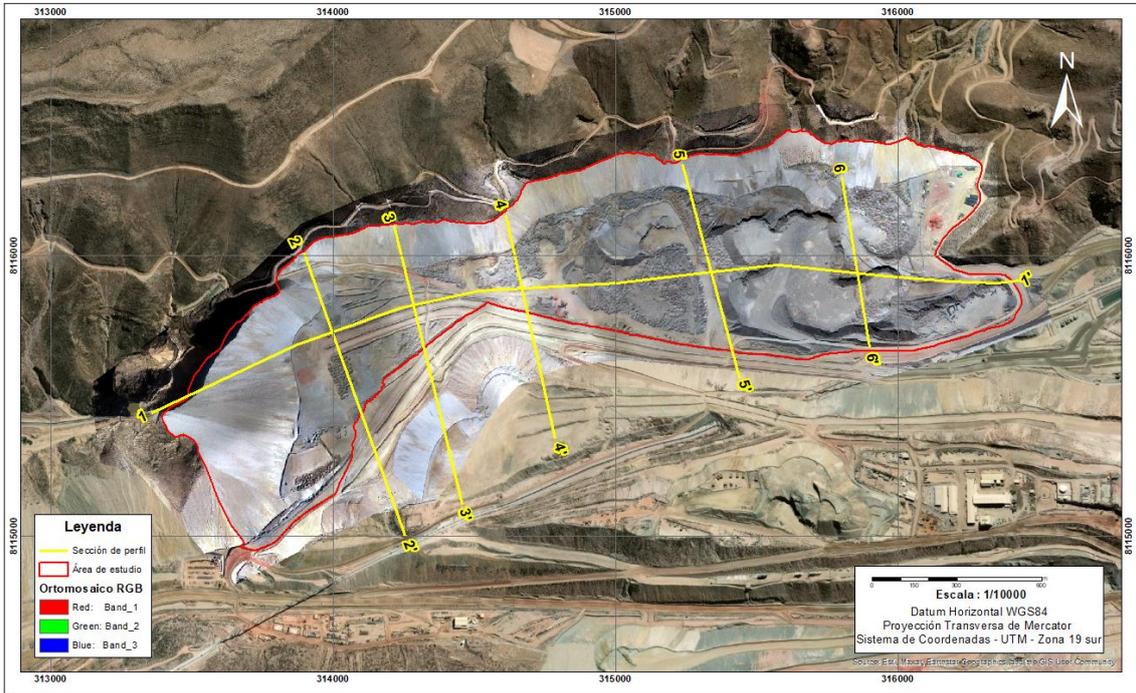


Figura 6.11. Perfiles longitudinales en la Zona 1: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

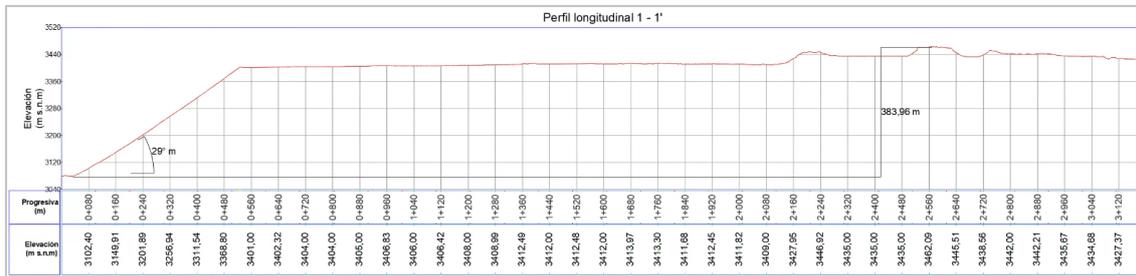


Figura 6.12. Perfil longitudinal 1-1' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

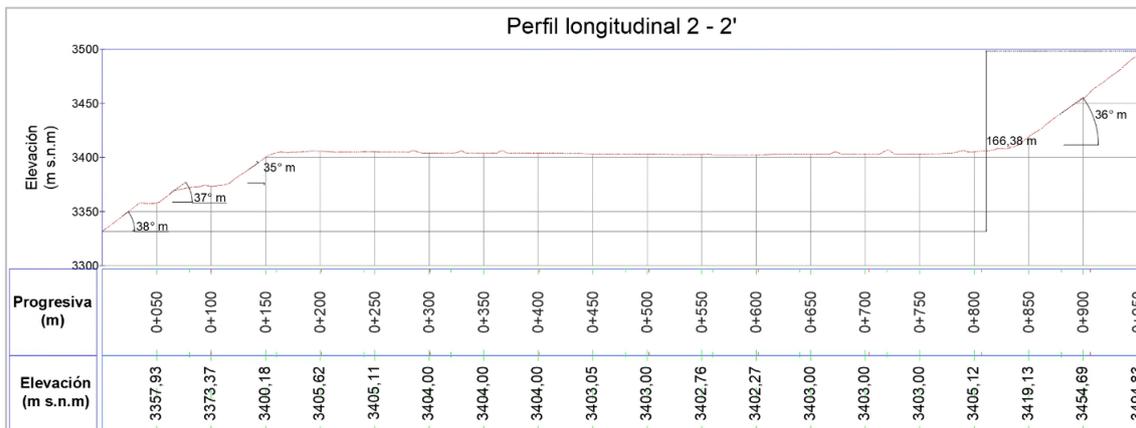


Figura 6.13. Perfil longitudinal 2-2' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

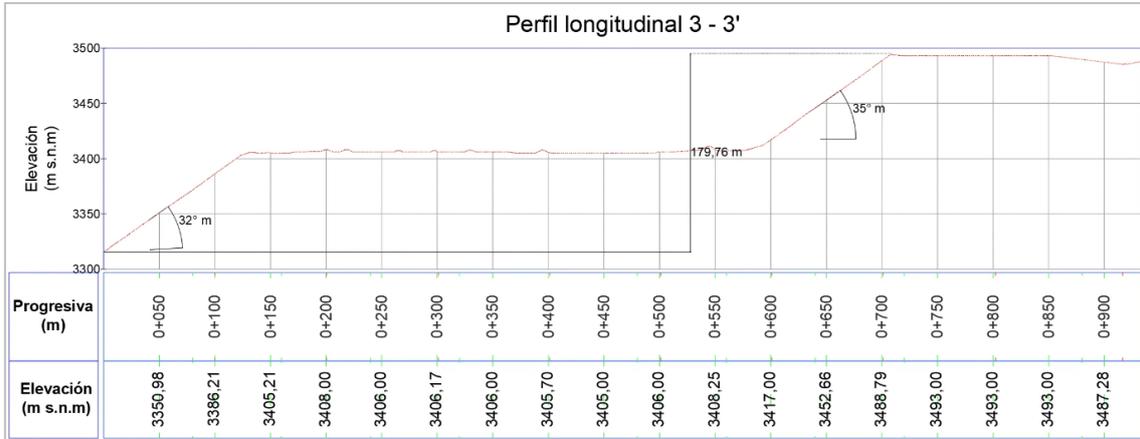


Figura 6.14. Perfil longitudinal 3-3' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

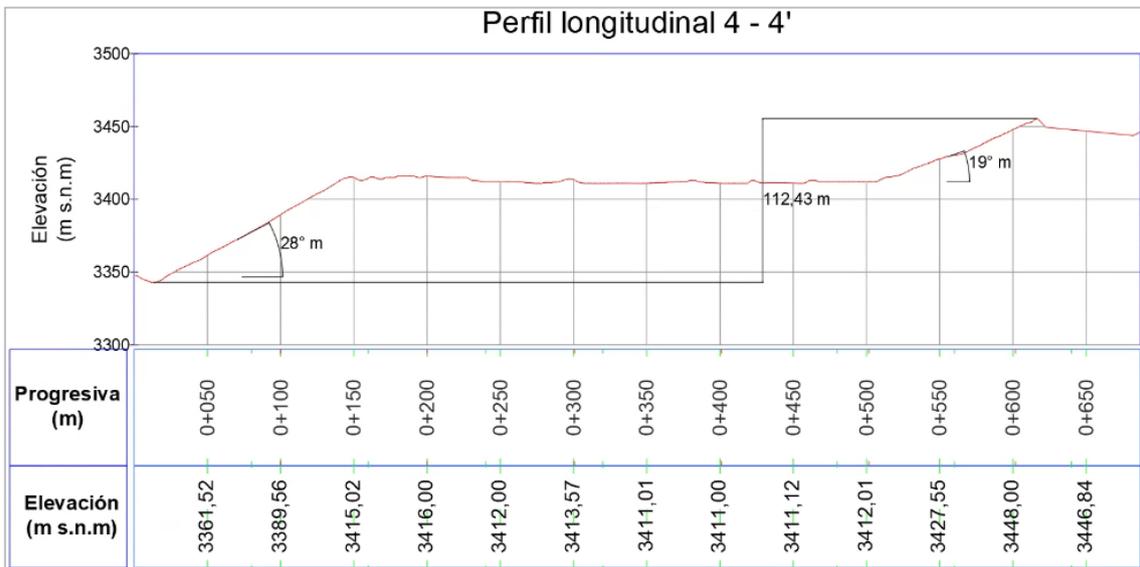


Figura 6.15. Perfil longitudinal 4-4' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

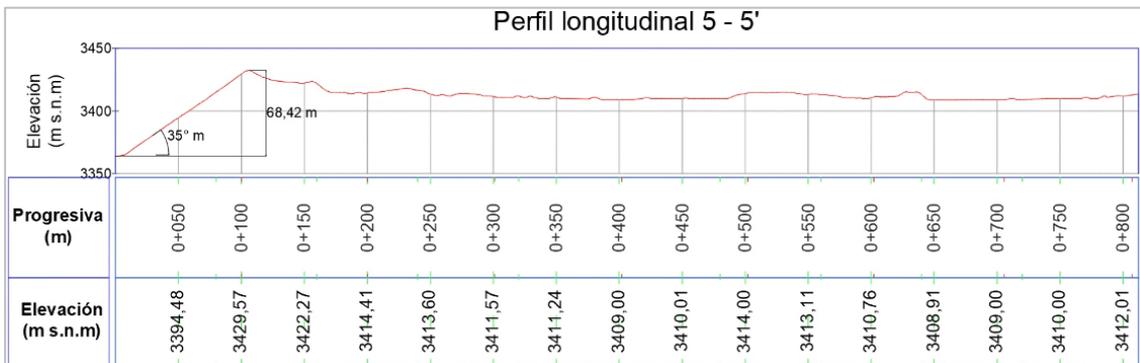


Figura 6.16. Perfil longitudinal 5-5' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica Científica

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

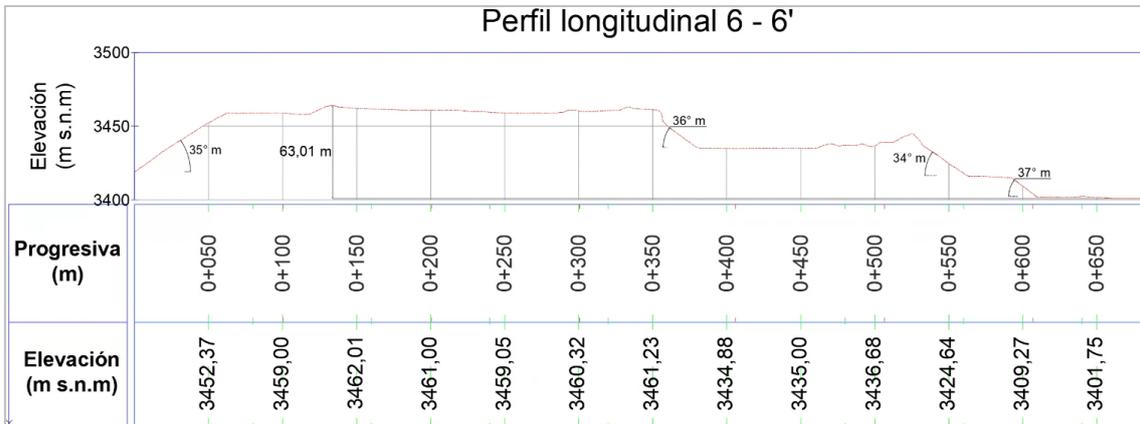


Figura 6.17. Perfil longitudinal 6-6' en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

Se obtuvo un modelo de pendientes para la Zona 1 y 2 de la UF Cuajone, el cual se clasificó en tres (3) rangos, el primero de 0 a 13 grados, el segundo de 14 a 29 grados y el tercero de 30 a 89 grados, como se muestra en la Figura 6.18 y 6.19 respectivamente.

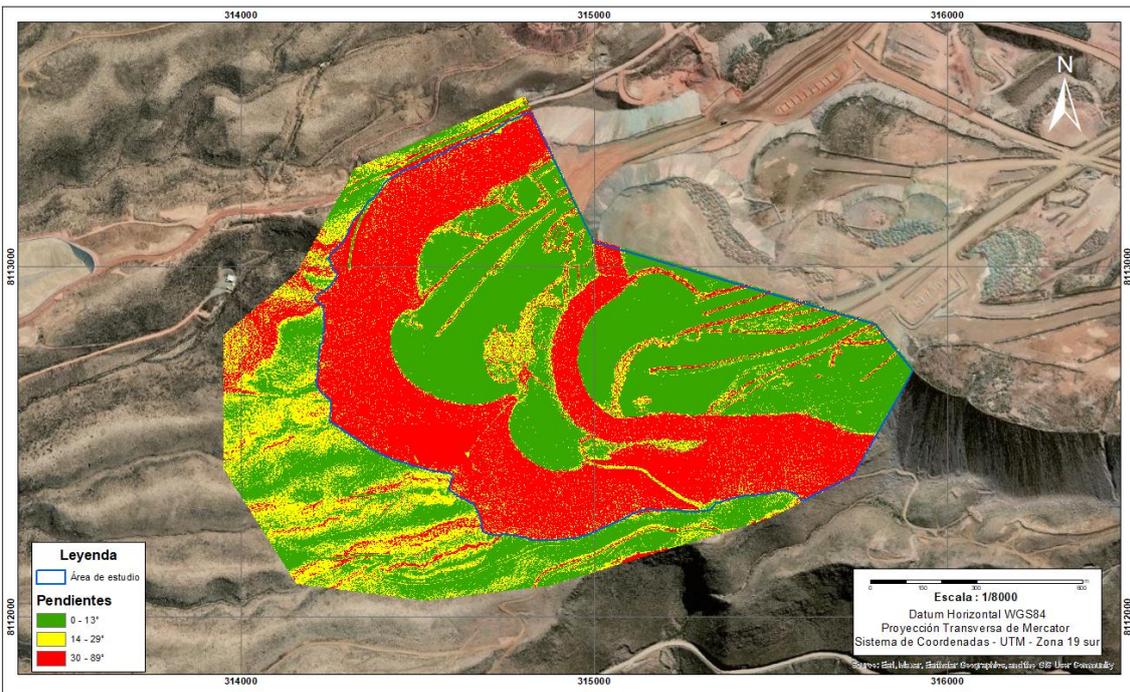


Figura 6.18. Modelo de pendientes en la Zona 1: Depósito de Desmonte Cocotea de la UF Cuajone



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

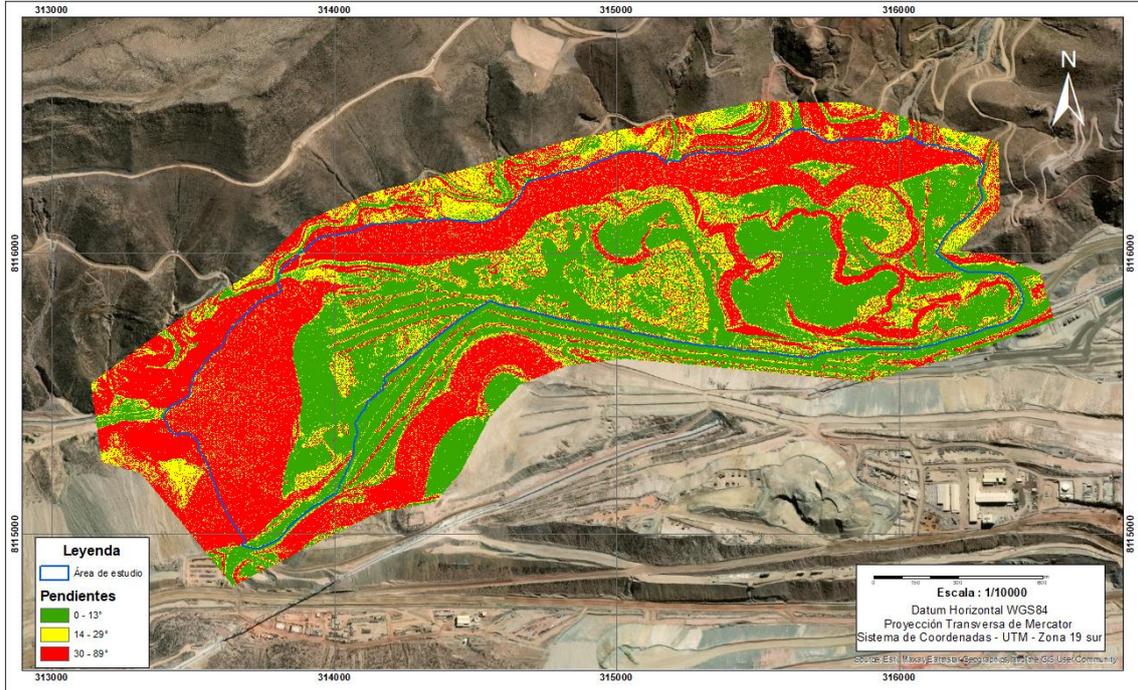


Figura 6.19. Modelo de pendientes en la Zona 2: Depósito de Desmonte Torata Oeste de la UF Cuajone

En la Tabla 6.2 se presenta el resumen de los ángulos de reposo por cada perfil longitudinal generado en la Zona 1 y 2 de la UF Cuajone, y en la Tabla 6.3 se presenta el resumen de la altitud máxima, altitud mínima, altura máxima y pendiente promedio por cada perfil longitudinal generado en la Zona 1 y 2 de la UF Cuajone.

Tabla 6.2. Resumen de los ángulos de reposo por perfil longitudinal

N.º	Zona de Interés	Perfil longitudinal	Angulo de reposo (°)	
1	Zona 1	1-1'	A1	21
2			A2	34
3		2-2'	A1	32
4		3-3'	A1	33
5		4-4'	A1	31
6			A2	39
7		5-5'	A1	30
8		6-6'	A1	31
9	Zona 2	1-1'	A1	29
10		2-2'	A1	38
11			A2	37
12			A3	35
13			A4	36
14		3-3'	A1	32
15			A2	35
16		4-4'	A1	28
17			A2	19
18		5-5'	A1	35
19		6-6'	A1	35
20			A2	36



N.º	Zona de Interés	Perfil longitudinal	Angulo de reposo (°)	
21			A3	34
22			A4	37

Tabla 6.3. Resumen de la altura máxima por perfil longitudinal

N.º	Zona de Interés	Perfil longitudinal	Altura máxima (m)
1	Zona 1	1-1'	171,73
2		2-2'	171,21
3		3-3'	132,62
4		4-4'	180,00
5		5-5'	110,61
6		6-6'	171,02
7	Zona 2	1-1'	383,96
8		2-2'	166,38
9		3-3'	179,76
10		4-4'	112,43
11		5-5'	68,42
12		6-6'	63,01

6.4. Objetivo específico 4. Obtener registros fílmicos y fotográficos aéreos en las zonas de interés de UF Cuajone

Como resultado de la inspección aérea con RPAS sobre las zonas de interés de la UF Cuajone, se obtuvieron registros fílmicos y fotográficos que se resumen en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Listado de registros generados de la inspección aérea con RPAS

N.º	Zona de inspección	Código de inspección aérea RPAS	Cantidad de Videos	Cantidad de Fotos
1	PAD de Lixiviación	INS-CU2-01	2	2

7. CONCLUSIONES

- i. Se obtuvo información de la superficie terrestre en el ámbito de la UF Cuajone administrada por Southern Perú Cooper Corporation Sucursal del Perú, mediante fotogrametría con RPAS.
- ii. Se generó el ortomosaico RGB y MED del ámbito de la UF Cuajone mediante fotogrametría con RPAS, ambos a precisión centimétrica, teniendo para la Zona 1 un área total de 1,74 km² con una resolución espacial de 5,18 cm/pix y 20,70 cm/pix respectivamente, para la Zona 2 un área total de 2,94 km² con una resolución espacial de 5,79 cm/pix y 23,20 cm/pix respectivamente y para la Zona 3 un área total de 4,98 km² con una resolución espacial de 10,00 cm/pix.
- iii. Se estimó para la Zona 1 un área de 121,34 m² y perímetro de 4749,16 m, para la Zona 2 un área de 181,96 m² y perímetro de 8209,63 m y para la Zona 3 un área de 423,83 m² y perímetro de 8223,33 m en la UF Cuajone.
- iv. Se generó un modelo de pendientes para la Zona 1 y 2 de la UF Cuajone, el cual se clasificó en tres (3) rangos: 0° a 13°, 14° a 29° y 30° a 89°.



- v. Se diseñaron seis (6) perfiles longitudinales para la Zona 1 de la UF Cuajone, sobre los cuales se estimaron altura máxima y ángulos de reposo máximo: Perfil 1-1' (altitud mínima = 3551,37 m s.n.m, altitud máxima = 3724,10 m s.n.m y atura máxima = 171,73 m, ángulos de reposo de 21° y 34°); Perfil 2-2' (altitud mínima = 3545,91 m s.n.m, altitud máxima = 3719,12 m s.n.m, atura máxima = 171,21 m, ángulo de reposo de 32°); Perfil 3-3' (altitud mínima = 3579,89 m s.n.m, altitud máxima = 3715,51 m s.n.m, atura máxima = 132,62 m, ángulo de reposo de 33°); Perfil 4-4' (altitud mínima = 3594,79 m s.n.m, altitud máxima = 3778,79 m s.n.m, atura máxima = 180 m, ángulos de reposo de 31° y 39°), Perfil 5-5' (altitud mínima = 3617,72 m s.n.m, altitud máxima = 3733,33 m s.n.m, atura máxima = 110,61 m, ángulo de reposo de 30°) y Perfil 6-6' (altitud mínima = 3547,44 m s.n.m, altitud máxima = 3724,46 m s.n.m, atura máxima = 171,02 m, ángulo de reposo de 31°).
- vi. Se diseñaron seis (6) perfiles longitudinales para la Zona 2 de la UF Cuajone, sobre los cuales se estimaron altura máxima y ángulos de reposo máximo: Perfil 1-1' (altitud mínima = 3073,64 m s.n.m, altitud máxima = 3458,6 m s.n.m, atura máxima = 383,96 m, ángulo de reposo de 29°); Perfil 2-2' (altitud mínima = 3320,3 m s.n.m, altitud máxima = 3488,68 m s.n.m, atura máxima = 166,38 m, ángulos de reposo de 38°, 37°, 35°, y 36°); Perfil 3-3' (altitud mínima = 3294,78 m s.n.m, altitud máxima = 3477,54 m s.n.m, atura máxima = 179,76 m, ángulos de reposo de 32° y 35°); Perfil 4-4' (altitud mínima = 3351,07 m s.n.m, altitud máxima = 3467,50 m s.n.m, atura máxima = 112,43 m, ángulo de reposo de 28° y 19°), Perfil 5-5' (altitud mínima = 3372,28 m s.n.m, altitud máxima = 3445,70 m s.n.m, atura máxima = 68,42 m, ángulo de reposo de 35°) y Perfil 6-6' (altitud mínima = 3424,61 m s.n.m, altitud máxima = 3493,62 m s.n.m, atura máxima = 63,01 m, ángulos de reposo de 35° y 36°).
- vii. Se generaron cuatro (4) registros filmicos y fotográficos en el PAD de Lixiviación.

8. RECOMENDACIÓN

Se recomienda remitir el presente informe a la DSEM para los fines que se estimen convenientes.

9. ANEXOS

Anexo 1: Acta de inicio AI-0013-2023-ITEGI

Anexo 2: Plan de evaluación ambiental focal PEAFA 00115-2023-OEFA/DEAM-STEC

Anexo 3: Reporte de campo RC-043-2023-STEC

Anexo 4: Reportes de software de procesamiento fotogramétrico RSPF-049-2023-ITEGI
RSPF-050-2023-ITEGI RSPF-051-2023-ITEGI

Anexo 5: Reportes de software de procesamiento geodésico RSPG-007-2023-ITEGI



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección
Técnica Científica

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Anexo 6: Memoria descriptiva de punto geodésico de orden B

Anexo 7: Ficha de almacenamiento de productos

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[SVASQUEZ]

[MCBALLERO]

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[JGUEVARAD]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 09713449"



09713449