

# IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS SUELO Y AGUA CANTONES CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA Y TENA



**M.Sc. Holger Michler  
Noviembre 2021**

# El recurso suelo

Los suelos de la Amazonía ecuatoriana son generalmente ácidos y pobres en nutrientes.

Los suelos fértiles son escasos y se concentran en las zonas aluviales cerca de los ríos.

Aquí se cultivan los alimentos de los cuales la gente vive.

El 41% de la Población Económicamente Activa del Cantón Tena se dedica a actividades agrícolas y ganaderas. Fuente: INEC 2010, Proyecciones 2020

La calidad de vida de estas personas depende de la calidad del suelo.

# El recurso agua

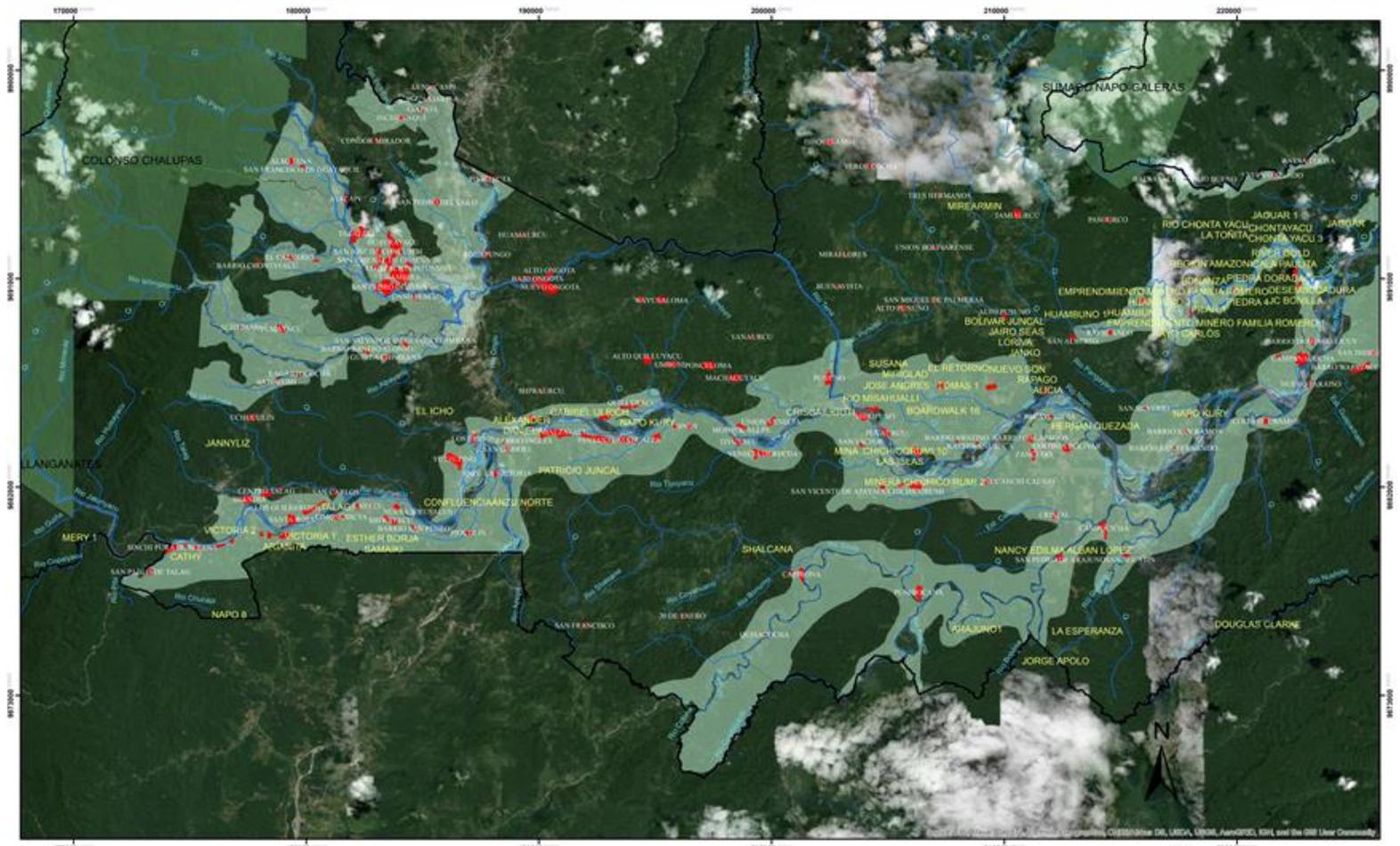
El canton Carlo Julio Arosemena Tola y la parte alte del canton Tena se encuentran en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes.

Aqui nacen los ríos, que proveen a la población con agua para beber, lavar y actividades de tiempo libre.

495 km de ríos principales en el canton CJAT.

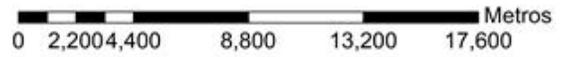
2728 km de ríos principales en el canton Tena.

# LOS ENTISOLES Y RÍOS EN EL CANTÓN TENA



**LEYENDA**

- Asentamientos
- Cantón Tena
- Areas Protegidas
- Entisoles
- VIAS
- RÍOS



1:115,000



Proyección: UTM WGS 1984 18 S  
 Elaborado por "Napo Ama La Vida",  
 Junio 2021  
 En base de datos del Ministerio de Minas y Municipio de Tena.

# Recurso suelo

## Canton Tena

- Posee solamente 13,23% de su territorio suelos fértiles:
  - Entisoles (Orden) (soil taxonomy USDA )  
Fuente PDOT Gad Tena 2020 – 2023
- Aquí se concentra la producción agrícola del cantón:  
Yuca, Platano, café, cacao.
- La base de la seguridad alimentaria

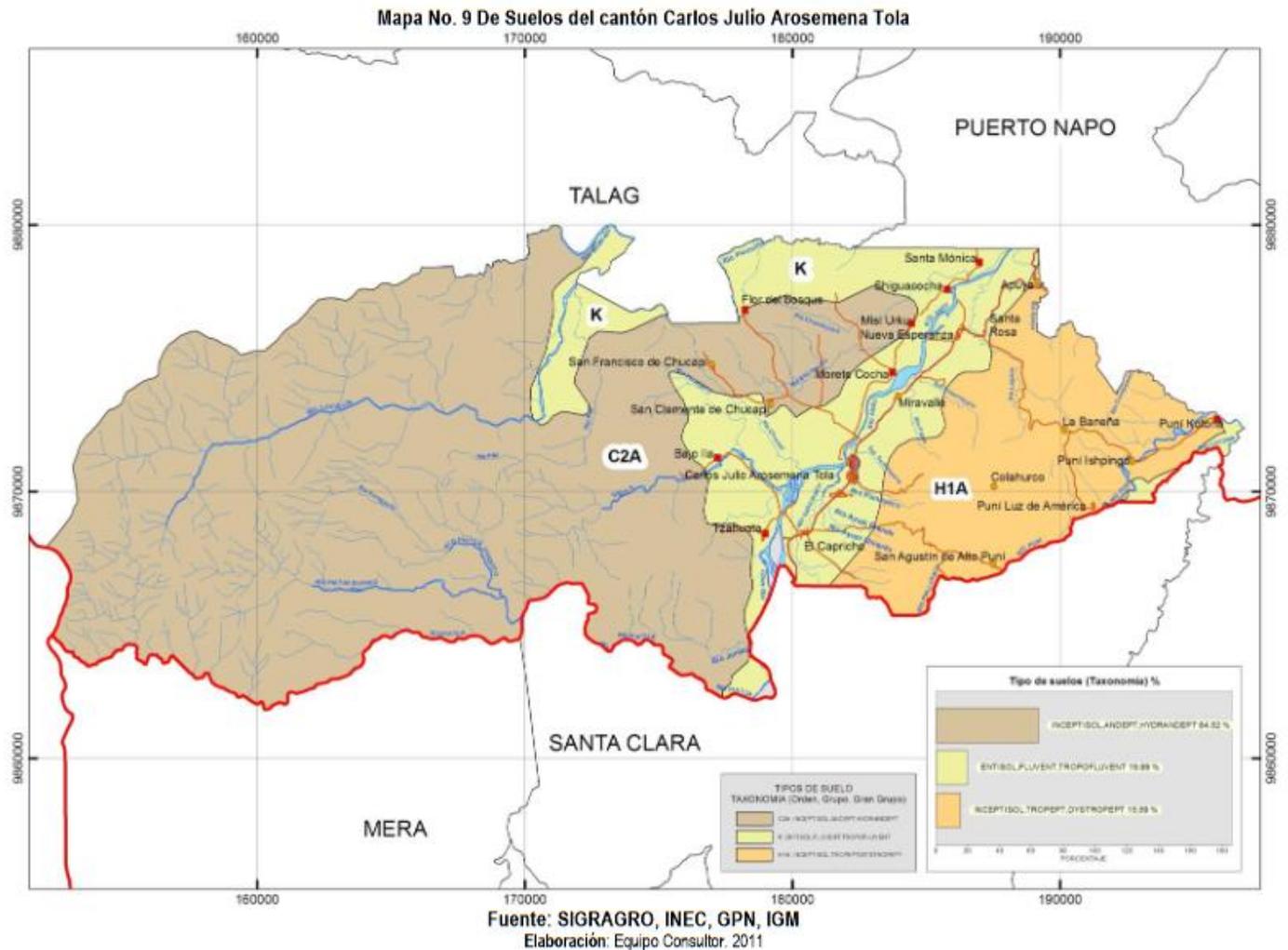


## Recurso suelo

PDOT 2020 – 2023 Cantón Tena

“..... los entisoles representan las áreas aptas para cultivos (13.23%) que son reducidas y se restringen a áreas aluviales cercanas a poblados a lo largo de las riberas de los ríos y terrazas altas y medias, .... una profundidad de 1 a 4 metros sobre un sustrato de arcillas por tanto son suelos casi sin limitaciones para usos y en ellas se puede procurar los máximos rendimientos en forma sostenida.”

# LOS ENTISOLES Y RÍOS EN EL CANTÓN CJAT



# Recurso suelo

## Cantón Carlos Julio Arosemena Tola

Orden Entisoles  
Suborden Fluvents

9992,13 hectáreas (19,89% de la superficie cantonal).

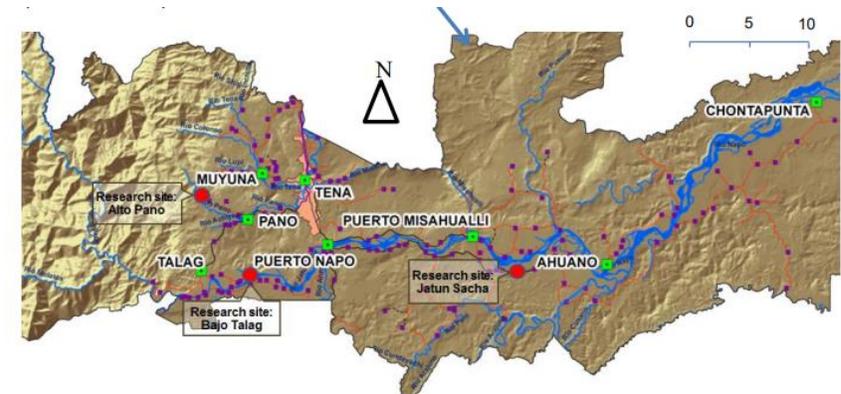
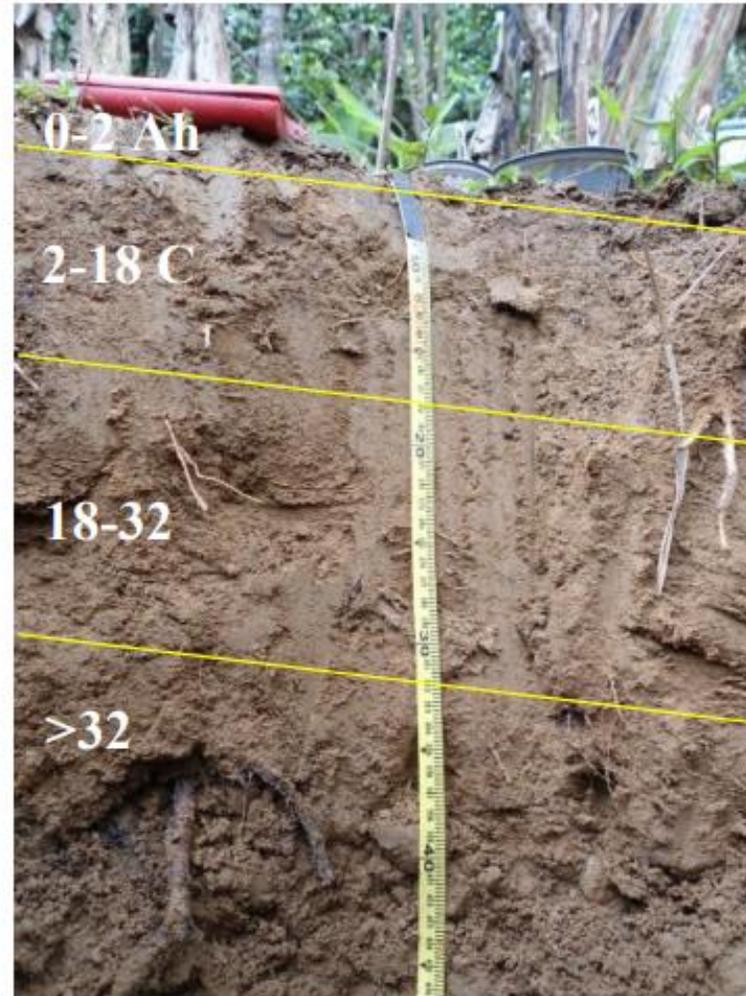
“...En general, los suelos de ribera Fluvents, son suelos de alto valor productivo.

En los valles y deltas de los ríos de gran caudal como el: Anzu, Pioculin y el Illoculin.

En los asentamientos de Santa Mónica, Apuya, Santa Rosa, Nueva Esperanza, Morete Cocha, Miravalle, Arosemena Tola, Tzahuata y El Capricho..”

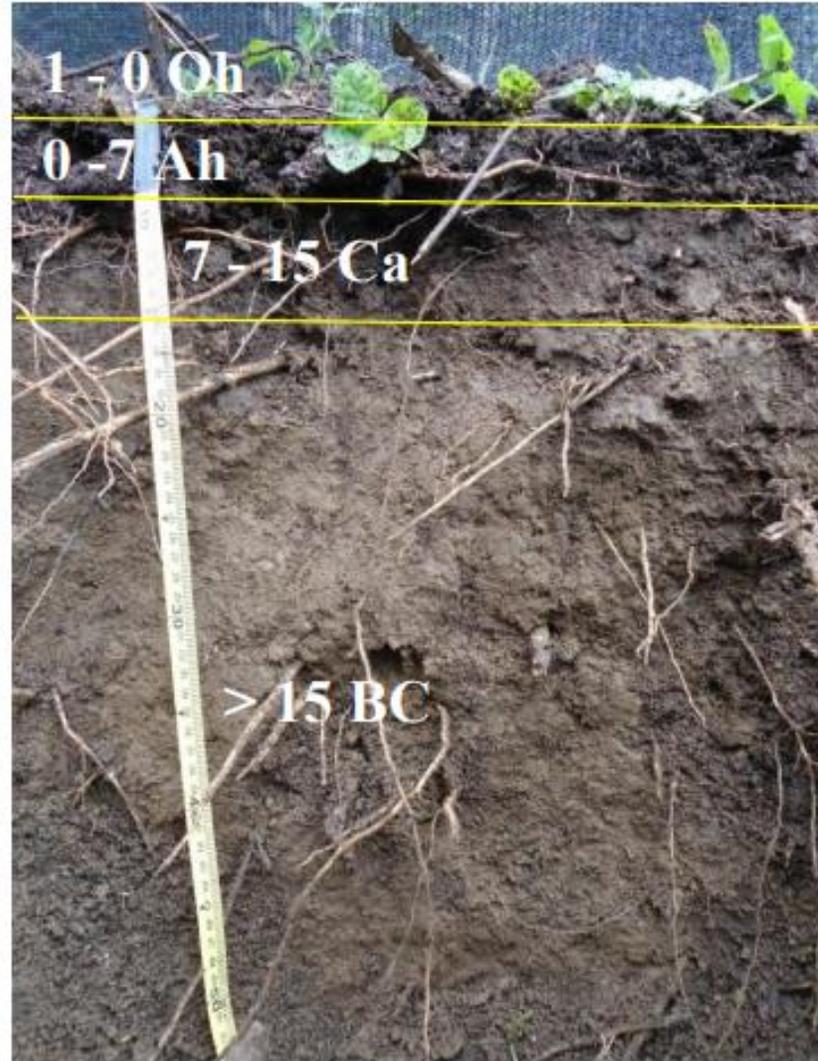
Fuente: PDOT Cantón CJAT

# Recurso suelo

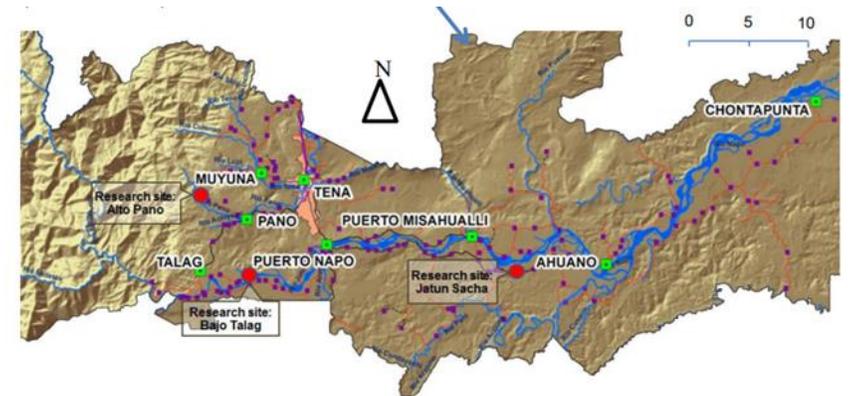


Gleyic Entisol Ahuano, Jatun Sacha  
(Holger Michler 2012)

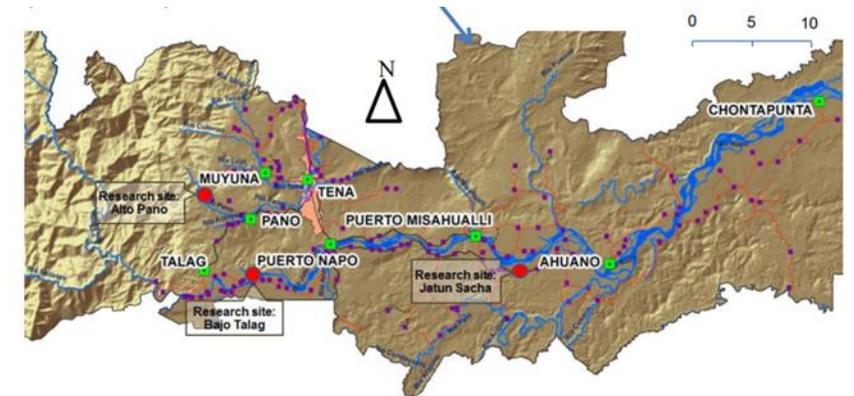
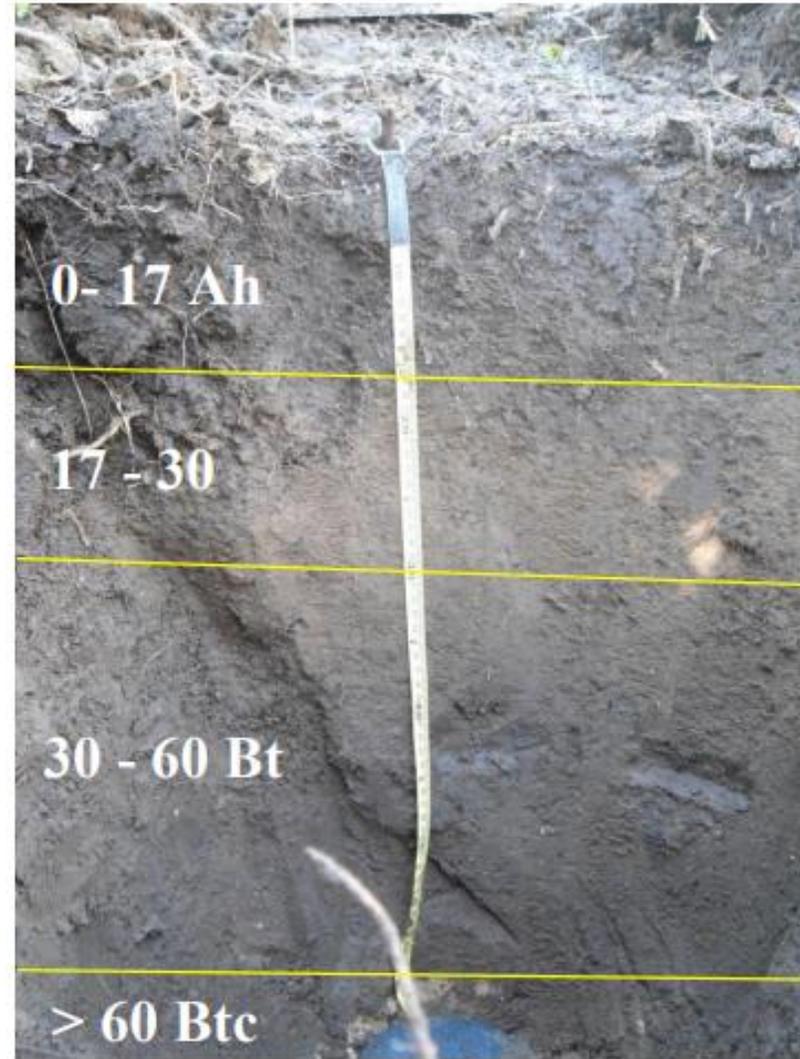
# Recurso suelo



Haplic Entisol, Bajo Talag  
(Holger Michler 2012)



# Recurso suelo



Inceptisol, Alto Pano  
(Holger Michler 2012)

## Recurso suelo

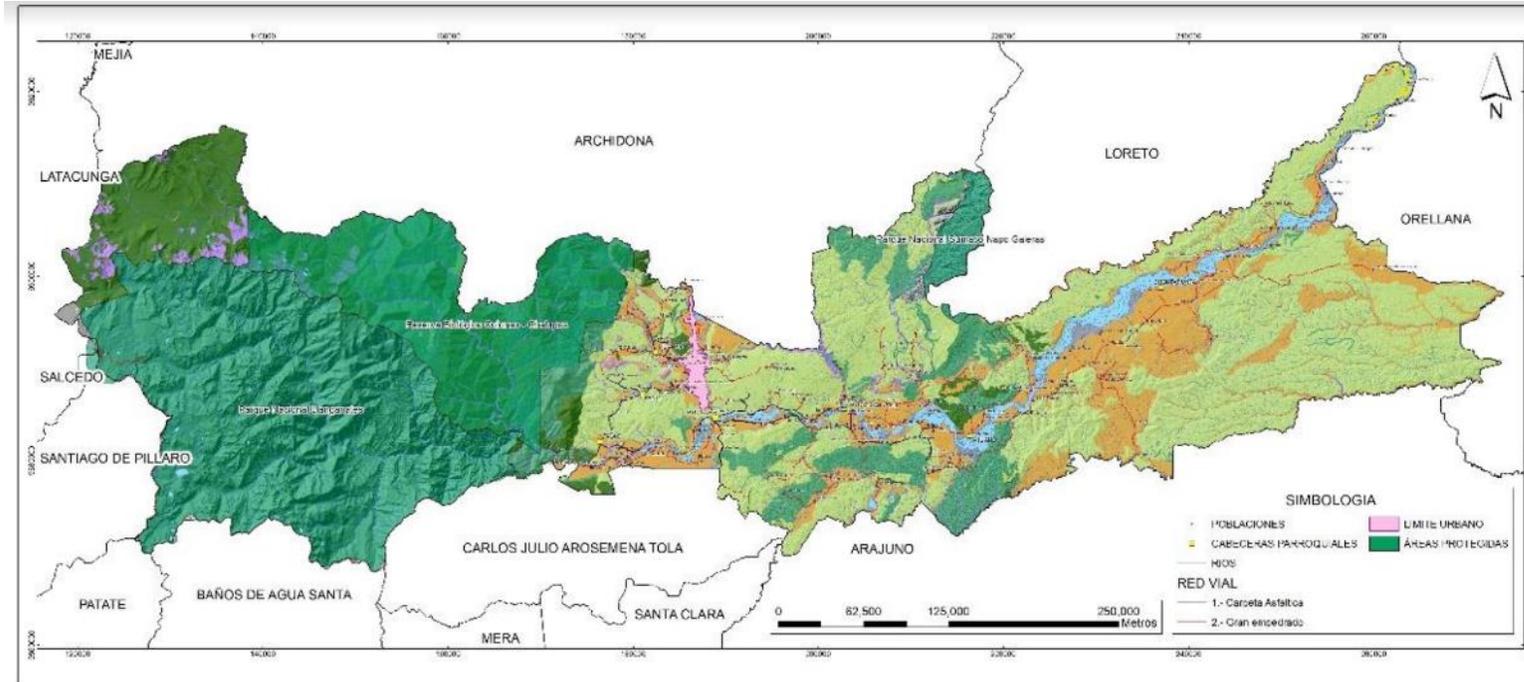
PDOT 2020 – 2023 declara: 14,85% del territorio del canton Tena:  
como suelo rural de producción:

- Categoría CUT IV: Vocación agrícola
- Categoría CUT V: Vocación agropecuaria

Fuente: Cuadro 44: Clases de capacidad de uso de la tierra (CUT) existentes en el cantón Tena.

Elaborado: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, GADMTENA, 2017.

# Recurso suelo



**LEYENDA**

Áreas no aplicables	Usos agrícolas y otros afines	Usos especiales con poco riesgo de erosión	Aprovechamiento con fines de conservación		
No aplicable	16-198 misceláneas	Con limitaciones de ligera a moderadas	Usos no-agrícolas	De protección	
			CLASE VI	CLASE VII	CLASE VIII
<p>Áreas no aplicables</p> <p>16-198 misceláneas</p>	<p>Usos agrícolas y otros afines</p> <p>Con limitaciones de ligera a moderadas</p> <p>CLASE IV</p>	<p>Usos especiales con poco riesgo de erosión</p> <p>Con limitaciones fuertes a muy fuertes, pero no erosionable</p> <p>CLASE V</p>	<p>Usos no-agrícolas</p> <p>CLASE VI</p>	<p>De protección</p> <p>CLASE VII</p>	<p>CLASE VIII</p>

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TENA**

SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN  
UNIDAD DE PLANEAMIENTO FÍSICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA (CUT) DEL CANTÓN TENA

ESCALA: 1:145.000 | FECHA: Diciembre 2020

FUENTES: MAC-SIGTIERRAS IGM | MAE GADM TENA

# Recurso suelo

## COOTAD 2010

- Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.
- b) **Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;**

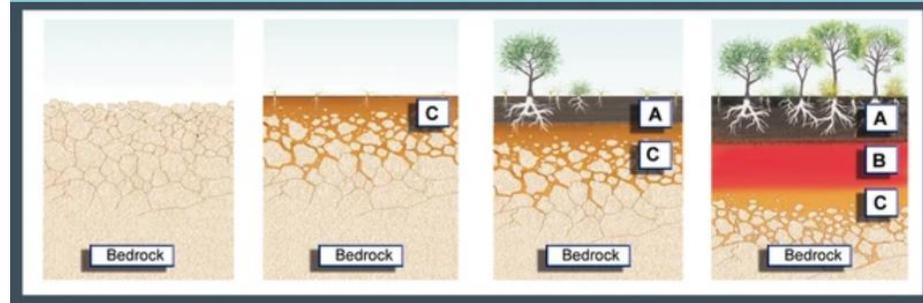
## LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO 2016

- Art. 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial.-
- 3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y **definirán el uso y la gestión del suelo.**

Las decisiones de ordenamiento territorial, de uso y ocupación del suelo de este nivel de gobierno **racionalizarán las intervenciones en el territorio de los otros niveles de gobierno.**

# Recurso suelo

## Formación de suelos



[www.shutterstock.com/es/image-illustration/edaphology-soil-formation-mature](http://www.shutterstock.com/es/image-illustration/edaphology-soil-formation-mature)

Sobre los sedimentos de las terrazas aluviales

Proceso de meteorización física, química y biológica de los minerales.

Creando una textura adecuada. Espacio para las raíces para que se pueden sustener.

Plantas pioneras. Accumulación de materia orgánica.

Formación de horizontes humosos.

Profundidad en nuestros Entisoles 1 a 4 metros.

# Recurso suelo fertiles

## Formación de suelos

Cuál es el tiempo paraa la formación de estos suelos:

- La formación más rápida de suelos que se investigo es de 1mm/ año.  
Bajo condiciones muy favorable.
  - 10 años por 1 cm de suelo
  - 1000 años por 1 metro de suelo
- Condiciones menos favorables
  - 0.001 mm/ año.

“Un suelo bien formado puede tardar unos 10.000 años en formarse.

Suelos muy profundos (selva tropical) han tardado más de un millón de años en formarse.”

Fuente: [https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema\\_6.pdf](https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema_6.pdf)

# Avance geográfica de la actividad minera en el Cantón Carlo Julio Arosemena Tola

AGOSTO 2009



Image © 2021 Maxar Technologies

Google Earth

IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS

SUELO Y AGUA

1970

Imagery Date: 8/13/2009 18 M 183042.06 m E 9876656.55 m S elev 518 m eye alt 5.72 km

JULIO 2015

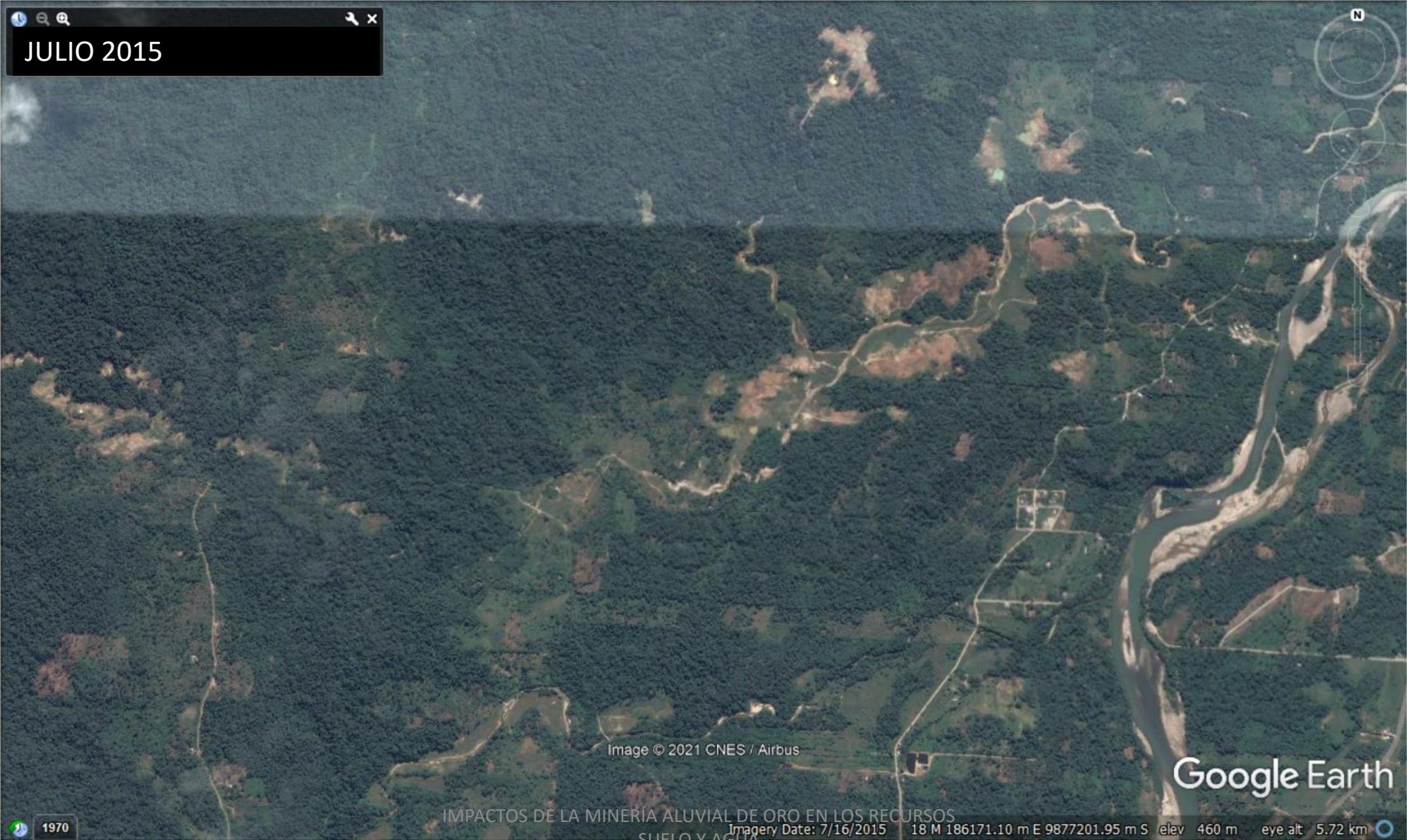


Image © 2021 CNES / Airbus

Google Earth

1970

IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS  
SUELO Y AGUA  
Imagery Date: 7/16/2015 18 M 186171.10 m E 9877201.95 m S elev 460 m eye alt 5.72 km

SEPTIEMBRE 2020

© 2021 Google  
Image © 2021 CNES / Airbus

Google Earth

IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS

SUELO Y AGUA Imagery Date: 11/9/2020 18 M 182884.78 m E 9875678.30 m S elev 514 m eye alt 5.72 km

1970

AGOSTO 2009



JULIO 2015

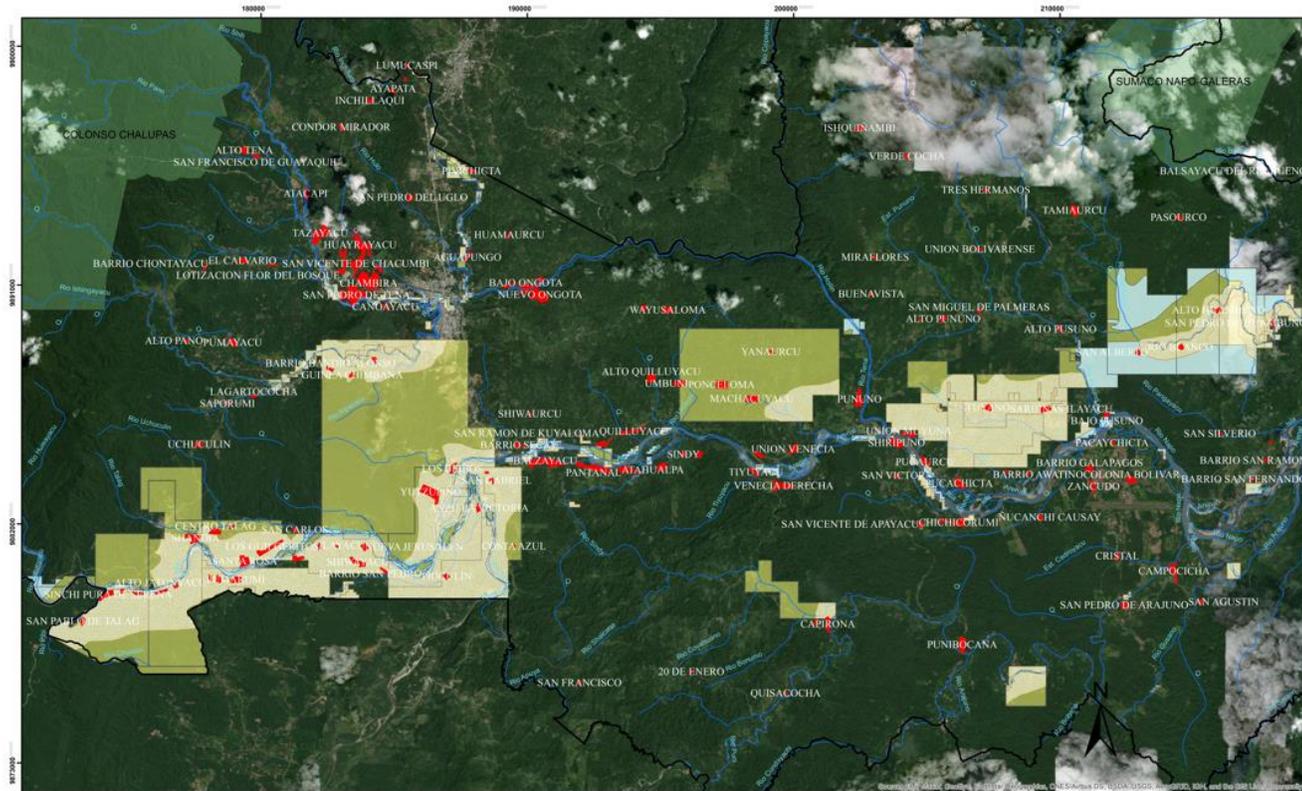


SEPTIEMBRE 2020



IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS  
SUELO Y AGUA

## CONCESIONES MINERAS CANTÓN TENA



LEYENDA	
<span style="color: red;">■</span>	Asentamientos
<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Cantón Tena
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Zonas con vocación agropecuaria dentro de concesión minera. Suelo fértil Entisol.
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Áreas Protegidas
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Zonas Protección Hidrológica dentro de concesión minera
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Concesiones mineras
<span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px;"></span>	VÍAS
<span style="border-bottom: 1px solid blue; display: inline-block; width: 10px;"></span>	RIOS

0 1,800 3,600 7,200 10,800 14,400 Metros

1:95,000

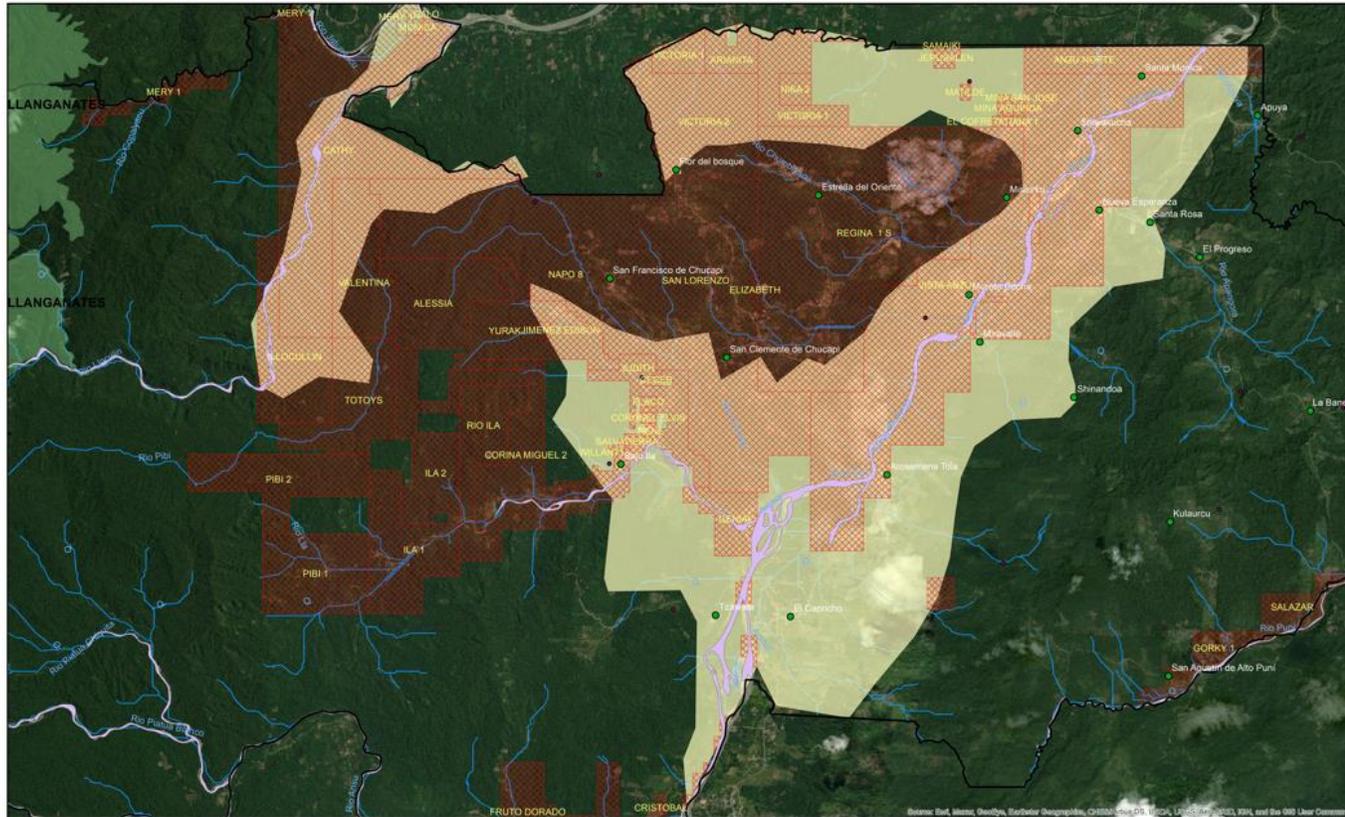


Proyección: UTM WGS 1984 18 S  
Elaborado por "Napo Ama La Vida",  
Junio 2021  
En base de datos del Ministerio de Minas y Municipio de Tena.

Parámetro	Datos
	<b>Tena</b>
Fuentes de agua dentro de concesione	4 (Alpayacu, lo otros sin nombre)
Fuentes de agua cerca de concesiones con distancia $\leq$ 500 metros	5
Fuentes de agua cerca de concesiones con distancia $500 >$ a 1000 metros	4 Guiña, Pibi
Captaciones de agua dentro de concesiones	
Ríos que cruzan las concesiones	Napo, Jatun Yacu, Arajuno, Anzu, Talag, Iloculin, Pusuno, Copalyacu, Pibi, Chucapi, Uchuculin, Pioculin, Alpayacu, Umbuni, Huambuno, Humoyacu, Coyahuano En total alrededor de 28 ríos.
Km de ríos de primer y segundo nivel dentro de concesiones	231,45 km
CUT agropecuario y suelos fértiles en concesiones; Vocación agropecuaria, suelo Entisol	8770,41 ha 15.4 % del suelo Entisol
Zonas de protección o recarga hídrica en concesiones	2926.19 ha
Áreas protegidas en concesiones	-----



## CONCESIONES MINERAS CANTÓN CJAT



LEYENDA	
	Áreas protegidas
	Comunidades
	Área protegida dentro de concesión
	Cantón CJAT
	Concesiones mineras
	Entisole
	Ríos

3,300 1,650 0 3,300 Metros

1:50,000



Proyección: UTM WGS 1984 18 S  
Elaborado por "Napo Ama La Vida",  
Junio 2021  
En base de datos del Ministerio de Minas y Municipio de Tena.

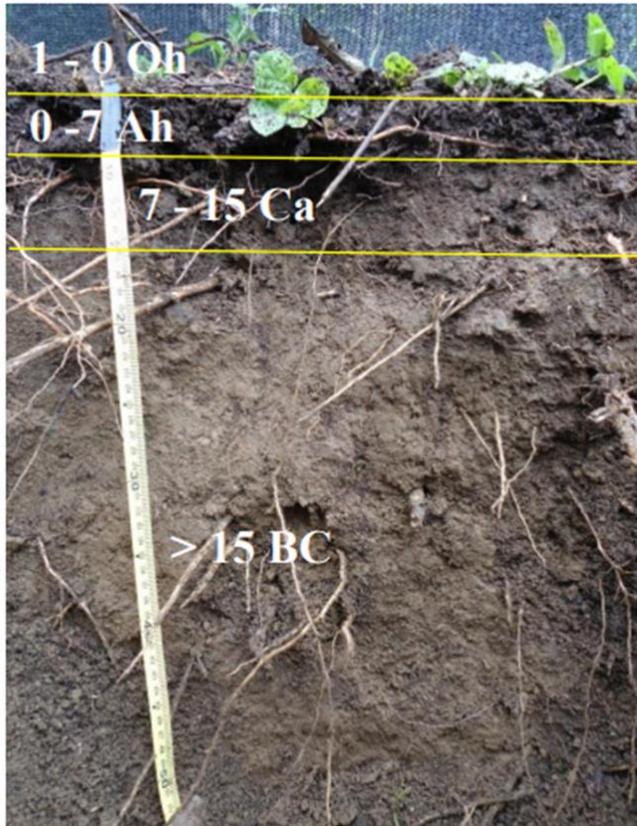
Parámetro	Datos
	<b>CJ Arosemena Tola</b>
Fuentes de agua dentro de concesiones	24
Fuentes de agua cerca de concesiones con distancia $\leq 500$ metros	10
Fuentes de agua cerca de concesiones con distancia $500 > a 1000$ metros	11
Captaciones de agua dentro de concesiones	5 (una en zona de concesión en tramite)
Ríos que cruzan las concesiones	Iloculin, Ila, Pibi, Chucapi, Jatun Yacu, Chumbiyacu, Ansu, Sarzayacu, Arenal, Apuya, Piñoyacu. En total alrededor de 60 ríos, entre ríos principales y secundarios
Km de ríos de primer y segundo nivel dentro de concesiones	167,68 km
CUT agropecuario y suelos fértiles en concesiones; Vocación agropecuaria, suelo Entisol (PDOT Cantón Tena 2020 – 2023)	5553,5 ha 55.8% del suelo Entisol
Zonas de protección o recarga hídrica en concesiones (PDOT Cantón Carlos Julio Arosemena Tola 2019 - 2023)	1375,64 ha
Áreas protegidas en concesiones	68,42 ha

# Minería en suelos fértiles

## Impactos físicos en los suelos por la minería

- La minería destruye los suelos completamente
- Elimina la vegetación donde está almacenado gran parte de los nutrientes
- Elimina el horizonte humoso Ah donde está almacenada la otra parte de los nutrientes
- Elimina el horizonte transformado B
- Se quedan solamente los materiales parentales (crudos)
- El proceso de desarrollo debe empezar otra vez desde el inicio.

# Minería en suelos fértiles



Suelo natural



Actividad minera



Sin suelo

# Minería en suelos fértiles

Contaminación por mercurio y otros metales pesados. Estudio en Madre Dios, Amazonía Peru

- El objetivo: Analizar las concentraciones en suelos y bioacumulación de metales pesados en plátano y yuca en áreas abandonadas por minería aurífera, sureste de la Amazonía peruana.

Fuente: Scientia Agropecuaria vol.11 no.1 Trujillo ene./mar 2020

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000100049](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100049)

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Peru

Universidad de Barcelona, España

Margarita Soto-Benavente, Liset Rodríguez-Achata · Martha Olivera, Víctor Arostegui Sánchez, César Colina Nano, Jorge Garate Quispe

# Minería en suelos fértiles

Tabla: **Concentración de metales pesados en suelos** de las plantaciones evaluadas según sitio (control y con minería).

Producto agrícola	Sitio	Metales pesados, mg/kg			
		Hg	As	Cd	Pb
Plantación de yuca	<b>Con minería</b> (La Pastora)	< 0,01	6,27	0,79	12.6
	Sitio Control (Infierno)	< 0,01	2,94	< 0,02	5,78
Plantación de Plátano	<b>Con minería</b> (La Pastora)	< 0,01	6,56	0,85	9,39
	Sitio Control (Infierno)	< 0,01	4,47	< 0,02	8,65

Fuente: Scientia Agropecuaria vol.11 no.1 Trujillo ene./mar 2020



Las concentraciones de As, Cd y Pb fueron superiores en los suelos minados.

# Minería en suelos fértiles

**Tabla 3** Concentración de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) según sitio de evaluación (con minería y control) y órganos en yuca y plátano. En letra negra se resalta el órgano de la planta consumida por la población. En asterisco (\*) se muestran los que superaron los límites máximos permisibles de la FAO-OMS

Producto agrícola	Metal pesado	Raíz mg/kg		Tallo mg/kg		Hoja mg/kg		Fruto mg/kg		RTFAO-OMS	
		Con minería	Control		Límite máximo (mg/kg)						
yuca	Hg	0,018	< 0,010	0,083	< 0,010	0,04	< 0,010			1-3	0,1
	As	2,952*	0,050	2,942	0,199	< 0,070	< 0,050			5-20	0,1
	Cd	0,039	< 0,020	0,38	< 0,020	0,2145	0,125			5-30	0,1
	Pb	5,813*	0,022	5,782	0,279	0,050	0,020			30-300	0,1
plátano	Hg	0,451	0,281	0,020	0,177	< 0,010	< 0,010	< 0,002	< 0,002	1-3	0,1
	As	0,820	0,653	< 0,053	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,006	< 0,006	5-20	0,1
	Cd	0,155	0,177	0,040	0,003	< 0,020	< 0,020	< 0,005	< 0,005	5-30	0,05
Pb	1,078	0,847	0,073	0,040	0,210	0,025	< 0,01	< 0,01	30-300	0,1	

Fuente: Scientia Agropecuaria vol.11 no.1 Trujillo ene./mar 2020

- Las concentraciones de As, Pb y Cd en yuca y plátano fueron superiores en las plantaciones con anterior actividad minera.
- Las concentraciones de As y Pb en raíces de yuca superan los niveles recomendados por la FAO/OMS.
- En la raíz yuca las concentraciones de arsénico y plomo superan los límites máximos aceptables para alimentos establecidos por la [FAO-OMS \(2018\)](#), en 30 y 58 veces más



# Minería en suelos fértiles

## Bioacumulación: Cadmio en Cacao y chocolate

- Unión Europea (UE) en 2014 estableció los niveles máximos permitidos para el cadmio en los productos de cacao y chocolate vendidos en la UE.
- EU Regulación No 488/2014:
  - Limite máximo tolerable  $0.8 \mu\text{g g}^{-1}$  para chocolates con porcentaje de cacao mayor a 50%
- En Ecuador pro medio  $0.75$  hasta  $0.94 \mu\text{g g}^{-1}$  en chocolates
- Pero valores máximos hasta  $1.8$
- Fuentes antropogénicas de cadmio
- "La minería pueden conducir a la contaminación localizada con cadmio
- Suelos en la provincial de Napo son ácidos
  - Bajo ph (ácidos) aumenta la solubilidad del Cd

Fuente: Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe  
Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación  
A. Meter, R.J. Atkinson and B. Laliberte 2019

## Minería en suelos fértiles

### Tiempos de recuperación

- Formación de nuevo suelo: 1000 años
- Descontaminación de mercurio y metales pesados:
  - Puede quedarse por siglos cuando se inmoviliza
  - Puede moverse al entorno y entrar en las redes tróficas
- Restauración de bosque: A un bosque maduro y biodiverso décadas (100 años)

University of Suriname, Environmental Research Centre.

Alterra-Rapport 1359 Alterra, Universidad de Wageningen, 2006

# Minería en suelos fértiles

## Tiempos de recuperación



Un sitio de minería en la selva tropical de Guayana 5 años después del cierre.



Queda casi sin vegetación.

**Fuente**

Gold mining leaves deforested Amazon land barren for years, find scientists

Michelle Kalamandeen, David Galbraith

The conversation June 30, 2020 10.33am EDT

<https://theconversation.com/>

gold-mining-leaves-deforested-amazon-land-barren-for-years-find-scientists-141639

# Minería en suelos fértiles

## Tiempos de recuperación



Tuyano, Parroquia Missahualli

Finalizo la actividad minera en 2012

IMPACTOS DE LA MINERÍA ALUVIAL DE ORO EN LOS RECURSOS  
SUELO Y AGUA

Perdemos los suelos con vocación para la producción de alimentos para muchas generaciones por unos años de explotación de oro.