



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

**PREVENIR: Combatiendo los Delitos
Ambientales en la Amazonía Peruana**



Estimación de la

**POBLACIÓN MINERA INFORMAL E ILEGAL
EN EL DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS,**

a partir del uso de imágenes satelitales submétricas

Estimación de la población minera informal e ilegal en el departamento de Madre de Dios, a partir del uso de imágenes satelitales submétricas

Combatiendo los Delitos Ambientales en la Amazonía Peruana. Proyecto Prevenir de USAID.

www.preveniramazonia.pe

CITACIÓN

Conservación Amazónica (ACCA) / Proyecto Prevenir de USAID (2022). Estimación de la población minera informal e ilegal en el departamento de Madre de Dios, a partir del uso de imágenes satelitales submétricas. Lima, Perú. 51 pp.

RESPONSABLES DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, ACCA

- Sidney Novoa
- Lucio Villa

COLABORADORES, EQUIPO PREVENIR DE USAID

- Álvaro Barriga
- Isabel Canelo
- José Luis Ecurra
- Victor Serrano
- Oliver Liao

EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR

- Tania Galván Meza
- Keyra Lucía Alvarez Diaz

FOTO DE PORTADA

Cortesía MINDEF

Este documento es posible gracias al generoso apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América, a través de USAID. Su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores y no refleja necesariamente el punto de vista de USAID o el gobierno de los EE. UU.

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| I. | PRESENTACIÓN | 4 |
| II. | INTRODUCCIÓN | 5 |
| III. | METODOLOGÍA | 6 |
| 3.1 | DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES SUBMÉTRICAS Y MÉTODO DE FOTOINTERPRETACIÓN | 6 |
| 3.2 | DIGITALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LA ACTIVIDAD MINERA | 8 |
| 3.3 | DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE PERSONAS INVOLUCRADAS EN LA ACTIVIDAD MINERA A TRAVÉS DE FACTORES DE CONVERSIÓN | 10 |
| 3.4 | UBICACIÓN Y CLASIFICACIÓN POR LEGAL, INFORMAL E ILEGAL | 13 |
| IV. | RESULTADOS | 14 |
| 4.1 | ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN MINERA FORMAL | 14 |
| 4.2 | ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN MINERA INFORMAL | 14 |
| 4.3 | ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN MINERA ILEGAL | 14 |
| 4.4 | ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS ACTIVIDADES MINERAS IDENTIFICADAS | 15 |
| V. | CONCLUSIONES | 18 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 19 |
| VII. | BIBLIOGRAFÍA | 21 |
| VIII. | ANEXOS | 23 |
| | ANEXO I – PRINCIPALES DEFINICIONES | 23 |
| | ANEXO II – DETALLE DE LA INFRAESTRUCTURA ENCONTRADA Y SU CARACTERIZACIÓN | 24 |
| | ANEXO III – PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A MINEROS Y EXPERTOS | 40 |

I. PRESENTACIÓN

El proyecto Prevenir de USAID, implementado por DAI Global, apoya al Gobierno del Perú, la sociedad civil y el sector privado para mejorar las condiciones a fin de prevenir y combatir los delitos ambientales en la Amazonía Peruana.

Para ello, trabaja mediante un enfoque integral y multisectorial, que incluye el fortalecimiento del sistema de justicia, el aprovechamiento de la ciencia y la tecnología, el monitoreo y la protección de la flora y la fauna silvestre, el análisis de los costos y la propuesta de incentivos económicos, la inclusión de salvaguardas ambientales y sociales en el proceso de formalización de la minería artesanal y de pequeña escala, la protección de los derechos de las personas defensoras ambientales y la implementación de campañas de sensibilización e información a la ciudadanía.

En ese marco, el proyecto Prevenir de USAID trabaja promoviendo mejores prácticas que permitan mitigar y remediar los graves impactos ambientales de la actividad minera artesanal y de pequeña escala (MAPE) y mejorar los medios de vida locales, así como contribuir a su sostenibilidad en beneficio de la Amazonía y de todos los peruanos. Para ello, considera fundamental lograr un entendimiento pleno y preciso de la dimensión de la actividad, así como de los factores y actores que facilitan su ilegalidad. Solo sobre esa base será posible atender de manera efectiva los distintos ámbitos de esta problemática; como los desafíos desde el Estado y el mercado, y la necesidad de abordar de manera diferenciada y estratégica a la minería informal y a la ilegal, para contribuir así a una MAPE más ordenada y responsable aplicando salvaguardas ambientales y sociales.

En esa línea, se ha priorizado conocer el universo de mineros informales e ilegales que operan en la zona de pequeña minería y minería artesanal en el departamento de Madre de Dios establecida en el Anexo I del Decreto Legislativo N° 1100, conocida también como “Corredor Minero”, puesto que se trata de información crucial para el desarrollo e implementación de políticas públicas e intervenciones de asistencia técnica a la MAPE de Madre de Dios que sean claras e informadas; es decir, basadas en evidencia.

Hasta ahora, la literatura especializada en el tema y, ciertamente, los tomadores de decisión en el sector público y representantes de la cooperación internacional han tomado como referencia el Censo de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el cual se calculaba que aproximadamente 50,000 personas se dedican a la minería en Madre de Dios.

Para superar estas limitaciones, y siguiendo las recomendaciones del Informe Final de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible (Comisión Barrantes), el proyecto Prevenir de USAID presenta el estudio de **Estimación de la población minera informal e ilegal en el departamento de Madre de Dios, a partir del uso de imágenes satelitales submétricas**; estudio que, por primera vez, permite determinar -con base científica- el número de mineros informales e ilegales en las principales zonas mineras de Madre de Dios.

Este instrumento, desarrollado a través de Conservación Amazónica (ACCA), incluye la ubicación detallada, tipo de infraestructura (dimensión), y estimación de participantes en cada operación, lo que proveerá las bases para la toma de decisiones informadas sobre esta actividad en el departamento de Madre de Dios.

II. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la minería informal e ilegal representa entre 22% y 28% de la producción total de oro en Perú, y en Madre de Dios, donde el 90% de las actividades mineras son ilegales o informales, la minería representa más del 66% de sus exportaciones.

Más aún, se estima que alrededor del 50% de la economía de toda la región es sostenida por la MAPE. No obstante, debido a las precarias condiciones en las que se desarrolla, esta actividad está acompañada de severos impactos al ambiente, a la seguridad y a la salud pública. Solo en las últimas tres décadas, se han perdido aproximadamente 100,000 hectáreas de bosque en la región Madre de Dios, y se estima que cerca del 78% de adultos en Puerto Maldonado tiene niveles de mercurio por encima de los estándares internacionales, derivados de las malas prácticas mineras.

En ese escenario, la Comisión Barrantes identifica como una de las causas del problema de la minería informal e ilegal a la falta de estudios sobre el universo de mineros informales e ilegales. Al respecto, señala: *“no se cuenta con un estudio técnico que permita determinar un número aproximado de mineros informales o ilegales, lo cual es clave para desarrollar actividades políticas que atiendan el problema”* (Barrantes, 2020; p.73). Y, complementa que resulta necesario para el Estado contar con data cierta sobre el universo de mineros, para cual sugiere efectuar estudios precisos mediante el uso de tecnología satelital.

En ese sentido, para ofrecer esta información crítica al Estado y otros actores vinculados a la atención de la problemática de la MAPE, el presente trabajo propone una metodología indirecta para la estimación de la población minera en el departamento de Madre de Dios. Para ello, parte de la identificación de infraestructura asociada a la actividad minera, en base al análisis visual de imágenes satelitales de muy alta resolución (submétricas), y a factores de conversión relacionados a la cantidad de personas que operan la infraestructura identificada, determinados por los resultados de encuestas aplicadas a operadores mineros de los diferentes sectores mineros y a expertos en la materia vinculados a la actividad minera.

A partir de la aplicación de esta metodología de estimación indirecta del universo de mineros en el departamento de Madre de Dios, el presente estudio se propone cumplir con los siguientes objetivos:

- La localización geográfica de las áreas de actividad minera.
- El análisis de infraestructuras asociadas a la actividad minera artesanal y de pequeña escala.
- La estimación de la cantidad de personas involucradas en las actividades mineras.
- La clasificación de la actividad minera entre formal, informal e ilegal; y, la población minera asociada a cada una de ellas.

Así pues, los resultados obtenidos y presentados en el presente documento otorgan una primera respuesta al diagnóstico planteado en el informe final de la Comisión Barrantes, respecto a la estimación del número de personas que estarían dedicándose a la actividad minera en Madre de Dios.

III. METODOLOGÍA

Las áreas afectadas por minería, especialmente aquella realizada a tajo abierto, muestran huellas significativas sobre la superficie del planeta, que pueden ser detectadas y analizadas desde el espacio a partir del uso de imágenes satelitales, provenientes de sensores remotos de muy alta y alta resolución espacial (Zhang et al., 2021). Sin embargo, a la fecha no se tienen referencias académicas de trabajos orientados a la identificación directa de infraestructuras o maquinaria empleada en actividades mineras utilizando imágenes satelitales submétricas o provenientes de drones (unidades autónomas de vuelo).

No obstante, hay referencias de trabajos en otros ámbitos de aplicación, centrados en el análisis de imágenes para la identificación y detección automática de vehículos terrestres (Mansour et al., 2019), la identificación de embarcaciones en zonas portuarias (Stofa et al., 2020) o inclusive el conteo de elefantes africanos (Duporge et al., 2020), basados en el uso de algoritmos de *Deep Learning*.

A la luz de ello, el presente estudio desarrolla una propuesta innovadora de estimación indirecta de la población minera en Madre de Dios, que abarca como área de estudio a zonas dentro y fuera del llamado “Corredor Minero”; para lo cual se utiliza información de infraestructuras asociadas a la actividad minera captadas por imágenes satelitales submétricas en el periodo entre agosto y octubre de 2021.

A continuación, se describen los aspectos esenciales de la metodología para la estimación de la población minera que se ha desarrollado en la zona objeto de estudio y los principales hallazgos en cada fase de su aplicación:

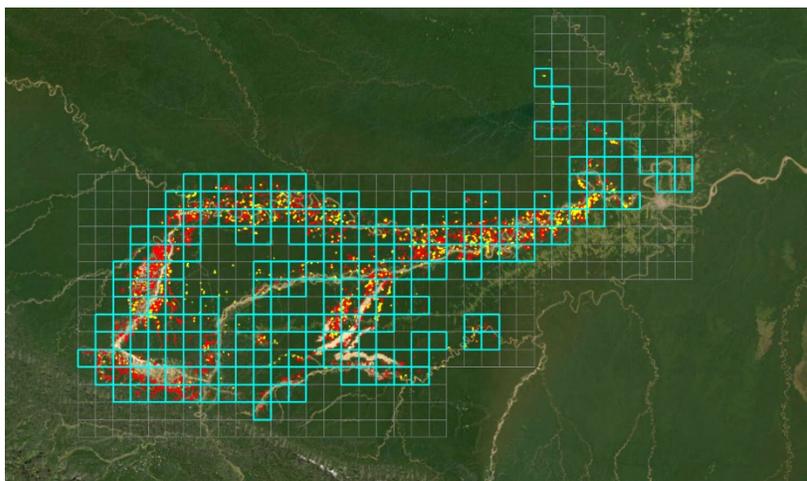
3.1 Determinación del requerimiento para la adquisición de imágenes submétricas y método de fotointerpretación

El primer paso en la aplicación de esta metodología ha sido la identificación y delimitación preliminar de *hotspots* activos de actividad minera, a partir del uso de imágenes de alta resolución Sentinel-2 y Planet NICFI (áreas de color rojo) y las alertas de minería de la herramienta RAMI¹ (áreas en color amarillo), con el objetivo de programar la adquisición de imágenes submétricas Skysat (50 cm) sobre dichas áreas.

Como se ve en la imagen siguiente, esta identificación de *hotspots* activos en el departamento de Madre de Dios, durante el periodo entre enero y mayo de 2021, identificó un total de 25.92 km².

En base a esta delimitación preliminar, se determinó la adquisición de un total de 73 imágenes de la constelación Skysat (50 cm), pertenecientes al periodo comprendido entre el 10 de agosto del 2021 y el 31 de octubre del 2021.

Figura 1: *Hotspots* de minería activos (enero-mayo, 2021).
Elaboración propia.

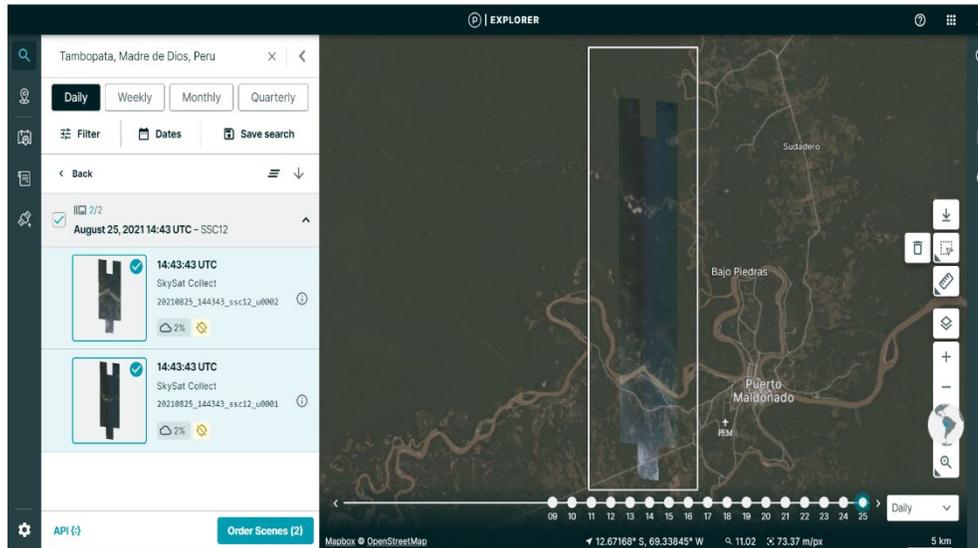


¹ <https://rami.servirglobal.net/>

² El total de área efectiva barrida en Madre de Dios para el presente estudio fue de 5775 km², y el área total de *hotspots* de minería estimada para el análisis y estimación, fue de 25.92 km² (equivalente a 2592.1 has).

La descarga de imágenes se realizó a través de la Plataforma Planet Explorer y fueron organizadas en función de la fecha y hora de adquisición (GMT) e ID (identificador) de Satélite. La Figura 2 muestra un ejemplo del uso de dicha plataforma para la búsqueda y adquisición de las imágenes con la menor cobertura posible de nubes (menores al 15%)³ y con nivel de tratamiento *Ortho pansharpened* (afinamiento espacial pancromático ortorrectificado).

Figura 2: Plataforma Planet Explorer para la visualización y descarga de imágenes Skysat

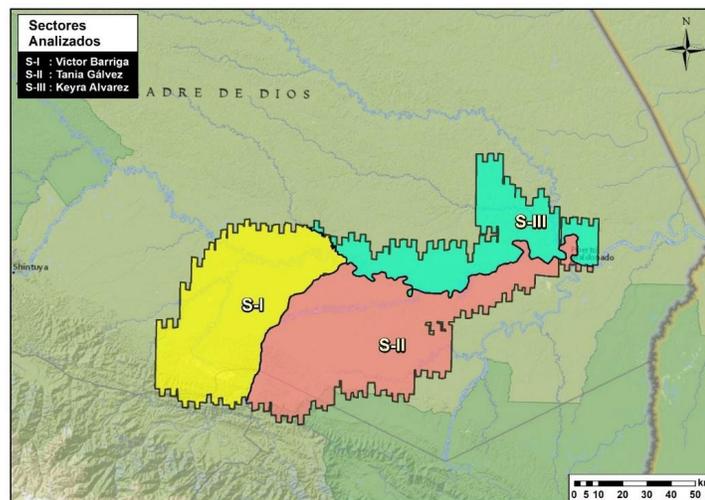


** Ejemplo de selección de Imágenes para su posterior descarga desde la plataforma Planet Explorer.

Fuente: Skysat (Planet). Elaboración propia.

El análisis de las imágenes adquiridas estuvo a cargo de un equipo especializado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), que ejerció la tarea dividida en los tres sectores que se visualizan a continuación:

Figura 3: Distribución de sectores de análisis para fotointerpretación



Elaboración propia.

³ A excepción de áreas fuertemente afectadas por nubosidad y que afectaran la disponibilidad de imágenes requeridas para la labor de análisis.

3.2 Digitalización y clasificación de la infraestructura asociada a la actividad minera

En segundo lugar, se realizó la fotointerpretación, digitalización y clasificación de la infraestructura asociada con la actividad minera, a partir de las imágenes de muy alta resolución espacial Skysat (50 cm) adquiridas para la zona de estudio.

A partir de ello, se construyó una base de datos con las infraestructuras asociadas a la actividad minera semimecanizada de succión (traca, balsa traca, balsa gringo, caranchera y chupadera), de succión tipo draga (minidraga) y a tajo abierto (chute básico y completo). Además, se incluyeron otras categorías (e.g. campamentos agrícolas) que no fueron tomadas en cuenta para las estimaciones posteriores.⁴

Como resultado de este análisis en las 73 imágenes Skysat (50 cm), se obtuvieron los siguientes hallazgos:

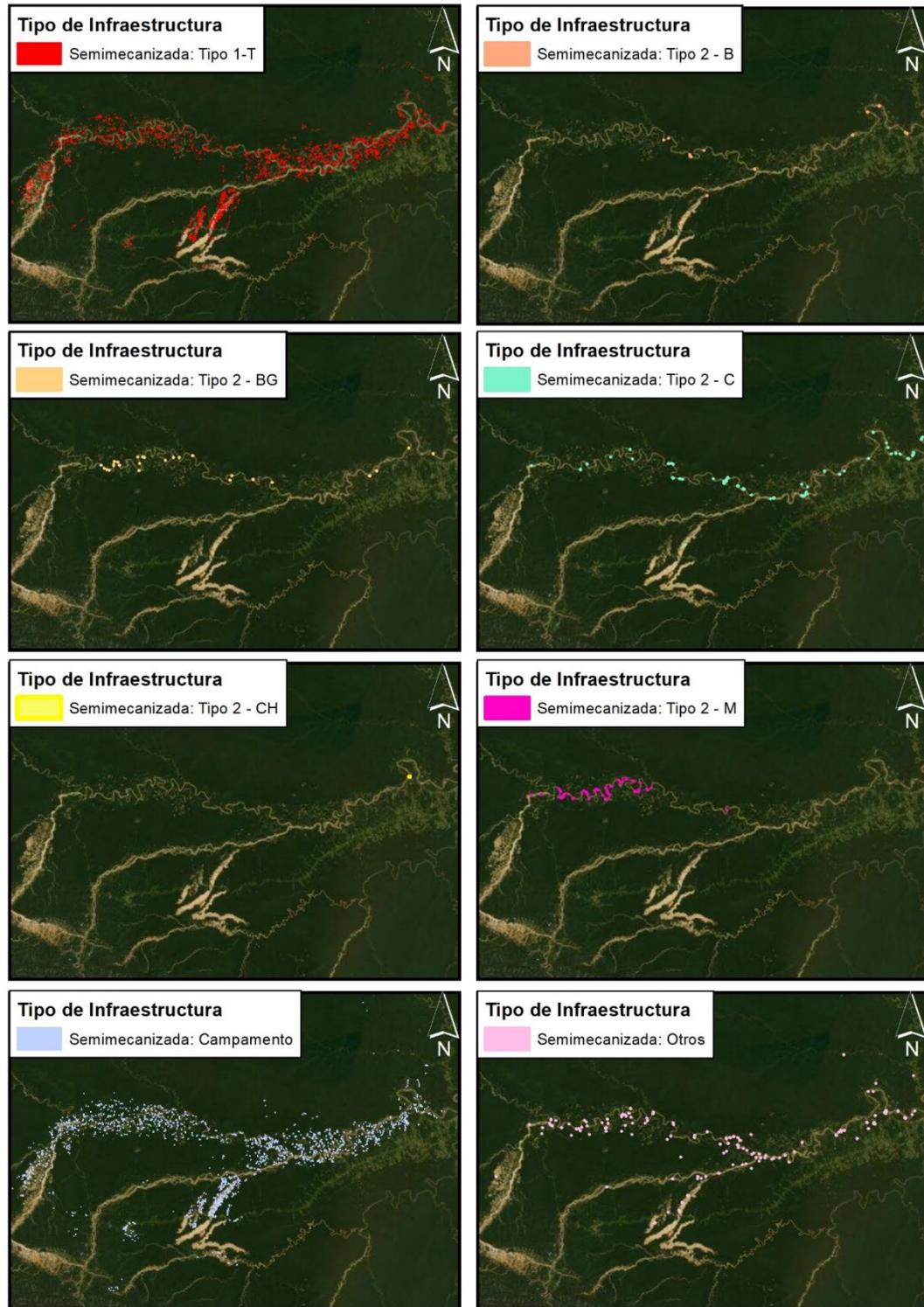
Tabla I: Infraestructura asociada a actividad minera identificada en Madre de Dios (10 de agosto – 31 de octubre, 2021)

| Tipo de explotación | Tipo de extracción | Simbología | Hallazgos |
|--|---------------------|--------------|---------------|
| Semimecanizada de Succión | Traca | Tipo 1 - T | 3,093 |
| | Balsa traca | Tipo 2 - B | 27 |
| | Balsa gringo | Tipo 2 - BG | 33 |
| | Caranchera | Tipo 2 - C | 93 |
| | Chupadera | Tipo 2 - CH | 1 |
| Sub total | | | 3,247 |
| Semimecanizada de Succión Tipo Draga | Minidraga | Tipo 2 - M | 76 |
| | Sub total | | |
| Semimecanizada a Tajo Abierto Módulo Básico | Chute Básico | Tipo 3 - B | 84 |
| | Sub total | | |
| Semimecanizada a Tajo Abierto Módulo Completo | Chute completo | Tipo 3 - A | 144 |
| | Sub total | | |
| Otras Infraestructuras | Campamento | Camp. | 15,536 |
| | Campamento agrícola | Camp. Agríc. | 5,016 |
| | Maquinaria pesada | Maq. Pesada | 1,333 |
| | Otros | Otros | 1,169 |
| | Sub total | | |
| TOTAL | | | 26,605 |

Asimismo, a continuación, puede apreciarse la distribución espacial de los hallazgos de infraestructuras asociadas a la actividad MAPE en el área de estudio.

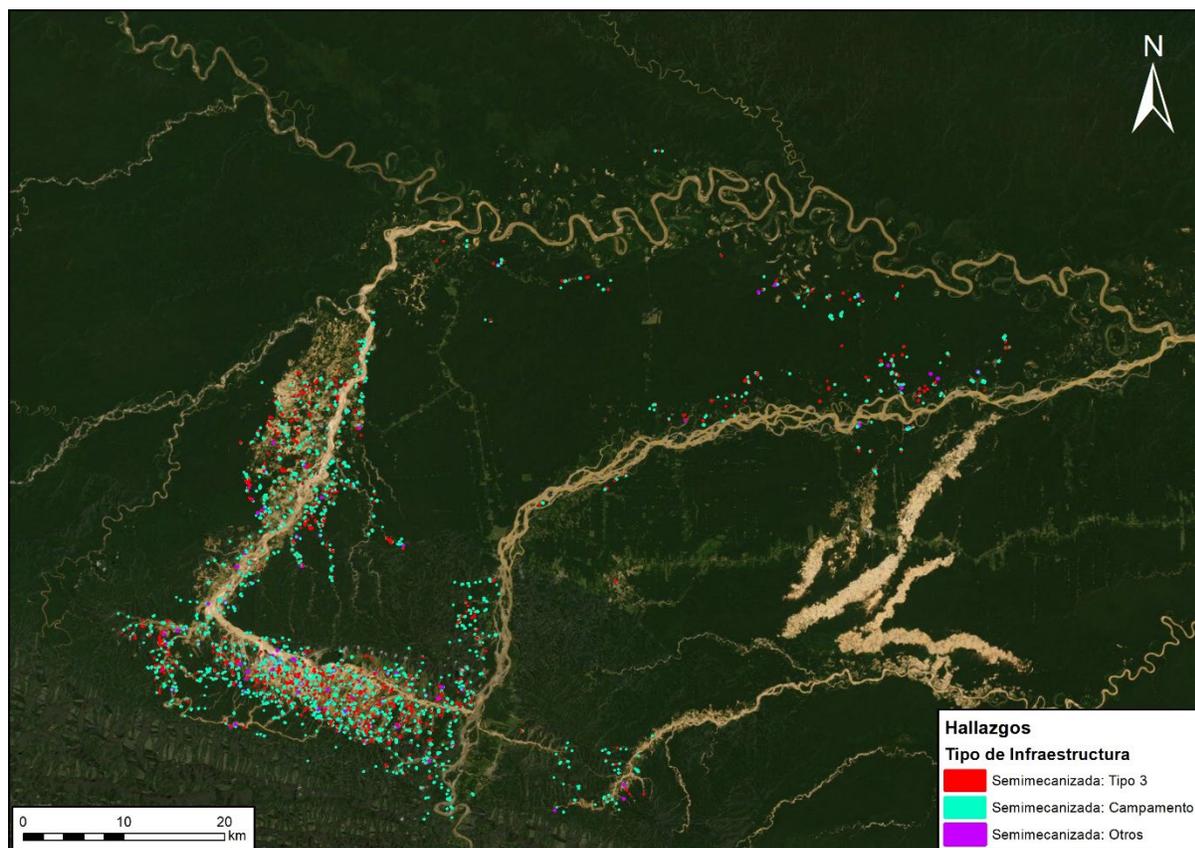
⁴ Ver en el **ANEXO II** el detalle de la infraestructura identificada y su caracterización

Figura 4: Distribución espacial de los hallazgos asociados a la actividad MAPE por tipo de infraestructura semimecanizada de succión



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Distribución espacial de los hallazgos asociados a la actividad MAPE identificados por tipo de infraestructura semimecanizada a tajo abierto



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Determinación del número de personas involucradas en la actividad minera a través de factores de conversión

En base a las infraestructuras identificadas en el análisis de imágenes satelitales, se realizó la búsqueda de información sobre el número de personas que están involucradas en la actividad MAPE con base en criterios como el nivel de mecanización tecnológica (“altamente mecanizada y mínimamente mecanizada⁵) y considerando la descripción realizada por el MINEM (publicaciones de la DGAM) respecto a la minería aluvial.

Complementariamente, se hizo una recopilación de información primaria, a través de entrevistas semi-estructuradas aplicadas a 260 mineros de los diferentes sectores y a expertos en la materia vinculados a la actividad minera en el departamento de Madre de Dios, en base a un mapeo de actores previo. Las entrevistas fueron registradas, sistematizadas y analizadas, a fin responder a los objetivos específicos del estudio. No obstante, debido a la coyuntura sanitaria por efecto de la Pandemia del COVID-19, no se

⁵ Estas definiciones fueron tomadas del artículo científico Caballero Espejo J, Messinger M, Román-Dañobeytia F, Ascorra C, Fernandez LE, Silman M. Deforestation and Forest Degradation Due to Gold Mining in the Peruvian Amazon: A 34-Year Perspective. Remote Sensing. 2018; 10(12):1903. <https://doi.org/10.3390/rs10121903>

logró entrevistar a algunos actores representantes del Estado y las entrevistas se realizaron por medios virtuales.⁶

A partir de ello, se obtuvieron valores referenciales del personal requerido para la realización de las actividades de extracción minera según cada tipo de infraestructura identificada. Estos valores sirvieron como factores de conversión (*proxy*) para la estimación de la población minera mínima asociada a cada uno de los métodos de explotación identificados en el ámbito de estudio. Los resultados pueden verse a continuación.

Tabla 2: Factores de conversión de la población minera empleada según método de extracción

| Tipo de extracción | Personal | Labor que desempeña | Nº de personas | Turno | Factor de conversión |
|--|------------------|--|----------------|-------|----------------------|
| Ingenio | 01. Apoyo | Limpia el cause de la fuente de agua | 1 | | 3 |
| | 02. Apoyo | Vigila la alfombra | 1 | 1 | |
| | 03. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Canaleta | 01. Apoyo | Suministra material al canal | 1 | | 3 |
| | 02. Yatero | Suministra agua a la zaranda | 1 | 1 | |
| | 03. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Arrastre | 01. Yatero | Direcciona la manguera hacia el frente de minado | 1 | | 5 |
| | 02. Apoyo | Prepara el frente de minado | 1 | | |
| | 03. Apoyo | Limpieza del canal de derivación | 1 | 1 | |
| | 04. Apoyo | Inspecciona la zaranda | 1 | | |
| | 05. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Carretilla Varia según número de carretillas | 01. Carretillero | Carga material a la carretilla | 1 | | 3 |
| | 02. Yatero | Suministra agua a la tolva y zaranda | 1 | 1 | |
| | 03. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Caranchera | 01. Buzo | Direcciona la manguera de succión | 1 | | 3 |
| | 02. Apoyo | Vigila la tolva y opera el motor | 1 | 1 | |
| | 03. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Chupadera | 01. Maraquero | Realiza la función de monitor | 2 | | 10 |
| | 02. Yatero | Direcciona la manguera de succión | 2 | | |
| | 03. Reten | Apoyo en la operación minera | 2 | | |
| | 04. Bravo | Apoyo múltiple (logístico) | 2 | 1 | |
| | 05. Machetero | Realiza la limpieza del bosque | 1 | | |
| | 06. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia⁷

⁶ Ver en el **ANEXO III** mayor detalle sobre la metodología de ponderación de valores para los resultados de las entrevistas aplicadas.⁷ Para los factores de conversión para el caso de ingenio, arrastre, canaleta y carretilla, se tomaron los valores proporcionados por Mosquera, C., et. al. (2009).

⁷ Para los factores de conversión para el caso de ingenio, arrastre, canaleta y carretilla, se tomaron los valores proporcionados por Mosquera, C., et. al. (2009).

| Tipo de extracción | Personal | Labor que desempeña | N° de personas | Turno | Factor de conversión |
|--|-----------------------|--|----------------|-------|----------------------|
| Balsa Gringo | 01. Buzo | Direcciona la manguera de succión | 1 | 2 | 4 |
| | 02. Apoyo | Vigila la tolva, opera el motor y conduce la balsa | 2 | | |
| | 03. Cocinera | Prepara alimentos | 1 | | |
| Traca Actividad Informal | 01. Traquero | Opera la traca | 1 | 2 | 7 |
| | 02. Reten | Apoyo en la operación de la traca | 2 | | |
| | 03. Bravo | Apoyo múltiple (logístico) | 2 | | |
| | 04. Machetero | Realiza la limpieza del bosque | 1 | | |
| | 05. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |
| Traca Actividad ilegal | 01. Traquero | Opera la traca | 1 | 2 | 4 |
| | 02. Reten | Apoyo múltiple (logístico y operación) | 2 | | |
| | 03. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |
| Balsa Traca | 01. Traquero | Opera la balsa y poleas (sistema de succión) | 1 | 2 | 5 |
| | 02. Reten | Apoyo en la operación de la traca | 2 | | |
| | 03. Bravo | Apoyo múltiple (logístico) | 1 | | |
| | 04. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |
| Minidraga | 01. Traquero | Opera la balsa y poleas (sistema de succión) | 2 | 2 | 8 |
| | 02. Reten | Apoyo en la operación de la traca | 2 | | |
| | 03. Bravo | Apoyo múltiple (logístico) | 2 | | |
| | 04. Titular | Dueño de la draga | 1 | | |
| | 05. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |
| Chute Módulo Básico Cargador frontal y/o Excavadora | 01. Titular | Realiza las gestión de provisión | 1 | 2 | 10 |
| | 02. Operador | Opera la excavadora | 1 | | |
| | 03. Operador | Opera el cargador frontal | 1 | | |
| | 04. Apoyo | Apoyo múltiple (logístico) | 3 | | |
| | 05. Mecánico | Personal externo, pero continuo en la operación | 1 | | |
| | 06. Huaychulero | Opera la manguera la el lavado de la grava | 1 | | |
| | 07. Machetero | Realiza la limpieza del bosque | 1 | | |
| | 08. Cocinera | Prepara los alimentos | 1 | | |
| Explotación (Chute o Shute) Módulo Completo Cargador frontal, excavadora y volquete Beneficio | 01. Titular | Realiza las gestión de provisión | 1 | 2 | 16 |
| | 02. Operador | Opera la excavadora | 2 | | |
| | 03. Operador | Opera el cargador frontal | 2 | | |
| | 04. Conductor | Conduce el volquete | 2 | | |
| | 05. Apoyo | Apoyo múltiple (logístico) | 1 | | |
| | 06. Mecánico | Personal de la empresa | 1 | | |
| | 07. Machetero | Realiza la limpieza del bosque | 1 | | |
| | 08. Cocinera | Prepara los alimentos | 2 | | |
| | 09. Huaychulero | Lavado de gravas | 2 | | |
| | 10. Apoyo | Apoyo múltiple (logístico) | 1 | | |
| | 11. Encargado de Mina | Supervisa la operación minera | 1 | | |

Al respecto, es preciso señalar que de la evaluación realizada a partir de la información bibliográfica y de la propia experiencia del equipo a cargo del Estudio, se ha visto por conveniente excluir del análisis de la población minera a los hallazgos categorizados como “Otros Hallazgos”. En esta categoría se han clasificado los campamentos mineros y agrícolas, infraestructuras difíciles de identificar o que no son maquinarias directamente asociadas a la minería, tales como botes y antenas; los cuales no soportan las labores mineras propiamente dichas.

3.4 Ubicación y clasificación por legal, informal e ilegal

Se realizó a continuación un análisis de ubicación de los hallazgos de infraestructura minera en comunidades nativas, áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento; así como respecto de otros derechos, como las concesiones forestales y predios agrícolas, con la finalidad de clasificar la actividad que sustentan como legal, informal o ilegal.

A continuación, se describe lo que, para efectos y alcances del presente Estudio, con base en la legislación vigente sobre la materia, se entiende en cada caso:

- Actividad minera formal: considera aquella ubicada en concesiones mineras vigentes que han recibido la resolución de inicio y reinicio de actividades mineras por parte de la autoridad regional competente, al haber cumplido con obtener los permisos y autorizaciones contempladas en la legislación.
- Actividad minera informal: la actividad minera ubicada dentro de la Zona de pequeña minería y minería artesanal de Madre de Dios, aprobada en el Anexo N° I del Decreto Legislativo 1100;⁸ excluyendo a las áreas bajo concesiones mineras ya formalizadas (categorizada como actividad minera formal) y la ubicada en áreas consideradas prohibidas donde se desarrolla minería ilegal.
- Actividad minera ilegal: se ha clasificado así a la actividad minera asociada a la infraestructura detectada en el marco del presente Estudio, que se ubica en una o más de las siguientes categorías territoriales:⁹
 - 1) Opera fuera de la Zona de pequeña minería y minería artesanal de Madre de Dios o “corredor minero”.
 - 2) Opera en Comunidad Nativas.
 - 3) Opera en áreas naturales protegida o sus zonas de amortiguamiento.
 - 4) Fue identificada en cuerpos de agua natural en la fase de análisis de las imágenes satelitales.

⁸ En el marco de este Estudio, no es posible determinar si una infraestructura asociada a la actividad minera que ha sido identificada forma parte de una operación inscrita en el REINFO como parte del proceso de formalización. El REINFO registra un punto de coordenadas UTM, declarado por el minero al momento de inscribirse; respecto del cual, pasado el tiempo, la actividad ha podido desplazarse.

⁹ Conforme a la normativa vigente, no pueden acogerse al proceso de formalización las actividades que ocupan áreas como zonas arqueológicas, áreas naturales protegidas, reservas indígenas, reservas territoriales en proceso de adecuación, entre otras; conforme a lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 1336, artículo 4. En esa medida, Es importante precisar que en el presente trabajo se considera como factor de ilegalidad la presencia de la infraestructura en áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento, así como en las comunidades nativas; no obstante lo cual, es importante reconocer la posibilidad que algunos de estos hallazgos se encuentren amparados bajos la normativa vigente sobre formalización minera. Por tanto, se recomienda considerar estos valores como referenciales.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el equipo a cargo del presente Estudio, una vez aplicada la metodología para la estimación indirecta de la población minera en Madre de Dios; que, de forma innovadora y siguiendo las recomendaciones de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible, utiliza tecnología satelital submétrica.

4.1 Estimación de la población minera formal

La información gráfica (hallazgos de artefactos asociados a actividad minera) se intersectó con el área donde se hallan los 166 mineros formalizados, los cuales se distribuyen en un total de 165 derechos mineros. A continuación, se presenta el resultado obtenido, según los tipos de equipos y/o tipos de extracción empleados:

Cuadro 1: Estimación de población minera formal

| Tipo de extracción | Simbología | N° de hallazgos | Turnos /día | Factor | Total, Personas involucradas | % |
|--------------------|------------|-----------------|-------------|--------|------------------------------|-----|
| Chute básico | Tipo 3 - B | 4 | 2 | 10 | 80 | 1% |
| Chute completo | Tipo 3 - A | 24 | 2 | 16 | 768 | 13% |
| Traca | Tipo 1 - T | 360 | 2 | 7 | 5,040 | 86% |
| TOTAL | | 388 | | | 5,888 | |

Fuente: Elaboración propia.

En este grupo, se ha considerado derechos mineros formalizados en zonas de exclusión minera, en virtud a una concesión minera preexistente, lo cual representa el 0.34% del total de hallazgos.

4.2 Estimación de población minera informal

La información gráfica (hallazgos de artefactos asociados a actividad minera) se intersectó con la Zona de pequeña minería y minería artesanal de Madre de Dios, o “corredor minero”, obteniendo un resultado de 2075 hallazgos de infraestructuras asociadas a posible actividad informal.

Cuadro 2: Estimación de población minera informal

| Tipo de extracción | Simbología | N° de hallazgos | Turnos/ día | Factor | Total, Personas involucradas | % |
|--------------------|------------|-----------------|-------------|--------|------------------------------|-----|
| Chute básico | Tipo 3 - B | 75 | 2 | 10 | 1,500 | 5% |
| Chute completo | Tipo 3 - A | 105 | 2 | 16 | 3,360 | 11% |
| Traca | Tipo 1 - T | 1,895 | 2 | 7 | 26,530 | 85% |
| TOTAL | | 2,075 | | | 31,390 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Estimación de población minera ilegal

La información gráfica (hallazgos de artefactos asociados a actividad minera) se intersectó con: (i) zonas de exclusión minera (fuera del “corredor minero”); (ii) comunidades nativas; (iii) áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento; y, (iv) cuerpos de agua natural. Se identificaron 1088 hallazgos de infraestructuras asociadas a posible actividad ilegal.

Cuadro 3: Estimación de personas involucradas en actividades de minería ilegal por tipo de restricción

| Zona de exclusión Minera | Tipo de extracción | Simbología | N° de hallazgos | Turnos/día | Factor | Total, Personas involucradas | % |
|--|--------------------|-------------|-----------------|------------|--------|------------------------------|--------------|
| Comunidad Nativa | Chute básico | Tipo 3 - B | 4 | 2 | 10 | 80 | 0.9% |
| | Chute completo | Tipo 3 - A | 13 | 2 | 16 | 416 | 4.5% |
| | Traca | Tipo 1 - T | 482 | 2 | 4 | 3,856 | 41.4% |
| Cuerpos de agua | Balsa gringo | Tipo 2 - BG | 33 | 2 | 4 | 264 | 2.8% |
| | Balsa traca | Tipo 2 - B | 27 | 2 | 5 | 270 | 2.9% |
| | Caranchera | Tipo 2 - C | 93 | 1 | 3 | 279 | 3.0% |
| | Chupadera | Tipo 2 - CH | 1 | 1 | 10 | 10 | 0.1% |
| | Minidraga | Tipo 2 - M | 76 | 2 | 8 | 1,216 | 13.0% |
| | Traca | Tipo 1 - T | 129 | 2 | 4 | 1,032 | 11.1% |
| Zonas de amortiguamiento de Áreas Naturales Protegidas¹⁰ | Chute básico | Tipo 3 - B | 1 | 2 | 10 | 20 | 0.2% |
| | Chute completo | Tipo 3 - A | 1 | 2 | 16 | 32 | 0.3% |
| | Traca | Tipo 1 - T | 194 | 2 | 4 | 1,552 | 16.6% |
| Fuera del Corredor Minero | Chute completo | Tipo 3 - A | 1 | 2 | 16 | 32 | 0.3% |
| | Traca | Tipo 1 - T | 33 | 2 | 4 | 264 | 2.8% |
| TOTAL | | | 1,088 | | | 9,323 | |

4.4 Análisis de la ubicación espacial de las actividades mineras identificadas

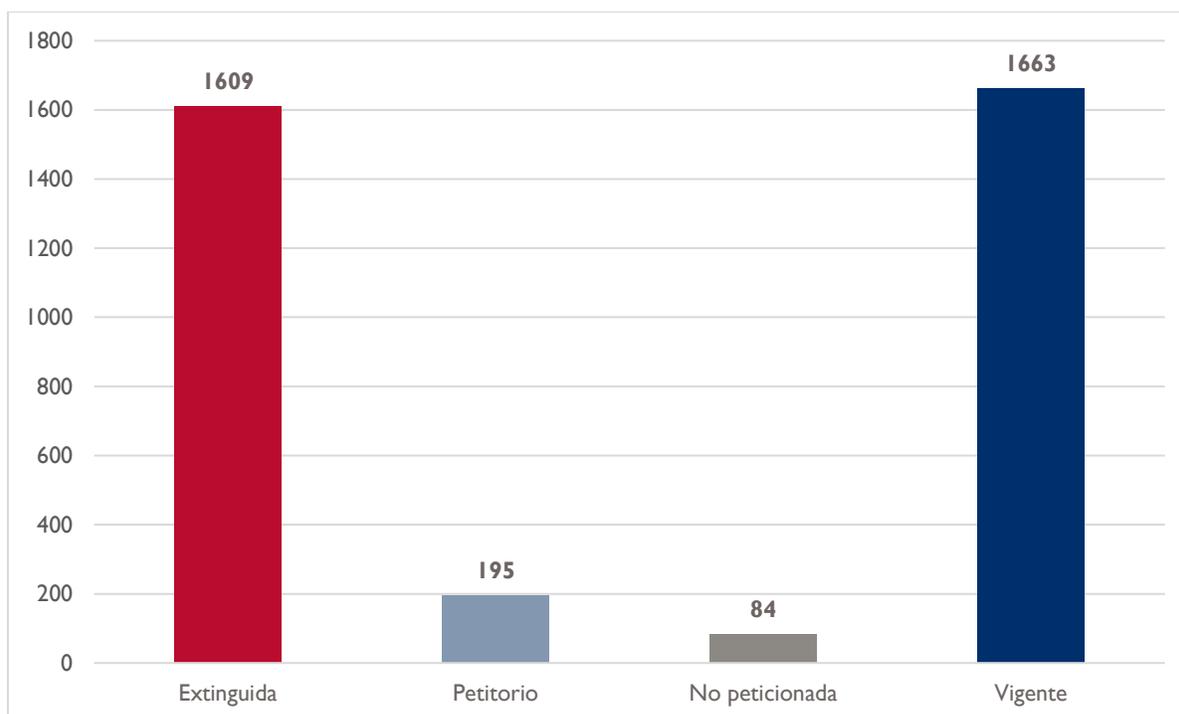
El equipo a cargo del presente Estudio identificó que el 46.8% de las operaciones mineras en curso (hallazgos de artefactos) operan en concesiones mineras vigentes; mientras que, el 45.3% de las actividades se desarrollan en concesiones mineras extinguidas.

Llama poderosamente la atención que 195 operaciones mineras se desarrollan en petitorios mineros, de los cuales 55 han sido presentados sobre áreas de derechos mineros extinguidos, entre 2012 y 2021; áreas que se encuentran suspendidas para la admisión de petitorios mineros, de acuerdo a lo establecido en el artículo 2 del Decreto Supremo N° 071-2010-EM.

Finalmente, un dato importante es la existencia de 84 hallazgos, que representan 2.4% de las operaciones mineras en curso, se ubican sobre áreas donde no figura un derecho minero.

¹⁰ En el presente Estudio no se detectaron actividades mineras dentro de las Áreas Naturales Protegidas.

Figura 6: Actividad Minera (hallazgos) respecto a derechos mineros



Elaboración propia

De otro lado, el análisis de la ubicación de los hallazgos respecto de áreas donde existen derechos de uso superficial diferentes a la minería revela que 37.5% del total se halla en áreas no superpuestas; es decir, en terrenos del Estado.¹¹

Ya por el lado de la superposición de derechos, una situación que genera graves conflictos debido a incompatibilidad de la actividad minera con otros usos superficiales y de los recursos naturales, el presente Estudio ha encontrado que 20.5 % de los hallazgos se ubican en áreas con contratos forestales; es decir, derechos para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre, en sus diferentes modalidades, donde el riesgo de conflictos entre los diversos tenedores de derechos es muy alto. En estos casos, la traca es el tipo de artefacto de mayor incidencia, con 678 registros.

Por su parte, las actividades mineras detectadas en áreas comunales representan el 14.2% del total de los hallazgos; de las cuales, 487 infraestructuras mineras son de artefactos tipo traca, 13 configuran actividades mineras con chute completo y 4 con chute básico.

En Áreas Naturales Protegidas no se identificaron infraestructuras asociadas a la actividad minera en el ámbito del presente Estudio; sin embargo, aquellas ubicadas en sus zonas de amortiguamiento representan el 10.2% del total. La infraestructura tipo traca es la de mayor incidencia, con 322 hallazgos; seguido de la infraestructura tipo chute completo, con 32 hallazgos, que representan un 22.2% del total de hallazgos de

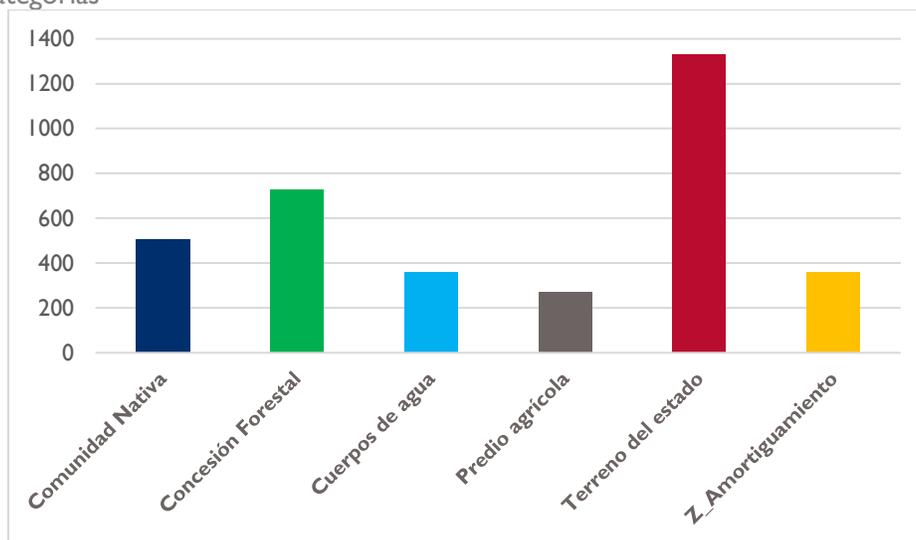
¹¹ Es posible que un porcentaje de estos hallazgos se encuentren en áreas con concesiones mineras vigentes, donde el propio titular minero es, a su vez, titular del terreno superficial y esta condición no haya sido registrada en las bases catastrales consultadas para el presente Estudio.

esta infraestructura en el presente estudio, 12 y de la infraestructura tipo chute básico, con 7 hallazgos, que representa el 8.3% de la superposición con zonas de amortiguamiento.

Otra forma de superposición de derechos encontrada por el equipo a cargo del Estudio es la referida a predios agrícolas, donde se ubican el 7.6% de los hallazgos de artefactos asociados a la actividad minera. La infraestructura tipo traca es la de mayor presencia, con 255 hallazgos en estos predios privados; representando el 8.2% del total de hallazgos para esa infraestructura. Seguidamente, la infraestructura tipo chute completo, con 2 hallazgos, representa el 1.4% del total de los hallazgos de esta infraestructura y la de chute básico, con 12 hallazgos, representa el 14.3% de la superposición con predios privados.

Finalmente, cabe señalar que 359 hallazgos (10% del total) realizan actividades mineras en cuerpos de agua natural, donde los artefactos o equipos identificados son estrictamente del tipo succión. Los artefactos tipo traca representan la mayor cantidad de hallazgos en esta superficie, con 129 hallazgos; lo que presenta el 4.2% de los hallazgos de traca en este Estudio. En el caso de las infraestructuras tipo caranchera, minidraga, balsa gringo, balsa traca y chupadera, la totalidad de hallazgos se ubican en cuerpos de agua.

Figura 7: Ubicación espacial de las infraestructuras – superposición con modalidades de uso u otras categorías



Fuente: Elaboración propia.

¹² Este alto porcentaje se explica por la existencia de un ámbito de la zona de amortiguamiento de la Reserva Comunal Amaraeri y la Zona de pequeña minería y minería artesanal de Madre de Dios (“corredor minero”), donde se opera con este tipo de maquinarias.

V. CONCLUSIONES

- Para el desarrollo del presente Estudio, se realizó el análisis, fotointerpretación y digitalización de la infraestructura asociada a la actividad minera de tipo semimecanizada de succión y a tajo abierto, con apoyo de imágenes submétricas Skysat. El área de estudio fue previamente delimitada con ayuda de los *hotspots* activos de actividad minera, obtenidos del análisis de imágenes NICFI Planet y las Alertas RAMI.
- Fueron analizadas un total de 73 imágenes satelitales submétricas (0.5 metros) que permitieron cubrir una extensión de 7300 km², a partir del cual se identificaron 26605 objetos. Entre ellos, 3551 estuvieron relacionados con la actividad minera semimecanizada de succión y a tajo abierto. Las infraestructuras más abundantes fueron las tracas con un 87% del total de registros de infraestructura asociada a la actividad minera, seguida de los chutes, básico y completo, con el 6% de hallazgos.
- En base a revisión bibliográfica y entrevistas semi-estructuradas aplicadas a 260 personas, mineros y expertos en minería artesanal y de pequeña escala, se obtuvieron valores referenciales (factor de conversión) del personal requerido para la realización de las actividades de extracción minera, según cada tipo de infraestructura que fue identificada.
- De los tipos de extracción analizados, se tiene que aquella que posee el mayor factor de conversión (personal requerido para su operación) fue el chute módulo completo, con un valor de 16 personas; mientras que, los menores, son el ingenio, la canaleta, la carretilla y la caranchera, con un factor de conversión de 3 personas.
- En función a la ubicación de los hallazgos de infraestructura minera, se clasificó la actividad como: (i) formal, cuando se encuentra en concesiones mineras con Resolución de Inicio/Reinicio de actividades mineras; (ii) informal, a la identificada dentro de la Zona de Pequeña Minería y Minería Artesanal de Madre de Dios (“corredor minero”), fuera de concesiones formales y zonas prohibidas (cuerpos de agua, por ejemplo); e, (iii) ilegal, a la encontrada en categorías territoriales como áreas naturales protegidas y/o sus zonas de amortiguamiento, comunidades nativas, cuerpos de agua y fuera de la Zona de Pequeña Minería y Minería Artesanal de Madre de Dios.
- En base al análisis realizado, entonces, se ha podido estimar de forma indirecta que la población dedicada a esta actividad se distribuye como sigue:

Cuadro 4: Estimación de personas involucradas en actividades de minería ilegal por tipo de restricción

| Tipo de extracción | Nº de hallazgos | Total, Personas involucradas | % |
|--------------------|-----------------|------------------------------|-------|
| Formal | 388 | 5,888 | 12.6% |
| Informal | 2,075 | 31,390 | 67.4% |
| Ilegal | 1,088 | 9,323 | 20.0% |
| TOTAL | 3551 | 46,601 | |

VI. RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en el presente Estudio reflejan el estado de la minería artesanal y de pequeña escala en el departamento de Madre de Dios, durante el período entre agosto y setiembre del año 2021. No obstante, no se cuenta con datos históricos que permitan contrastar y concluir el crecimiento o decrecimiento de la actividad minera en este departamento.
- Se debe considerar que, tradicionalmente, gran parte del análisis realizado a través de las imágenes satelitales se centra principalmente en la cuantificación del impacto en superficie (boscosa y no boscosa) que estas actividades ocasionan, mas no así en la identificación de los equipos y unidades mineras activas (i.e. balsa traca en cuerpos de agua). Esta ha sido la primera experiencia para identificar este tipo de infraestructura y los resultados obtenidos pueden ser considerados como una línea de base para que, mediante replicas periódicas, se tenga la actualización de infraestructuras, ofreciendo información clave de la verdadera magnitud y tendencias de la actividad minera en la región.
- La base de datos geoespacial generada sobre principales infraestructuras asociadas a la actividad minera, puede servir de referencia como datos de entrenamiento (*benchmark*), para la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, basados en aprendizaje profundo, que permitirían la automatización de dichas actividades y, en consecuencia, un ahorro significativo en la realización de dicha labor.
- Mediante el uso de estos recursos de imágenes de satélite, se puede profundizar los análisis realizados a partir de los hallazgos de zonas afectadas por minería, a fin de estimar los volúmenes de extracción de material y/o la movilidad de los tipos de explotación (tiempo que demoran en trasladar sus actividades de un punto a otro).
- Integrar la información proporcionada por otras entidades del Estado y/o la sociedad civil para construir y complementar una base de datos de infraestructuras asociadas a actividad minera que permita conocer mejor su distribución y movilidad en la región.
- Los factores de conversión determinados en el presente estudio son plausibles de ser mejorados, a través de un mejor muestreo que considere encuestas realizadas en campo a personas involucradas directamente en la realización de actividades mineras en la región.
- Mejorar los mecanismos de requerimiento de información por parte de la DGFM a fin de acceder a información espacial actualizada requerida para complementar y enriquecer los análisis realizados a través de metodologías indirectas para estimación de la población minera, considerando además que dicha información se encuentra al amparo de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública (Ley N° 27806).
- Para una mayor precisión de los datos necesarios para este tipo de estudio, se recomienda realizar una verificación en campo de la realidad del proceso de explotación minera en Madre de Dios, lo que incluye recabar información en entrevistas presenciales para evitar los problemas de conectividad y la

poca familiaridad con las entrevistas virtuales, que, en el presente estudio no se efectuó como consecuencia del estado de emergencia producto de la epidemia de COVID-19.

- Se recomienda que los valores de población minera determinadas durante la realización de la presente consultoría para la zona de estudio sean considerados referenciales para futuras actividades de censo *in-situ*.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Asner, G. P. and Tupayachi, R. (2017). Accelerated losses of protected forests from gold mining in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters* 12, 094004.
- Balaniuk, R.; Isupova, O. & Reece, S. (2020). Mining and Tailings Dam Detection In Satellite Imagery Using Deep Learning. *Remote Sensing of Environment. Sensors.* 20(23). <https://doi.org/10.3390/s20236936>
- Caballero J, Pillaca M, Messinger M, Araujo-Flores J, Cabanillas F, Vega CM, Fernandez LE, Silman M. (2020). Conversión de paisajes forestales a humedades Amazonicas por minería aurífera. (Resumen de Investigacion CINCIA #5) Puerto Maldonado, Peru: Centro de Innovacion Cientifica Amazonica.
- Caballero, J., Messinger, M., RománDañobeytia, F., Ascorra, C., Fernandez, L., & Silman, M. (2018). Deforestation and Forest Degradation Due to Gold Mining in the Peruvian Amazon: A 34-Year Perspective. *Remote Sensing*, 10(12), 1903. <https://doi.org/10.3390/rs10121903>.
- Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible (2020). Propuestas de Medidas Normativas, de Gestión y de Política Pública para Afianzar la Sostenibilidad del Sector Minero. Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/604264/INFORME_FINAL_DE_LA_COMISI%C3%93N_PARA_EL_DESARROLLO_MINERO_SOSTENIBLE.pdf
- Decreto legislativo 1100, (2012). Decreto legislativo que regula la interdicción de la minería ilegal entada la república y establece medidas complementarias. Diario oficial el peruano.
- Decreto Legislativo 1105, (2012). Decreto legislativo que establece disposiciones para el proceso de formalización de las actividades de pequeña minería y minería artesanal. Diario oficial el peruano.
- Duporge, I.; Isupova, O.; Reece, S.; Macdonald, D. & Wang, T. (2020). Using very-high-resolution satellite imagery and deep learning to detect and count African elephants in heterogeneous landscapes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation.* 7(3): 369-381. <https://doi.org/10.1002/rse2.195>
- Espejo, J. C., Messinger, M., D, F. R., Ascorra, C., and Luis, E. (2018). Deforestation and forest degradation due to gold mining in the Peruvian Amazon: a 34-year perspective. *Remote Sensing* 10 (1903), 1–17.275
- Environmental Systems Research Institute, (2012). A to Z GIS: An Illustrated Dictionary of Geographic Information Systems, T. Wade & S. Sommer ISBN: 9781589481404 2006).
- ESRI, (2012). (A to Z GIS: An Illustrated Dictionary of Geographic Information Systems, T. Wade & S. Sommer ISBN: 9781589481404 2006).
- Gobierno Regional de Madre de Dios, (2020). Protocolo Sanitario para la prevención vigilancia y control del COVID-19 en las actividades de la pequeña minería y minería artesanal del departamento de Madre de Dios. Dirección Regional de Energía y Minas, Madre de Dios, Perú.
- Heck, C., Ipenza, C., Silva, C., Tejada, A., Robles, J., de Acevedo, I., Güiza, L., Cisneros, P., Valencia, L., & Milano, S. (2014). La realidad de la minería ilegal en países amazónicos. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Lima, Perú.
- Ibrahim, E.; Lema, L.; Barnabé, P.; Lacroix, P. & Pirard, E. (2020). Small-scale surface mining of gold placers: Detection, mapping, and temporal analysis through the use of free satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.* 93. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102194>

- Isidro, C.; McIntyre, N.; Lechner, A. & Callow, I. (2017). Applicability of Earth Observation for Identifying
- Small-Scale Mining Footprints in a Wet Tropical Region. *Remote Sensing*. 9(9). <https://doi.org/10.3390/rs9090945>
- Junquera, C. (2010). El impacto de la minería aurífera en el Departamento de Madre de Dios. Universidad Complutense de Madrid, Madrid-España.
- John A. Richards (2013) - *Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction*-Springer Berlin Heidelberg
- Murthy, K., Shearn, M., Smiley, B. D., Chau, A. H., Levine, J., & Robinson, M. D. (2014). SkySat-1: imágenes de muy alta resolución de un satélite pequeño. En *Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XVIII* (Vol. 9241, p. 9241 I E). Sociedad Internacional de Óptica y Fotónica.
- Mansour, A.; Hassan, A.; Hussein, W. & Said, E. (2019). Automated vehicle detection in satellite images using deep learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 610. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/610/1/012027>
- Murthy, K., Shearn, M., Smiley, B. D., Chau, A. H., Levine, J., & Robinson, M. D. (2014, octubre). SkySat-1: imágenes de muy alta resolución de un satélite pequeño. En *Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XVIII* (Vol. 9241, p. 9241 I E). Sociedad Internacional de Óptica y Fotónica.
- Nyamekye, C.; Ghansah, B.; Agyapong, E. & Kwofie, S. (2021). Mapping changes in artisanal and small-scale mining (ASM) landscape using machine and deep learning algorithms. - a proxy evaluation of the 2017 ban on ASM in Ghana. *Environmental Challenges*. 3. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100053>
- Orue, I. (2013). Fotointerpretación y teledetección como herramienta para la localización de estructuras mineras prehistóricas en la Sierra de Araico (Burgos-Araba). España. Succión
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2015). Developing a National Action Plan to reduce, and where feasible, eliminate mercury use in artisanal and small scale gold mining: working draft. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNAP, (2013). “Procedimiento para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas en áreas naturales protegidas”. Resolución presidencial N° 258-2013-SERNANP.
- Swenson, J. J., Carter, C. E., Domec, J. C., and Delgado, C. I. (2011). Gold mining in the peruvian amazon: Global prices, deforestation, and mercury imports. *PLoS ONE* 6, e18875.
- Stofa, M.; Zulkifley, M. & Zaki, S. (2020). A deep learning approach to ship detection using satellite imagery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 540. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012049>
- Zhang, M.; He, T.; Li, G.; Xiao, W.; Song, H.; Lu, D. & Wu, C. (2021). Continuous Detection of Surface-Mining Footprint in Copper Mine Using Google Earth Engine. *Remote Sensing*. 13(21). <https://doi.org/10.3390/rs13214273>

VIII. ANEXOS

ANEXO I – Principales definiciones

A continuación, se citan los principales conceptos y términos técnicos que son utilizados:

- **Base de datos espacial:** Es una colección estructurada de datos espaciales y sus datos de atributos relacionados, organizados para el almacenamiento y recuperación eficiente (Esri, 2012).
- **Extracción minera:** Proceso que consiste en la explotación de depósitos aluviales (sedimentos fluviales) o yacimientos de roca dura. El sedimento o el recubrimiento se elimina y el mineral se extrae al excavar la superficie, mediante la tunelización o el dragado en el caso de la minería aluvial (PNUMA, 2015). En el caso particular del reporte, nos referiremos a la actividad realizada en los depósitos aluviales.
- **Fotointerpretación:** Proceso mediante el cual un analista o fotointérprete extrae información de los datos de una imagen mediante inspección de un producto de imagen compuesto a partir de los datos. El analista generalmente observa características a gran escala y, en principio, no se preocupa por el espacio y digitalizaciones radiométricas presentes. Las señales espaciales, espectrales y temporales se utilizan para guiar el análisis, incluidas las propiedades espaciales de forma, tamaño, orientación y textura. (Richards, 2013).
- **Minería ilegal:** Según el Decreto legislativo 1105, consiste en una actividad minera ejercida por persona, natural o jurídica, o grupo de personas organizadas para ejercer dicha actividad, usando equipo y maquinaria que no corresponde a las características de la actividad minera que desarrolla (Pequeño Productor Minero o Productor Minero Artesanal) o sin cumplir con las exigencias de las normas de carácter administrativo, técnico, social y medioambiental que rigen dichas actividades, o que se realiza en zonas en las que esté prohibido su ejercicio. Sin perjuicio de lo anterior, toda actividad minera ejercida en zonas en las que esté prohibido el ejercicio de actividad minera, se considera ilegal.
- **Minería Informal:** actividad minera realizada en zonas no prohibidas por aquella persona, natural o jurídica, que se encuentre inscrita en el Registro Integral de Formalización Minera cumpliendo con las normas de carácter administrativo y además, con las condiciones previstas en el artículo 91 del TULO de la Ley General de Minería (Decreto legislativo N° 1336).
- **Skysat:** Es el primer sistema comercial de observación de la Tierra de clase microsatélite que genera imágenes pancromáticas de resolución submétrica, además de imágenes panorámicas de 4 bandas con resolución submétrica SkySat (Murthy et al., 2014).

ANEXO II – Detalle de la infraestructura encontrada y su caracterización

A continuación, se detallan los tipos de infraestructuras asociadas a la actividad minera semimecanizada, así como su representación y visualización en imágenes satelitales de alta resolución, que se han encontrado al aplicar la metodología de fotointerpretación:

A. Semimecanizados de Succión

- *TRACA (Tipo I-T)*

Este método de succión se emplea en piedemonte y terrazas de llanura. Su empleo es por debajo del nivel freático, a través de lanza de metal (6” a 8”) que van perforando el suelo hasta llegar al material. Utilizan bombas de succión I3 para extraer el material que luego pasa a una tolva ubicada en tierra, dispuesto de una zaranda y una canaleta provista de una alfombra en la que se deposita la arenilla aurífera (MINAM, 2011).

Figura 8: Ejemplo de infraestructura Tipo I-T (traca)

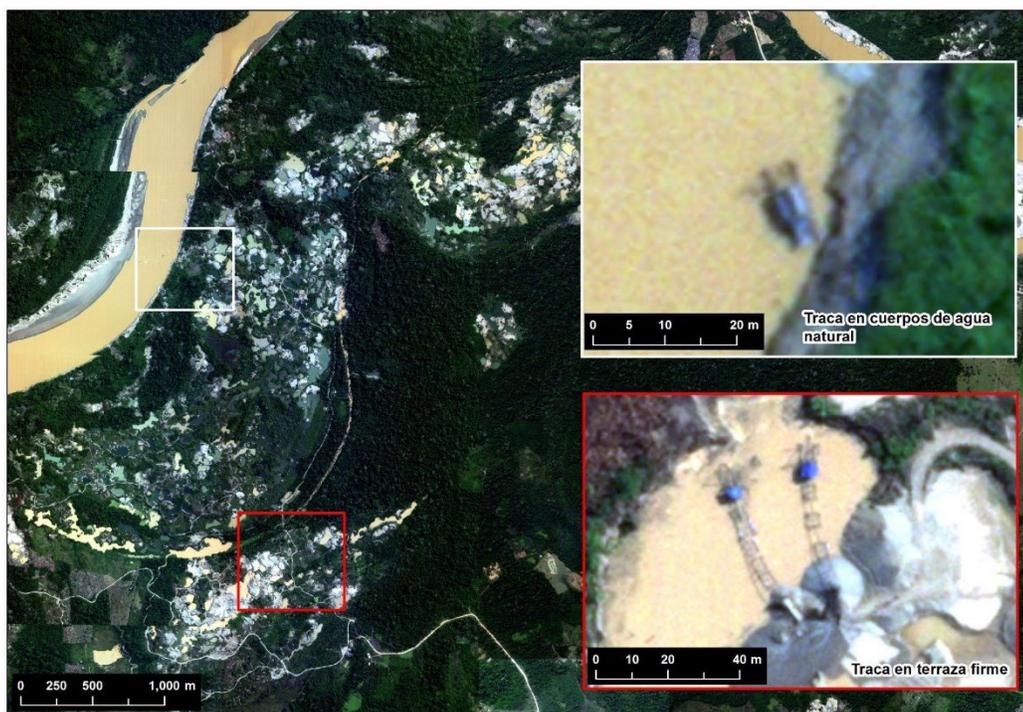


Fuente: Equipo a cargo del Estudio

A nivel de imágenes satelitales Skysat (Planet), este tipo de infraestructuras son encontradas principalmente en tierra firme y en cuerpos de agua naturales. La siguiente imagen muestra las infraestructuras de Tipo I-T (Traca) identificadas en el área de estudio:

¹³ Según el especialista en minería Jefferson Ballón, las bombas de succión son accionadas por un motor estacionario de 180, 220 o 250 HP para ser impulsada hacia el sistema de transporte de la grava aurífera, la misma que puede ser realizada con tubos de PVC de 6”, 8” y 10” de diámetro dependiendo de la potencia del motor utilizado.

Figura 9: Visualización de infraestructuras Tipo I-T (traca)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia.

- **BALSA TRACA (Tipo 2-B)¹⁴**

Es una unidad móvil que puede succionar material directamente del lecho del río, de las playas inundables e incluso de los acantilados. La balsa comprende una plataforma de madera sobre dos canoas también de madera; y, en la parte superior, un techo provisto de una zaranda y canaleta para lavado del material aluvial. El material succionado sale a través del tubo de PVC colocado en una tolva instalada generalmente en la playa. El material grueso es depositado en la playa y el material fino, luego de discurrir a lo largo de la canaleta, se dirige nuevamente al cauce del río.

La traca es de madera, construida de forma artesanal y en muchos casos de manera temporal. (MINAM 2011).

¹⁴ Si bien no existen datos bibliográficos al respecto, se tuvo conocimiento por parte del especialista en minería Jefferson Ballón que la principal característica de este equipo es la inclusión de un sistema de poleas en el cual se acondiciona la lanza, la misma que es operada por el equipo denominado traca, término que brinda el nombre a este tipo de equipamiento (infraestructura).

Figura 10: Infraestructuras Tipo 2-B (balsa traca)



Fuente: Equipo a cargo del Estudio.

La imagen siguiente muestra cómo se identifican las infraestructuras de Tipo 2 - B (balsa traca) en el área de estudio, a través de la foto interpretación.

Figura 11: Visualización de infraestructuras Tipo 2 – B (balsa traca)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia.

- **BALSA GRINGO (Tipo 2-BG)**

Consiste en un dragado por succión y es utilizado en los cauces de los ríos (playas inundables). Es una unidad móvil que puede operar durante todo el año y puede succionar material directamente del lecho del río, de las playas inundables e incluso de los acantilados. La balsa comprende una plataforma de madera sobre dos canoas también de madera; y, en la parte superior, un techo provisto de una zaranda y canaleta para lavado del material aluvial, aunque en época de estiaje, generalmente, se arma una tolva en la playa de los ríos. En la plataforma se encuentra la bomba de succión (actualmente utilizan motores con mayor caballaje de hasta 180 HP), manguera de succión,

tubos de PVC, el combustible, otros accesorios y un lugar de descanso para los operarios. En el extremo de la manguera de succión hay una armazón de metal que facilita su anclaje, y junto al palo que permite orientar el punto de anclaje, se le conoce como "gringo".

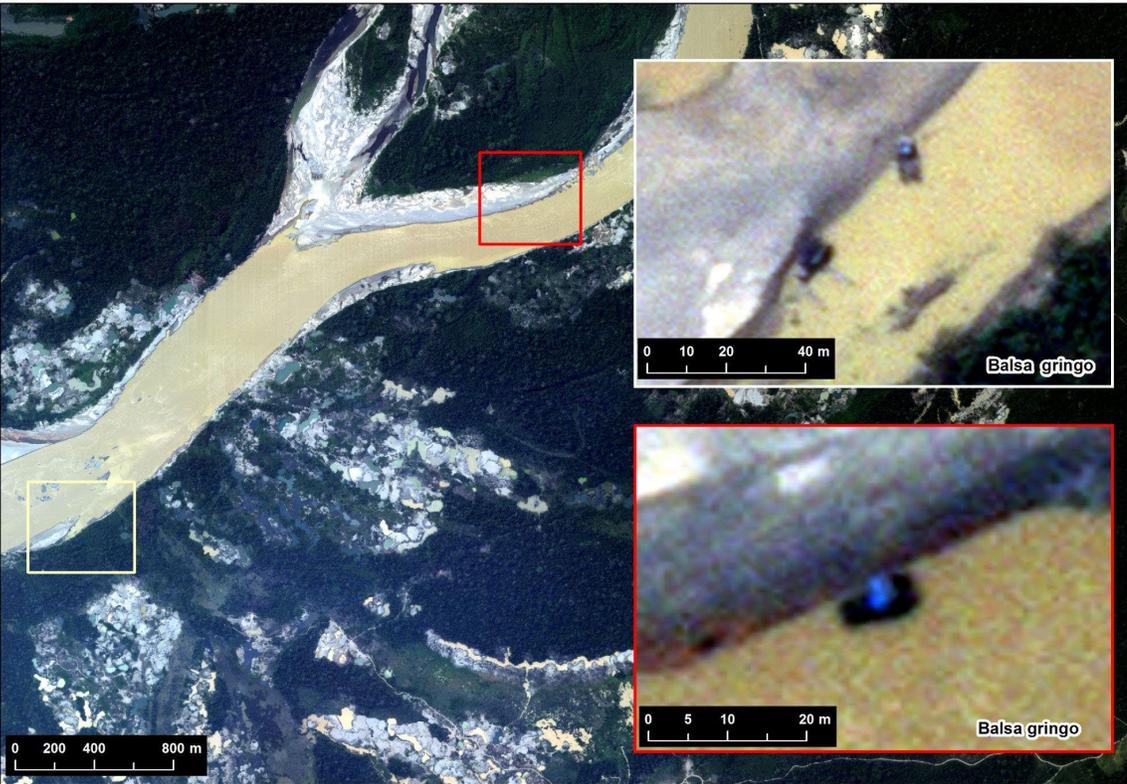
Figura 12: Infraestructuras Tipo 2 – BG (balsa gringo)



Fuente: Heck et al. (2014)

A nivel de imágenes satelitales de muy alta resolución (Skysat), este tipo de infraestructuras se ubican principalmente en los cuerpos de agua. La siguiente figura muestra cómo se reconocen las balsas gringo en las imágenes del área de estudio.

Figura 13: Infraestructuras Tipo 2 – BG (balsa gringo)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

- **CARANCHERA (Tipo 2-C)**

Se aplica en la llanura amazónica, sobre todo en los cauces de los ríos o playas. Consiste en la succión del material debajo del nivel freático, a través de mangueras (4" – 6") que son movidas de un punto a otro por un buzo. Se utilizan bombas, que, por lo general, son a diesel. El material succionado pasa a una tolva ubicada en tierra, dispuesto de una zaranda y una canaleta provista de una alfombra en la que se deposita la arenilla aurífera.

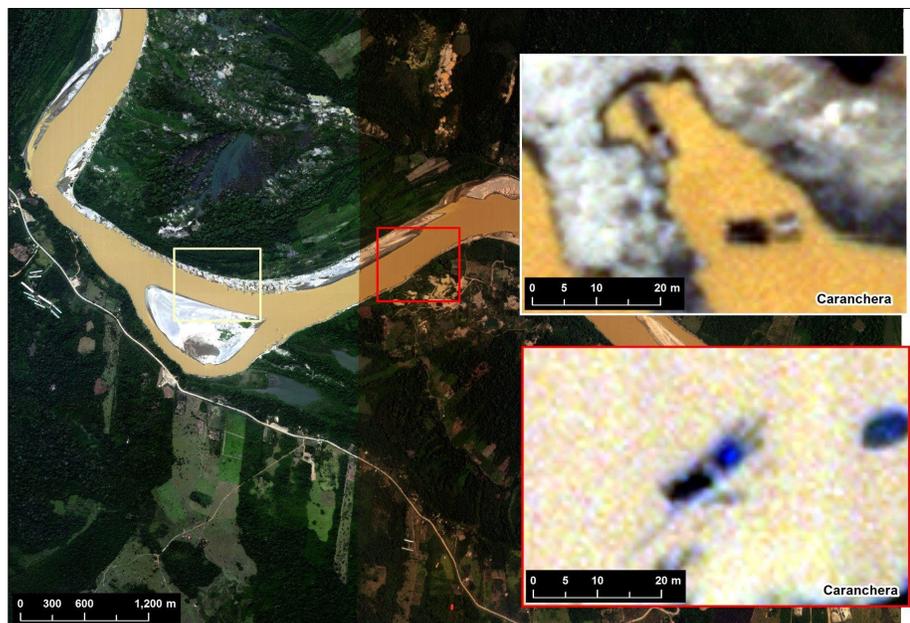
Figura 14: Infraestructuras Tipo 2 – C



Fuente: MINAM (2011)

Este tipo de infraestructura se ubican principalmente en los cuerpos de agua. La siguiente figura muestra cómo se visualizan en el área de estudio.

Figura 15: Infraestructuras Tipo 2 – C (caranchera)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

- **CHUPADERA (Tipo 2-CH)**

Este método de extracción se emplea en piedemonte y en terrazas de llanura. Se realiza en tierra firme, y, por ende, puede ser ejecutado durante todo el año. Para operar, necesariamente, tienen que desbrozar el área a trabajar y disponer de una fuente de agua cercana (río, quebrada, aguajal o laguna). Mediante una bomba fija (18 - 20 HP) ingresa una presión de agua al área de trabajo para formar un lodo. Otra bomba es instalada para bombear el lodo hacia la zaranda accionada por un motor estacionario de 90, 120, 180, 220 HP y tolva provista de una canaleta con alfombra donde se deposita la arenilla aurífera. La tolva se encuentra a una mayor altura que en los métodos anteriores, con la finalidad de acumular mayor cascajo en vista que este método es menos móvil que los anteriores.

Figura 16: Infraestructuras Tipo 2 – CH (chupadera)



Fuente: iglesiasyminería.org

Este tipo de infraestructura es muy poco utilizado debido a su alto costo de implementación y funcionamiento, por lo cual su identificación es muy escasa. La siguiente figura muestra la identificación de esta infraestructura en imágenes Skysat (Planet) sobre el área de estudio.

Figura 17: Infraestructuras Tipo 2 – CH (chupadera)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

B. Semimecanizados de Succión Tipo Draga

- *MINIDRAGA (Tipo 2-M)*

Este tipo de infraestructura hace referencia a las balsas traca de mayor capacidad de succión; es decir, aquellas implementadas con motores de 220 o 250 HP y tubos PVC de 8” o 10” de diámetro, conocidas comúnmente como Minidragas.

Estas infraestructuras se ubican predominantemente en el sector de San Juan y pueden ser identificados en el área de estudio de la forma ejemplificada en la figura siguiente:

Figura 18: Infraestructuras Tipo 2 – M (minidraga)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

C. Semimecanizados a Tajo Abierto

- *SHUTE BÁSICO Y SHUTE CÍOMPLETO (Tipo III)*¹⁵

Este método requiere una mayor inversión de capital, en comparación con los métodos anteriores, puesto que comprende la adquisición o alquiler de maquinaria pesada como cargador frontal y volquete, así como el pago a los operarios y otros gastos de operación. Se realiza durante todo el año en los lechos de ríos y quebradas, así como en la apertura y corte de riberas hacia el monte. Requiere, como en los demás métodos, de una fuente de aprovisionamiento de agua, pero de mayor volumen, hecho que limita su operación en algunas zonas sobre todo en época de estiaje.

¹⁵ En conversación con el especialista en minería Jefferson Ballón, detalla que esta infraestructura utiliza el método de banqueo descendente; para ello utiliza una excavadora la cual realiza el trabajo de descarga y carga de grava al volquete que es transportado hasta el shute el cual está provisto de una canaleta de madera cubierta de una alfombra en la que se deposita la arenilla aurífera.

Figura 19: Infraestructuras Tipo 3 (shute)



Fuente: MINAM (2011)

Este tipo de infraestructura hace referencia a las diversas maquinarias empleadas en el método de explotación mecanizado, como shute, cargador frontal, volquete, excavadoras, entre otras.

Las siguientes figuras muestran la identificación de este tipo de las infraestructuras en el área de estudio.

Figura 20: Infraestructura Tipo 3 (shute)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

Figura 21: Infraestructura Tipo 3 (shute)



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia.

- **CAMPAMENTOS**

Adicionalmente, se fotointerpretó otros tipos de infraestructura asociados y no asociados a la actividad minera. Estos no forman parte de la estimación indirecta de población minera¹⁶ y se realizó principalmente con el objetivo de evitar duplicidad durante el respectivo análisis. A continuación, se detallan este tipo de infraestructuras

I) Campamentos relacionados a la minería semimecanizada - CM

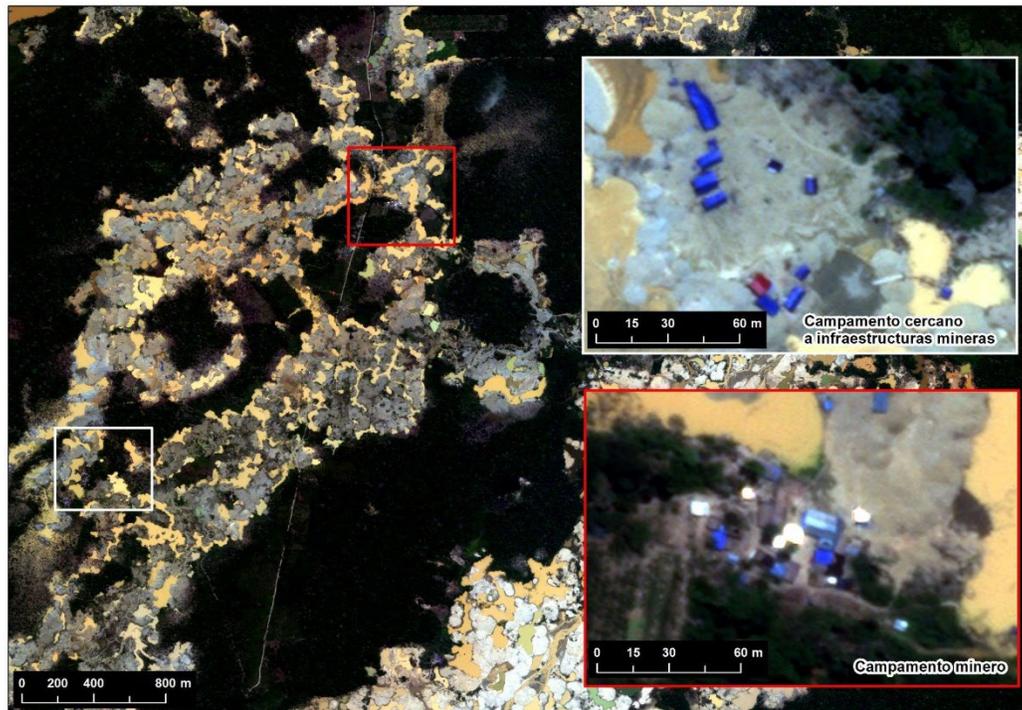
Campamentos mineros (CM) relacionados a la minería semimecanizada de succión. La construcción de estas infraestructuras son temporales y rústicas usando los árboles o ramas de las zonas. La figura 20 muestra los campamentos Tipo CM identificados en la zona de estudio.

¹⁶ Este tipo de infraestructuras no son empleadas para la estimación de la población, debido a que los factores de conversión se centran sobre el personal mínimo requerido para la puesta en operación únicamente de maquinarias semimecanizada.

2) Campamentos relacionados a la minería semimecanizada atajo abierto

Hace referencia, al igual que en la actividad minera semimecanizada, a los campamentos mineros relacionados a la minería mecanizada. La figura 21 muestra los campamentos identificados en la actividad minera mecanizada. Este tipo de infraestructuras tampoco son considerados en la estimación de la población por factores de conversión.

Figura 22: Campamentos mineros de la actividad semimecanizada



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

Figura 23: Campamentos mineros de la actividad semimecanizada

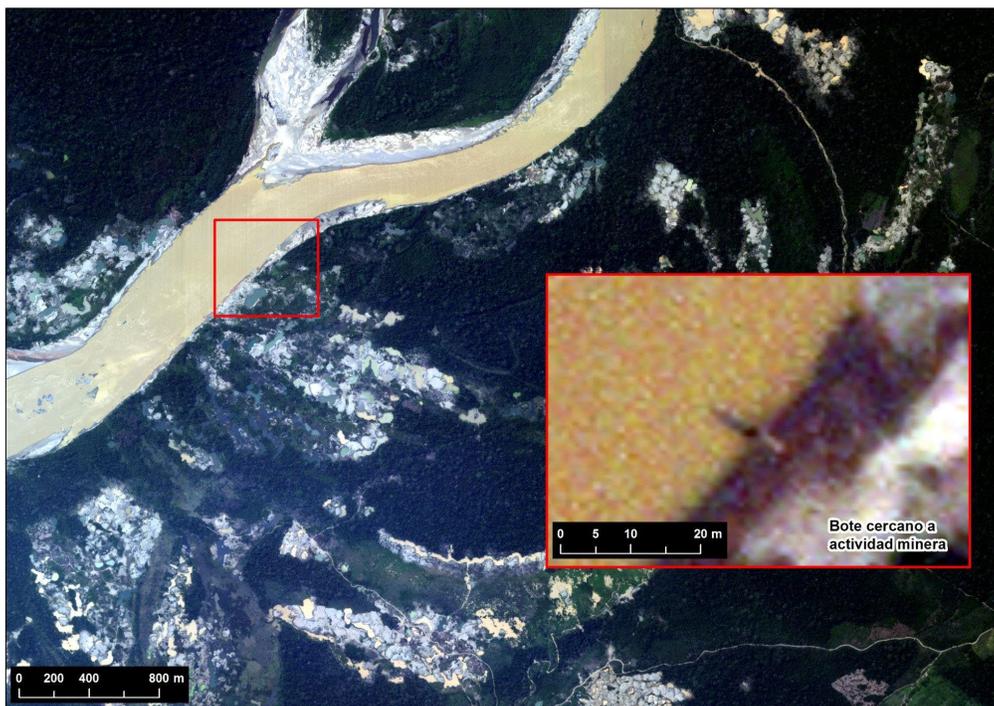


Fuente: Skysat(Planet), Elaboración propia

3) Otros tipos de infraestructuras relacionadas a Actividad Minera

En la actividad minera semimecanizada, se han hallado infraestructuras difíciles de identificar o que no son maquinarias directamente asociadas a la minería, como: botes, antenas, etc. las cuáles serán nombradas como “Otros”. La siguiente figura muestra otras infraestructuras identificadas en la actividad minera semimecanizada.

Figura 24: Infraestructura identificada como Otros de la actividad semimecanizada



Fuente: Skysat(Planet), Elaboración propia

4) Otras Infraestructuras

Hace referencia a las infraestructuras como viviendas, campamento agrícola, centros poblados aislados del área de influencia de la minería identificados por el INEI, los cuales no guardan una relación directa con dicha actividad y en consecuencia, tampoco son consideradas para la estimación de población a partir de factores de conversión.

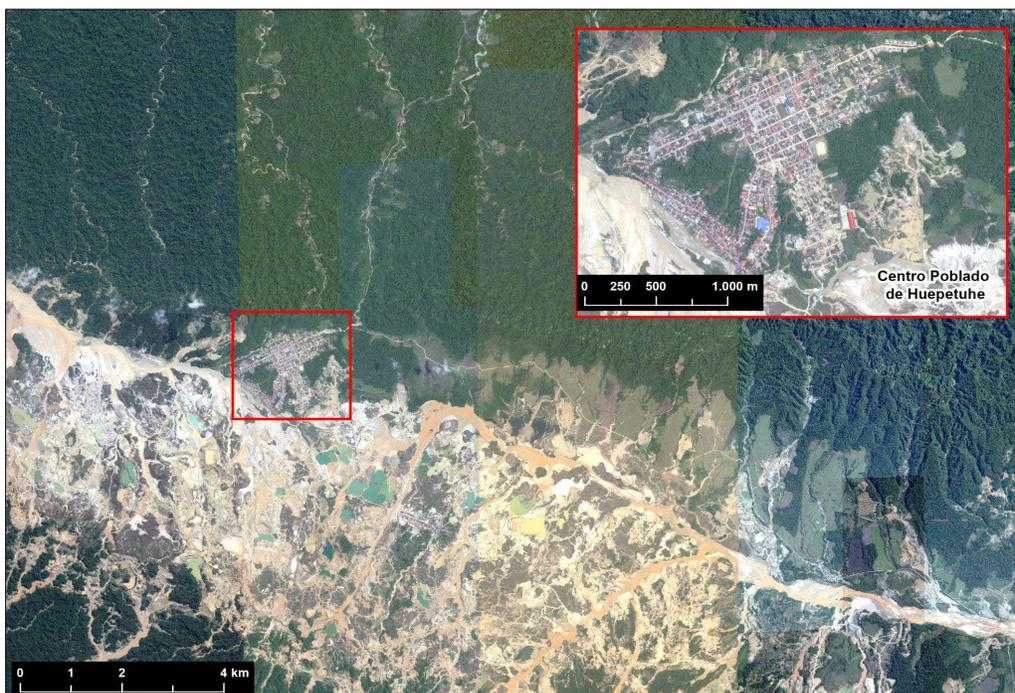
- **Campamento agrícola:** Hace referencia a campamentos identificados fuera de la actividad minera en zonas donde se desarrolla la actividad agrícola.
- **Otros (no relacionado a actividad minera):** Hacen referencia a los centros poblados identificados según la base catastral del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI y de la Infraestructuras de Datos Espaciales – IDE de Madre de Dios, maquinarias, botes u otras infraestructuras sin relación directa a la minería.

Figura 25: Infraestructura identificada como Otras Infraestructu



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

Figura 26: Centros poblados identificados en el área de estudio



Fuente: Skysat (Planet), Elaboración propia

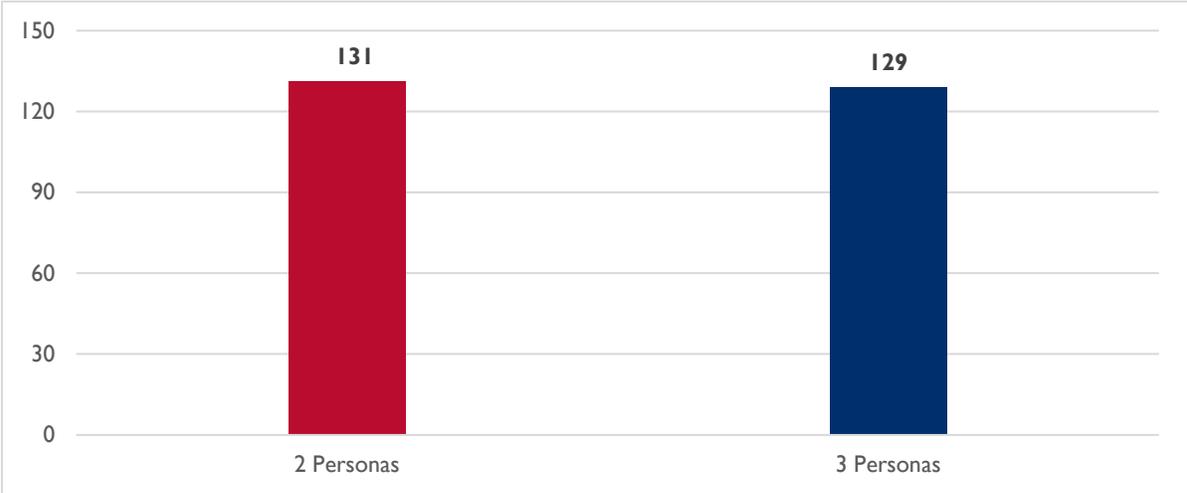
ANEXO III – Procesamiento de información obtenida de las encuestas aplicadas a mineros y expertos

Como ha sido señalado, en el marco del presente estudio se realizaron un total de 260 encuestas a mineros y expertos en la materia; las mismas que indagaron sobre el personal necesario para la realización de las actividades mineras y sobre los tipos de extracción que se realizan en el departamento de Madre de Dios.

- *FACTOR DE CONVERSIÓN PARA CARANCHERA*

De las 260 entrevistas indicaron que por el tipo de actividad minera (ilegal), el número personas es reducido, se obtuvo como resultado que el personal requerido para la realización de las actividades mineras con el equipo denominado Caranchera es de 2 – 3 personas; del análisis de las entrevistas 131 personas indicaron que el personal requerido es de 2 personas, actividades desarrolladas en un turno por día. Sin embargo, es de considerar al personal de cocina, que en este caso es una mujer.

Figura 27: Entrevistas respecto al tipo de extracción Caranchera

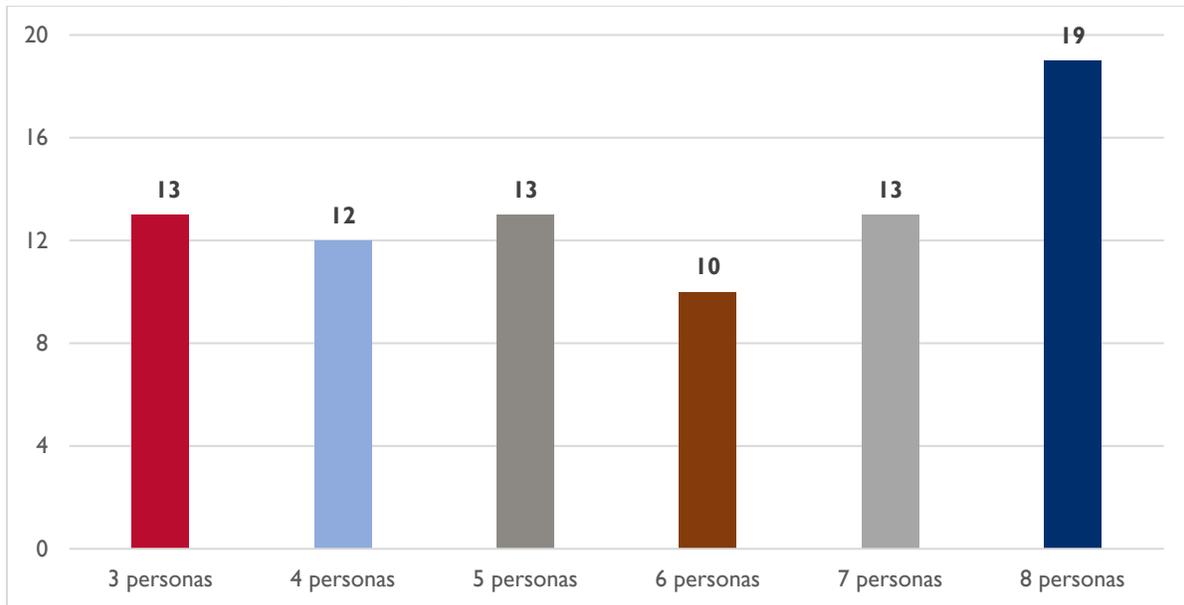


Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

- *FACTOR DE CONVERSIÓN PARA TRACA*

Se tiene que 80 de las personas entrevistadas realizan extracción minera mediante el equipo denominado Traca, las entrevistas dieron como resultado que el rango de personal es de 3 a 8 personas por Traca; del análisis se tiene que el promedio de personal requerido es de 7 personas por Traca y dos turnos por día.

Figura 28: Entrevistas respecto al tipo de extracción Traca

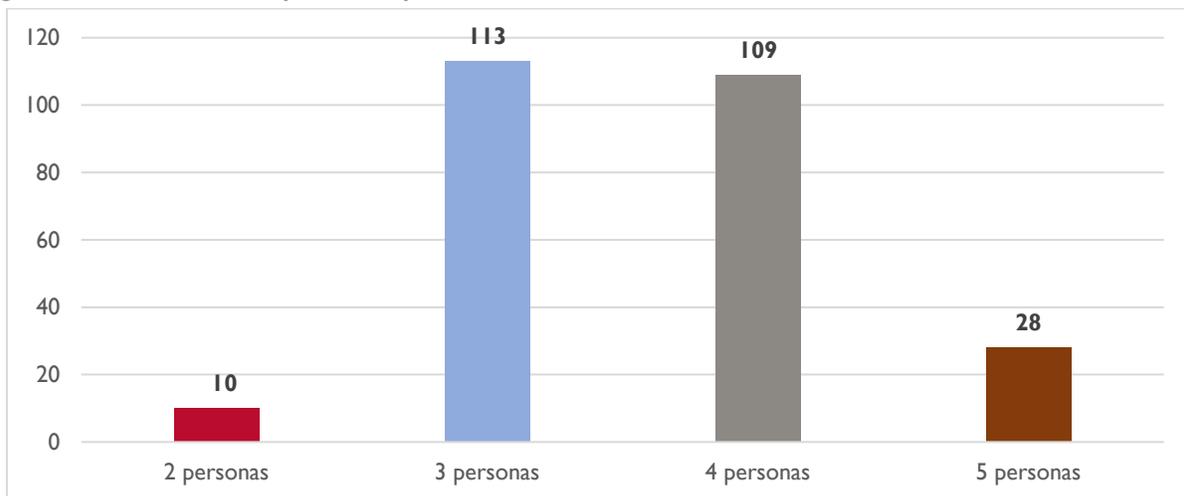


Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA BALSA TRACA**

Por ser un equipo utilizado en ríos (zona prohibida para la realización de actividad minera), el número de personas es reducido, se obtuvo como resultado que el personal requerido para la realización de las actividades mineras con el equipo denominado Balsa Traca es de 3 – 4 personas; del análisis se obtiene que el número de personal es de 4, actividades desarrolladas en dos turnos por día. Sin embargo, es de considerar al personal de cocina, que en este caso es una mujer.

Figura 29: Entrevistas respecto al tipo de extracción Balsa Traca

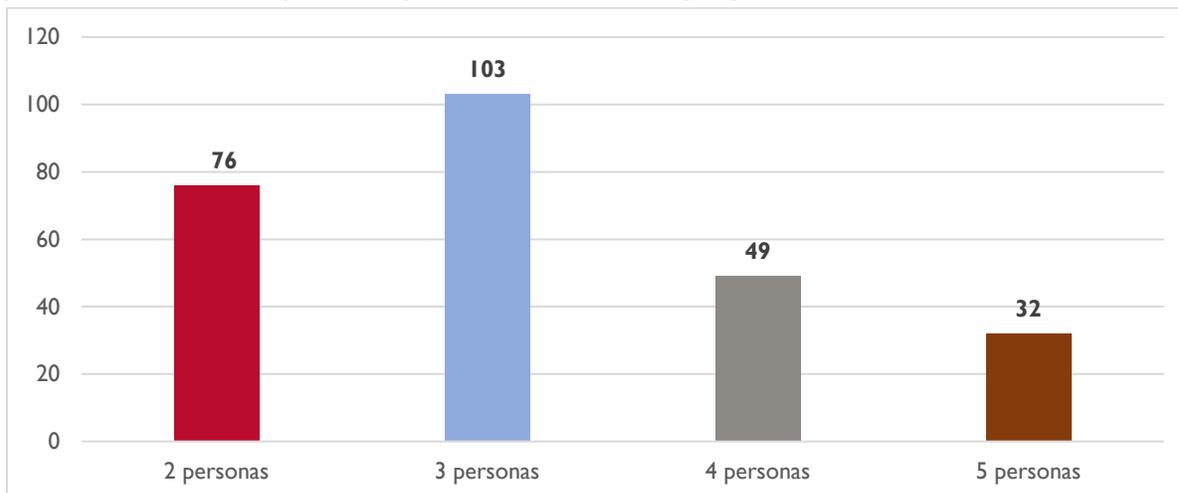


Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA BALSA GRINGO**

Por ser un equipo utilizado en ríos (zona prohibida para la realización de actividad minera), el número de personas es reducido, se obtuvo como resultado que el personal requerido para la realización de las actividades mineras con el equipo denominado Balsa gringo es de 2 – 5 personas; el promedio obtenido señala que el personal requerido es de 3, actividades desarrolladas en un turno por día. Sin embargo, es de considerar al personal de cocina, que en este caso es una mujer.

Figura 30: Entrevistas respecto al tipo de extracción Balsa gringo

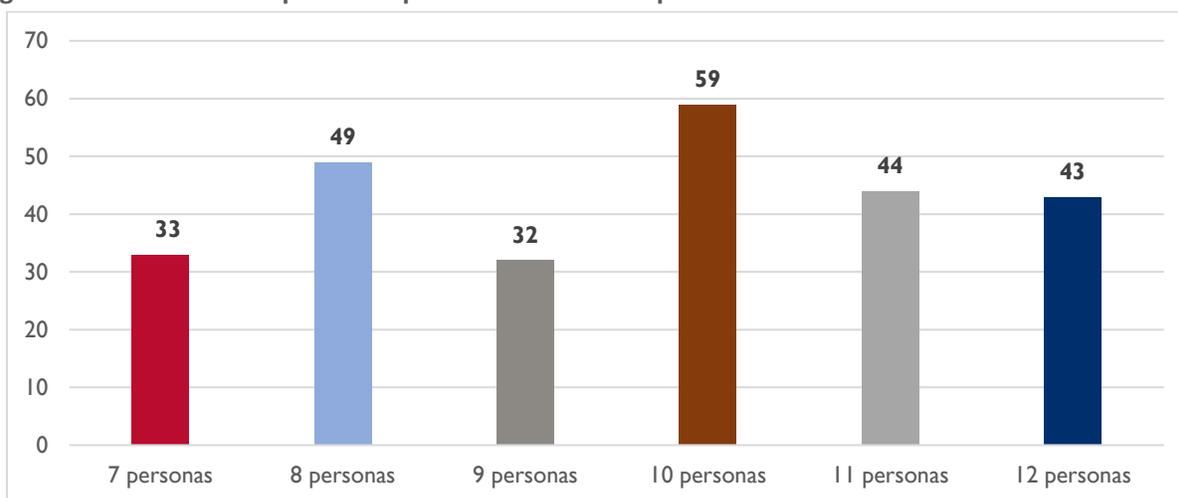


Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA CHUPADERA**

Este tipo de extracción se realiza en tierra firme, las características del tipo de extracción hacen necesario un mayor número de personal, se obtuvo como resultado que el personal requerido para la realización de las actividades mineras con el equipo denominado Chupadera es de 7 – 12 personas; del análisis se obtiene que el número de personal requerido es de 10, actividades desarrolladas generalmente en un turno por día, por cuestiones de seguridad. En este tipo de extracción si se considera a la cocinera como parte del proceso productivo.

Figura 31: Entrevistas respecto al tipo de extracción Chupadera



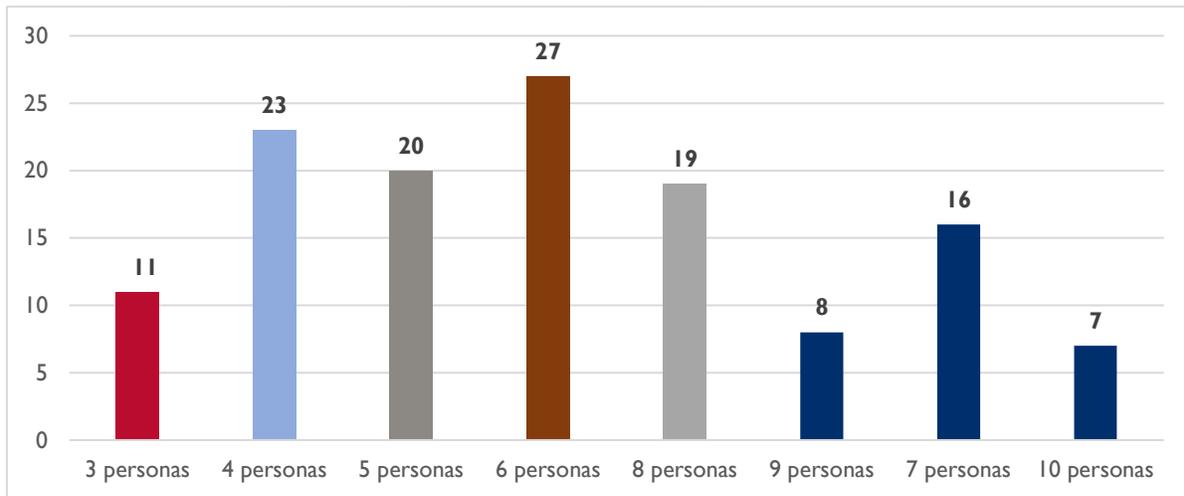
Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA MINIDRAGA**

El tipo de extracción que hace uso del equipo denominado Minidraga es una nueva modalidad de operación, considerándose que las dragas de mayor capacidad fueron declarada ilegales, por lo cual, únicamente 131 del total de entrevistados, refirieron estar familiarizados con dicha actividad.

Por ser un equipo utilizado en ríos (zona prohibida para la realización de actividad minera), el número personas empleadas en dicha actividad es reducido. El personal requerido para la realización de las actividades mineras con este tipo de equipos es de 3 – 10 personas, siendo el promedio de 6 personas. Las actividades son desarrolladas en dos turnos por día. Sin embargo, se tiene que considerar también a un personal de cocina, usualmente una trabajadora, así como al titular del equipo.

Figura 32: Entrevistas respecto al tipo de extracción Minidraga



Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

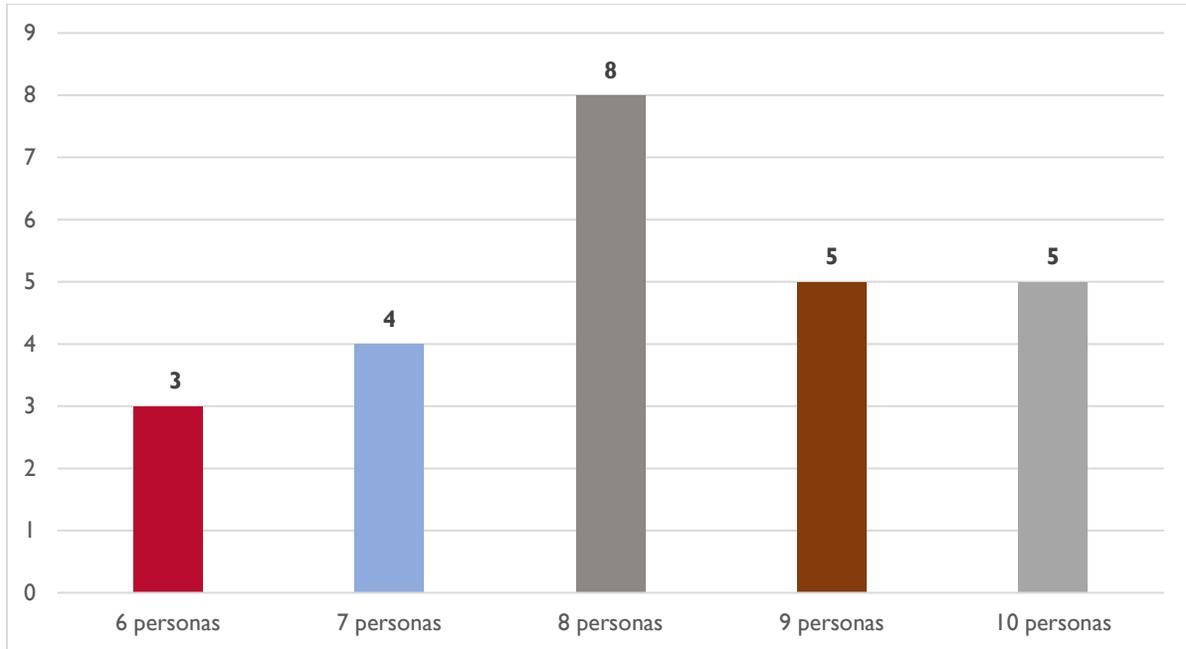
- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA CHUTE – MÓDULO BÁSICO**

Las entrevistas en línea que se realizaron se vieron limitadas por problemas de conectividad, sin embargo, se denota que las actividades desarrolladas con el módulo de chute básico, se desarrolla principalmente en los sectores de Jayave, Sarayacu y Ponal.

De las 260 personas entrevistadas 25 indicaron realizar actividades mineras sin el uso de volquetes para el transporte de la grava aurífera.

Los datos muestran que el personal requerido para la realización de dicha actividad es de 8, asimismo, señalaron en su mayoría que realizan dos turnos por día, para la determinación del factor de conversión se considera un personal en la cocina y mecánico.

Figura 33: Entrevistas respecto al tipo de extracción Modulo Básico - Chute



Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta

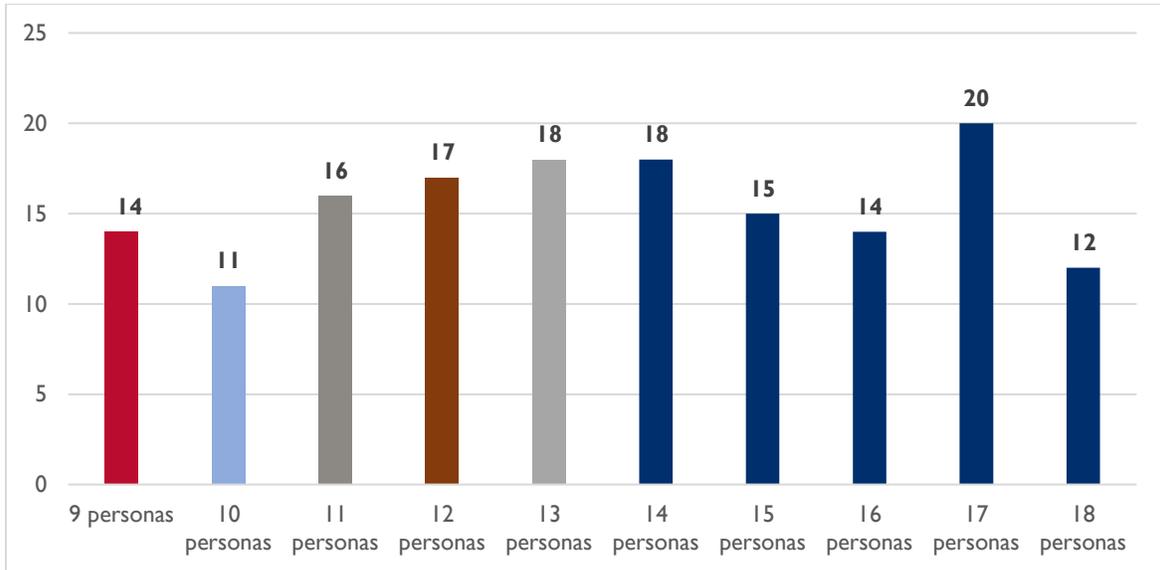
- **FACTOR DE CONVERSIÓN PARA CHUTE – MODULO COMPLETO**

Los datos muestran que las operaciones con un módulo completo para el caso del chute son de mayor número de personas involucradas en su operación, las misma que se desarrolla principalmente en los sectores de Kimiri, Puquiri, Caychihue, Nueva, Huepetuhe, Tocabe, Primavera, Delta 1, Delta 2.

De las 260 personas entrevistadas 155 indicaron realizar actividades mineras con chute, maquinaria pesada (2 excavadoras, 2 cargadores frontales y 3 volquetes)

Los datos muestran que el personal requerido para la realización de dicha actividad es de 14 personas por chute, para la determinación del factor de conversión se un mecánico; asimismo, señalaron en su mayoría que realizan dos turnos por día.

Figura 34: Entrevistas respecto al tipo de extracción Módulo Completo - Chute



Fuente: Elaboración propia, datos de encuesta



El **Proyecto Prevenir de USAID** trabaja con el Gobierno del Perú, la sociedad civil y el sector privado para la prevención y combate de los delitos ambientales en la Amazonía Peruana. Aplica un enfoque integral y multisectorial con miras a fortalecer el sistema de justicia, aprovechar la ciencia y tecnología, monitorear y proteger la flora y fauna silvestre, analizar los costos y propuestas de incentivos económicos, incluir salvaguardas ambientales y sociales en el proceso de formalización de la minería artesanal y de pequeña escala, fortalecer la protección de los defensores ambientales, así como implementar campañas de información y sensibilización para la ciudadanía.

www.preveniramazonia.pe