



Diagnóstico para la reducción de
impactos por la minería aurífera en los
corredores de conservación
Cóndor – Kutukú – Palanda, Noroeste
de Pichincha y Cotacachi – Awá

Ecuador

Noviembre 2020

Con el apoyo de:

CRITICAL ECOSYSTEM
PARTNERSHIP FUND

CRÉDITOS

Título: Diagnóstico para la reducción de impactos por la minería aurífera en los corredores de conservación Cóndor – Kutukú - Palanda, Noroeste de Pichincha y Cotacachi – Awá. Ecuador.

Este documento ha sido elaborado en el marco del Proyecto: “Construyendo una Estrategia Regional para incorporar salvaguardas ambientales y sociales en operaciones mineras en el Hotspot Andes Tropicales”, ejecutado por la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible – FCDS, la Sociedad Zoológica de Frankfurt Programa Perú – FZS y Wildlife Conservation Society – WCS de Bolivia y Ecuador, con el apoyo financiero del Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos - CEPF.

El Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos es una iniciativa conjunta de la Agencia Francesa de Desarrollo, Conservación Internacional, la Unión Europea, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el Gobierno de Japón y el Banco Mundial. La meta fundamental es asegurar que la sociedad civil se dedique a conservar la diversidad biológica.

Primera edición: Noviembre 2020

EDITOR

Wildlife Conservation Society - Programa Ecuador

EQUIPO TÉCNICO WCS

Sebastián Valdivieso

Director de Programa

Diana Paredes

Coordinadora de Ecología de Paisaje

Francis Ordóñez

Especialista SIG

Mayra Romero

Especialista en comunicación

FOTOGRAFÍA

Edison Araguillín/WCS

Diagramación

Fernando Huanaco Ramos/INK print

Cita sugerida: WCS, FZS & FCDS, 2020. Diagnóstico para la reducción de impactos por la minería aurífera en los corredores de conservación Cóndor – Kutukú - Palanda, Noroeste de Pichincha y Cotacachi – Awá. Ecuador. Quito, Ecuador. 40 p.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	6
3. ÁREA DE ESTUDIO	7
4. METODOLOGÍA	7
5. RESULTADOS	7
5.1. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA RELACIONADA A LA BIODIVERSIDAD	7
5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PRESENCIA DE LA ACTIVIDAD MINERA EN CADA UNA DE LAS VARIABLES ANTES DESCRITAS	8
5.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE LA BIODIVERSIDAD	9
5.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN RELACIONADA A LOS ACTORES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
6. DISCUSIÓN	11
7. CASOS DE ESTUDIO	12
7.1. CASO DE ESTUDIO 1: INTAG	12
7.2. CASO DE ESTUDIO 2: SURORIENTE DEL ECUADOR	12
7.3. CASO DE ESTUDIO 3: AMENAZAS POR ACTIVIDADES HUMANAS E IMPACTOS DE LA MINERÍA POR CUENCAS HÍDRICAS	13
8. BIBLIOGRAFÍA	14
9. ANEXOS	19
RESUMEN ANÁLISIS TERRITORIAL	19
FIGURAS Y TABLAS	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, división político – administrativa	21
Figura 2. Importancia biológica donde 1 es de menor importancia y 5 de mayor importancia, incluyendo la presencia de la actividad minera.	21
Figura 3. Áreas protegidas dentro del área de estudio, incluyendo la actividad minera.	22
Figura 4. Área de estudio incluyendo la actividad minera.	22
Figura 5. Tipos de minería con los diferentes materiales extraídos según las distintas solicitudes de derechos.	23
Figura 6. Riqueza de especies dentro del área de estudio incluyendo la actividad minera.	23
Figura 7. Territorios indígenas dentro del área de estudio incluyendo la actividad minera.	24
Figura 8. Actividades mineras y cuerpos de agua dentro del área de estudio.	24
Figura 9. Deforestación en el período 2016 – 2018 dentro del área de estudio.	25
Figura 10. Stock de carbono dentro del área de estudio.	25
Figura 11. Ejemplo con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la deforestación por la apertura de vías, considerando que el 90% de la deforestación se produce a menos de 10km de una vía degradando el bosque nativo.	26
Figura 12. Ubicación de los casos de estudio 1) Intag y 2) Suroriente del Ecuador.	26
Figura 13. Metodología utilizada para determinar las amenazas por actividades humanas en los casos de estudio dentro del área de estudio.	27
Figura 14. Amenazas por actividades humanas dentro del área de estudio, casos de estudio norte y sur, el color rojo representa una mayor amenaza y el verde menor amenaza.	28
Figura 15. Impactos de la minería por microcuencas Bló, casos de estudio al norte y sur, donde el color más oscuro indica mayor impacto y el más claro menor impacto.	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estratificación de la minería en Ecuador (Cisneros 2014)	29
Tabla 2.	VARIABLES que describen la biodiversidad	30
Tabla 3.	Número de especies amenazadas dentro del área de estudio con sus categorías.	31
Tabla 4.	Ecosistemas menos abundantes dentro del área de estudio.	32
Tabla 5.	Empresas mineras con mayor área concesionada.	33
Tabla 6.	Áreas afectadas por las concesiones mineras en las diferentes capas de interés.	34
Tabla 7.	Ejemplos de los impactos de la minería, dentro del área de estudio y casos específicos.	35
Tabla 8.	Impactos directos e indirectos de la actividad minera (Environmental Law Alliance Worldwide 2010, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico 2013, 2014, Ministerio de Minería del Ecuador et al. 2016)	37
Tabla 9.	Ejemplo con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la deforestación por la apertura de vías, considerando que el 90% de la deforestación se produce a menos de 10km de una vía degradando el bosque nativo.	38
Tabla 10.	Actores dentro del área de estudio	39

1. INTRODUCCIÓN

Hasta los años 1990 y 2000 la minería artesanal y la pequeña minería fueron protagonistas en el Ecuador. En el año 2014 el 78% de la producción metálica de oro provenía de actividades mineras pequeñas y el 22% de minería artesanal (Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016). Se calcula que 1500 personas se dedican a lavar grava en busca de oro en las orillas de los ríos de la región amazónica (Sandoval, 2001).

Existe una diferencia entre los datos sobre la exportación y producción de oro, las exportaciones superan a la producción, lo que implica una ilegalidad e informalidad en la producción de este mineral (Banco Central del Ecuador, 2017). La minería ilegal aumentó entre los años 2000 y 2006 por el incremento en el precio internacional de este metal. La Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), busca mecanismos para alcanzar un registro completo de todo el oro que produce y exporta el país. El catastro minero proporciona diferentes derechos de explotación de acuerdo al tipo de solicitud y régimen para extraer los diferentes materiales. La minería artesanal puede extraer menos de 10tn al día y menos de 120m³, mientras que la pequeña minería puede extraer hasta 300 ton al día y 1500m³, en la Tabla 1 se observa las diferencias entre los distintos regímenes de minería.

A partir del año 2000 el gobierno ecuatoriano apuesta por la mega minería y desde el 2016 abre el catastro minero para ser concesionando a empresas extranjeras. Se desarrollan cinco proyectos estratégicos de los cuales tres están dentro del área de estudio (Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016):

- San Carlos Panantza, ubicado en la provincia de Morona Santiago, con leyes de cobre de 0.62%
- Mirador: localizado en Tundayme, El Pangui, en la provincia de Zamora Chinchipe, con leyes de 0.61% de Cobre, 0.19 g/t de Oro y 1.5 g/t de Plata.
- Fruta del Norte: localizado en el sector Los Encuentros, Yantzaza, en la provincia de Zamora Chinchipe, con 10.9 M de onzas de Oro.

Todas las concesiones mineras, durante todas las etapas, deben cumplir con las leyes prescritas para el proceso minero e informar a las autoridades competentes, gobiernos autónomos descentralizados y comunidades, acerca de los posibles impactos de la actividad minera (Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016). Esto también se ve reflejado dentro de la Ley de Minería y en el objetivo estratégico 2 de la política pública minera, que promueve la buena relación entre el ambiente y los actores mineros dentro de las áreas de influencia, previniendo, controlando y mitigando la contaminación ambiental en todas las fases de la actividad.

Los impactos más comunes en la explotación minera incluyen la destrucción del paisaje, degradación y fragmentación del hábitat, entorno visual afectado, desviación de los cursos de agua, difícil acceso a fuentes de agua, disminución del caudal ecológico, cambio de uso del suelo, generación de ruido, polvo, apertura de vías, tránsito de camiones y maquinaria pesada, erosión, sedimentación, hundimientos de tierra, movimientos en masa y vibración por explosiones (Vargas Ríos, 2011; Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016; Banco Central del Ecuador, 2017; Gómez et al., 2017).

2. OBJETIVOS

Sistematizar y consolidar información secundaria para el diagnóstico (mapeo de actores, literatura existente, datos e información territorial disponible) que evalúa la presencia de actividad minera aurífera y sus impactos dentro de los corredores y áreas claves de biodiversidad en el Ecuador.

Analizar mediante sistemas de información geográfica la presencia e impactos de la actividad minera dentro de los corredores y áreas claves de biodiversidad en el Ecuador.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio incluye los corredores de conservación prioritarios definidos por Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF), estos son: Corredor Cotacachi – Awá, Corredor del Noroeste de Pichincha al norte del país y el Corredor Cóndor – Kutukú – Palanda al sur del país, además incluye las áreas claves de biodiversidad prioritaria (KBAs) como la Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, Intág – Tosán, Maquipucuna – Río Guayllabamba, Territorio Awá y sus alrededores, al norte del país y el Bosque protector Alto Nangaritza al sur. El área de estudio representa el 11% del Ecuador, distribuida en 11 provincias, 51 cantones y 173 parroquias. Contiene aproximadamente 1224 poblados y 64 ciudades, Figura 1. Dentro del área de estudio hay 37 ecosistemas de los cuales 6 ecosistemas tienen más del 80% de su extensión total dentro del área de estudio, esto quiere decir que el área afectada por la minería puede modificar por completo estos ecosistemas.

En cuanto a los depósitos de oro primario, estos se encuentran principalmente en la cordillera Real, Nambija, Guaysimi, Chinapintza, Campanilla, Cambana, Sultana del Cóndor, El Pangui, Piuntza, Pachicutza, Congüime, Las Dantas, San Luis. La mayoría de estos depósitos se encuentran dentro del área de estudio. Al mismo tiempo tenemos 228 ríos con mineralización aurífera, ubicados en la Amazonía ecuatoriana y al norte de Esmeraldas (Barragán et al., 1991). La minería ilegal está relacionada con el lavado de grava en ríos o terrazas aluviales que contienen oro y plata en diferentes proporciones. Desde la época de la colonia, la zona norte de Esmeraldas y la zona de Nambija han sido zonas de extracción ilegal de oro.

4. METODOLOGÍA

1. Recopilamos información cartográfica relacionada a las variables que describen la biodiversidad de distintas fuentes, Tabla 2. Representamos la importancia biológica y ecosistémica, el nivel de protección, los servicios ecosistémicos y la abundancia relativa de los ecosistemas dentro del área de estudio. Los ecosistemas únicos que se ven amenazados difícilmente se podrán compensar.
2. Analizamos cuantitativamente la presencia de la actividad minera en cada una de las variables antes descritas. Seleccionamos del catastro minero las concesiones que están en zonas con mayor presencia de especies vulnerables, zonas con mayor protección y zonas con mayor agregación de servicios ecosistémicos.
3. Realizamos un análisis descriptivo de los impactos directos e indirectos de la actividad minera sobre la biodiversidad.
4. Recopilamos información relacionada a los actores dentro del área de estudio.

5. RESULTADOS

5.1. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA RELACIONADA A LA BIODIVERSIDAD.

Dentro del área de estudio existen más de 1100 especies, entre mamíferos, anfibios, aves y reptiles (IUCN, 2001; BirdLife International and Handbook of the Birds of the World, 2018; Brito et al., 2019; Freile and Poveda, 2019; Ron et al., 2019; Torres-Carvajal et al., 2019), de las cuales 28 especies están en peligro crítico (CR) y 62 especies en peligro (EN) (IUCN 2012), Tabla 3. La mayoría de especies amenazadas se encuentra en el centro de los corredores Cotacachi – Awá y Noroeste de Pichincha. La mayor riqueza de especies se concentra en el Corredor del Noroeste de Pichincha y al Norte del Corredor Cóndor – Kutukú – Palanda. En general obtuvimos que las zonas con mayor importancia biológica están localizadas en la Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, en las estribaciones occidentales de los volcanes Pichincha y Atacazo, en la parroquia de Mindo, al norte del corredor Cóndor – Kutukú – Palanda y al norte del Bosque Protector Alto Nangaritza, Figura 2.

Debido a la alta biodiversidad en estas zonas existen diferentes áreas protegidas con distintos niveles de gestión. Las áreas y bosques protectores cubren el 58% (16 588 km²) del área de estudio, conteniendo el 13% (6434 km²) de las áreas del sistema nacional de áreas protegidas* (considerando las áreas protegidas a nivel continental). Dentro del área de estudio se asientan cuatro nacionalidades indígenas (Kichwas, Awa, Chachi y Shuar) y ocupan el 32% (8997 km²) del territorio. En general la parte occidental de la Reserva Ecológica

Cotacachi – Cayapas, la zona sur del territorio Awá y algunos parches en la zona norte del corredor Cóndor – Kutukú – Palanda tienen un mejor estado de protección, Figura 3.

Dentro de los tres corredores que forman el área de estudio, 2320 km² (8%) son dedicados para actividades agropecuarias mientras que 27 905 km² tienen cobertura natural. También existen grandes humedales ocupando 1328 km² (5%), 357 fuentes de agua y una red extensa de ríos y lagunas. Los ríos con presencia de mineral aurífero son: Santiago, Cachabí, Tululbí, Palabí, Bogotá, San Juan, Güimbi, Cayapas, Mayasquer, Nambija, Zamora, Nangaritza, Mayo, Sangola, Canchis, Vergel, Cuyes, Topo, Cristal, Pastaza, Bermejo, Santa Rosa, San Miguel, Cofanes, Apuya, Salado, Due, Negro (Coronel, 1986; Barragán et al., 1991; Sandoval, 2001). En general toda el área de estudio tiene alta agregación de servicios ecosistémicos, con la excepción de la zona occidental del Corredor Noroeste de Pichincha. El 19% (9231 km²) de los ecosistemas menos abundantes de todo el Ecuador están dentro del área de estudio, principalmente en el corredor Cóndor – Kutukú – Palanda, Tabla 4.

5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PRESENCIA DE LA ACTIVIDAD MINERA EN CADA UNA DE LAS VARIABLES ANTES DESCRITAS

El 9% del territorio ecuatoriano está concesionado para actividades mineras (23 343 km²), de estas el 44% (10 234 km²) están dentro del área de estudio, Figura 4. Existen 810 concesiones mineras metálicas, abarcando la mayor extensión del territorio, 10 114 km². El 67% de las concesiones están conferidas para la gran minería, para su explotación se otorgaron 171 derechos, adjudicados a 24 empresas, dos proyectos están en fase de explotación y se ubican al sur del área de estudio, Figura 5, (Agencia de Regulación y Control Minero, 2019).

Dentro del área de estudio se realizan 735 actividades mineras, de las cuales 45 son ilegales y 422 están fuera de una concesión minera, Figura 4. En promedio, existen 0.03 actividades mineras por km² dentro del área de estudio. Por otra parte, encontramos que 16 empresas tienen el 84% del área concesionada con un total de 224 concesiones. Sobresaliendo las empresas Ecuasolidus S.A (2127 km²), Exploraciones mineras Andinas Ecuador EMSAEC S.A (924 km²) y Empresa Nacional Minera ENMI EP (661 km²) con mayores áreas concesionadas, Tabla 5, (Agencia de Regulación y Control Minero, 2019).

Obtuvimos que 252 concesiones mineras están en lugares con alta riqueza de especies, Figura 6, 226 concesiones mineras en lugares con alto número de especies endémicas y 196 concesiones mineras en lugares con alto número de especies amenazadas. El 65% de las concesiones mineras están en zonas de alta importancia biológica, sumando un total de 3167 km².

Igualmente, localizamos que el 48% de las actividades mineras ilegales y 3768 km² de minería legal se realizan dentro de áreas protegidas (Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Programa Socio Bosque, Bosques Protectores) incrementando el impacto sobre la biodiversidad, Figura 3. Asimismo, encontramos que la nacionalidad Shuar tiene mayor territorio adjudicado (3050 km²) seguida por la nacionalidad Awá con 589 km², Figura 7.

Los humedales Ramsar Amaluza (Jimbura) y el sistema Lacustre Yacuri están dentro de concesiones mineras. Encontramos 9 actividades mineras ilegales cercanas a fuentes de agua (ríos, lagunas, humedales y pozos) Figura 8, y los ríos con presencia de minería ilegal son: Palabí, San Juan, Mira, Tululbí, Bogotá, Cachabí, Santiago, Cayapas, Barbudo, Zapallo, Canandé, Guayllabamba, Caoní y Blanco (Coronel, 1986; Barragán et al., 1991; Sandoval, 2001). Por la naturaleza de los ríos aluviales que se encuentran dentro del área de estudio es muy probable que exista un mayor número de minería ilegal que no hemos podido representar.

23 de los ecosistemas con menor abundancia que se encuentran dentro del área de estudio están bajo una concesión minera. La mayoría de estos ecosistemas (18) están en el corredor Cóndor – Kutukú – Palanda. También, obtuvimos que el área deforestada bruta en el período 2016 – 2018 fue 178.93 km² (Ministerio del Ambiente del Ecuador 2019), de los cuales 86.64 km² están dentro de una concesión minera, teniendo la mayor tendencia de cambio de bosque nativo a tierra agropecuaria, seguida por el cambio de bosque nativo a área sin cobertura vegetal con 6.3 km², Figura 9. Si asumimos una liberación total de CO₂ en las zonas deforestadas (cambio de bosque nativo a área sin cobertura vegetal dentro de una concesión minera) tenemos emisiones brutas de GEI aproximadas de 184 497.9 tCO₂eq/año (Mogrovejo, 2017). Este dato puede empeorar si consideramos que el 39% del total del stock de carbono presente en el área de estudio está bajo una concesión minera, Figura 10.

En la Tabla 6 podemos observar las áreas afectadas por las concesiones mineras en las diferentes capas de interés. Las concesiones mineras, sobre todo la gran minería, está sobre áreas con gran biodiversidad y en lugares donde las especies tienen algún grado de amenaza y a pesar de que existen áreas protegidas, estas no impiden que las actividades mineras se realicen. Hay que considerar que las fuentes de agua están amenazadas por gran y pequeña minería.

5.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Los impactos que tiene esta industria extractiva sobre la biodiversidad dependen, de la tecnología que se utilice en las diferentes etapas que tiene el proceso de extracción, del volumen extraído y de la intensidad con que se realice la extracción de recursos (Coronel, 1986). Históricamente, el Ecuador ha tenido minería poco tecnificada (minería artesanal, pequeña minería y minería ilegal) y con escasa responsabilidad ambiental, por lo que se han generado impactos directos e indirectos en los medios físico y biológico, Tabla 7, (Barragán et al., 1991; Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016).

Hasta el momento la principal fuente de contaminación al recurso hídrico se ha generado por la minería ilegal y por aquellas concesiones que no tienen la debida autorización o las licencias ambientales aprobadas, debido al uso ilegal del mercurio y cianuro (Barragán et al., 1991; Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016). El estado trata de intervenir con controles en estas prácticas, para ello se creó la Comisión Especial para el Control de la Minería Ilegal (CECMI), lamentablemente no hemos conseguido los resultados de este control al momento de realizar este estudio. Las zonas con mayor presencia de minería ilegal recurrente son: la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas y la Reserva Ecológica Cayapas-Mataje en Esmeraldas y en el Bosque Protector Alto Nangaritza, el Parque Nacional Podocarpus y la Reserva de Vida Silvestre la Zarza, ubicados en Zamora Chinchipe (Cisneros, 2014).

A continuación, describimos los impactos directos e indirectos asociados a esta industria, Tabla 8. En la fase de exploración se tendrá una idea de la extensión y material que existe dentro de la concesión, si esta es favorable se inicia la exploración avanzada con la cual se inicia la construcción de las vías de acceso, más adelante nos enfocaremos en los impactos indirectos que tienen las vías en sí. Una vez que se ha instalado el campamento, comienza la explotación del material. Existen diferentes formas de explotación, una de ellas es la explotación a cielo abierto, que la realizarán 2 de los 3 proyectos emblemáticos que están dentro del área de estudio. Esta forma de explotación no tiene una necesidad tecnología complicada (Coronel, 1986), pero tendrá un mayor impacto en el cambio de uso de suelo, ya que debe remover toda la cobertura vegetal para extraer los minerales. Se debe considerar que la excavación puede sobrepasar el nivel de la capa freática, pudiendo tener impactos sobre la calidad y disponibilidad el agua en la zona (Environmental Law Alliance Worldwide, 2010).

La mayor parte del material extraído no contiene los minerales buscados, por lo que existe un gran volumen de "desperdicio". Estos desperdicios pueden contener niveles de sustancias tóxicas que usualmente están bajo tierra, por ejemplo, existen minerales sulfurosos almacenados en las rocas que al ser expuestos a la superficie cambian de estado químico, pudiendo acidificar el agua superficial o subterránea, contaminando la fauna acuática y a todo organismo vivo que entre en contacto con estas (Environmental Law Alliance Worldwide, 2010; Sacher, 2017).

A continuación los materiales deben ser triturados, a este proceso se lo conoce como "beneficio", en el Ecuador no existe equipo ni tecnología apropiada para este proceso (Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016). Esta es la fase más costosa de la explotación minera e incluye procesos físicos y químicos para la separación del mineral (e.g., concentración por gravedad, separación electrostática, flotación, extracción con disolventes, lixiviación, precipitación y amalgamación (Environmental Law Alliance Worldwide 2010, Sacher and Acosta 2012). Los desechos de este proceso, conocidos como "relaves", son los mayores posibles contaminantes, tanto para el medio físico como biológico. En este proceso se utiliza cianuro, mercurio, plomo, entre otros. El manejo de los relaves es importante para reducir el impacto que tendrán sobre la biodiversidad. En el Ecuador la construcción de infraestructura para el manejo de relaves tiene algunos riesgos (Sacher and Acosta, 2012; Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016; Banco Central del Ecuador, 2017; Sacher, 2017; Levy, 2019):

- Contaminación del agua por el aumento de la pluviometría, la mayoría de los proyectos están en zonas de alta pluviosidad y cercanos a ríos. Existen muy pocos datos históricos para calcular caudales y lluvias máximas.
- Los proyectos están en zonas con alto riesgo sísmico y gran probabilidad de movimientos en masa.

Durante todo el proceso de extracción del mineral, el agua es un factor importante, ya que se utiliza en todas las etapas de proyecto. La contaminación puede ser mayor en las pilas de lixiviación, los embalses, la gestión del drenaje ácido, la gestión de las aguas naturales, y el uso de las plantas de tratamiento (Levy, 2019). También hay que considerar que el uso excesivo de agua puede afectar el caudal ecológico de los ríos adyacentes a la concesión, zonas de abastecimiento hídrico, así como las principales fuentes de agua para consumo humano.

Como ya lo mencionamos anteriormente la apertura de vías es necesaria para el transporte del mineral. La huella de la infraestructura en sí tiene un impacto directo mínimo comparado con los impactos indirectos que este conlleva. En la Tabla 9 podemos observar un ejemplo con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la deforestación por la apertura de vías, considerando que el 90% de la deforestación se produce a menos de 10km de una vía degradando el bosque nativo, Figura 11, (Sierra and Stallings, 1998; Castro et al., 2013; Mogrovejo, 2017).

Otro impacto indirecto que tiene la vía es que da acceso a zonas que antes eran aisladas. Estudios han demostrado que el nivel de accesibilidad fue el principal determinante en los niveles de amenazas de una localidad, los lugares más aislados e inaccesibles están mejor conservados (Murphy et al., 1997; Finer et al., 2008; Bass et al., 2010). Además, la apertura de vías facilita que se realice minería ilegal cerca de lechos fluviales que contengan oro.

En el caso de la Amazonía, la apertura de nuevas vías origina, entre otras cosas, la defaunación por cacería comercial y de subsistencia, la tala selectiva de maderas valiosas y la deforestación, provocando presiones sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Helmut and Lambin, 2001; Soares-Filho et al., 2004). Dentro del área de estudio se ha visto un aumento de la infraestructura vial facilitando el acceso de cazadores, madereros y colonos que probablemente estarán asociados a un incremento de las presiones antes mencionadas.

En cuanto a la cacería de subsistencia se estima que las distancias recorridas por un cazador desde una comunidad hacia el interior del bosque para atrapar especies cinegéticas varían en un rango entre 3 y 9 km en la Amazonía ecuatoriana (Hill et al., 1997; Zapata-Ríos et al., 2009). Mientras que para la cacería comercial la distancia que recorre un cazador para atrapar su presa, con alto valor comercial, es de 10 km aproximadamente (WCS Ecuador, 2015). Esta distancia varía en función de las facilidades que tengan los cazadores para movilizarse hacia sitios de cacería específicos.

En la zona norte del área de estudio, el impacto de las vías incrementa la tala indiscriminada de los bosques, asociada a la actividad minera o al comercio ilegal de madera. Estudios realizados demuestran que la tala ilegal o legal es el mayor problema de la zona, se realiza a menos de 1km de ríos y 5km de las vías (Sierra and Stallings, 1998). Esta tala selectiva degrada los bosques, aumentando la probabilidad de extender las zonas agrícolas. Se sabe que la tala y la deforestación aumentan si existen accesos viales (Sierra and Stallings, 1998; Batallas, 2006; Castro et al., 2013). Conjuntamente, el 80% de las riberas de los ríos con mineralización aurífera se ven deforestadas y con depósitos de relaves (Cisneros, 2014). Provocando que 7 comunidades Awá estén amenazadas por contaminación del agua (Cisneros, 2014).

La deforestación que generan estos mega proyectos afectan la conectividad de ciertas especies, y forman parches que fragmentan los ecosistemas naturales y degradan la calidad de los bosques. Al modificar la cobertura natural, se crean accesos que facilitan el nacimiento de nuevos pueblos (e.g., Pangui Conguimbe, La Herradura en la cordillera de El Cóndor, Bella Vista y Puerto Minero en la provincia de Zamora) (Sandoval, 2001; Castro et al., 2013), construcción de caminos de tercer o cuarto orden, crecimiento poblacional y transforma las actividades económicas. Todos estos factores influyen en la intensidad y extensión en que se realizarán las actividades humanas, por lo tanto en los impactos sobre la biodiversidad, por ejemplo la cacería de subsistencia se intensifica para satisfacer las necesidades de los pobladores, ya que la carne de animales silvestres es una fuente fácil y barata de proteína (Zapata-Ríos et al., 2004; Mena et al., 2006; Zapata-Ríos et al., 2006; Spangenberg, 2007; Woolmer et al., 2008; Bryja, 2009; Vačkář et al., 2012; Paredes, 2017).

Como vemos, los cambios en los patrones socioculturales de los pobladores se ven influenciados por la presencia de estos proyectos, ya que transforman la relación ser humano - naturaleza, implicando nuevos modelos de consumo y de vida en general. Esto se observa en la redefinición de la estructura social de las comunidades cercanas a concesiones mineras (Sacher and Acosta, 2012). Adicional al impacto que sufren los pueblos y comunidades por la desposesión de sus territorios cuando están dentro de una concesión minera (Sacher, 2017), existe especulación de precios, tráfico de tierras y la alta probabilidad de contaminación en sus fuentes hídricas, provocando desmejoras en su salud.

5.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN RELACIONADA A LOS ACTORES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

En la Tabla 10 se pueden observar los actores dentro del área de estudio.

6. DISCUSIÓN

Como hemos visto anteriormente, la mayor área está concesionada a la gran minería, por lo que se entiende que utilizarán tecnología y estándares de calidad para mitigar los impactos de la industria extractiva (Ministerio de Minería del Ecuador et al., 2016; Levy, 2019). Considerando que deben retornar el agua utilizada dentro del proceso al cauce original, libre de contaminantes y dentro de los límites permisibles.

A pesar de que dentro de la Política-Pública-Minera se restringe y controla el desarrollo de actividades mineras en áreas protegidas y zonas de amortiguamiento (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2019), esto no se cumple, como ya los hemos mencionado. Además, se debe recalcar que no hay ningún indicador o meta relacionada al tema ambiental dentro de esta política.

La zona norte ha tenido presencia de la minería ilegal, artesanal y de mediana escala por mucho tiempo. A pesar de que el gobierno ecuatoriano en el año 2015 legalizó parte de estas actividades mineras, un informe ambiental realizado por el Ministerio del Ambiente, la Secretaría Nacional del Agua y la Universidad Católica de Esmeraldas en la cuenca del río Santiago y Bogotá indica que “el modelo productivo y de explotación de oro desarrollado en la zona de estudio es inviable desde los puntos de vista económico, social y ambiental por lo que es necesario cambiar el modelo de explotación que hasta la fecha se ha venido desarrollando” (Batallas, 2006; <https://gk.city/>).

La mega minería tiene perjuicios ambientales y sociales. El 99% de las concesiones mineras aún están en la fase de evaluación inicial, por lo que los impactos aún no se evidencian. En la parte norte del área de estudio la FCAE ha ejercido protección y control territorial mediante las distintas alianzas con instituciones públicas, a pesar de que aún tienen conflictos territoriales con la minería ilegal y legal. Aunque las nacionalidades indígenas se opongan a los proyectos de mega minería, estos proyectos tienen que ver, más con decisiones políticas que cuestiones técnicas (Jiménez J., 2013).

En la parte norte, la actividad minera tiene consecuencias en las poblaciones desatando olas de violencias, provocadas en lugares donde se encuentran actividades ilícitas (Gómez et al., 2017; <https://gk.city/>). Esto incluye que las personas que se dedican a la extracción ilegal de oro invadan áreas protegidas y territorios indígenas, provocando migración de trabajadores, explotación sexual, inseguridad, todo esto tiene consecuencias como la pobreza crónica incentivando aún más la minería ilegal y los conflictos por el acceso a agua y tierras.

Si no se toma en cuenta los impactos indirectos que tiene la minería, puede haber un daño irremediable en la parte biológica como humana. Como hemos visto la mayoría de los proyectos mineros están en zonas ecológicamente sensibles y a pesar de que tienen algún nivel de protección este no ha sido impedimento para otorgar licencias mineras.

Para controlar los impactos indirectos de las nuevas vías, los planes de ordenamiento territorial deben analizar un aumento significativo de infraestructura vial y los efectos que este pueda tener en el cambio de uso de suelo y la fragmentación del hábitat asociadas a la apertura de nuevos lugares (Zapata-Ríos et al., 2006; Didier and Living Landscapes Program, 2007). El cambio de uso de suelo es un factor que modifica significativamente la pérdida de biodiversidad. La magnitud de los posibles efectos de cambio de uso de suelo depende de las acciones e intervenciones que se realicen en conjunto entre los actores involucrados y, principalmente, de las decisiones que tome el Gobierno en todos sus niveles (Laurance, 1998). Estas decisiones deben ser oportunas para evitar: la degradación de zonas en buen estado, la conservación de ecosistemas frágiles (Verburg et al., 2002) y el agotamiento de los recursos naturales.

7. CASOS DE ESTUDIO

7.1. CASO DE ESTUDIO 1: INTAG

Intag está ubicado al norte del Ecuador, en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi. Intag ha estado en la mira para la explotación minera desde 1996, cuando la Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional (JICA) estimó una reserva de 318 millones de toneladas de cobre (Kocian et al., 2011). Desde entonces la población se organizó para frenar la industria minera e impulsar el ecoturismo y diferentes alternativas económicas. Incluso crearon la reserva comunitaria Junin (Murillo Martín and Sacher, 2017). En el año 2011 se analizó el valor económico de los servicios ecosistémicos dentro de Intag, donde se calculó un aproximado de \$447 millones de beneficios anuales tanto para la comunidad como en un contexto nacional (Kocian et al., 2011).

A continuación presentamos algunos datos obtenidos del estudio de impacto ambiental realizado por (JICA, 1996). El área total impactada dentro del proyecto Llurimagua por la minería sería de 4.025 hectáreas, se abriría 75km de vías de 8m de ancho. La concesión minera está ubicada en la cabecera de los diferentes ríos que abastecen de agua a las poblaciones aledañas (Gobierno Autónomo Descentralizado Santa Ana de Cotacachi, 2015), Figura 12. También, el estudio de impacto ambiental estima un aumento del 10 000% en los niveles de metales pesados sobre los niveles naturales en varios ríos: 4000% de Cadmio, 1600% de Cromo (1600%) y 800% de Nitratos (www.decoin.org), así como provocaría una deforestación masiva y desertificación del clima local (Kocian et al., 2011).

Dentro de la concesión minera existe presencia de piritita y calcopiritita, y en general, de minerales sulfurosos. Estos minerales disuelven los metales pesados como: cobre (Cu), hierro (Fe), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y metaloides como arsénico (As) y antimonio (Sb), provocando aguas ácidas. Esto se evidenció en el agua del río Junin, el cual tuvo presencia de: arsénico (As, 929 mg/kg), cobre (Cu, 34.650 mg/kg), hierro (Fe, 20.430 mg/kg), molibdeno (Mo, 2619 mg/kg), antimonio (Sb, 289 mg/kg), bismuto (Bi, 67mg/kg), selenio (Se, 57mg/kg), manganeso (Mn, 164 mg/kg), y zinc (Zn, 85 mg/kg) (Chopard and Sacher, 2017).

También se encontró tennantita ((Cu,Fe)₁₂As₄S₁₃), que es un elemento potencialmente tóxico y contaminante; se disuelve fácil y rápido en el agua. La tennantita del proyecto Llurimagua contiene antimonio (Sb), un elemento químico contaminante. Cuando estos elementos están expuestos a condiciones atmosféricas, es decir al oxígeno del aire y de las lluvias, se oxida y se disuelve en el agua, liberando el arsénico de su composición. (Chopard and Sacher, 2017). Todos estos metales se dispersan de manera más eficiente cuando existen aguas acidificadas a causa del drenaje ácido de la mina, pudiendo contaminar una mayor extensión de la red hídrica y aguas subterráneas (Kocian et al., 2011).

Además del alto riesgo de contaminación de la red hídrica, existen especies amenazadas dentro del río Manduriacu. Igualmente, otro problema que tiene la minería es que genera conflicto dentro de las comunidades, pues la empresa minera contrata miembros de la comunidad para sacar muestras de suelo de manera ilegal en predios privados, causando conflicto con las comunidades y los tomadores de decisiones (Guayasamin et al., 2019).

Para finalizar este proyecto tuvo diferencias, según los distintos estudios realizados dentro de la concesión minera, en la cantidad de reservas de cobre que existen. Según Chopard and Sacher, 2017, la estimación de la reserva es exagerada. Lo que conlleva a que la población no tenga una idea acertada de los impactos y beneficios que tendrán por la explotación minera. Como mencionamos anteriormente, existen estudios dando un valor económico al mantener los servicios ecosistémicos en Intag en buen estado, por lo que el estado ecuatoriano debería considerar estos estudios al momento de tomar decisiones dentro del territorio.

7.2. CASO DE ESTUDIO 2: SURORIENTE DEL ECUADOR

Como lo hemos mencionado antes, la minería en el Ecuador ha existido desde épocas de la colonia, sobre todo en la parte sur del país. Ahora analizaremos el caso de la provincia de Morona Santiago, en especial el cantón Yantzaza ubicado en el suroriente del Ecuador, Figura 12. Este cantón es importante para la producción y comercialización de minería aurífera artesanal y a pequeña escala, incluso este cantón es pionero en la legalización de la minería informal. Con la actualización del catastro minero, existen zonas donde se sobreponen proyectos de minería a gran escala con pequeña minería y minería artesanal. En la última actualización del plan

de desarrollo y ordenamiento territorial cantonal se encontró que las actividades mineras se realizan cerca de un cuerpo de agua, siendo una potencial fuente de contaminación a las fuentes hídricas (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental and Valencia, 2015).

El 0.09% del total del territorio cantonal se dedica a la minería, abarcando al 8.75% de la población rural. El 94% de los trabajadores mineros de este cantón se dedican a la explotación aurífera en depósitos aluviales y el 6% en canteras y túneles con betas de oro primario. Las principales zonas de explotación minera por túneles con betas de oro son: Nambija y Chinapinza. Los principales ríos con minería aluvial, tanto artesanal como de pequeña escala son: Zarza, Machinaza, Yacuambi y Nangaritzta (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental and Valencia, 2015).

Uno de los impactos observados por la minería es la deforestación. En el caso de la minería aluvial se visualiza un área deforestada entre 1 a 6ha en las áreas de operación de las dragas, el tamaño deforestado depende del método usado. Esta actividad no utiliza mercurio para extraer el oro. En el caso de la minería por túneles, el área de impacto varía de acuerdo a las instalaciones, campamentos y mecanismos utilizados (e.g., entre 1ha hasta 4ha), esta actividad si utiliza mercurio para extraer oro (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental and Valencia, 2015).

7.3. CASO DE ESTUDIO 3: AMENAZAS POR ACTIVIDADES HUMANAS E IMPACTOS DE LA MINERÍA POR CUENCAS HÍDRICAS

METODOLOGÍA

Definimos un área de estudio basados en la presencia de las actividades mineras que obtuvimos al foto-interpretar imágenes satelitales del catálogo de ArcGis Pro. En estos sitios realizamos un buffer de 10km, identificando si están o no dentro de una concesión minera. El área de estudio se delimitó por micro - cuencas nivel BL4. En la parte norte incluye las provincias de Esmeraldas, Imbabura y el Carchi dentro de las cuencas del río Carchi y río Mira. En la parte sur incluye las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe dentro de la cuenca del río Zamora.

Para evaluar las amenazas por actividades humanas desarrollamos un modelo espacial, Figura 13, utilizamos cinco variables y evaluamos cada una de ellas de manera específica. Las variables fueron: 1) Vías de acceso, 2) Ríos navegables, 3) Comunidades /poblados, 4) Uso y cobertura del suelo, 5) Delimitación de la actividad minera. Analizamos la intensidad de cada actividad humana (e.g., cacería, extracción ilegal de madera, deforestación y actividad minera) clasificándola en un rango de 0 a 100 en múltiplos de 10. Donde, la categoría 0 tiene una baja a nula influencia de las amenazas y la categoría 100 se refiere a lugares donde hay una gran influencia (Jorgenson & Coppolillo, 2001; Zapata-Ríos et al., 2006; Bryja, 2009; Paredes, 2017).

Para obtener el mapa de extensión e intensidad de amenazas humana realizamos la sumatoria ponderada de las actividades humanas antes mencionadas (Ecuación 1). Estos pesos se basaron en la opinión de expertos. El mapa utiliza una escala de amenazas con un rango de 0 a 100 en múltiplos de 10, donde 0 es el valor mínimo, que indica que no hay amenazas causadas por las actividades humanas; y 100, el valor máximo, donde todas las amenazas se superponen.

Ecuación 1: $0.3 * \text{Cacería} + 0.1 * \text{Deforestación} + 0.3 * \text{Extracción de madera} + 0.3 * \text{Actividad minera}$

Para todo este proceso utilizamos cartografía oficial (IGM, 2018) y actualizamos vías y poblados dentro del área de estudio. Para el uso y cobertura del suelo utilizamos información de SIGTIERRAS, 2012 y las áreas de deforestación del MAAE, 2016-2018. En cuanto a la delimitación de áreas de actividad minera, foto-interpretamos utilizando diferentes imágenes satelitales de la biblioteca abierta de ArcGis-Pro.

Para evaluar el impacto de la minería por cuencas hídricas, seleccionamos las microcuencas nivel BL6 con actividades mineras, calculamos la densidad relativa dentro de la microcuenca y consideramos la conectividad, por lo que ajustamos los valores de impacto según la acumulación aguas abajo dentro de la cuenca. Tuvieron mayor valor en el impacto (5) cuando un cuerpo de agua interseca con un área de actividad minera y tuvieron menor valor de impacto (1) aguas abajo.

RESULTADOS

Amenazas por actividades humanas. - La ubicación de la actividad minera fue el principal determinante del nivel de amenaza de una localidad. Los ríos con potencial auríferos son los que tienen mayor amenaza. En un área de 6.32 km² se superpusieron todas las amenazas, concentrándose principalmente alrededor de ríos, Figura 14. En esta misma figura observamos que la mayoría de las concesiones mineras aún no tienen niveles elevados de amenazas, esto se debe a que aún no inicia la explotación, a diferencia de las concesiones donde ya vemos la huella física del impacto de la explotación minera. Por el momento la accesibilidad, ya sea por río o vía tienen una influencia en el nivel de amenaza, esto es altamente cambiante si la explotación minera se lleva a cabo como en las concesiones Mirador y Curigem ubicados al suroriente del Ecuador.

Alrededor de una actividad minera encontramos que las mayores amenazas son la extracción ilegal de madera y la cacería, aproximadamente 4 km desde una actividad minera. Este es el caso en la zona noroccidente del Ecuador, por los poblados de Selva Alegre, Uimbi, Santa Rita y San Francisco, en la provincia de Esmeraldas y al suroriente del Ecuador por los poblados Zurmi, Los Encuentros, El Pangui, en la provincia de Zamora Chinchipe.

Impactos de la minería por cuencas hídricas. - las micro cuencas con mayor impacto en la zona norte del área de estudio fueron: río Bogotá, río Cayapas, río Salado y río Verde, sobre todo en la parte alta de cada cuenca. En la zona sur del área de estudio la mayoría de las microcuencas presentan impactos por la minería, ya que en los ríos Zamora, Nangaritza, Upano y Namangosa existe áreas con minería por lo que los impactos van acumulándose aguas abajo incluso salen del país, Figura 15.

8. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control Minero, 2019. Catastro minero.

Banco Central del Ecuador, 2017. Reporte de minería.

Barragán, J., Ortiz, C., and Merlyn, M., 1991. Placeres auríferos en el Ecuador. Presented at the Gisements alluviaux d'or, La Paz, Bolivia, 15.

Bass, M.S., Finer, M., Jenkins, C.N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D.F., Pitman, N.C.A., English, P.H., Swing, K., Villa, G., Fiore, A.D., Voigt, C.C., and Kunz, T.H., 2010. Global conservation significance of Ecuador's Yasuní National Park. PLoS ONE, 5 (1), e8767.

Batallas, P., 2006. La deforestación en el norte de Esmeraldas (Eloy Alfaro y San Lorenzo). Universitas, 1, 95.

Betancourt, O., Narvaez, A., and Roulet, M., 2005. Small-scale gold mining in the Puyango River Basin, southern Ecuador: A study of environmental impacts and human exposures. EcoHealth, 2, 323-332.

BirdLife International and Handbook of the Birds of the World, 2018. Bird species distribution maps of the world. Version 2018.1.

Brito, J., Camacho, M.A., Romero, V., and Vallejo, A.F., 2019. Mamíferos del Ecuador. Version 2019.0.

Bryja, G., 2009. Análisis de las presiones antropogénicas sobre biodiversidad en la Reserva de Biósfera Yasuní. Quito, Ecuador: Wildlife Conservation Society, Reporte final.

Cardno, 2018. Estudio de impacto ambiental y social. Proyecto minero Fruta del Norte. Quito, Ecuador: Cardno, Estudio de impacto ambiental.

Castro, M., Sierra, R., Calva, O., Camacho, J., and López, F., 2013. Zonas de procesos homogéneos de deforestación del Ecuador. Factores promotores y tendencias al 2020. Programa GESOREN-GIZ y Ministerio de Ambiente del Ecuador, 174.

Chopard, A. and Sacher, W., 2017. Megaminería y agua en Íntag: una evaluación independiente. Análisis preliminar de los potenciales impactos en el agua por la explotación de cobre a cielo abierto en Junín, zona de Intag, Ecuador. Decoin.

Cisneros, P., 2014. La realidad de la minería ilegal en países amazónicos: Bolivia - Brasil - Colombia - Ecuador - Perú - Venezuela. Lima, Perú: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA).

Coronel, F., 1986. Análisis de la situación actual de la minería en el Ecuador - perspectivas. Quito, Ecuador: Instituto de Altos Estudios Nacionales, XII Curso Superior de Seguridad Nacional y Desarrollo.

Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F.D., Bustamante, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile, J., and Torres-Carvajal, O., 2013. Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador continental. V 4.0. Quito, Ecuador: Consorcio para el desarrollo sostenible de la eco-región Andina, Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Ministerio del Ambiente.

Didier, K.D. and Living Landscapes Program, 2007. Building biological and threats landscape from ecological first principles, a step by step approach. Bronx, USA: Wildlife Conservation Society, Manual Técnico No6 No. 6.

Egidarev, E. and Simonov, E., 2015. Assessment of the environmental effect of placer gold mining in the Amur river basin. *Water Resources*, 42, 897-908.

Environmental Law Alliance Worldwide, 2010. Guidebook for evaluating mining project EIAs. Eugene, USA: Environmental Law Alliance Worldwide.

Finer, M., Jenkins, C.N., Pimm, S.L., Keane, B., and Ross, C., 2008. Oil and gas projects in the western Amazon: Threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples. *PLoS ONE*, 3 (8), e2932.

Freile, J.F. and Poveda, C., 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0.

Gobierno Autónomo Descentralizado Santa Ana de Cotacachi, 2015. Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Santa Ana de Cotacachi, 2015-2035. Cotacachi, Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Santa Ana de Cotacachi.

Gómez, L.F., Gallego, B., and Naranjo, L.G., eds., 2017. Atlas socioambiental de las Cuencas Transfronterizas Mira y Mataje: aporte para su ordenamiento y gestión integral Colombia - Ecuador. WWF-Colombia. Santiago de Cali, Colombia: El Bando Creativo.

Guayasamin, J.M., Cisneros-Heredia, D.F., Vieira, J., Kohn, S., Gavilanes, G., Lynch, R.L., Hamilton, P.S., and Maynard, R.J., 2019. A new glassfrog (Centrolenidae) from the Chocó-Andean Río Manduriacu Reserve, Ecuador, endangered by mining. *PeerJ*, 7, e6400.

Hammond, D., Rosales, J., and Ouboter, P., 2013. Managing the freshwater impacts of surface mining in Latin America. Inter-American Development Bank, Technical Note No. 519.

Helmut, G. and Lambin, E., 2001. What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. Louvain, Belgium: LUCC International Project Office.

Hill, K., Padwe, J., Bejyvagi, C., Bepurangi, A., Jakugi, F., Tykuarangi, R., and Tykuarangi, T., 1997. Impact of hunting on large vertebrates in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. *Conservation Biology*, 11 (6), 1339-1353.

Idrobo, N., Mejía, D., and Tribin, A., 2014. Illegal gold mining and violence in Colombia. *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, De Gruyter, 20 (1), 83-111.

Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, 2013. Caracterización de pasivos ambientales mineros en el Distrito Minero Nambija.

Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, 2014. Evaluación de impacto ambiental de los pasivos ambientales mineros en la cuenca del río Puyango.

IUCN, S., 2012. IUCN red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature.

- IUCN, S.S.C., 2001. IUCN Red List categories and criteria: version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission.
- JICA, 1996. Informe final sobre la exploración mineral de cooperación técnica en las áreas de Junín y Cuellaje, República del Ecuador. Japón: JMMAo.
- Jiménez J., M., 2013. Territorial consolidation of communal, protected and indigenous lands for biodiversity conservation and sustainable development in northwest Ecuador and southwest Colombia. Tumbes-Chocó-Magdalena: Fundación para el Desarrollo de Alternativas Comunitarias de Conservación del Trópico, Informe final.
- Jorgenson, J.G. and Coppolillo, P.B., 2001. Análisis de amenazas como una herramienta para la conservación en Yasuní, Ecuador. Presented at the Congreso Internacional en Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica, Cartajena de Indias, Colombia: Comfauna V.
- Kocian, M., Batker, D., and Harrison-Cox, J., 2011. Estudio ecológico de la región de Intag, Ecuador: Impactos ambientales y recompensas potenciales de la minería. Tacoma, WA, Estados Unidos: Earth Economics.
- Laurance, W.F., 1998. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. *Trends in Ecology & Evolution*, 13 (10), 411–415.
- Levy, M., 2019. Mega-Minería, agua y territorio: procesos de “des-re-territorialización” frente al concesionamiento de zonas de importancia hídrica, en El Chical, provincia del Carchi, Ecuador. Maestría en gestión integrada de recursos hídricos y riego. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Marrugo-Negrete, J., Ruiz-Guzmán, J., and Ruiz-Fernández, A., 2017. Biomagnification of mercury in fish from two gold mining-impacted tropical marshes in northern Colombia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 74, 121–130.
- Martínez, J., Guzmán, V., Reina, E., and Yáñez, D., 2011. Evaluación ambiental de los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo (Cuenca del Río Santiago y Bogotá). Secretaría Nacional del Agua, Ministerio del Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Esmeraldas, Informe Técnico.
- Mena, C.F., Bilsborrow, R.E., and McClain, M.E., 2006. Socioeconomic drivers of deforestation in the northern Ecuadorian Amazon. *Environmental Management*, 37 (6), 802–815.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2019. Política pública minera.
- Ministerio de Minería del Ecuador, Agencia de Regulación y Control Minero, and Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, 2016. Plan nacional de desarrollo del sector minero.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019. Deforestación y regeneración a nivel provincial del período 2016 -2018 del Ecuador continental.
- Mogrovejo, P., 2017. Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático. Programa de Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador.
- Murillo Martín, D.C. and Sacher, W., 2017. Nuevas territorialidades frente a la megaminería: el caso de la Reserva Comunitaria de Junín. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (22), 46–70.
- Murphy, L., Bilsborrow, R., and Pichón, F., 1997. Poverty and prosperity among migrant settlers in the Amazon rainforest frontier of Ecuador. *The Journal of Development Studies*, 34 (2), 35–65.

- Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., Hill, S.L.L., Hoskins, A.J., Lysenko, I., Phillips, H.R.P., Burton, V.J., Chng, C.W.T., Emerson, S., Gao, D., Pask-Hale, G., Hutton, J., Jung, M., Sanchez-Ortiz, K., Simmons, B.I., Whitmee, S., Zhang, H., Scharlemann, J.P.W., and Purvis, A., 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353 (6296), 288–291.
- Ouboter, P., Landburg, G., Quik, J., Mol, J., Lugt, F., Lichtveld, M., and Wickliffe, J., 2012. Explaining mercury levels in pristine and gold mining impacted aquatic ecosystems of Suriname (South America). *Ambio*, 41 (8), 873–882.
- Ouoba, Y., 2017. Artisanal versus industrial mining: impacts on poverty in regions of Burkina Faso. *Mineral Economics*, 30, 181–191.
- Paredes, D., 2017. Actualización del mapa de intensidad y distribución de actividades humanas y amenazas en el Paisaje Yasuní. Quito, Ecuador: Wildlife Conservation Society, Reporte final.
- PRODEMINCA, 1996. Monitoreo ambiental de las áreas mineras en el sur del Ecuador. Quito, Ecuador: Ministerio de Energía y Minas.
- Ron, S., Merino - Viteri, A., and Ortiz, D., 2019. Anfibios del Ecuador. Version 2019.0.
- Sacher, W., 2011. Revisión crítica parcial del 'Estudio de impacto ambiental para la fase de beneficio del proyecto minero de cobre Mirador de la empresa Ecuacorriente, Ecuador'.
- Sacher, W., 2015. Minería de oro en el Ecuador, entre actores nacionales y transnacionales. In: *La economía del oro: Ensayos sobre la explotación en Sudamérica*. Por Poveda Ávila, Pablo; Córdova Eguivar, Héctor; Pulido, Alejandro; Sacher, William; Joao de Oliveira Neves Lino, Daró, Estefanía; Marchegiani, Pía. La Paz, Bolivia: Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario – CEDLA, 186.
- Sacher, W., 2017. Ofensiva megaminera china en los Andes. Acumulación por desposesión en el Ecuador de la 'Revolución Ciudadana'. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Sacher, W. and Acosta, A., 2012. La minería a gran escala en Ecuador. Análisis y datos estadísticos sobre la minería industrial en el Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Sandoval, F., 2001. La Pequeña Minería en el Ecuador. *Mining, Minerals and Sustainable Development*, 75, 31.
- Sierra, R. and Stallings, J., 1998. The Dynamics and Social Organization of Tropical Deforestation in Northwest Ecuador, 1983-1995. *Human Ecology*, 26 (1), 27.
- Soares-Filho, B., Alencar, A., Nepstad, D., Cerqueira, G., Vera Diaz, M. del C., Rivero, S., Solorzano, L., and Voll, E., 2004. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarem-Cuiaba corridor. *Global Change Biology*, 10 (5), 745–764.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental and Valencia, L., eds., 2015. *Las rutas del oro ilegal: estudios de caso en cinco países amazónicos*. Primera edición. Lima, Perú: SPDA, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.
- Spangenberg, J.H., 2007. Biodiversity pressure and the driving forces behind. *Ecological Economics*, 61 (1), 146–158.
- Stein, J.L., Stein, J., and Nix, H.A., 2002. Spatial analysis of anthropogenic river disturbance at regional and continental scales: Identifying the wild rivers of Australia. *Landscape and Urban Planning*, 60, 1–25.
- Thieme, M., Lehner, B., Abell, R., Hamilton, S., Kellendorfer, J., Powell, G., and Riveros, J., 2007. Freshwater conservation planning in data-poor areas: An example from a remote Amazon basin (Madre de Dios River, Peru and Bolivia). *Biological Conservation*, 135, 484–501.

- Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., and Salazar-Valenzuela, D., 2019. Reptiles del Ecuador. Version 2019.0.
- Vačkář, D., ten Brink, B., Loh, J., Baillie, J.E.M., and Reyers, B., 2012. Review of multispecies indices for monitoring human impacts on biodiversity. *Ecological Indicators*, 17, 58–67.
- Vargas Ríos, O., 2011. Ecological Restoration: Biodiversity and Conservation. *Acta Biológica Colombiana*, 16 (2), 221–246.
- Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., and Mastura, S., 2002. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model. *Environmental Management*, 30 (3), 391–405.
- WCS Ecuador, 2015. Mitigating hunting pressure from the wild meat trade in Yasuní National Park, Ecuador. Quito, Ecuador: Wildlife Conservation Society, Reporte final.
- Woolmer, G., Trombulak, S.C., Ray, J.C., Doran, P.J., Anderson, M.G., Baldwin, R.F., Morgan, A., and Sanderson, E.W., 2008. Rescaling the human footprint: A tool for conservation planning at an ecoregional scale. *Landscape and Urban Planning*, 87 (1), 42–53.
- Zapata-Ríos, G., Suárez R., E., Utreras, V., and Vargas, J., 2006. Evaluation of anthropogenic threats in Yasuní National Park and its implications for wild mammal conservation. *Lyonia*, 10 (1), 31–41.
- Zapata-Ríos, G., Toasa, G., Neill, D.A., and Jorgenson, J.P., 2004. Los pueblos indígenas y el manejo de fauna silvestre: El caso de los Awá y Shuar del Ecuador. In: R.E. Bodmer, ed. *Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica*. Presented at the Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica, Iquito, Perú: UNAP/DICE/WCS, 7.
- Zapata-Ríos, G., Urgilés, C., and Suárez, E., 2009. Mammal hunting by the Shuar of the Ecuadorian Amazon: is it sustainable? *Oryx*, 43 (03), 375–385.

OTRAS FUENTES

- <https://ejatlas.org/country/ecuador>
- <https://maaproject.org/mirador>
- <https://gk.city/2018/05/13/mineria-norte-esmeraldas/>
- GBIF.org (23 August 2019) GBIF Occurrence Download
<https://doi.org/10.15468/dl.ncd8su>
- <http://portal.vertnet.org/search>
- <https://www.decoin.org/2004/07/resumen-de-algunas-caracteristicas-e-impactos-ambientales-del-proyecto-minero-junin-parte-del-proyecto-imbaoeste-zona-de-intag-provinci/>

9. ANEXOS

RESUMEN ANÁLISIS TERRITORIAL

1. CORREDORES DE CONSERVACIÓN

- Superficie de los corredores de conservación:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Corredor Condor Kutukú – Palanda (parte Ecuador)	11.889,07	100,00
Corredor Noroeste de Pichincha	7844,12	100,00
Corredor Cotacahi – Awa (parte Ecuador)	7962,06	100,00

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Corredor Condor Kutukú - Palanda	5170,16	43,00
Corredor Noroeste de Pichincha	1180,31	15,00
Corredor Cotacahi - Awa	2931,44	37,00

2. ÁREAS CLAVE DE BIODIVERSIDAD (KBAS)

- Superficie de KBAs:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Corredores (sólo Ecuador)	27.695,25	100,00
Áreas Clave de Biodiversidad	7271,05	26,0

3. ÁREAS PROTEGIDAS

- Superficie de APs superpuesta a los corredores de conservación y a las KBAs:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Corredores y KBAs (sólo Ecuador)	28.423,89	100,00
Áreas Protegidas (SNAP, socio bosque y bosques protectores)	16.588,50	58,40

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Áreas Protegidas	16.588,50	100
Concesiones mineras y minería en general dentro las APs	3768,31	13,00

4. TERRITORIOS INDÍGENAS

- Superficie de TCOs superpuesta a los corredores de conservación y a las KBAs:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Corredores y KBAs (sólo Ecuador)	28.423,89	100,00
Territorios Indígenas	8997,00	32,00

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	SUPERFICIE (km2)	PORCENTAJE
Territorios Indígenas	8997,00	100
Concesiones mineras y minería en general dentro los Territorios Indígenas	4092,18	45,00

5. BOSQUES ÍNTEGROS

- Superficie de bosques íntegros superpuesto a los corredores de conservación y a las KBAs:

COBERTURA	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE
Corredores y KBAs (sólo Ecuador)	28.423,89	100,00
Bosques íntegros	7189,59	25,20

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE
Bosques íntegros	7189,59	100
Concesiones mineras y minería en general dentro los bosques íntegros	2072,30	28,80

6. ALMACENAMIENTO DE CARBONO

- Toneladas de carbono almacenado:

COBERTURA	Ton C
Corredores (sólo Ecuador)	6.788.176.361
Áreas Clave de Conservación	2.178.312.169

7. CUENCAS BL5

- Número de cuencas superpuesta a los corredores de conservación y a las KBAs:

COBERTURA	NÚMERO	SUPERFICIE (km ²)
Cuencas BL5	110	81.258,33

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	NÚMERO	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE
	Cuencas BL5	81.258,33	100
Concesiones mineras y minería en general dentro las cuencas BL5	76	60767,40	75,00

8. CUERPOS DE AGUA

- Actividad minera:
- KBAs: 3 zonas de inundación + 18 ríos
- Corredores: 6 reservorios + 15 zonas de inundación + 81 ríos + 2 lagunas junto a una actividad minera + 1 sitio RAMSAR.

9. ESPECIES AMENAZADAS EN Y CR

- Número de especies amenazadas en los corredores de conservación:

COBERTURA	NÚMERO
Especies amenazadas	90

- Concesiones mineras y minería en general superpuestas:

COBERTURA	NÚMERO
Especies amenazadas superpuestas con concesiones mineras y minería en general	43

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, división político - administrativa.

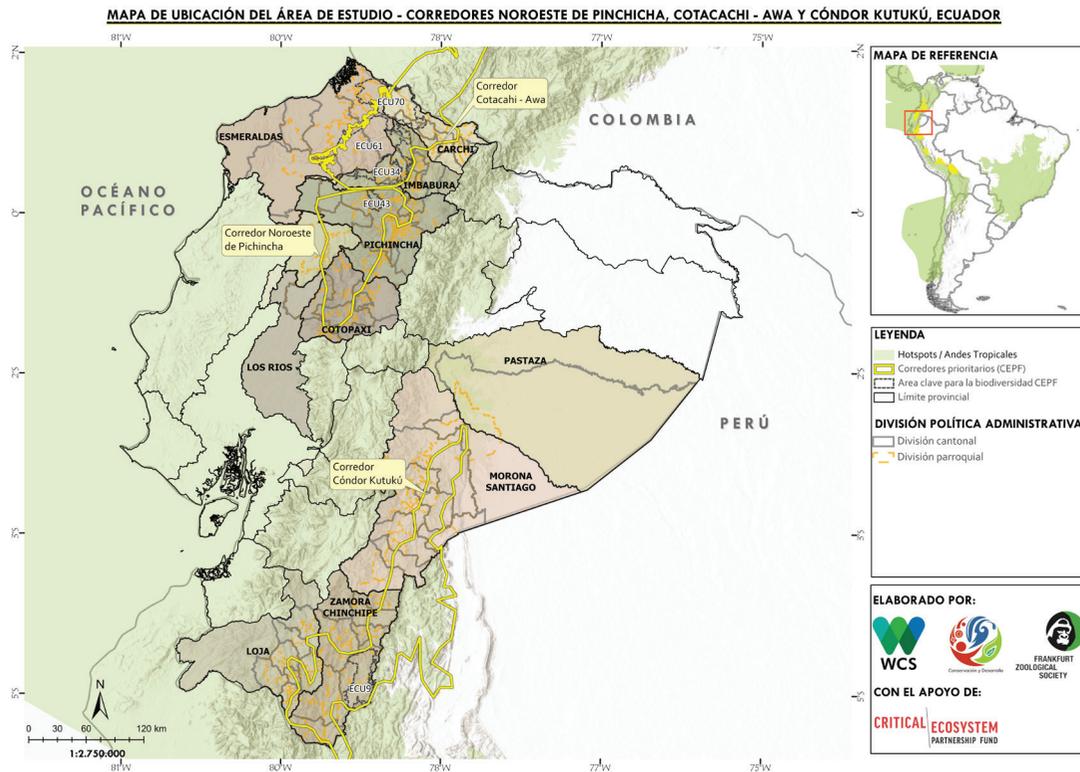


Figura 2. Importancia biológica donde 1 es de menor importancia y 5 de mayor importancia, incluyendo la presencia de la actividad minera.

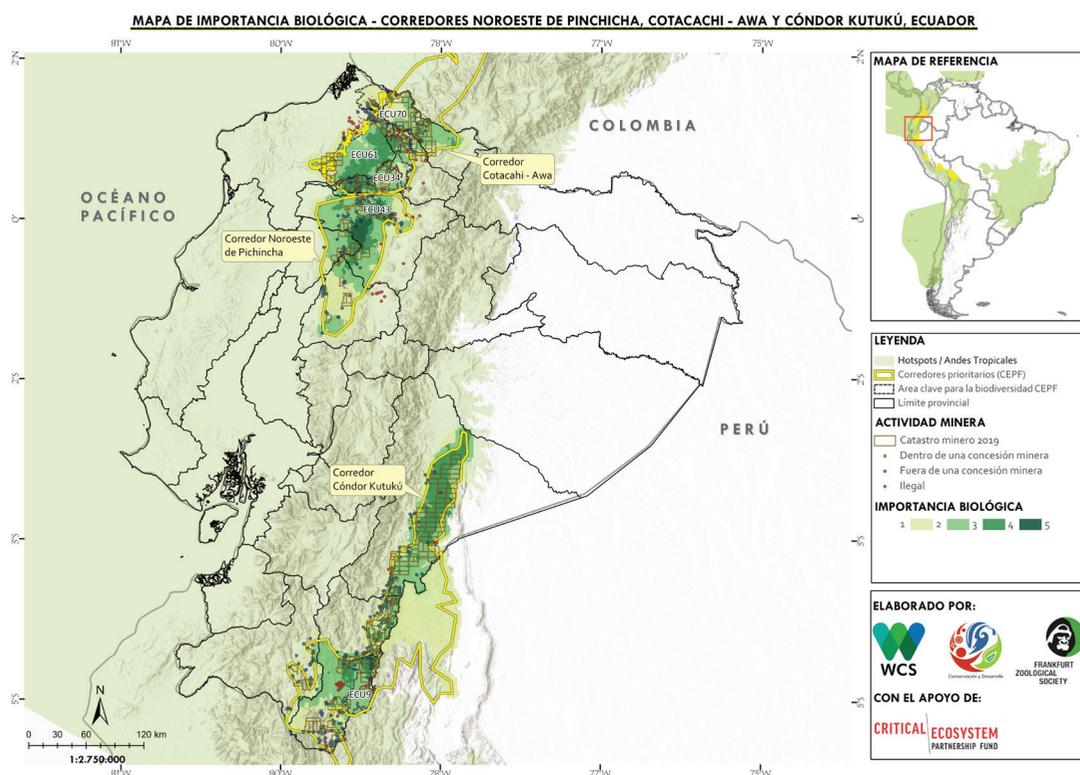


Figura 3. Áreas protegidas dentro del área de estudio, incluyendo la actividad minera.

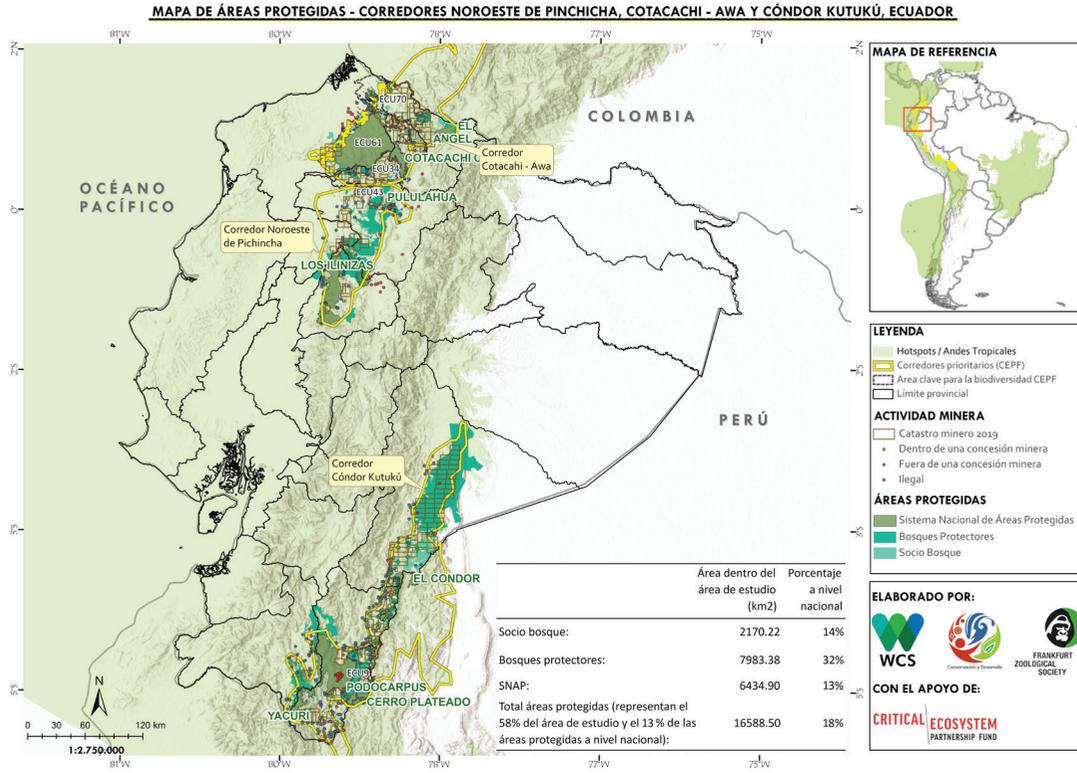


Figura 4. Área de estudio incluyendo la actividad minera.

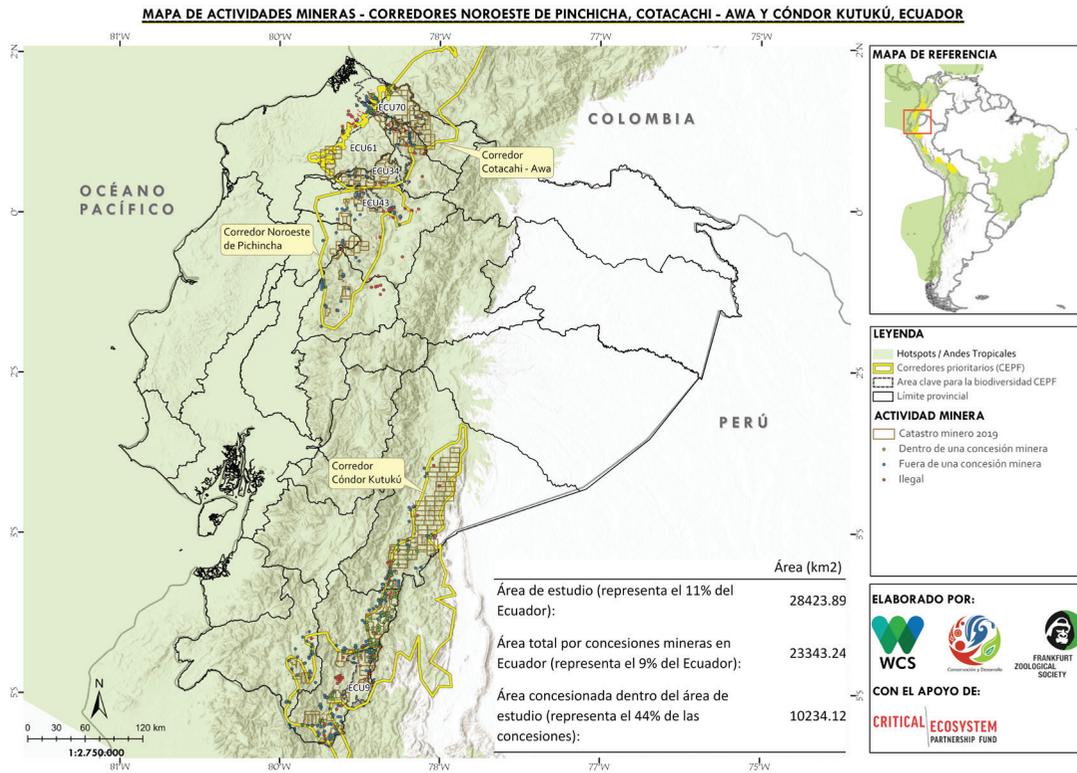


Figura 5. Tipos de minería con los diferentes materiales extraídos según las distintas solicitudes de derechos.

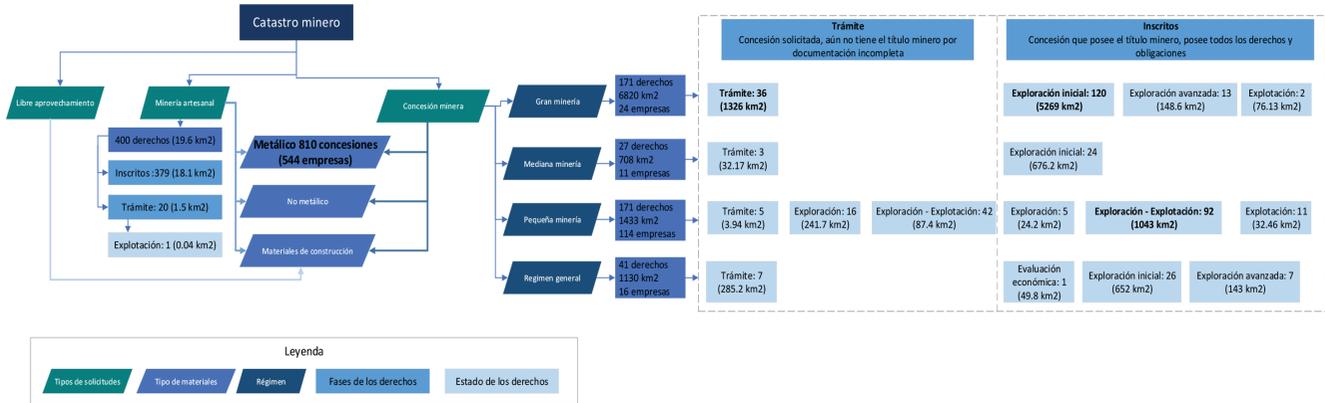


Figura 6. Riqueza de especies dentro del área de estudio incluyendo la actividad minera.

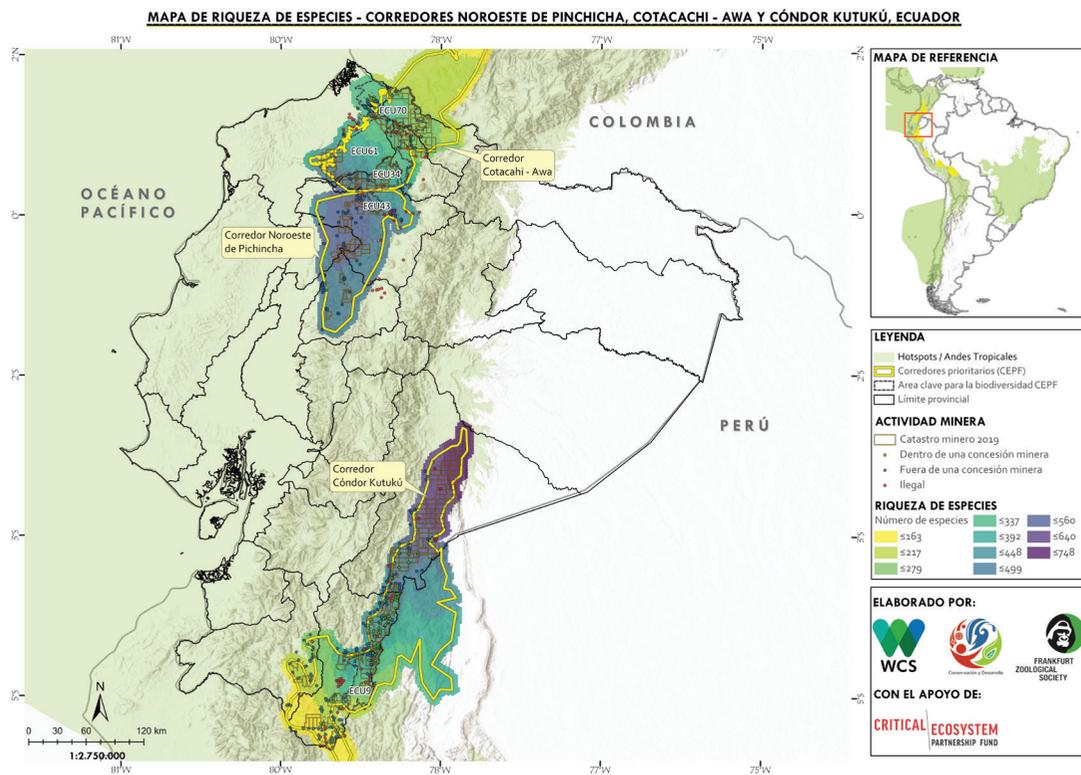


Figura 7. Territorios indígenas dentro del área de estudio incluyendo la actividad minera.

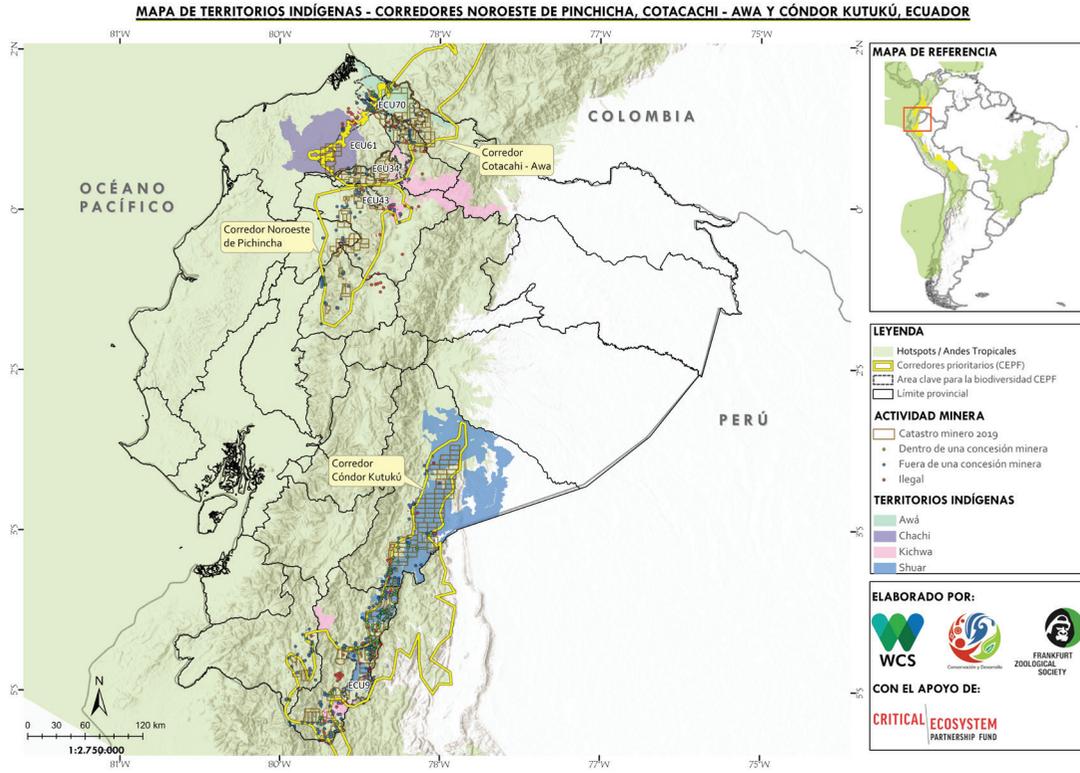


Figura 8. Actividades mineras y cuerpos de agua dentro del área de estudio.

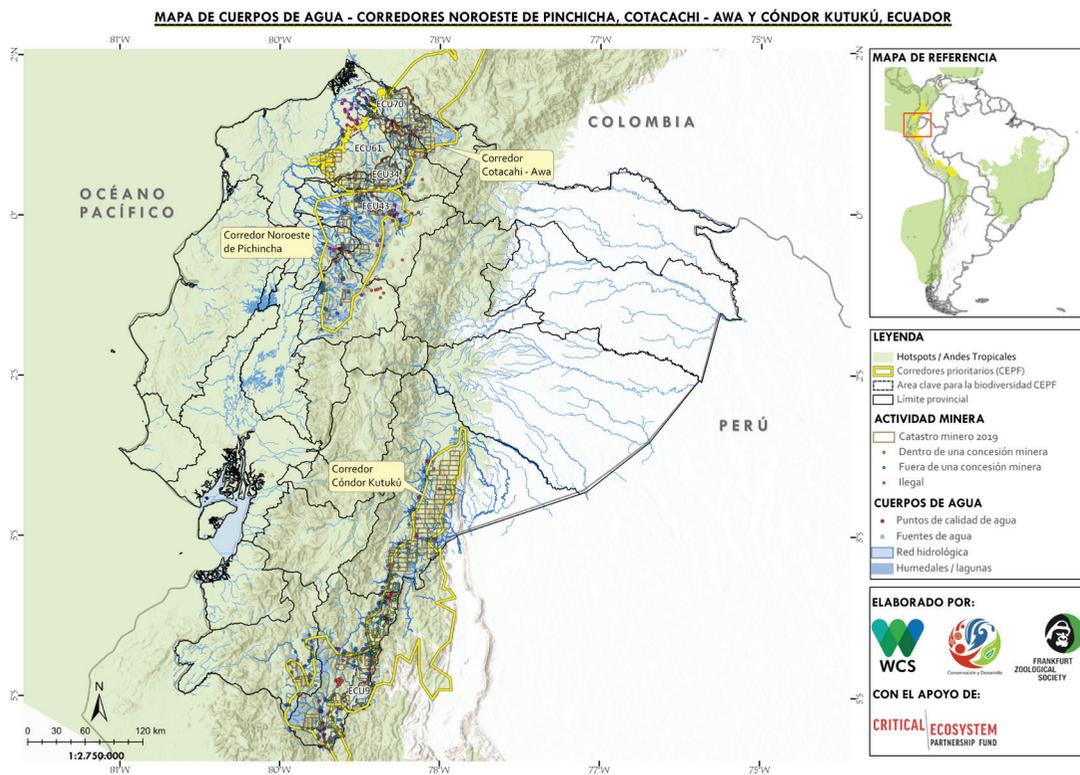


Figura 9. Deforestación en el período 2016 - 2018 dentro del área de estudio.

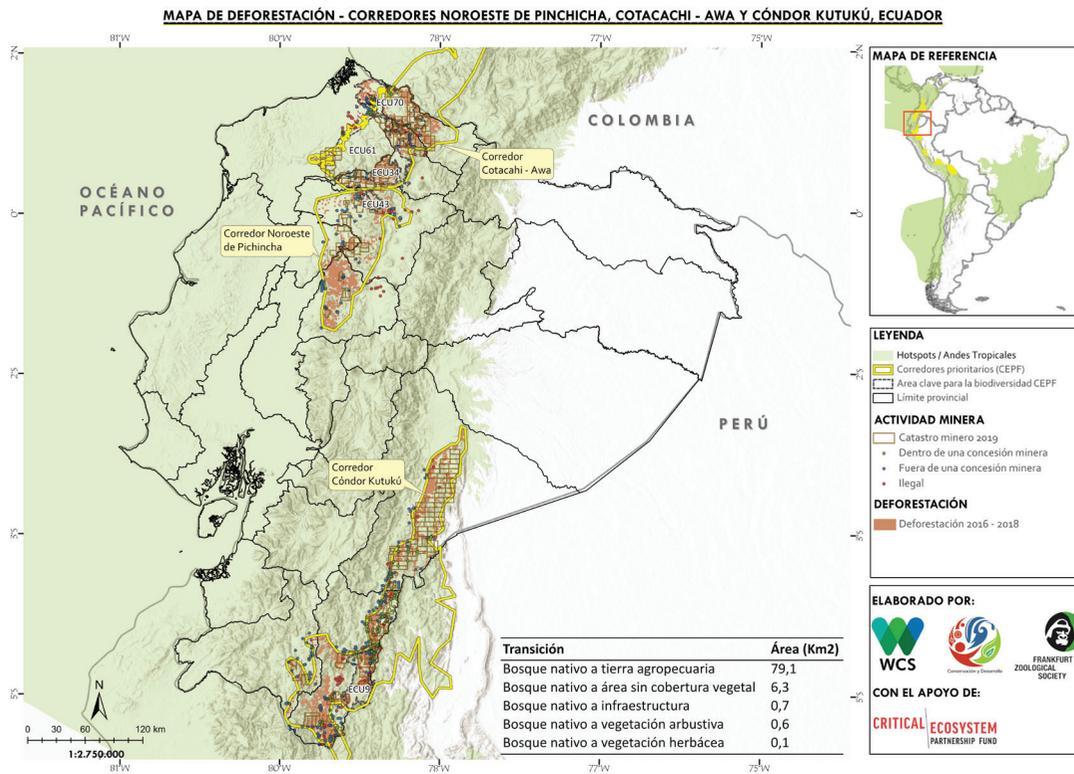


Figura 10. Stock de carbono dentro del área de estudio.

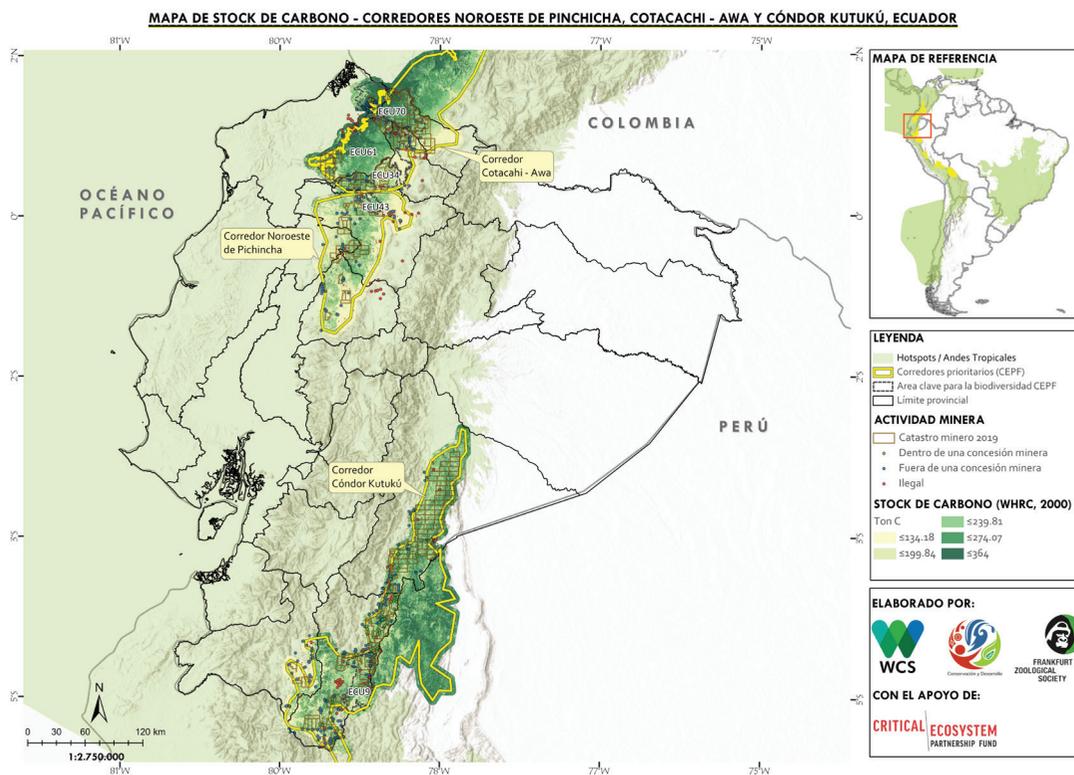


Figura 11. Ejemplo con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la deforestación por la apertura de vías, considerando que el 90% de la deforestación se produce a menos de 10km de una vía degradando el bosque nativo.

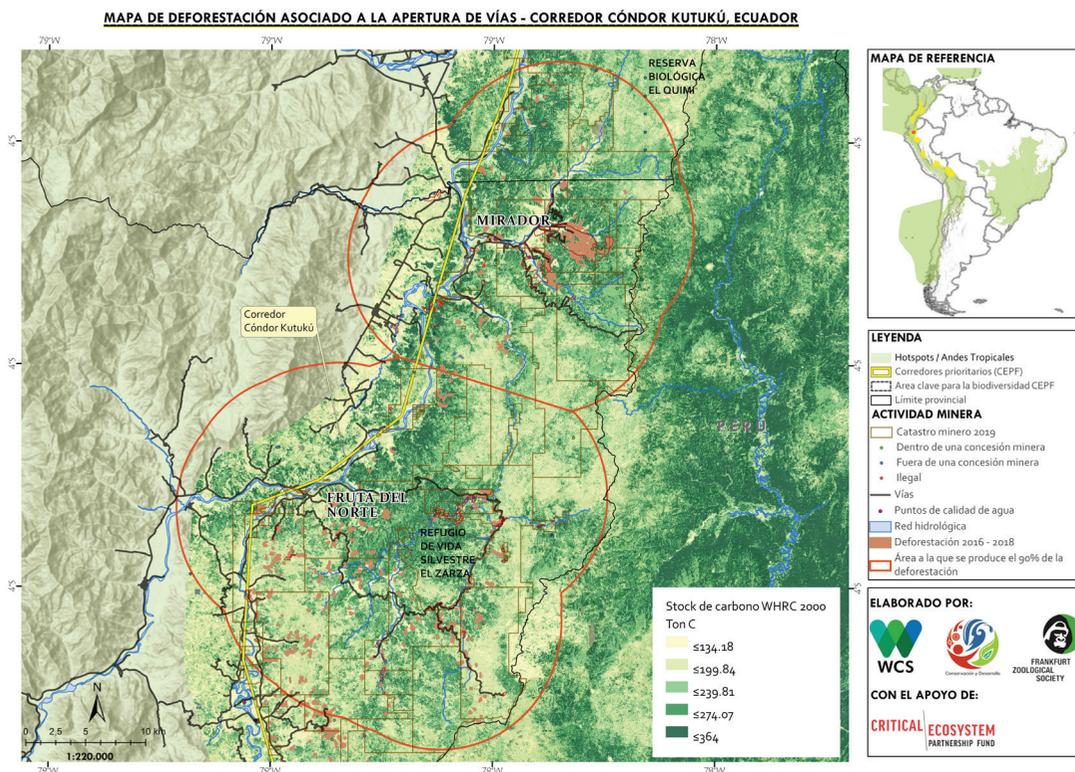


Figura 12. Ubicación de los casos de estudio 1) Intag y 2) Suroriente del Ecuador.

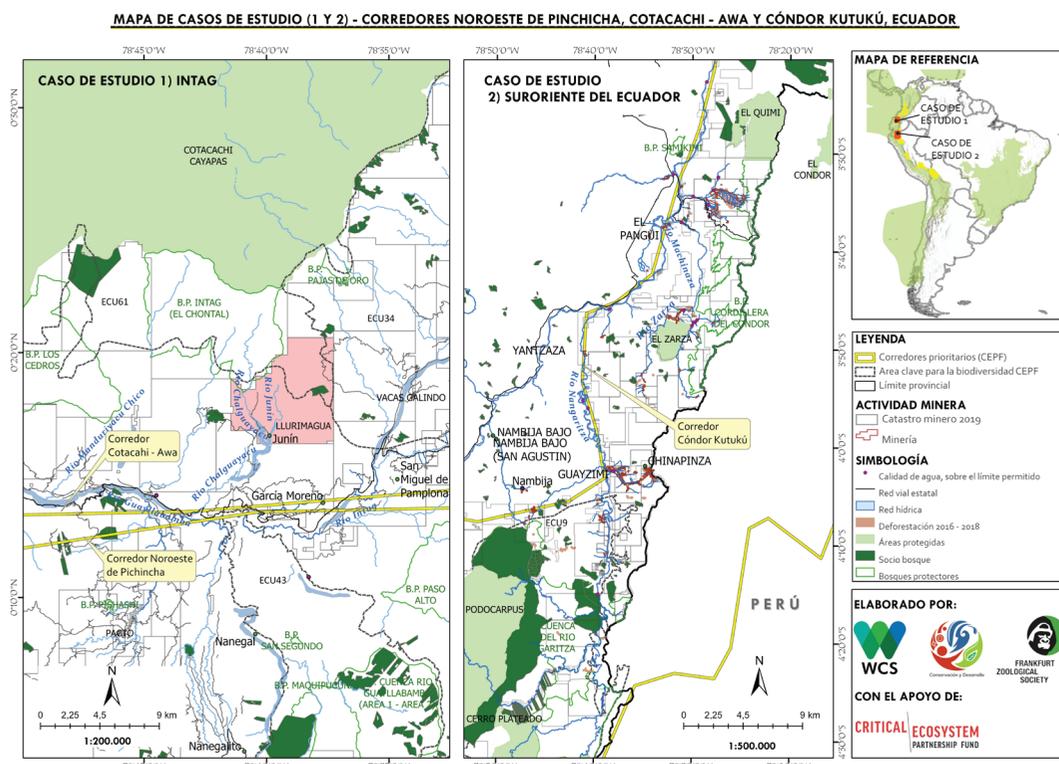


Figura 13. Metodología utilizada para determinar las amenazas por actividades humanas en los casos de estudio dentro del área de estudio.

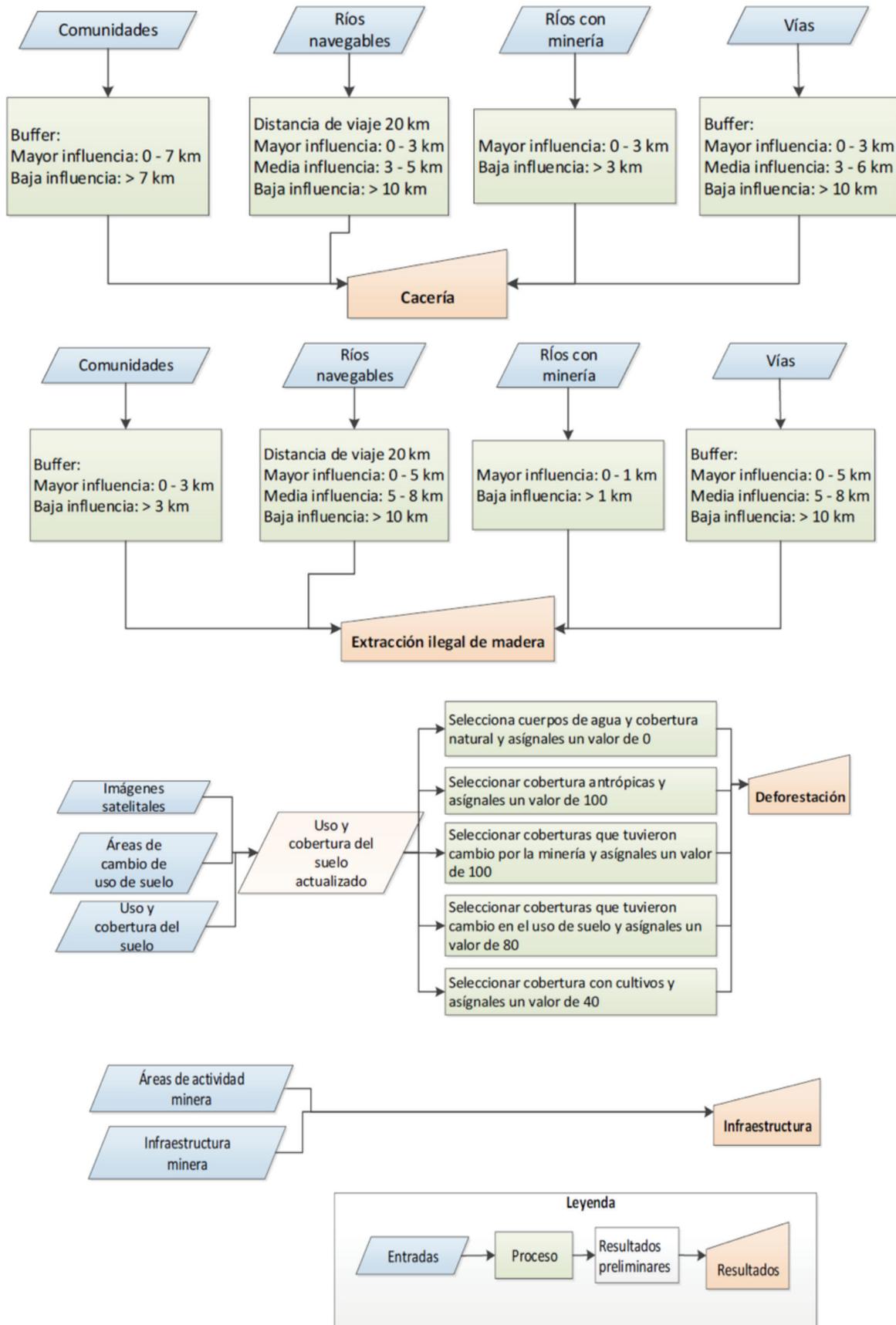


Figura 14. Amenazas por actividades humanas dentro del área de estudio, casos de estudio norte y sur, el color rojo representa una mayor amenaza y el verde menor amenaza.

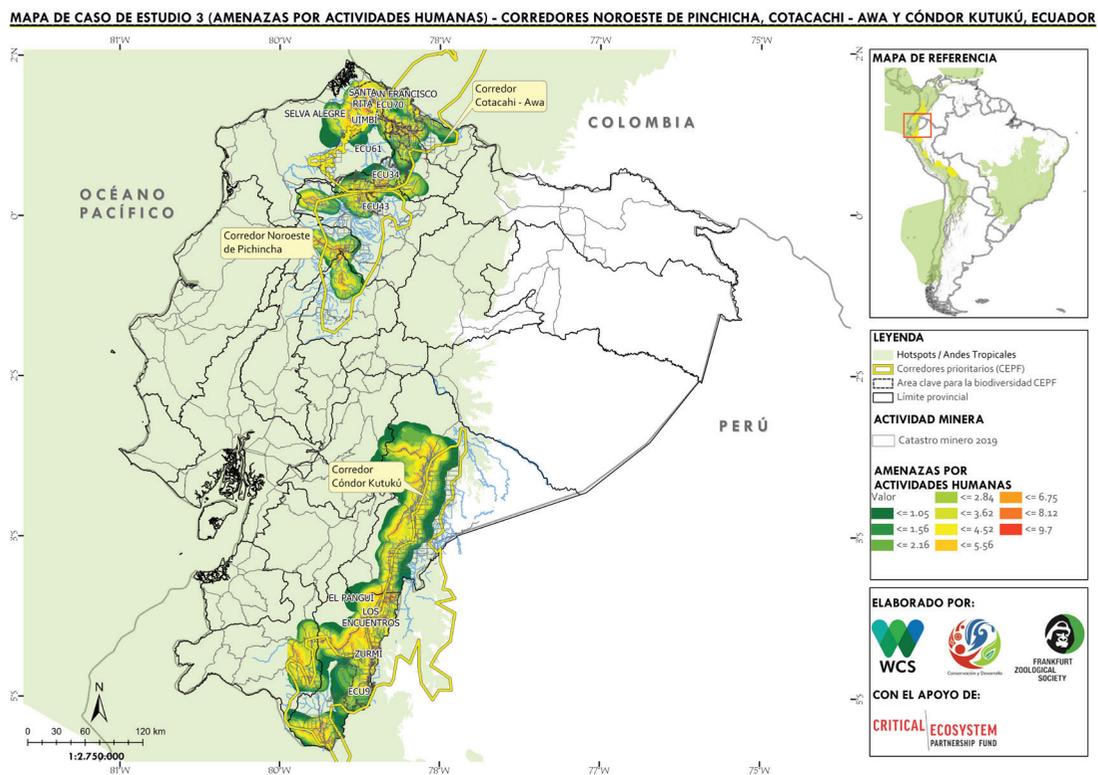


Figura 15. Impactos de la minería por microcuencas Bl6, casos de estudio al norte y sur, donde el color más oscuro indica mayor impacto y el más claro menor impacto.

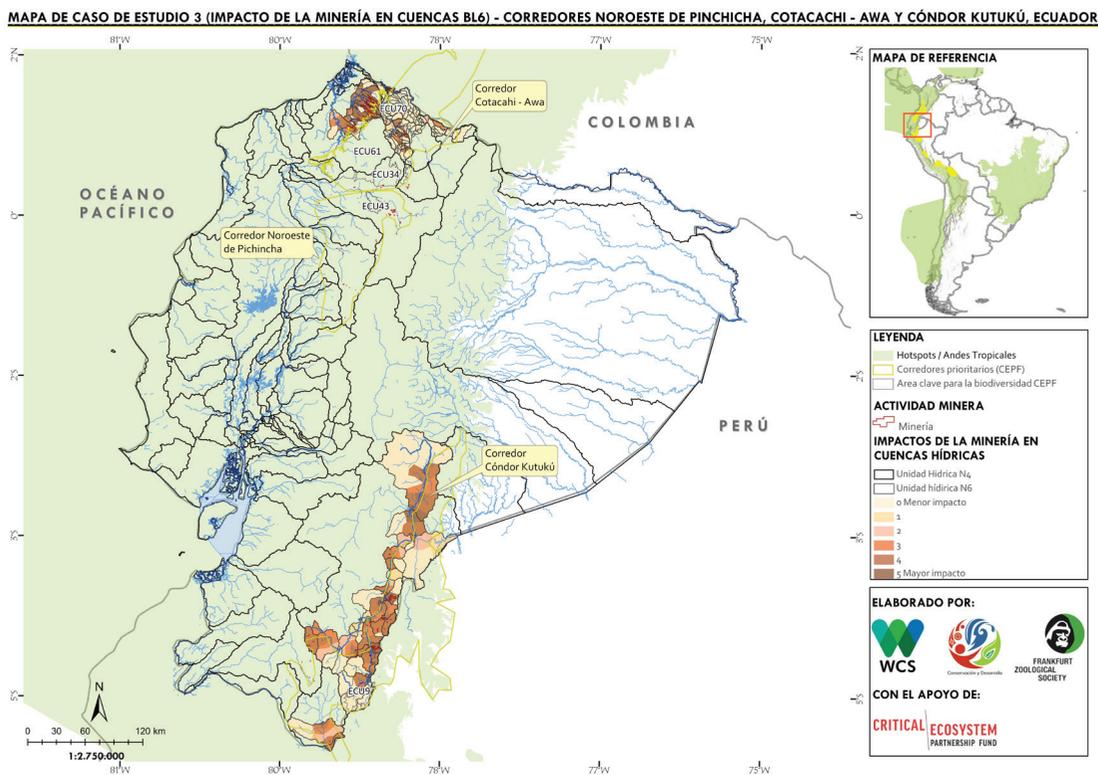


Tabla 1. Estratificación de la minería en Ecuador (Cisneros 2014)

Régimen	Tipo de trabajo / tecnología	Producción por día	Tipo de mineral	Regalías fiscales
Artesanal	Individual, familiar o colectivo	≤ 10 tn subterránea	Minerales metálicos	No
		≤ 120 m ³ aluviales		
		≤ 50 tn	Minerales no metálicos	
		≤ 100 m ³ aluviales	Materiales de construcción	
		≤ 50 tn cantera		
Pequeña	n/a	≤ 300 tn subterránea	Minerales metálicos	si
		≤ 1000 tn a cielo abierto		
		≤ 1500 m ³ aluviales		
		≤ 1000 tn	Minerales no metálicos	
		≤ 800 m ³ aluviales	Materiales de construcción	
		≤ 500 tn cantera		
Mediana	n/a	≥ 301 tn ≤ 1000 tn subterránea	Minerales metálicos	si
		≥ 1001 tn ≤ 2000 tn a cielo abierto		
		≥ 1501 m ³ ≤ 3000 m ³ aluviales		
		≥ 1001 tn ≤ 3000 tn	Minerales no metálicos	
		≥ 801 m ³ ≤ 2000 m ³ aluviales	Materiales de construcción	
Gran escala	n/a	> 1000 tn subterránea	Minerales metálicos	si
		> 2000 tn a cielo abierto		
		> 3000 m ³ aluviales		
		> 3000 tn	Minerales no metálicos	
		> 200 m ³ aluviales	Materiales de construcción	
		> 1000 tn cantera		

Tabla 2. Variables que describen la biodiversidad

	CAPAS	FUENTE
CEPF	ACBs Corredores Hotspots Tropical - Andes	Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF), 2019
CAPAS BASE	Limite Nacional Gobiernos locales (municipios, parroquias) Poblaciones Territorios indígenas	Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), 2018 Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), 2018 Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017 The Nature Conservancy, Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISIG)
BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN	Áreas protegidas Humedales importantes Riqueza de especies Endemismos Nivel de amenaza Áreas prioritarias para la conservación Área de ocupación de especies claves para la conservación Bosques íntegros / área con biodiversidad intacta Zonas de vida Reservorios de alimentación Reservorios de Carbono (aéreo o terrestre) Áreas productivas agrícolas	Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), 2019 RAMSAR, 2019, Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Bio web, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) Bio web, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2001, 2012) Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Cuesta et al., 2013) Wildlife Conservation Society (WCS), 2018 Global Forest Watch, 2015 (Newbold et al., 2016) Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), 2012 Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), 2018, Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), 2015 WHRC, 2012 Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), 2015

HIDROGRAFÍA	Cuencas hídricas nivel BL5 - BL7	Secretaría Nacional del agua (SENAGUA)
	Cuerpos de agua (lagunas, lagos)	Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017
	Ríos	Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017
	Fuentes de agua	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2017
ECONÓMICO Y PRODUCTIVO	Turismo	Ministerio de Turismo (MinTur), 2019
TRANSPORTE	Caminos	Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017
	Ríos polígonos	Instituto Geográfico Militar (IGM), 2017
MINERÍA	Concesiones mineras	Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), 2019
	Puntos de actividades mineras ilegales	Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), 2019
	Puntos de actividades mineras	Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), 2012 - 2016
	Placeres Auríferos	Instituto Ecuatoriano de Minería, 1991
	Plan nacional de desarrollo del sector minero	Ministerio de Minería, 2016
	Reporte de minería	Banco Central del Ecuador, 2017
	Estudio de impacto ambiental y social del Proyecto Minero Fruta del Norte	Cardno, 2018

Tabla 3. Número de especies amenazadas dentro del área de estudio con sus categorías.

Código de amenaza	Número de especies
CR	28
DD	82
EN	62
EX	2
LC	808
NT	71
VU	106

Tabla 4. Ecosistemas menos abundantes dentro del área de estudio.

Ecosistemas	Área en todo el Ecuador (km ²)	Área dentro del área de estudio (km ²)
Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del sur	2.1	2.1
Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	386.5	363.9
Bosque siempreverde montano sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor	250.9	231.4
Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	2568.6	2231.2
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	2439.3	2036.3
Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas	187.6	154.4
Bosque semideciduo piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	97.1	73.2
Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	1014.6	718.2
Arbustal siempreverde y Herbazal montano de la cordillera del Cóndor	239.0	164.0
Rosetal caulescente y Herbazal del Páramo (frailejones)	463.8	281.8
Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	191.8	101.1
Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	1373.0	622.0
Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles	594.5	220.1
Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor	175.4	61.5
Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor	585.5	172.8
Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	1096.9	320.9
Herbazal húmedo subnival del Páramo	89.1	25.2
Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	2109.8	490.6
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	2315.9	507.3
Arbustal semideciduo del sur de los Valles	812.4	138.9
Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	1265.0	130.2
Bosque y Arbustal semideciduo del sur de los Valles	229.7	20.6
Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	543.6	44.1
Otras áreas	779.5	47.3
Herbazal inundable del Páramo	112.9	6.6
Bosque semideciduo montano bajo del Catamayo-Alamor	664.4	37.4
Bosque siempreverde del Páramo	88.0	3.5
Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes	224.6	8.0
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	674.4	16.9

Tabla 5. Empresas mineras con mayor área concesionada.

Nombre de la empresa	Nº de concesiones	Área total concesionada (km ²)
Ecuasolidus S.A.	43	2127.03
Exploraciones Mineras Andinas Ecuador Emsaec S.A.	26	924.37
Empresa Nacional Minera Enami Ep	16	661.59
Aurelianmenor S.A.	28	568.55
Valle Rico Resources Vrr Sa	15	547.93
Cruz del Sol Cssa S.A.	11	494.33
Carnegie Ridge Resources S.A	9	402.77
Green Rock Resources GRR S.A	11	395.30
Cerro Quebrado S.A	10	379.80
Hanrine Ecuadorian Exploration And Mining S.A	9	363.05
Newcrestecuador S A	9	356.73
Proyectmin S.A.	9	331.30
Compania Eccolmetals S.A.	7	287.01
Lowell Mineral Exploration Ecuador S.A.	7	251.75
Explorcobres S.A.	8	243.51
Ecuadorfortescue S.A.	6	203.50

Tabla 6. Áreas afectadas por las concesiones mineras en las diferentes capas de interés.

Capa de interés	Área bajo una concesión	Porcentaje %	Minería artesanal (km ²)	Gran minería (km ²)	Mediana minería (km ²)	Pequeña minería (km ²)	Régimen general (km ²)
Zonas con mayor riqueza de especies	5739.2	42%	3.3	4153.6	292.1	323.8	966.0
Área de ocupación de especies claves para la conservación	4301.2	28%	6.1	3431.3	336.5	217.5	310.0
Zonas con especies amenazadas	2435.0	35%	1.6	1706.6	77.3	270.3	379.8
Zonas con especies endémicas	4303.5	37%	4.7	2499.1	460.0	818.8	520.3
Áreas de importancia biológica	3167.1	31%					
Áreas protegidas:	3768.3	13%	0.6	3181.5	173.6	163.3	249.4
Socio bosque	771.2	3%	0.1	566.6	54.8	40.9	108.8
Bosques protectores	2828.3	10%	0.5	2471.7	116.5	99.1	140.6
SNAP	168.8	1%	0.0	143.2	2.3	23.3	
Territorio indígena	4092.2	45%	3.8	2966.5	350.0	509.7	262.0
Áreas prioritarias para la conservación	2793.1	18%	3.8	2071.9	127.4	223.7	366.4
Áreas productivas agropecuarias	399.4	17%					
Cobertura natural	8412.9	30%					
Humedales	79.3	6%	0.0	57.9	8.1	6.8	6.5
Ecosistemas con menor abundancia	3132.0	34%	7.8	2122.3	119.7	670.7	212.6
Capa de interés	Área bajo una concesión	Porcentaje %	Minería artesanal (km ²)	Gran minería (km ²)	Mediana minería (km ²)	Pequeña minería (km ²)	Régimen general (km ²)
Fuentes de agua	128	36%	22	47	1	48	10
Sitios turísticos	6	9%		4	1		1
Stock de Carbono Ton C dentro de concesiones	27`3906 7806	39%					

Tabla 7.- Ejemplos de los impactos de la minería, dentro del área de estudio y casos específicos.

Amenaza	Afectación	Fuente
Contaminación del agua	Afecta el movimiento natural de las especies acuáticas e incide en los procesos ecológicos	(Thieme et al. 2007)
	Durante una mina abierta, se puede dar la contaminación del agua por el desbordamiento de relaves de hasta 5000 m aguas abajo. Durante una mina cerrada, se puede dar la contaminación del agua de hasta 750 m aguas abajo	(Stein et al. 2002)
	En los ríos Tenguel Siete, Chico, Gala se encontró presencia de Vanadio, Arsénico, Cobre y Mercurio	(Sacher 2015)
	Contaminación en los ríos: Palaví, Cachaví, Uimbí, Santiago y Zapotillo con presencia de Arsénico, Aluminio, Plomo, Mercurio y Cianuro. El agua no es apta para el consumo humano.	(Martínez et al. 2011)
	En los distritos auríferos de Nambija y Zaruma se encontró Cianuro, metales pesado y Mercurio provocando la extinción de vida en diferentes tramos de los ríos e impidiendo el uso del agua para consumo humano. Esta contaminación está relacionada directamente a la inadecuada disposición de las colas de descargas directas o indirectas de los procesos mineros	(PRODEMINCA 1996, Sandoval 2001)
Concentración de mercurio en peces	El metilmercurio (MEHg) que se encuentra disuelto en el agua se bioacumula y biomagnifica en la cadena alimentaria.	(Marrugo-Negrete et al. 2017)
	La contaminación por mercurio (Hg) está relacionada con minería aurífera a pequeña y mediana escala	(Ouboter et al. 2012, Sacher 2015)
Partículas suspendidas (SPM)	En la Cuenca de Puyango se han registrado concentraciones de partículas suspendidas en época seca de 430 mg/L a los 100 km aguas abajo y en época lluviosa de 240 mg/L hasta 120 km. Las partículas suspendidas contienen entre el 70% y el 100% del total de carga de Magnesio, Plomo y Mercurio.	(Betancourt et al. 2005, Sacher 2015)
Contaminación del suelo	En la provincia de Zamora y en Distrito Minero de Nambija se encontró Mercurio, Plomo, Cromo Hierro y Zinc en el suelo sobrepasando los límites permitidos.	(Ministerio de Minería del Ecuador et al. 2016)

Desplazamiento de poblaciones	En el caso de estudio de Burkina Faso se registró migración hacia ciudades cercanas por búsqueda de trabajo. Esto ha generado un cambio en la composición social del área y también el aumento de los delitos.	(Ouoba 2017)
Calidad del aire	En la fase de operación se dan un sin número de actividades que causan la desmejora de la calidad del aire. Esto se debe principalmente a la movilización de grandes cantidades de material, remoción de tierras, perforación y voladuras. Los principales contaminantes que se producen son: partículas en suspensión y gases por combustión.	(Egidarev and Simonov 2015)
Deforestación	Por cambio de uso del suelo en el área de las minas que son a cielo abierto, áreas de vertidos, depósito de relaves y desarrollo de infraestructura	
Pérdida de hábitat	Como consecuencia de la deforestación especies de reptiles, anfibios e insectos se ven afectadas en la pérdida de su hábitat.	
Fragmentación de hábitat	Las especies afectadas por la fragmentación son divididas en poblaciones más pequeñas en áreas aisladas con limitación de movimiento (forrajeo, cría, migración y dispersión). Lo que resulta en la disminución de la variabilidad genética. En el caso de especies de flora, éstas son restringidas a ciertas zonas (islas) donde la capacidad de dispersión de semillas es muy restringida.	
Violencia (Minería ilegal)	Según la experiencia de Colombia, la presencia de actividades ilegales de minería aurífera ha aumentado el número de homicidios y el ataque a civiles por grupos armados para controlar las áreas donde se extrae el oro.	(Idrobo et al. 2014)
Cacería y pesca	Debido a la apertura de vías de tercer orden y a la demanda de proteína por los trabajadores (minería ilegal) aumenta la demanda de carne de monte y de peces en la zona. Los propietarios de minería a pequeña escala no tienen los recursos para invertir en los costos de producción por lo que necesitan los recursos del bosque para alimentación y logística (madera)	(Hammond et al. 2013)

Tabla 8. Impactos directos e indirectos de la actividad minera (Environmental Law Alliance Worldwide 2010, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico 2013, 2014, Ministerio de Minería del Ecuador et al. 2016)

Fases de explotación	Agua		Aire		Suelo			Fauna	Flora	Social			
	Incremento de metales pesados, acidez o alteración en la calidad del agua	Disponibilidad y acceso al recurso hídrico	Incremento de material particulado, gases y vapores	Incremento del ruido y vibraciones	Alteración a la calidad del suelo	Erosión	Cambio en el uso del suelo	Pérdida de especies	Pérdida y fragmentación de hábitats	Desplazamientos	Migración	Salud	Economía
Exploración inicial													
Apertura desbroce de cobertura vegetal	x				x		x	x	x				
Recolección de muestras de agua / sedimentos	x												
Recolección de muestras de suelo					x								
Exploración avanzada													
Apertura de trochas o caminos					x	x	x	x	x		x		x
Perforaciones / manejo de las perforaciones / construcción de plataformas	x		x	x	x	x	x	x	x		x		
Instalación de campamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Transporte de equipo y personal				x	x	x		x			x		x
Explotación													
Remoción de cobertura vegetal		x	x		x	x	x	x	x	x	x		
Apertura de caminos e instalación de campamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Perforación y voladura	x		x	x	x	x		x		x	x	x	x
Tarea de limpieza cargado y acarreo	x	x	x			x						x	
Tareas auxiliares (ventilación, energía eléctrica, construcción de canales entre otros)	x	x	x	x	x		x					x	
Construcción de escombreras	x			x	x	x	x	x			x		x
Uso de explosivos y combustible	x		x		x	x	x	x	x			x	x
Beneficio													
Remoción de cobertura vegetal		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Apertura de caminos e instalación de campamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Construcción de las instalaciones (plantas de beneficio)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
Trituración primaria y secundaria			x	x				x				x	
Molienda	x	x	x	x	x			x				x	
Recuperación gravimétrica												x	

Recuperación de oro por cianuración / amalgamación	x	x	x	x	x			x	x			x	
Recuperación de concentrados por flotación	x	x	x	x	x			x	x			x	
Disposición y manejo de relaves	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	
Di fundición y refinación	x	x	x	x	x			x	x			x	
Uso de sustancias y productos químicos	x	x	x	x	x			x	x			x	
Escombros/ descargas/ desechos							x					x	
Comercialización													
Transporte			x	x	x	x		x				x	x
Construcción de infraestructura complementaria		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cierre de mina													
Levantamiento de infraestructura	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cierre definitivo de canteras a cielo abierto o subterráneas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cierre definitivo de relaveras y escombreras	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Levantamiento de carreteras	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Recuperación de áreas intervenidas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Tabla 9. Ejemplo con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la deforestación por la apertura de vías, considerando que el 90% de la deforestación se produce a menos de 10km de una vía degradando el bosque nativo.

Proyecto / tipo de explotación	Huella del proyecto (ha)	Vías de acceso (ha)	Emisión de GEI por deforestación asociada a la vía (t CO ₂ eq/ha)	Degradación del bosque asociada a la vía (ha)
Fruta del norte, / subterránea (Cardno 2018)	422.7	26.2	33'031 770.1	87 081.5
Mirador/ cielo abierto (Sacher 2011)	548			
Mirador/ cielo abierto (https://maaproject.org/mirador/)	1307	33.62	14'710 797.3	60 830.6

Tabla 10. Actores dentro del área de estudio

Actores en la zona Sur	Actores en la zona Norte
Observatorio Latinoamericano de conflictos ambientales (OLCA)	Coordinadora Ecuatoriana de Organizaciones para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente (CEDENMA)
Observatorio de Conflictos Mineros en Latino América (OCMA)	Aves y conservación
Fundación Chankuap, Uwi, San Carlos	Red de economía solidaria Mundo verde
Defensores del sur del Ecuador (Arutam)	Conservación Internacional
Asamblea de los pueblos del Sur	Naturaleza y Cultura Internacional
Asociaciones Shuar: Santiago, Mayaik, Paantin, Yamaram, Sawa, Fronterizos	Maquipucuna
Coordinadora Nacional por la Defensa de la Vida y la Soberanía CNDVS (coalición de comunidades y organizaciones afectadas por la minería)	Juntas administradoras de agua potable y asociaciones productivas - Carchi
Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador (CONAIE)	Organización ecologista DECOIN (Defensa Ecológica y Conservación de Intag), Asamblea de Unidad Cantonal de Cotacachi, Asamblea de Mujeres Populares y Diversas de Ecuador
Fundación Natura	Confederación Intercultural Campesina (Amaru)
Centro de Derechos Económicos y Sociales (CDES)	Red ecoturística Intag
Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonia Ecuatoriana (CONFENIAE)	Coordinadora Zonal Intag, Comité Zonal Gestión Ambiental, Comité Zonal de Educación, Coordinadora de Mujeres Intag, Consorcio Toisón, Coordinadora de Jóvenes de Intag
Asociación Tarimiant	Confederación de Nacionalidades de Indígenas del Ecuador (CONAIE)
INREDH	Federación de centros Awá del Ecuador (FCAE)
Huella Verde	Fundación para el Desarrollo Alternativo (Fundead)
Acción Ecológica	Acción Ecológica
Fundación Regional de Asesoría en Derechos Humanos	Reserva natural Mangaloma
Comisión Ecueménica de Derechos Humanos del Ecuador CEDHU	Fundación Futuro Latinoamericano y el Centro Awa Pambilar
Movimiento de Unidad Plurinacional Pachakutik	Comité de co-manejo del Bosque Protector Golondrinas (BPG)
CORDAVI	Colectivo del Corredor de Vida Chiles - Mataje (CVCHM)
The Partisans	Federación de Centros Chachi del Ecuador (FECCHE)
Futuro en Nuestras Manos	GIZ programa GEZOREN
Ecociencia	Altropico
Cecia	Paz y Desarrollo
Amigos Tierra	
Wildlife Conservation International	
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	
Maquipucuna	
Comunidad Amazónica de Acción Social Cordillera del Cóndor (Cascomi)	
ONG ecuatoriana Inredhi	
Colectivo de Acción Psicosocial de Quito	
Asociación Nunkui	

