

Addressing Impacts from ASGM on Ecosystems and Biodiversity

Luis E. Fernandez

Executive Director, Center for Amazonian Scientific Innovation (CIN CIA)

Research Professor, Wake Forest University

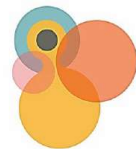
Tuesday August 27 | m | M6



Official
Session



ARTISANAL MINING
GRAND CHALLENGE



CENTRO DE INNOVACIÓN
CIENTÍFICA AMAZÓNICA



MADRE DE DIOS Peru's "Capital of Biodiversity"











CALIDAD DE EXPORTACION



MERCURIO
EL -
ESPANOL

CE ISO 9002 REGISTERED QUALITY SYSTEM

MERCURIO
EL -
ESPANOL

Pedidos Lima Telf.: (01) 572 7234







¿CÓMO HAY?
COMERÍA DEL SUR
Fusilla a su mínima
UN CÁÑON



8
B
5







Artisanal Gold Mining in Madre de Dios

Deforestation: **115,000 ha**

Source: *CINCIA 2018, MAAP 2018*

A close-up photograph of a person's hands pouring a silvery liquid from a dark, worn metal pan into a small white plastic container. The person's hands are weathered and have a black wristband on the left wrist. The background is blurred, showing a natural outdoor setting.

Artisanal Gold Mining In Madre de Dios

releases
185 tons of mercury per year

source: *Artisanal Gold Council 2018*



7 of 10

persons have mercury
levels above USEPA health
reference values



6 of 10 children have
mercury above the
reference values

data source: CAMEP 2013

A woman with dark hair, wearing a light-colored, sleeveless top, is kneeling on a woven mat on the ground. She is focused on weaving a piece of fabric on a traditional loom. The loom is set up on the ground, and she is using a long, thin wooden beam to assist in the process. The background shows a rustic structure with a thatched roof made of dried palm leaves or similar natural materials. The overall scene is set in a rural, traditional environment.

7 of 10 communities
with the highest levels of
mercury are **indigenous**

source: CAMEP 2013





CENTRO DE INNOVACIÓN
CIENTÍFICA AMAZÓNICA

| **cincia**REFORESTATION

| **cincia**DRONES

| **cincia**BASELINESforBIODIVERSITY

| **cincia**BIOCHAR

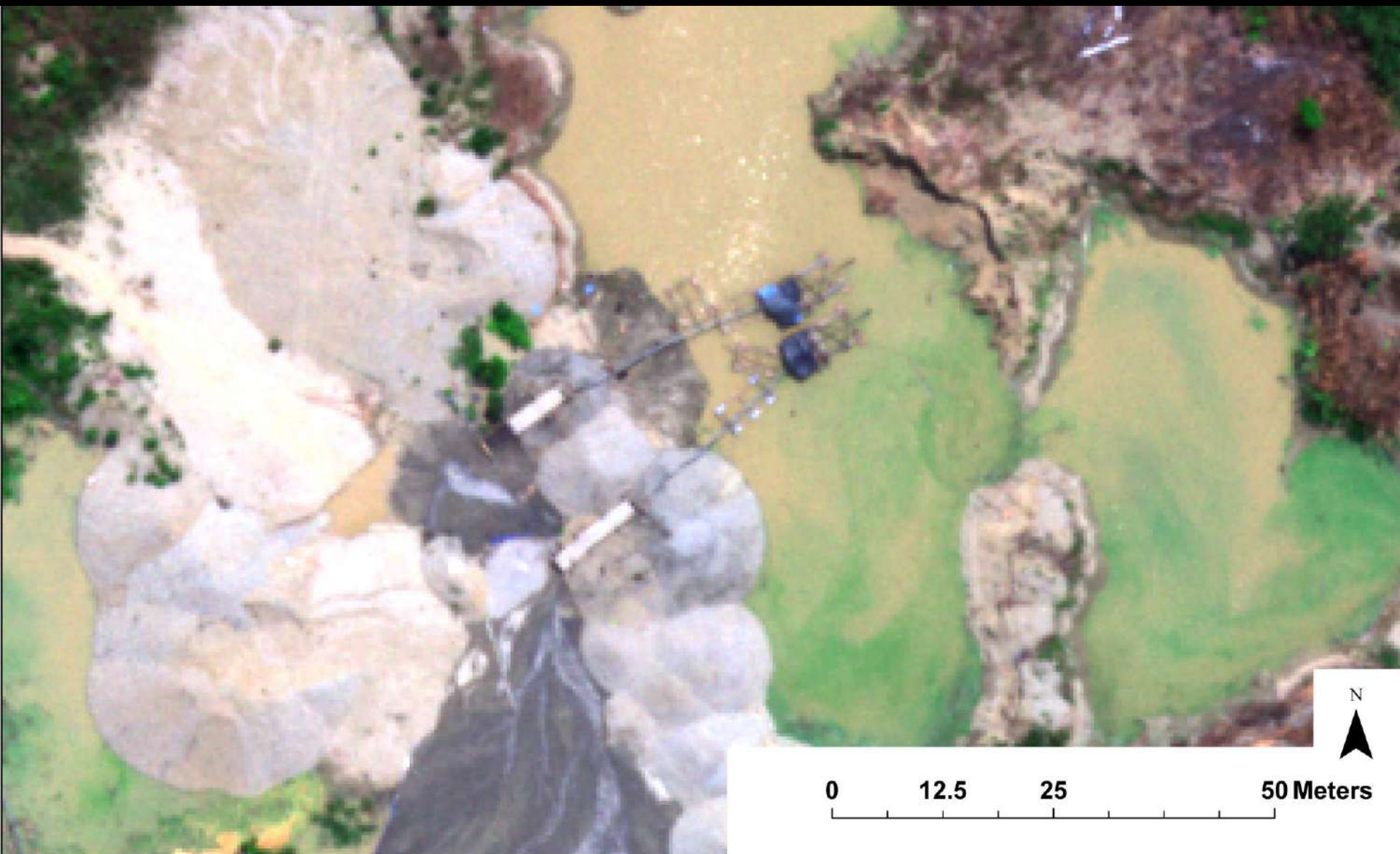
| **cincia**MERCURY

| **cincia**EDUCATION





Using **S**ynthetic **A**perture **R**adar to detect ASGM thru cloud cover in the Amazon

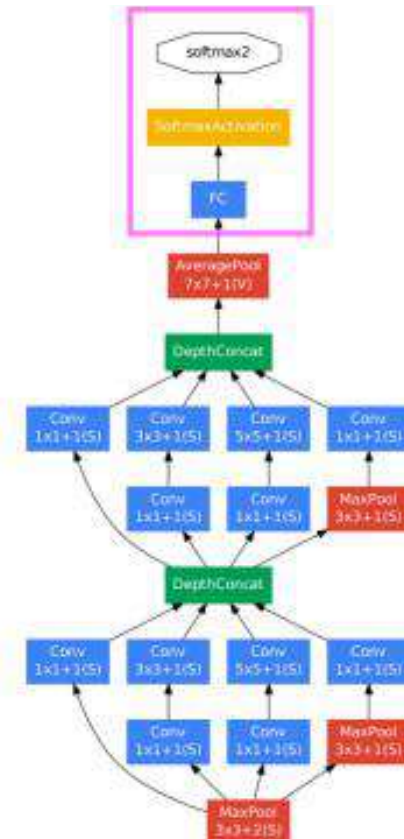




Using **Convolutional Neural Networks** for automated feature recognition in the Cloud



100 images in each class to train CNNs to recognize threat objects





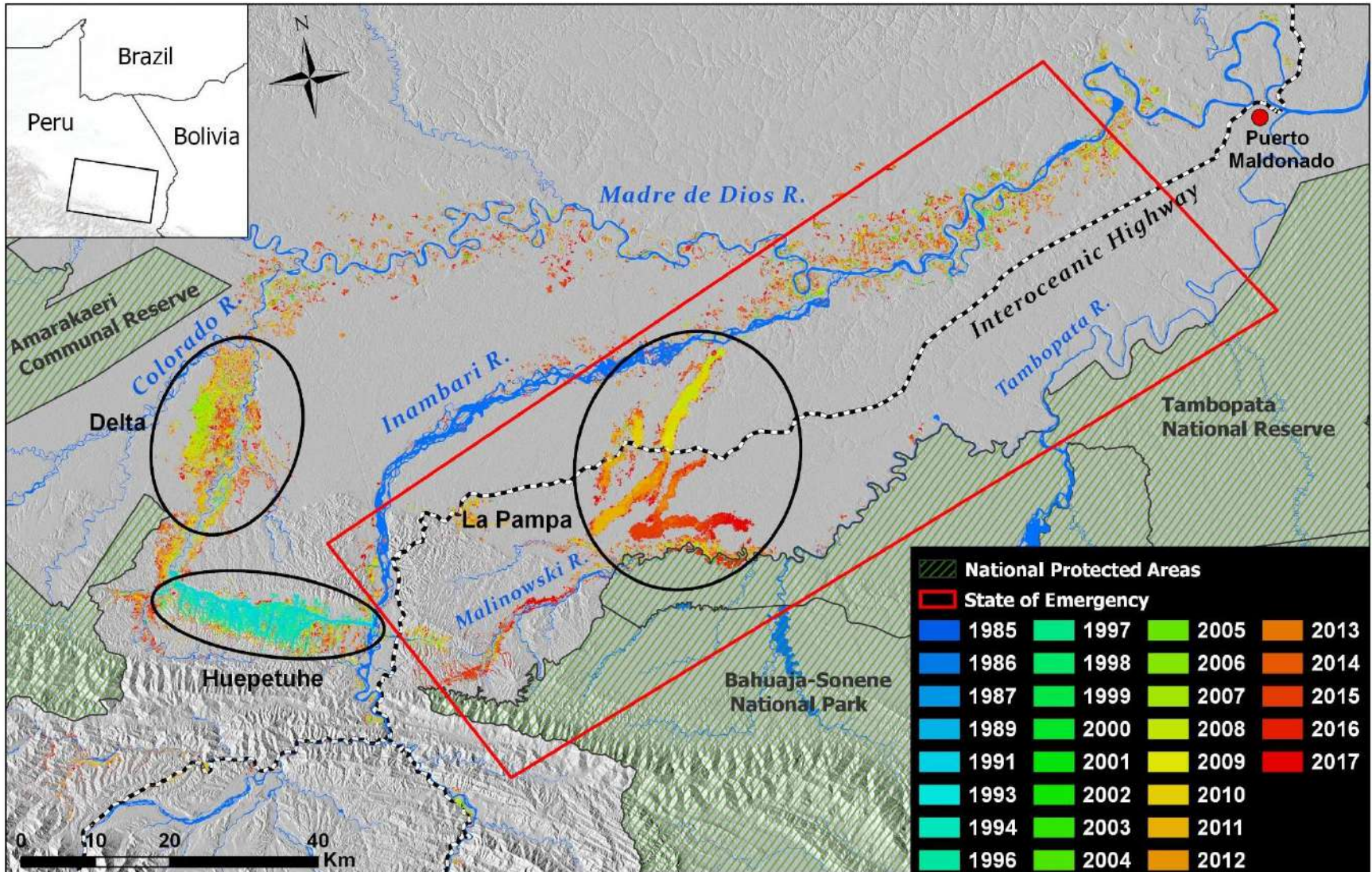
Foundational research on cloud based automated recognition of mining elements
in drone and high resolution satellite data streams

→ ID ASGM in prohibited regions (*e.g. protected areas, native lands*)

→ Use new data streams: Planet data - 3m res every day

Mining-related Deforestation

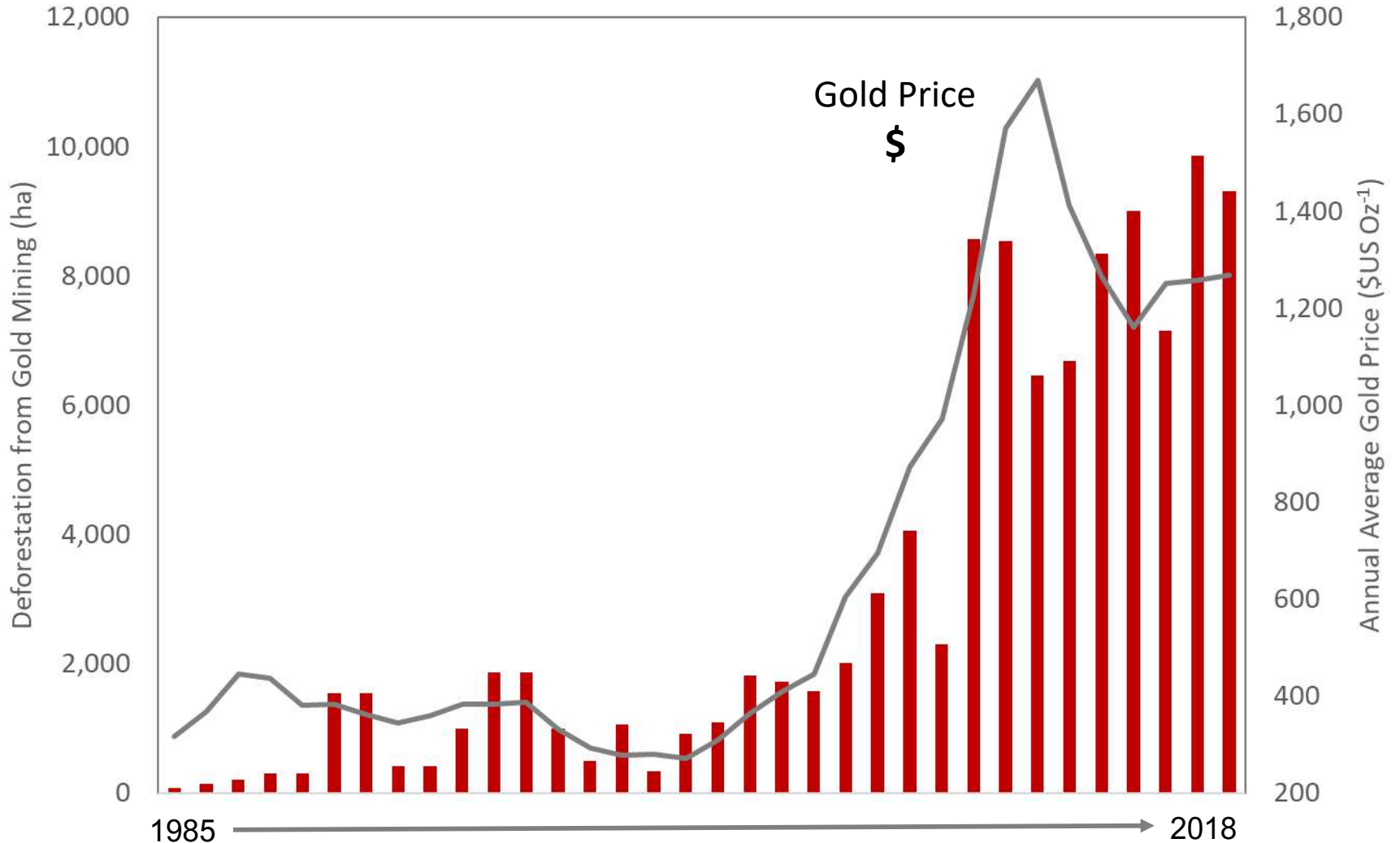
Madre de Dios: 1985-2017



Source: CINCIA 2018, Informe de Investigación #1: Tres décadas de deforestación

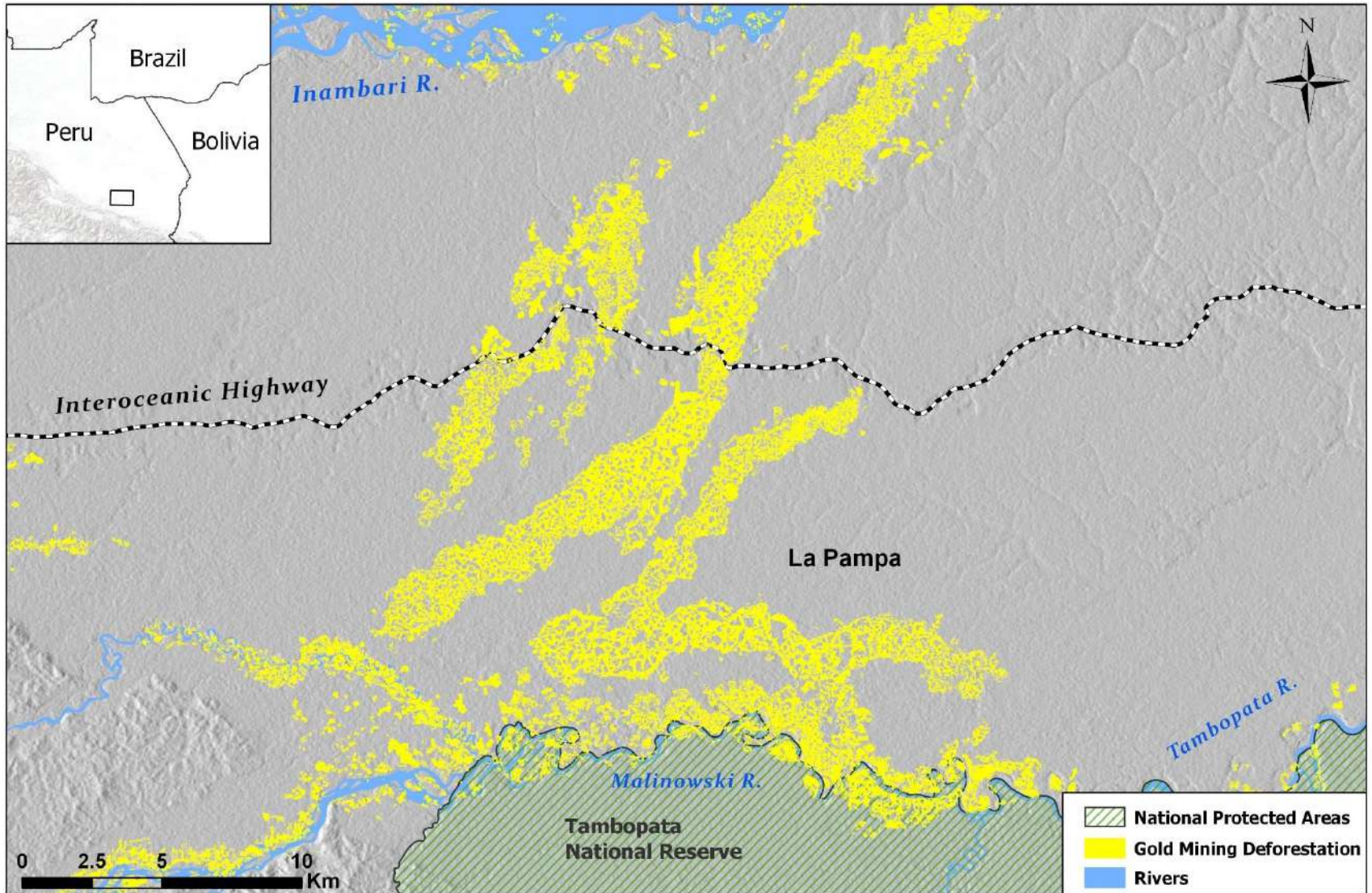
Mining-Related Deforestation

Madre de Dios: 1985-2018



Source: Caballeros et al 2018. *Remote Sensing*; CINCIA 2019 in prep

Mining-Related Deforestation Madre de Dios: 1985-2018

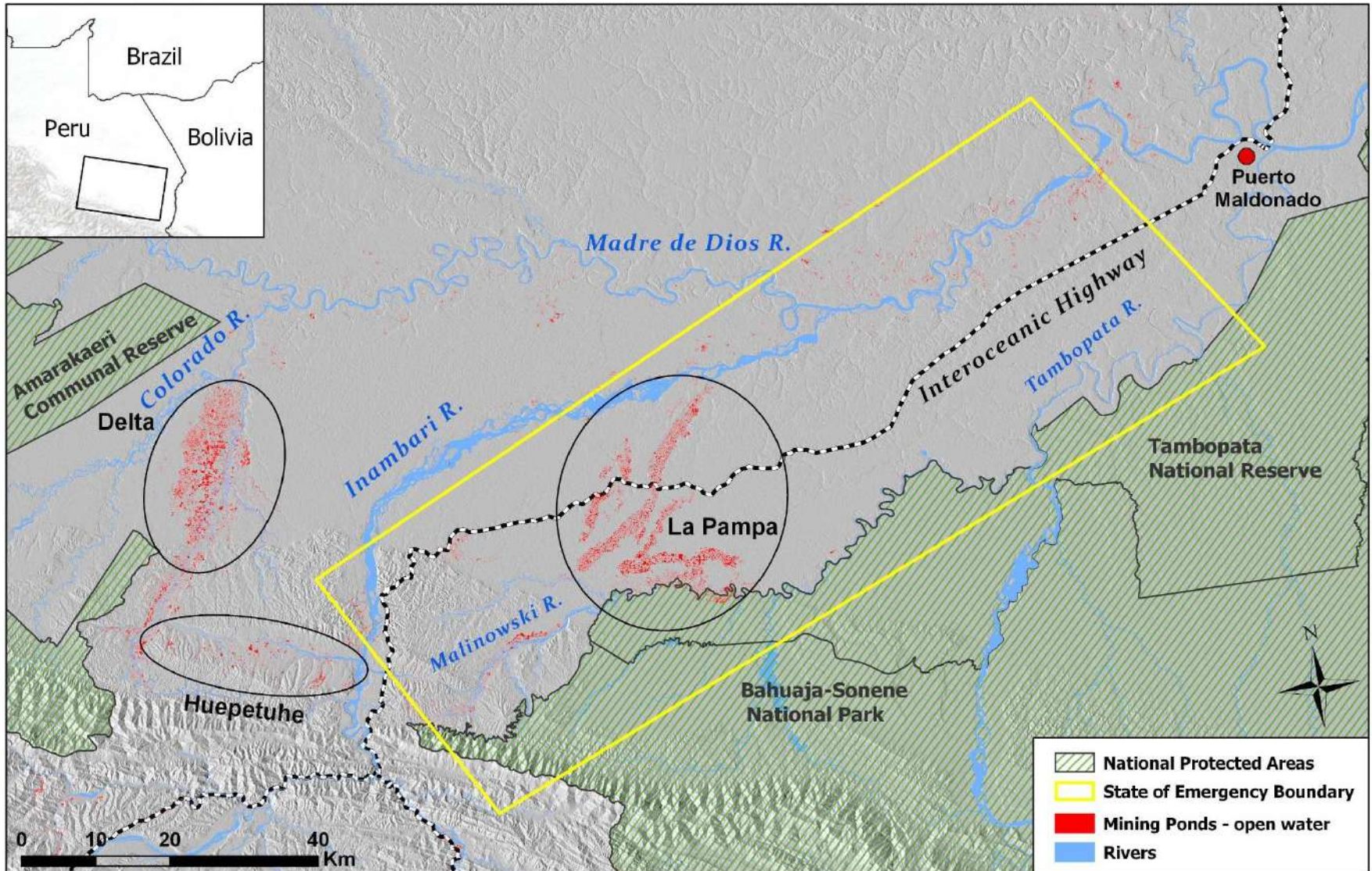


Source: Caballeros et al 2018. *Remote Sensing*; CINCIA 2019 in prep



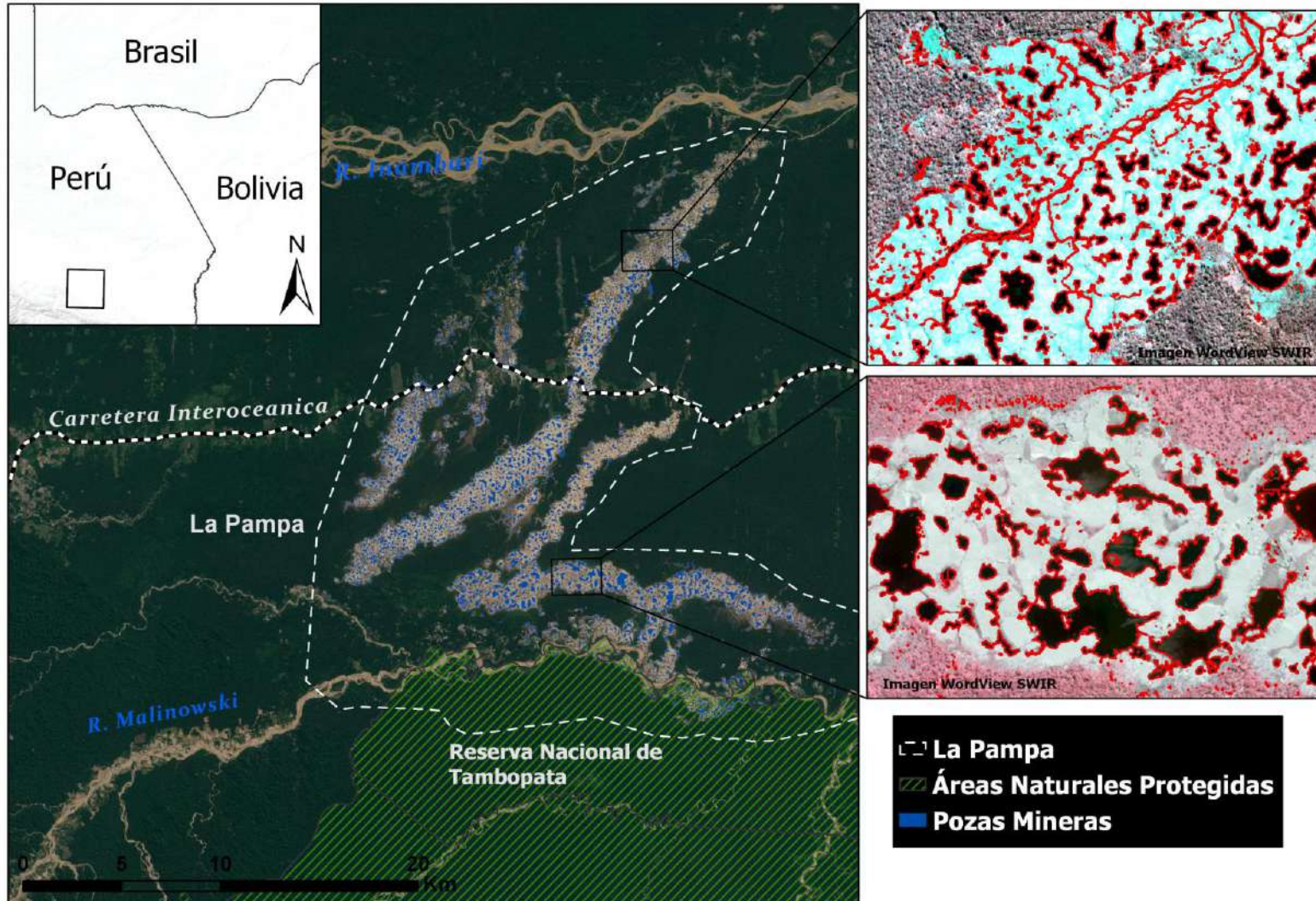
Forests turned into Water

A New Hydroscape: deforested lands → mining ponds

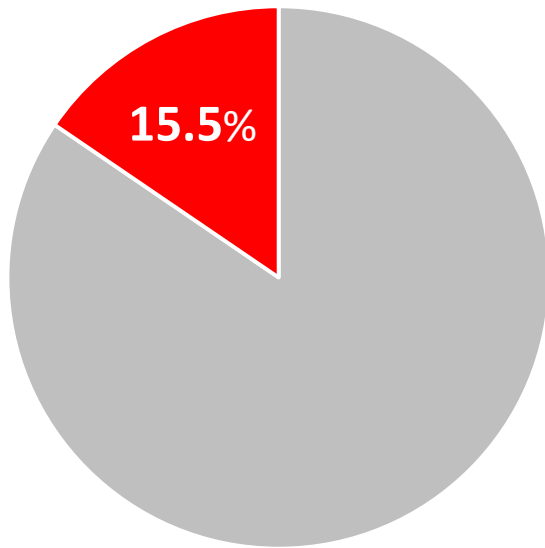


ASGM Hydroscape

deforested lands → mining ponds

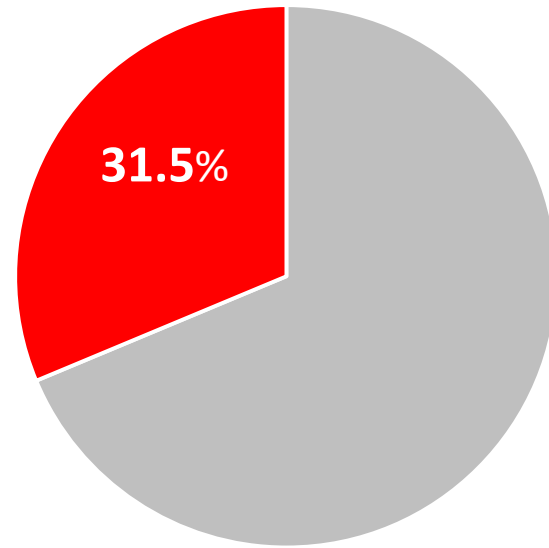


Madre de Dios Total



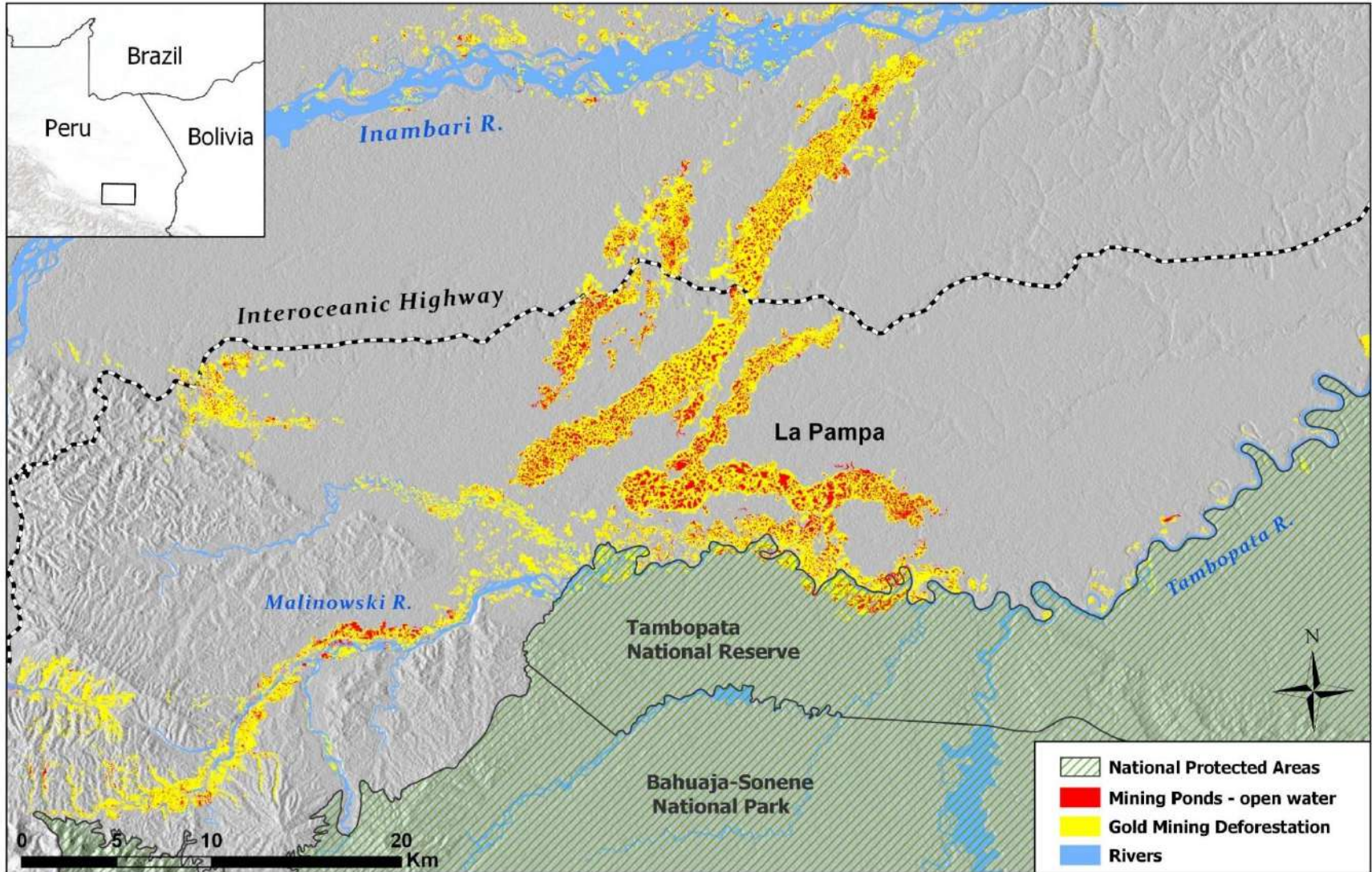
12,287 ha

La Pampa Mining Complex



3,948 ha

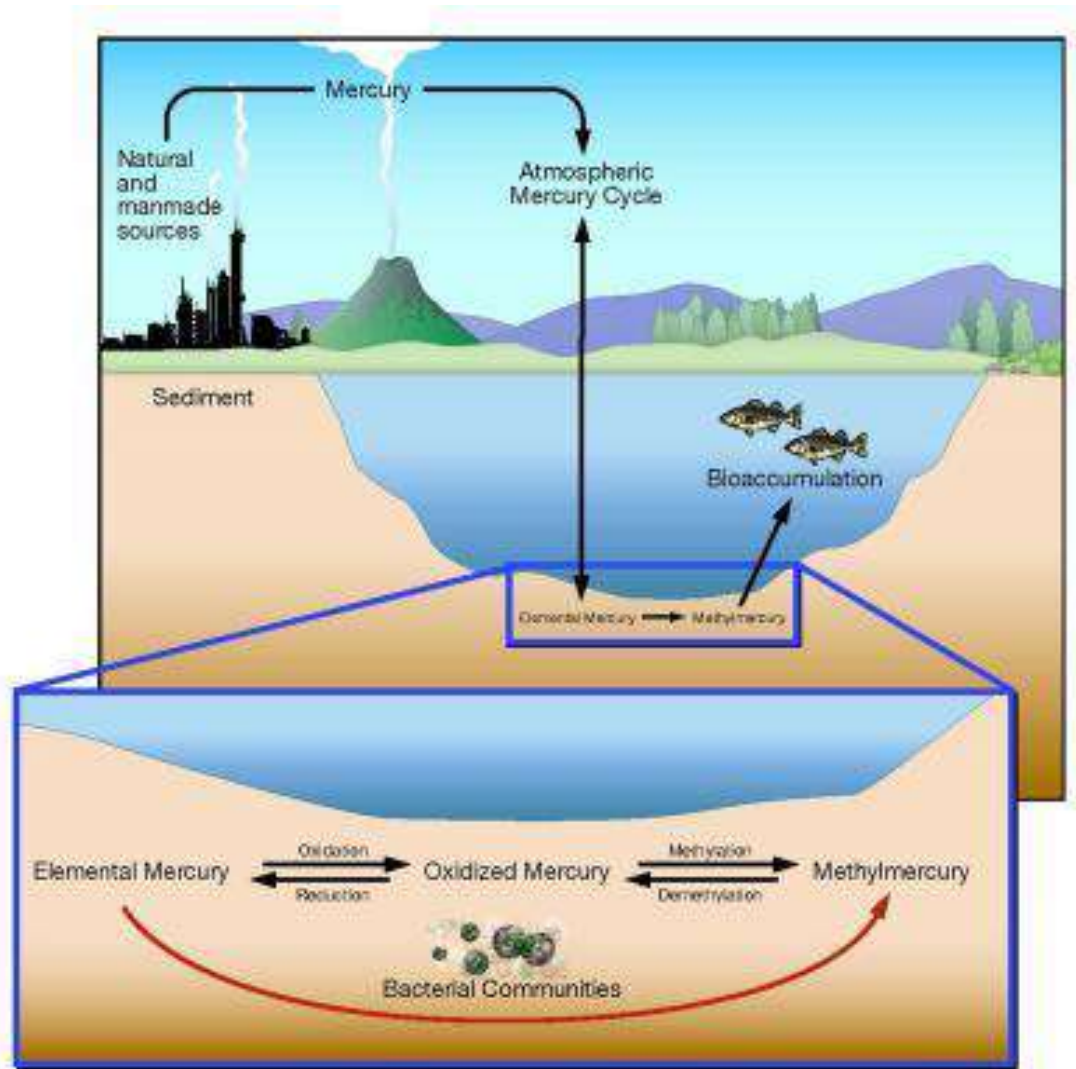
Deforestation and Mining Ponds



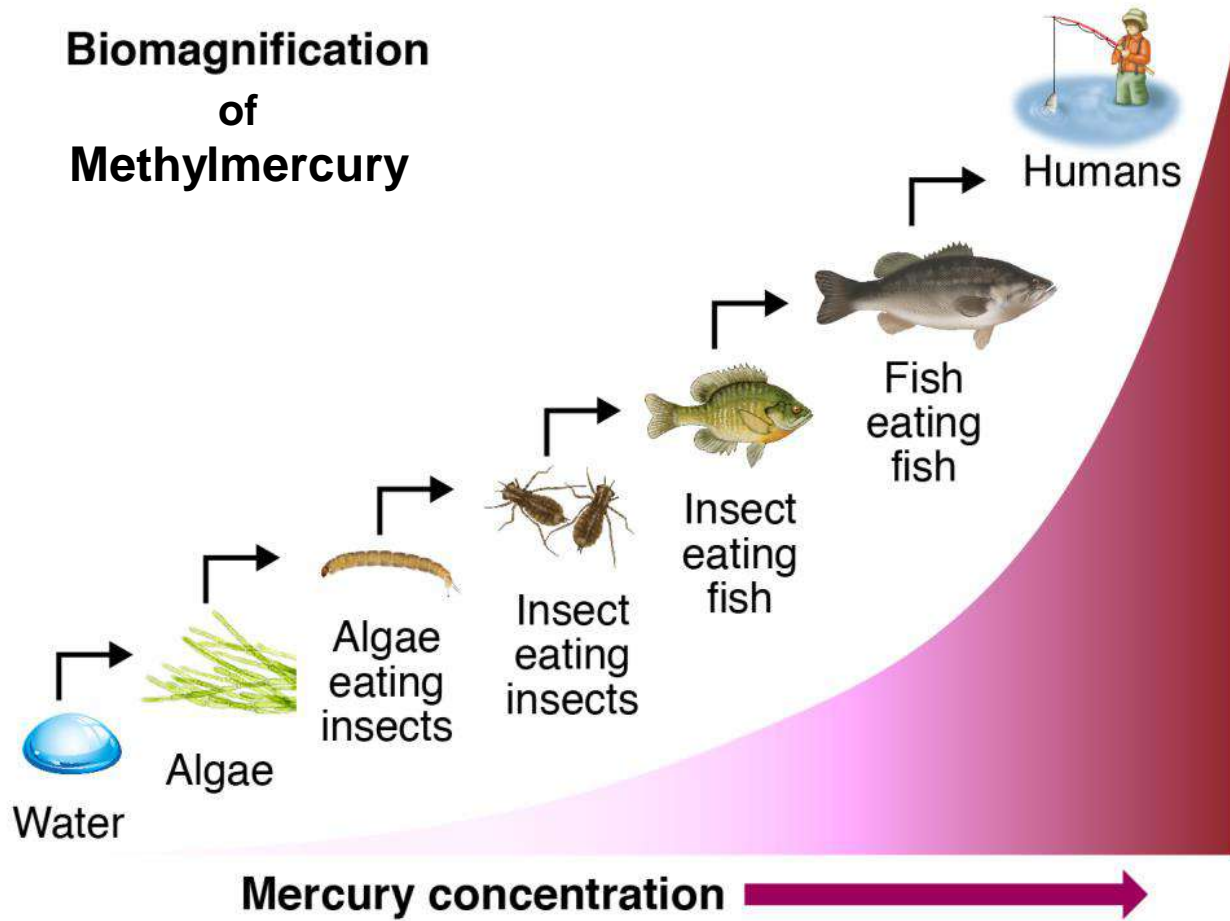
Source: Caballeros et al 2018. *Remote Sensing*; CINCIA 2019 in prep



Complex Mercury Cycle in Aquatic Systems



Complex Mercury Cycle in Aquatic Systems





LAMQA | Laboratorio de Mercurio y Química Ambiental

The first environmental mercury laboratory in Peru

Evaluating mercury impact in aquatic ecosystems using bio-sentinels



Plankton



Macroinvertebrates



Fish



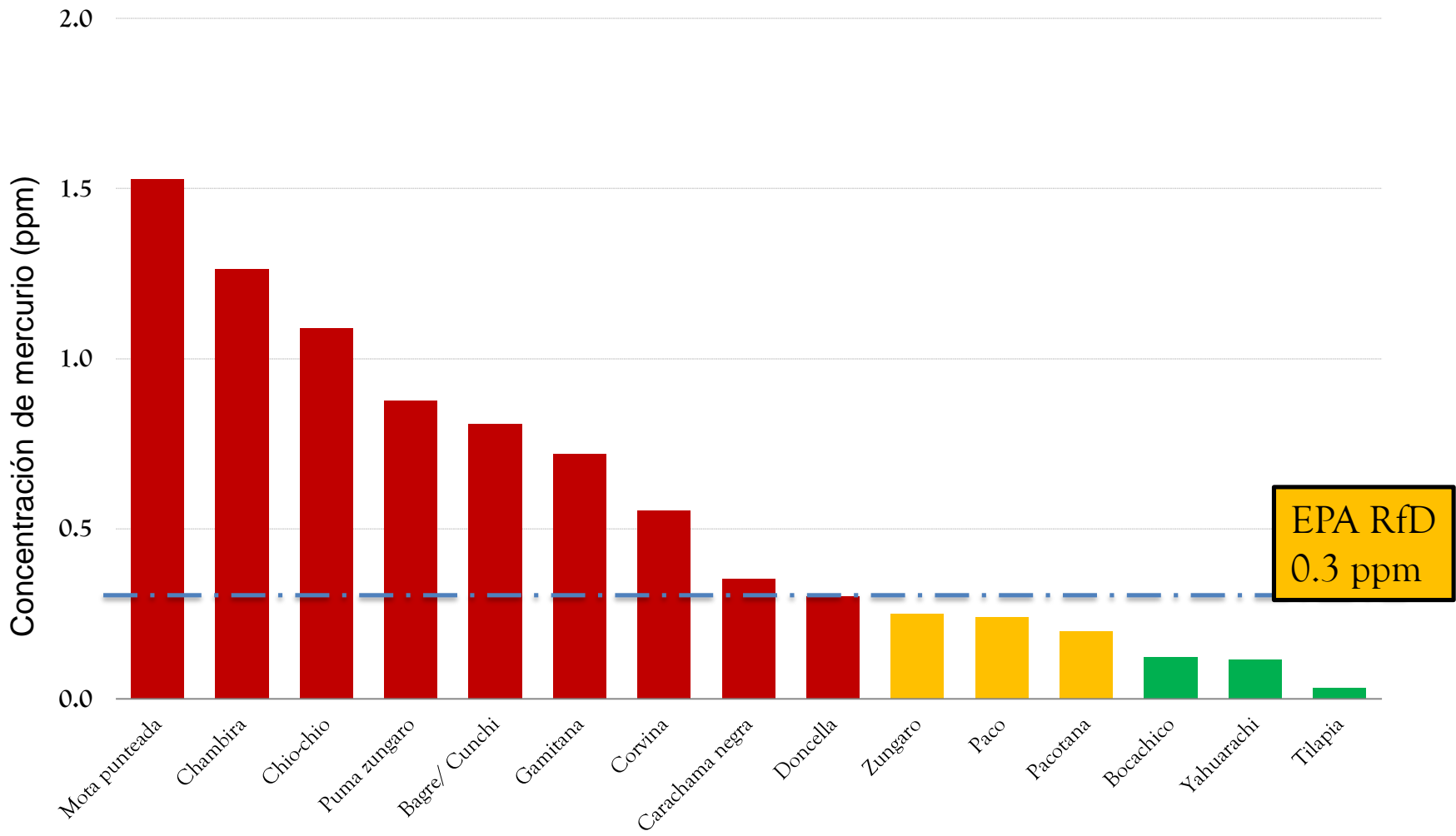
Sediments



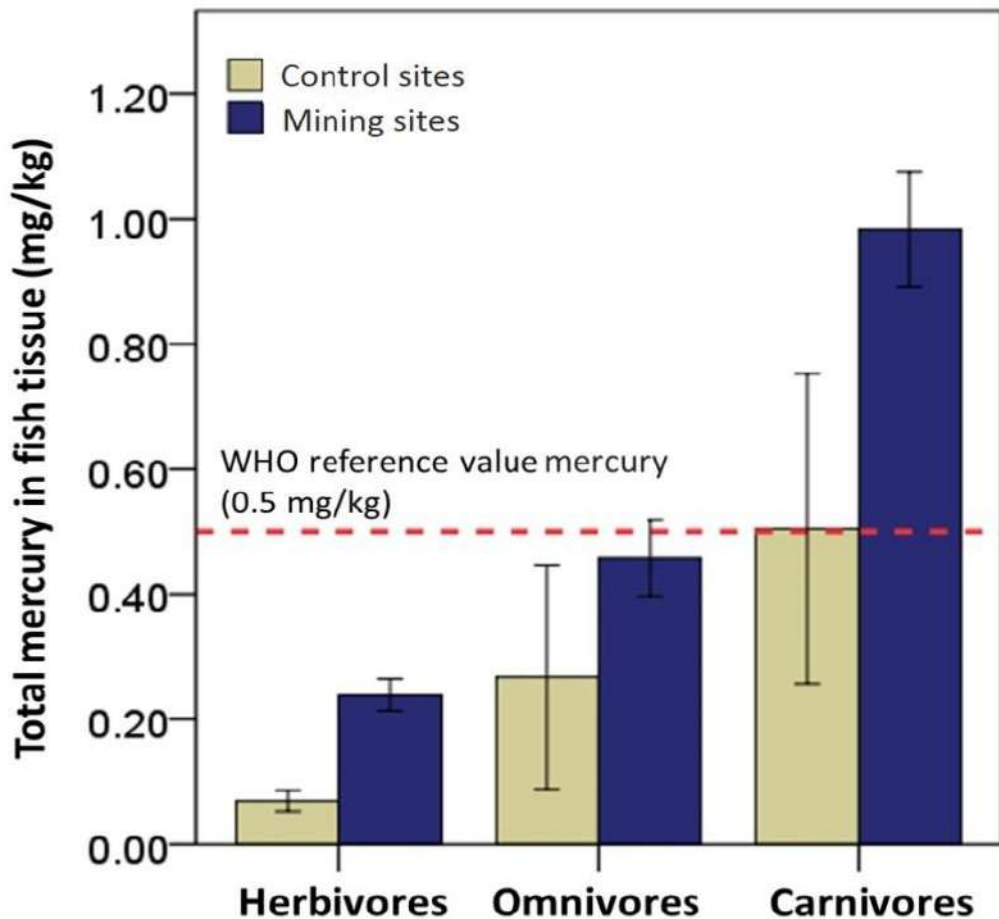


Elevated mercury concentrations in fish species

Madre de Dios river watershed



Trophic biomagnification of mercury in wild caught fish in ASGM Hydroscapes



Mercury in Air

Mapping hotspots using passive mercury samplers

Passive Mercury Air Sampler

- No energy needed
- Low cost
- Simple to use
- Sorbent can be analyzed in AAS-based mercury labs



UNIVERSITY OF
TORONTO

Dr. Bridget Bergquist



Mapping Mercury Hotspots



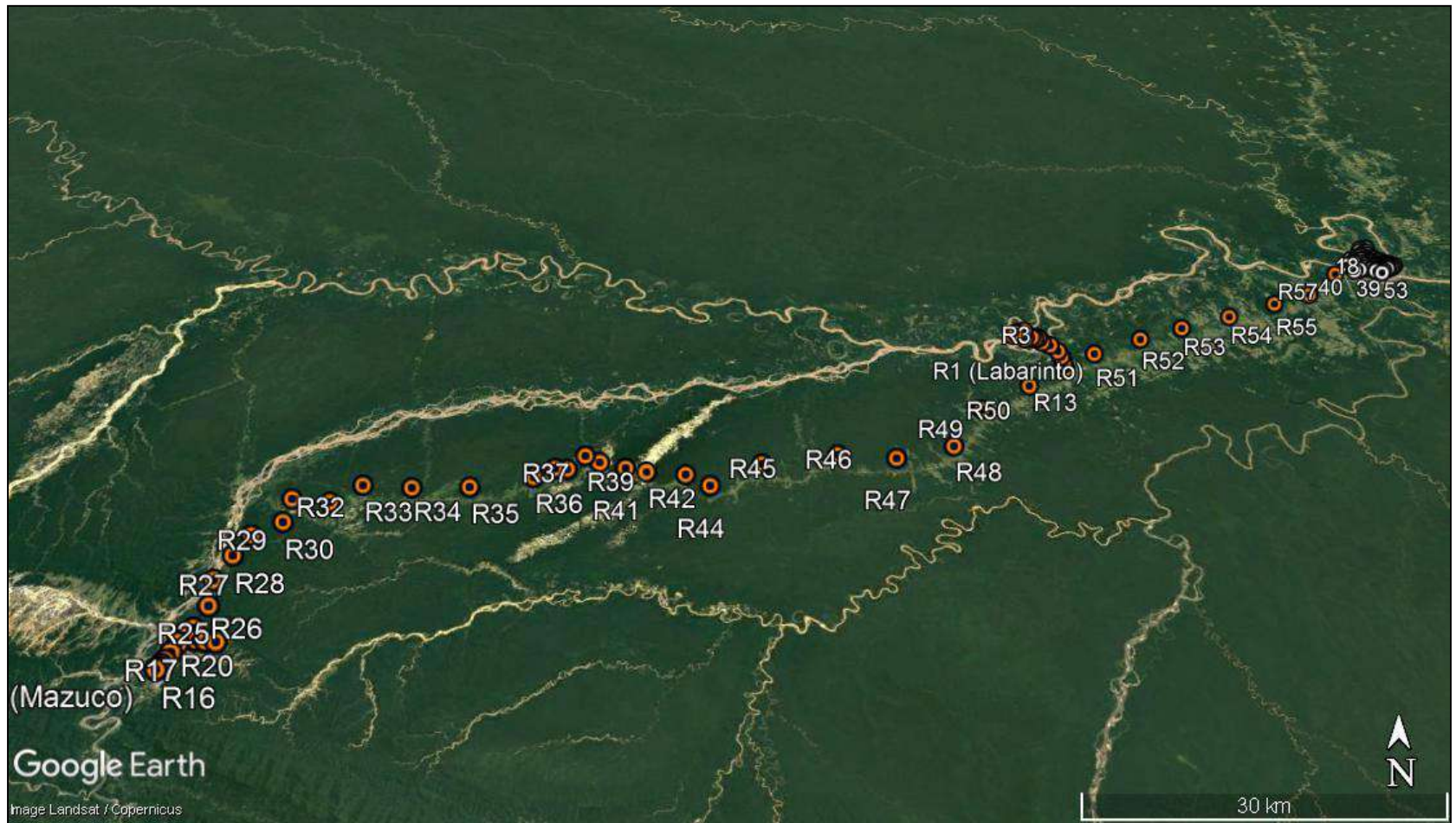
Mapping Mercury Hotspots



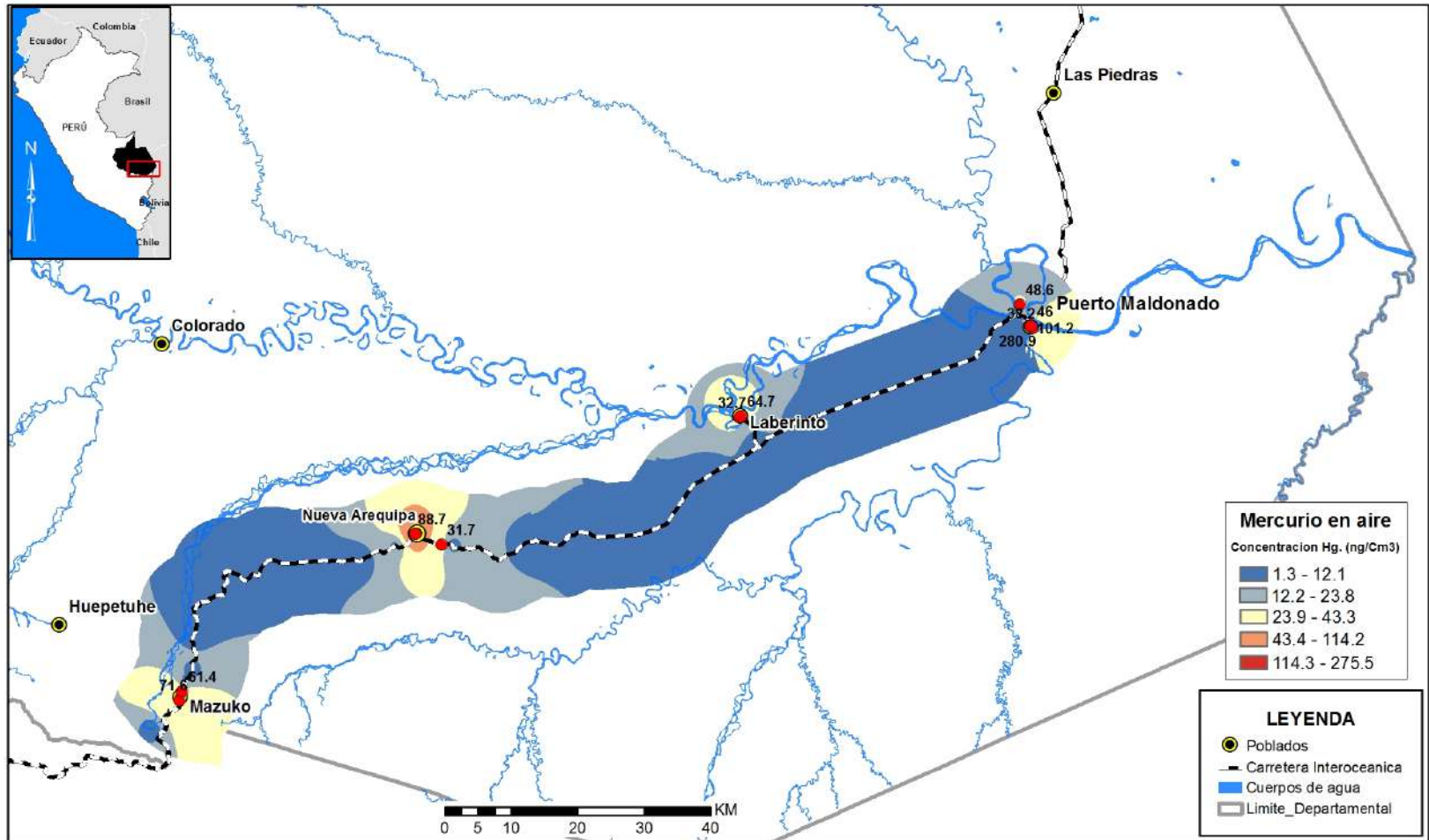
Mapping Mercury Hotspots



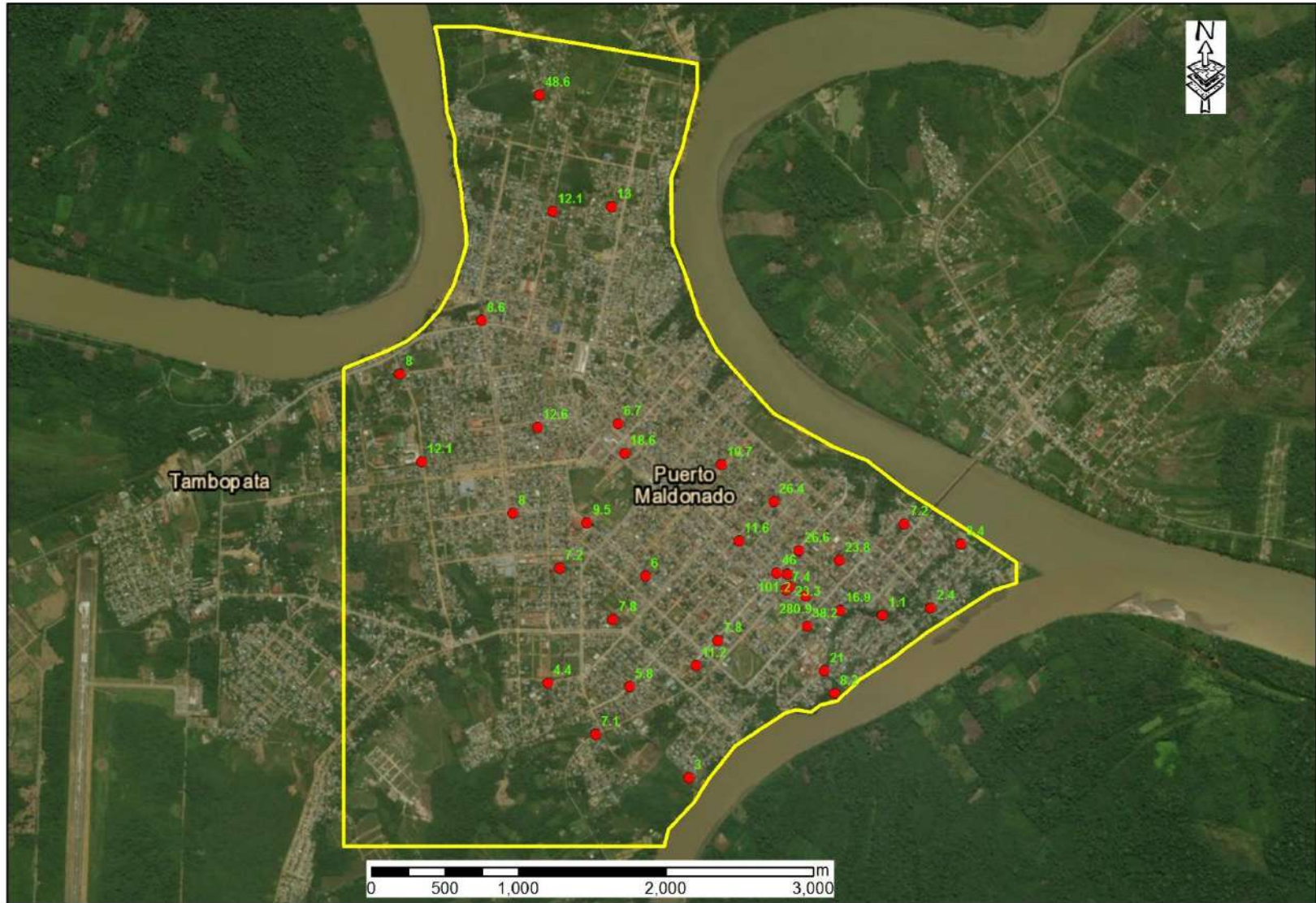
Mapping Mercury Hotspots



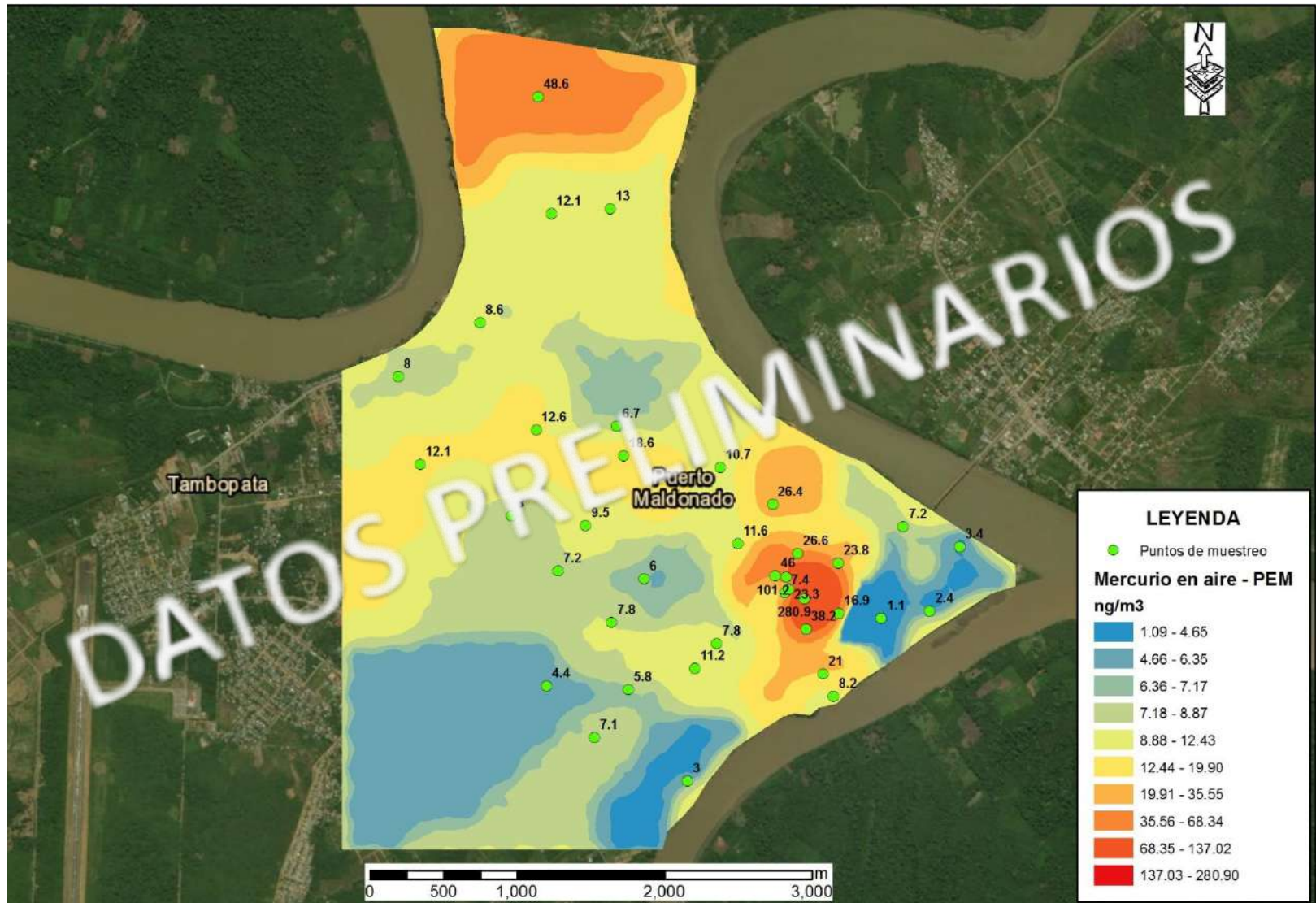
Mapping Mercury Hotspots



Mapping Mercury Hotspots



Mapping Mercury Hotspots



Measuring mercury exposure in Amazonian native communities



Developing methods for neuro-cognitive impacts on Mercury exposed native communities



Machiguengua Community, Manu National Park, Peru

CONFIAD SIEM PRE EN DIOS



MATEMATICA

2 3 4 5 6 7 8 9

¿Ineaygaquero en las piscinas? ¿Ineaygaquero en las piscinas? ¿Ineaygaquero en las piscinas?

Yogaizka tovaeni shima kontaminataka yoga mercurio



INDEPENDENCIA
Y LIBERTAD

El Comercio

A LOS SERVIDORES DEL PAÍS
SOLIDARIDAD

DIRECCIÓN GENERAL: CAROLINA GONZÁLEZ DE CÁDIZ | DIRECTOR GENERAL: ROBERTO CÁDIZ

ENTREVISTA AL ECOLOGO TROPICAL LUIS FERRER RIVERA (A 74)

“El mercurio de la minería ilegal afecta más a los indígenas”

Muerte lenta. Contaminación en niños nativos de Madre de Dios es hasta 4 veces más alta que la de adultos en la ciudad.

Peligrosa dieta. Peces tienen elevados índices del metal. Dorcelila, zúngaro y dorado son las especies más afectadas.



Perú Posible evalúa darle licencia a Toledo

El presidente de la Corte Electoral

Se temeraria la medida “para que no perjudique al partido”, explica el dirigente Juan Sospitán. (A 6)

Maduro denunció 11 intentos para matarlo en 8 meses

Teorías conspirativas en el extranjero

Las constantes denuncias no han servido en ningún proceso judicial o condena. (Suplemento 1)

San Isidro entre los distritos con mejor atención a vecinos

Una situación que se repite en los otros 4 son Maguayana del Mar, La Piedad, La Perla y Pueblo Libre. (A 14)

Tokio será la sede en el 2020 de los Juegos Olímpicos

Se construirán 22 instalaciones para las competencias que costarán US\$4.380 millones. (A 1)

6 de cada 10
pescados consumidos

en Puerto Maldonado tienen
niveles de mercurio **SUPERIORES** al
máximo permisible para salud.



#NoMásMineríaIllegal

8 de cada
10 pobladores
en Puerto
Maldonado



Presenta niveles de
mercurio

3 veces más altos
que el máximo permisible para la salud

Fuente: Estudio "Concentraciones de mercurio en peces y seres humanos de Puerto Maldonado", Carnegie Amazon Mercury Ecosystem Project (2012)



#NoMásMineríaIllegal

CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA AMAZÓNICA

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

SERIE DE RESUMENES DE INVESTIGACIÓN

TRES DÉCADAS DE DEFORESTACIÓN POR MINERÍA AURÍFERA EN LA AMAZONÍA SURORIENTAL PERUANA

Resumen de Investigación No. 1 | Agosto 2018

Puntos Clave

- Un nuevo análisis de imágenes satelitales muestra 32 años (2005-2017), 95,750 ha de la Amazonía peruana — un área más grande que el Reino Unido — fueron deforestadas.
- La mayoría de esta deforestación (el 61 por ciento) se atribuye a la minería artesanal (64,380 ha).
- El año 2017 registró la mayor extensión que representaron el 38% de la deforestación total del país registrada en ese año.
- Durante el período de la construcción con incrementos 405%, en el 2006 era 1.5 millones de hectáreas.
- Durante el período de liberalización de 2004, en el 2009 la deforestación fue de 240%, en el 2009 la deforestación fue de 240%.
- La mayoría de la deforestación por minería artesanal que utiliza tecnología artesanal representa el 37% (35,550 ha) del total.

WAKE FOREST UNIVERSITY

CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA AMAZÓNICA

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

SERIE DE RESUMENES DE INVESTIGACIÓN

BIODIVERSIDAD ACUÁTICA EN POZAS MINERAS EN MADRE DE DIOS, PERÚ

Resumen de Investigación No. 2 | Agosto 2018

Puntos Clave:

- Resultados preliminares revelan que la conservación de ríos y quebradas con las pozas mineras durante la época de lluvias son críticos para el mantenimiento de la biodiversidad acuática y la salud de las comunidades aledañas.
- La cantidad de especies de peces puede ser hasta tres veces mayor en pozas influenciadas por ríos o temporales a pozas sin dicho conexión.
- Se confirma que con el paso del tiempo, entre los 17 y 34 años en promedio, se reduce a un 50% la abundancia y diversidad de peces, incluso a niveles que podrían ser superados por su actividad minera, especialmente en peces herbívoros que dependen de la influencia de ríos y quebradas.

WAKE FOREST UNIVERSITY

CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA AMAZÓNICA

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

SERIE DE RESUMENES DE INVESTIGACIÓN

MERCURIO EN PECES DE POZAS MINERAS EN MADRE DE DIOS, PERÚ

Resumen de Investigación No. 2 | Agosto 2018

Puntos Clave:

- Resultados preliminares de un estudio realizado por ONIDA, revela que los niveles de mercurio en pescado son 43% más altos en pozas abandonadas por minería artesanal que en áreas donde esta actividad no está presente.
- La biomagnificación del mercurio es evidente en todos los sitios estudiados, registrándose en peces carnívoros que superaron los límites permitidos, mientras que en peces omnívoros y herbívoros los niveles de mercurio fueron más bajos.
- Este estudio indica que especies de peces herbívoros en cuerpos de agua en zonas mineras y mineras representan un menor riesgo para el consumo humano, en comparación con el consumo de peces carnívoros.

WAKE FOREST UNIVERSITY

remote sensing

MDPI

Article

Deforestation and Forest Degradation Due to Gold Mining in the Peruvian Amazon: A 34-Year Perspective

Jorge Caballero Espejo¹, Max Messinger^{2,*}, Francisco Román-Dañobeytia^{1,2}, Cesar Ascorra¹, Luis E. Fernandez^{1,2} and Miles Silman²

¹ Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCA), Jr Cajamarca Cdra 1, Puerto Maldonado 17001, Madre de Dios, Perú; cabaja16@wfu.edu (J.C.E.); romanf@wfu.edu (FR-D.); ascorcet@wfu.edu (C.A.); fernanle@wfu.edu (L.E.F.)

² Center for Energy, Environment, and Sustainability, Wake Forest University, 1834 Wake Forest Rd, Winston-Salem, NC 27109, USA; silmanm@wfu.edu

* Correspondence: messinc@wfu.edu; Tel: +1-336-758-3967

Received: 2 November 2018; Accepted: 27 November 2018; Published: 29 November 2018

check for updates

Abstract: While deforestation rates decline globally they are rising in the Western Amazon. Artisanal-scale gold mining (ASGM) is a large cause of this deforestation and brings with it extensive environmental, social, governance, and public health impacts, including large carbon emissions and mercury pollution. Underlying ASGM is a broad network of factors that influence its growth, distribution, and practices such as poverty, flows of legal and illegal capital, conflicting governance, and global economic trends. Despite its central role in land use and land cover change in the Western Amazon and the severity of its social and environmental impacts, it is relatively poorly studied. While ASGM in Southeastern Peru has been quantified previously, doing so is difficult due to the heterogeneous nature of the resulting landscape. Using a novel approach to classify mining that relies on a fusion of CLASlite and the Global Forest Change dataset, two Landsat-based deforestation detection tools, we sought to quantify ASGM-caused deforestation in the period 1984–2017 in the southern Peruvian Amazon and examine trends in the geography, methods, and impacts of ASGM across that time. We identify nearly 100,000 ha of deforestation due to ASGM in the 34-year study period, an increase of 21% compared to previous estimates. Further, we find that 10% of that deforestation occurred in 2017, the highest annual amount of deforestation in the study period, with 53% occurring since 2011. Finally, we demonstrate that not all mining is created equal by examining key patterns and changes in ASGM activity and techniques through time and space. We discuss their connections with, and impacts on, socio-economic factors, such as land tenure, infrastructure, international markets, governance efforts, and social and environmental impacts.

Keywords: Landsat; artisanal-scale gold mining; infrastructure; protected areas; commodity

1. Introduction

Deforestation currently accounts for approximately 6–17% of global carbon emissions [1,2] and, while forest cover has increased globally in the past 35 years, forest loss is ongoing in the tropics [3,4]. While much of this land is cleared for agriculture, silviculture, and cattle ranching, small and often difficult-to-detect activities, such as selective logging, coca farming, and artisanal scale gold mining (ASGM) are responsible for a large fraction of forest loss and disturbance in the Western Amazon [5]. ASGM is unique among these drivers of deforestation in its severity of impacts, leaving a highly altered landscape. It has the lowest residual forest carbon of any land use in the region, and leads to loss of ecosystem services, removal of fine sediments, defaunation, severely impaired water quality, and mercury contamination of soil, water, and air [6–8]. Indeed, ASGM is the largest single contributor

Remote Sens. 2018, 10, 1903; doi:10.3390/rs10121903

www.mdpi.com/journal/remotesensing



Por mis hijos y su futuro

Yo PESCADO SEGURO

La mayoría presenta evidencias de niveles de mercurio superiores a los recomendados para consumo de alimentos que se consumen como pescado. Por lo tanto, se recomienda evitar el consumo de pescado.

Consumir pescado es difícil de los efectos beneficios de este alimento (proteína) y antioxidante. Esto se debe a que el mercurio tiene un efecto negativo en el sistema nervioso y en el desarrollo del feto. Por lo tanto, se recomienda evitar el consumo de pescado.

También se recomienda consumir una dieta rica en fibra, incluyendo frutas amarillas y verdes, verduras, semillas y nueces para reducir el riesgo de exposición.

INCLUYA EN EL MENU ESTOS ALIMENTOS

Ricos en antioxidantes naturales que le ayudarán a protegerse de los posibles efectos del Mercurio y otros tóxicos

PRODUCTOS AMAZONICOS

- 1. Consuma pescado de bajo riesgo:
 - El pescado pequeño es mejor que el grande.
 - Prefiera pescado de piscicultura piscicultura de río.
 - La mejor recomendación es elegir el tamaño de la palma de la mano o el equivalente a 100 gramos de agua de pescado.
- 2. Consuma dos a tres castañas diarias. Contienen nutrientes que neutralizan los efectos del mercurio.
- 3. Consuma frutas y verduras regionales. Te beneficiará con los antioxidantes naturales que contienen.
- 4. Si trabajas con una tecnología limpia para la recuperación del mineral. Esta usa mercurio, a sus niveles en bioacumulación.
- 5. Cuando tengas hecho un compromiso mínimo en un lugar específico y con las medidas de protección necesarias. Colócate el mercurio escape al ambiente.
- 6. Si tienes una casa de compra venta de oro, instálala en la zona industrial del distrito cuando filtras, sedimentas y medidas de recuperación. No expongas a los miembros de la familia al mercurio que contaminas.
- 7. Si estás en contacto con el mercurio después de la recuperación del mineral, no te bañes con los miembros de tu familia, los zapatos contaminados.
- 8. Luego de trabajar con mercurio lávate las manos antes de tocar a tu familia y de comer.
- 9. Mantén el mercurio en contenedores evitando verterlos al suelo o al río, que contaminen el ambiente y a la comunidad.
- 10. Recuerda estas recomendaciones para proteger la salud de tu familia y tu comunidad.

¿QUÉ ES EL MERCURIO?

El mercurio es un metal pesado que se encuentra en el ambiente en su forma elemental. Es inodoro, no huele, de color blanco plateado y al ser líquido se evapora fácilmente cuando es expuesto a temperatura ambiente.

El mercurio se libera al ambiente por causas naturales (incendios forestales, volcanes, procesos geológicos) y por actividades humanas (minería, industria, industria de algunos aparatos electrónicos, equipos médicos (termómetros, termómetros) y en la actividad minera en los procesos de recuperación del oro).

¿CÓMO SE CONTAMINA NUESTRO ORGANISMO CON EL MERCURIO?

El mercurio se absorbe fácilmente por el organismo humano a través de la respiración.

El mercurio se absorbe fácilmente por el organismo humano a través de la respiración.

El mercurio se absorbe fácilmente por el organismo humano a través de la respiración.

¿QUÉ PESCADOS DEBEMOS COMER?

Peces con niveles BAJOS de mercurio.
Estas especies se pueden consumir sin preocupación. Son peces herbívoros, peces de piscicultura y especies juveniles.

Barrilete	Paca	Sardina
Cincofaja	Trucha	Trucha
Cañalero	Pañalero	Yapurá
Lisa	Piró	

Peces con niveles MEDIOS de mercurio.
Estos peces se pueden comer una ración de una vez en cuando. Los niños, mujeres embarazadas y dando pecho deben limitar el consumo de estos peces.

Bajo	Makuta	Selido
Carachi	Paca	Sinipama
Mucara	Piró	Yapurá

Peces con niveles ALTOS de mercurio.
Evitar el consumo de estos peces (coartados, de caño). Los niños, mujeres embarazadas y dando pecho deben evitar el consumo de estos peces sobre todo si provienen de zona minera.

Achira	Conaco	Makuta de río*
Pañalero	Coaco	Pañalero*
Canalero	Makuta	Sinipama
	Paca de Palo	Yapurá de río*



CENTRO DE INNOVACIÓN
CIENTÍFICA AMAZÓNICA

cinciaEDUCATION



Peru cracks down on illegal gold mining to save deforested Amazon area

If it works, Peru would be stopping a practice that releases harmful mercury as well as drives sex trafficking and child labor in mining camps.



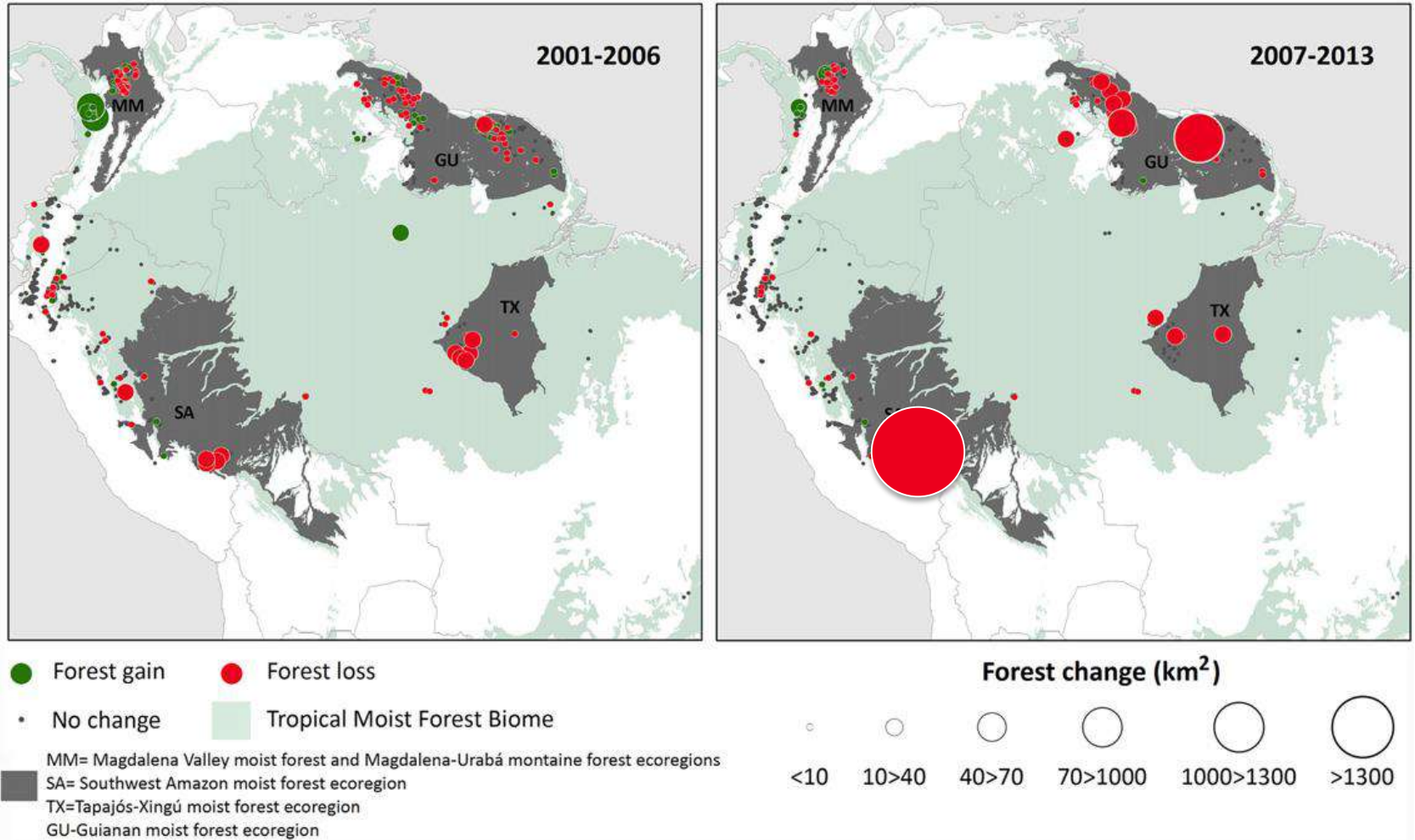


MINISTRA DEL AMBIENTE RESALTA PLAN DE CONSOLIDACIÓN EN LA PAMPA

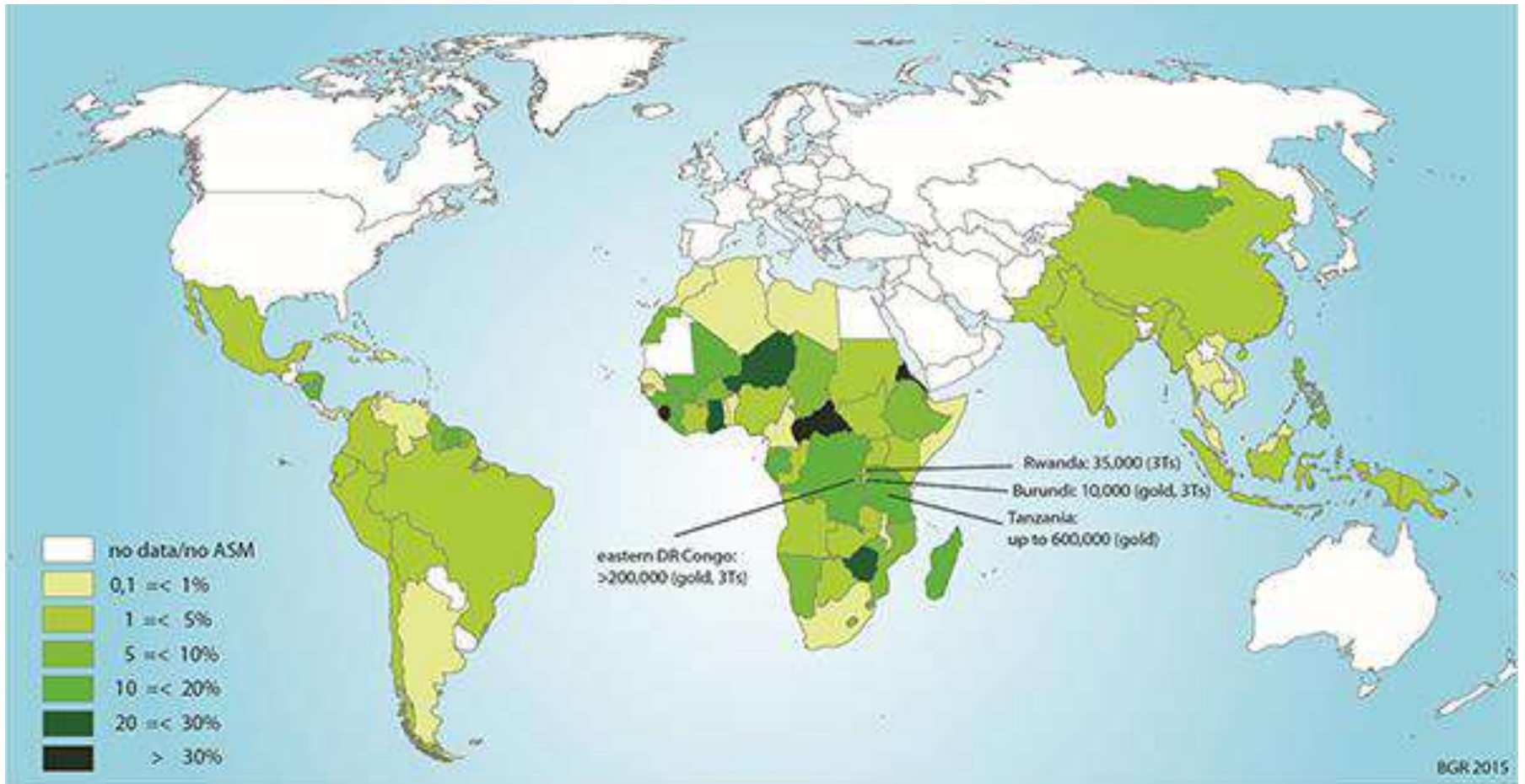
Invertirán S/ 500 millones para el desarrollo de Madre de Dios

Recursos se destinarán a proyectos de acuicultura, agricultura, turismo y otros, señala.

Artisanal Gold Mining in the Amazon Basin



Artisanal Gold Mining in the World







CENTRO DE INNOVACIÓN
CIENTÍFICA AMAZÓNICA



WAKE FOREST
UNIVERSITY



CENTRO DE INNOVACIÓN
CIENTÍFICA AMAZÓNICA



cincia.wfu.edu



CARNEGIE
INSTITUTION FOR
SCIENCE

