



**ORGANISMO ANDINO DE SALUD
CONVENIO HIPÓLITO UNANUE**

Situación Epidemiológica Mundial y de Países Andinos.

Eventos Críticos Sanitarios 2025

Dr. Luis Beingolea More
03 de noviembre de 2025



¡Juntos somos
más *fuertes*,
juntos llegamos
más *lejos*!



ORGANISMO ANDINO DE SALUD
CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

Contaminación del Lago Junín

¡Juntos somos
más *fuertes*,
juntos llegamos
más *lejos*!

Parque Nacional Torres del Paine, Chile



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



15 de octubre de 2025

Ecological and carcinogenic risk assessment of potentially toxic elements in rangelands and croplands around Lake Junin (Peru): Integrating remote sensing, machine learning, and land cover segmentation

Samuel Pizarro^{a,c,*}, Edilson Requena-Rojas^a, Elgar Barboza^c, Eunice Peña-Elme^b, Alberto Arias-Arredondo^a, Dennis Ccopi^a

^a Estación Experimental Agraria Santa Ana, Dirección De Servicios Estratégicos Agrarios, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Carretera Saños Grande – Hualahoyo Km 8 Santa Ana, Huancayo, Junín 12006, Peru

^b Estación Experimental Agraria Santa Ana, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Carretera Saños Grande-Hualahoyo Km 8 Santa Ana, Huancayo, Junín 12006, Peru

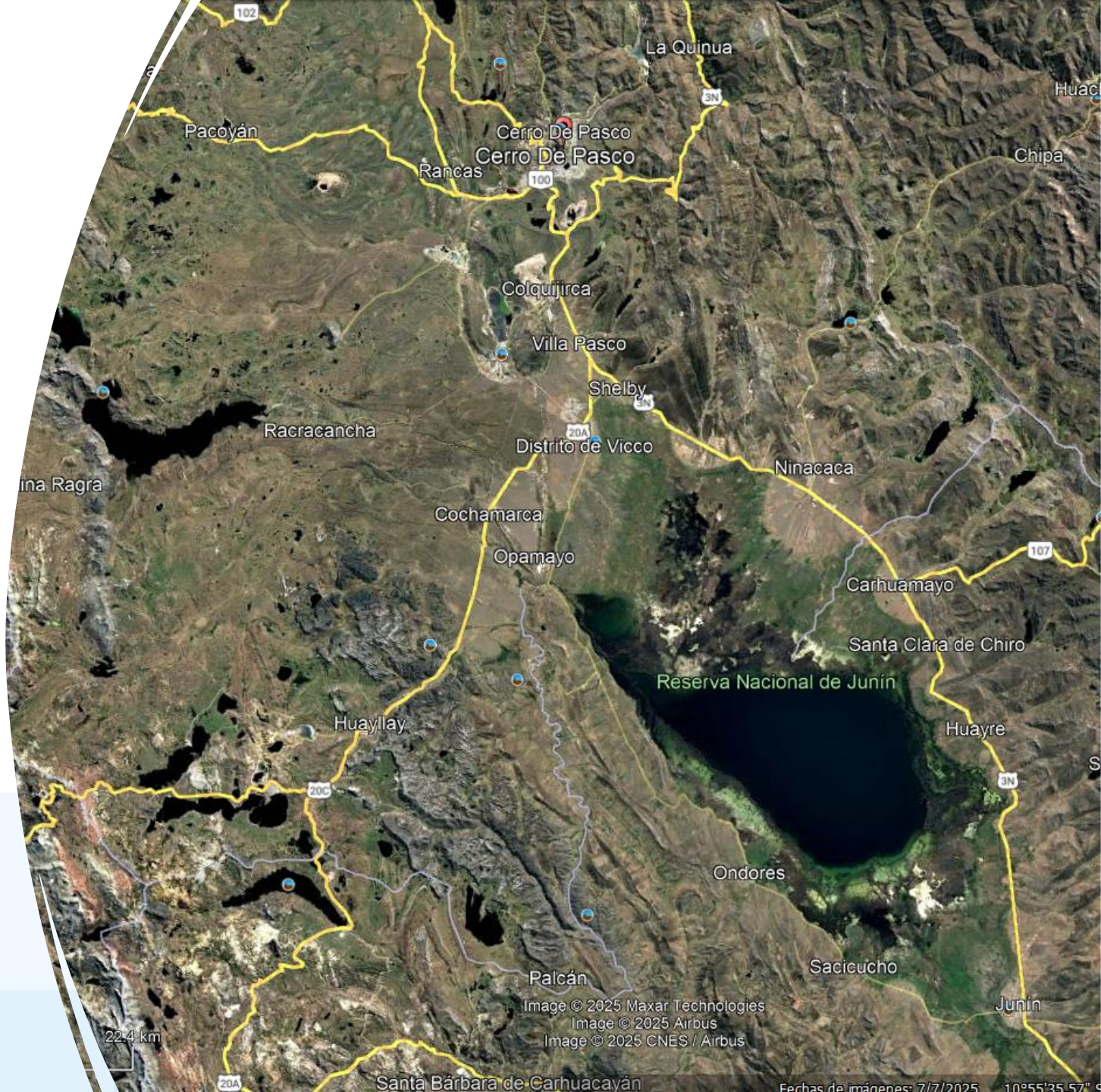
^c Grupo de Investigación en Tecnologías Geoespaciales para la Agricultura de Precisión (GEOAP), Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 01001, Peru



Ubicación e importancia

- El lago Junín o Chinchaycocha (del quechua: Chinchay qucha 'lago del gato andino o lago del norte').
- Se encuentra en un altiplano en la provincia de Junín, departamento de Junín en el Perú.
- Es el lago más alto del mundo, 4080 msnm y da origen al río Mantaro que irriga el valle homónimo, considerado el más ancho de los andes centrales peruanos.
- Es el segundo lago más extenso del país detrás del lago Titicaca, y acoge entre sus pantanos, totorales e islotes miles de especies de aves acuáticas, ranas, cuyes silvestres, zorros y vizcachas que se adaptaron al clima gélido de la puna.
- Factores favorables cultivo de la maca.
- El Gobierno peruano lo declare como Reserva Nacional

https://es.wikipedia.org/wiki/Lago_Jun%C3%ADn





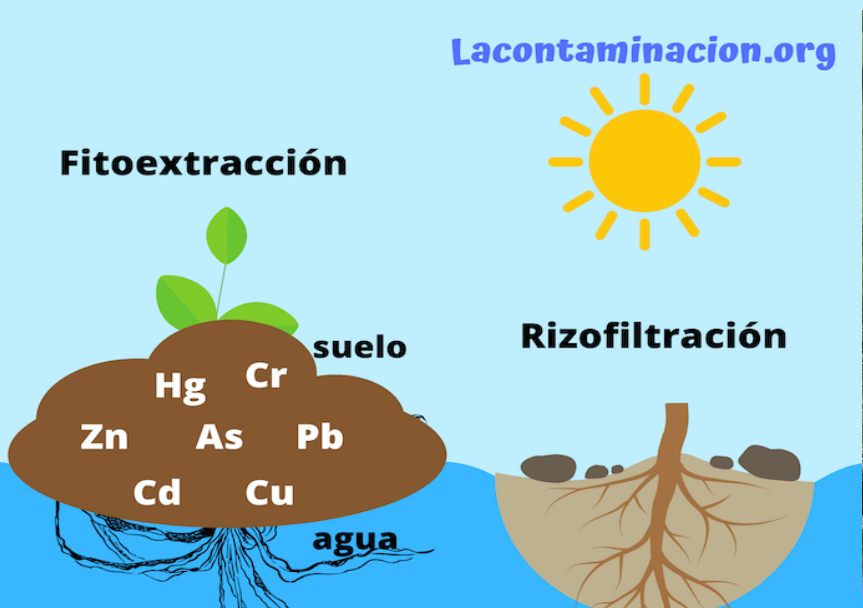
Hallazgos clave del estudio

- Se analizaron 211 muestras de suelo superficial alrededor del lago.
- Se detectaron niveles extremadamente altos de **arsénico, plomo, cadmio y zinc**, superando hasta 100 veces los umbrales ecológicos en zonas agrícolas.
- El 99% del área presenta riesgo ecológico muy alto a ultra-alto.
- El 100% del área muestra riesgo cancerígeno para adultos y exposición crítica al arsénico en niños.



Causas principales

- Pasivos ambientales de minas abandonadas con más de 300 años de actividad en la región.
- Ganadería extensiva y urbanización sin control ambiental.
- Bioacumulación en animales que consumen forraje contaminado.



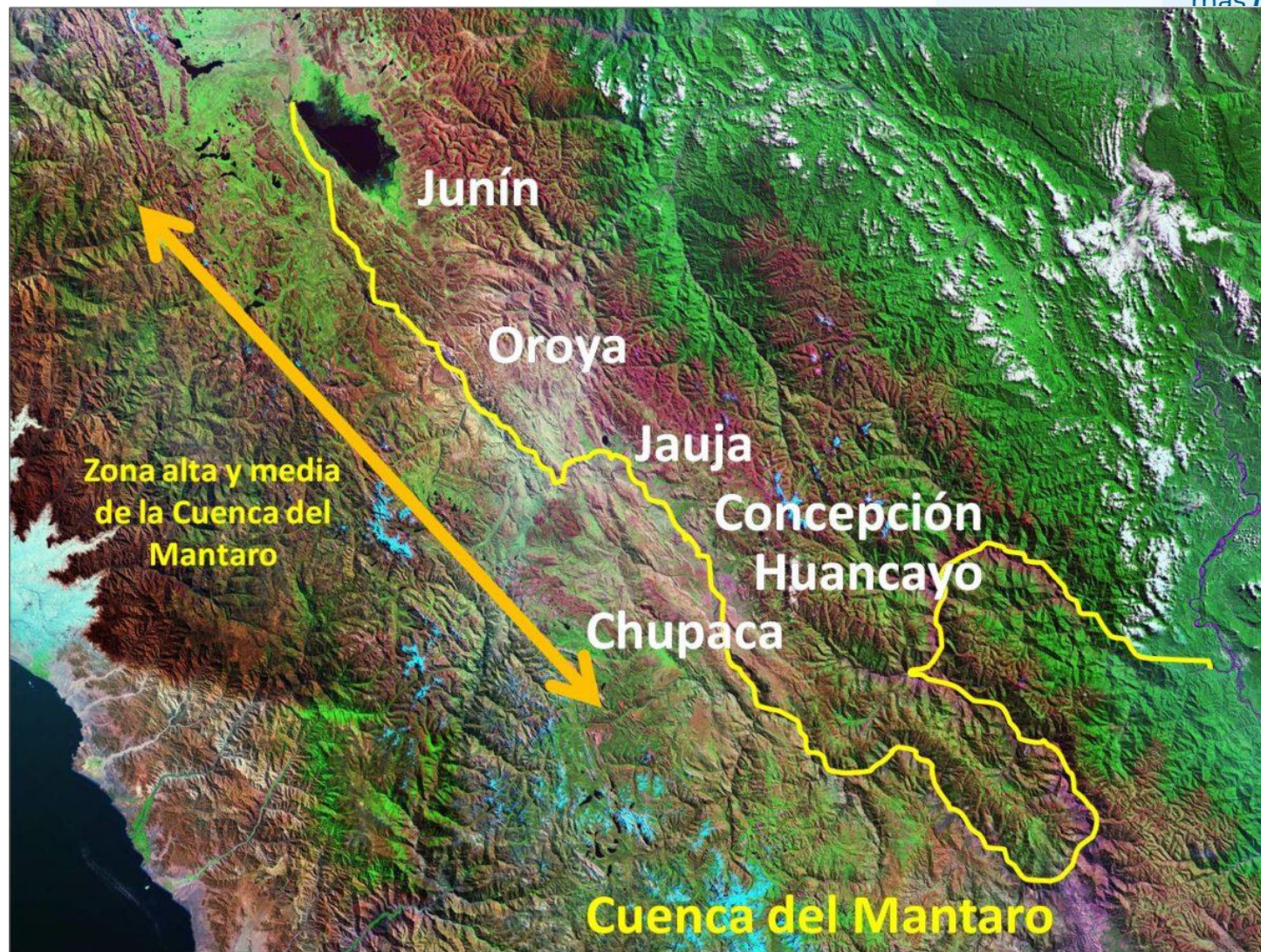


Ganadería Extensiva

- Es un sistema de producción pecuaria que se caracteriza por el uso de grandes extensiones de terreno, donde los animales (como vacas, ovejas, cabras o alpacas) pastan libremente y se alimentan principalmente de los recursos naturales disponibles en el entorno.
- **Bajo nivel de intervención humana:** Los animales se crían con mínima infraestructura y asistencia técnica.
- **Alimentación natural:** Se basa en pastos, arbustos y vegetación autóctona.
- **Densidad animal baja:** Hay pocos animales por hectárea, lo que reduce el impacto directo sobre el suelo.
- **Dependencia del clima:** La productividad está muy influenciada por las condiciones climáticas y estacionales.
- **Menor uso de insumos industriales:** Se utilizan menos antibióticos, concentrados o suplementos que en la ganadería intensiva.

Impacto Poblacional

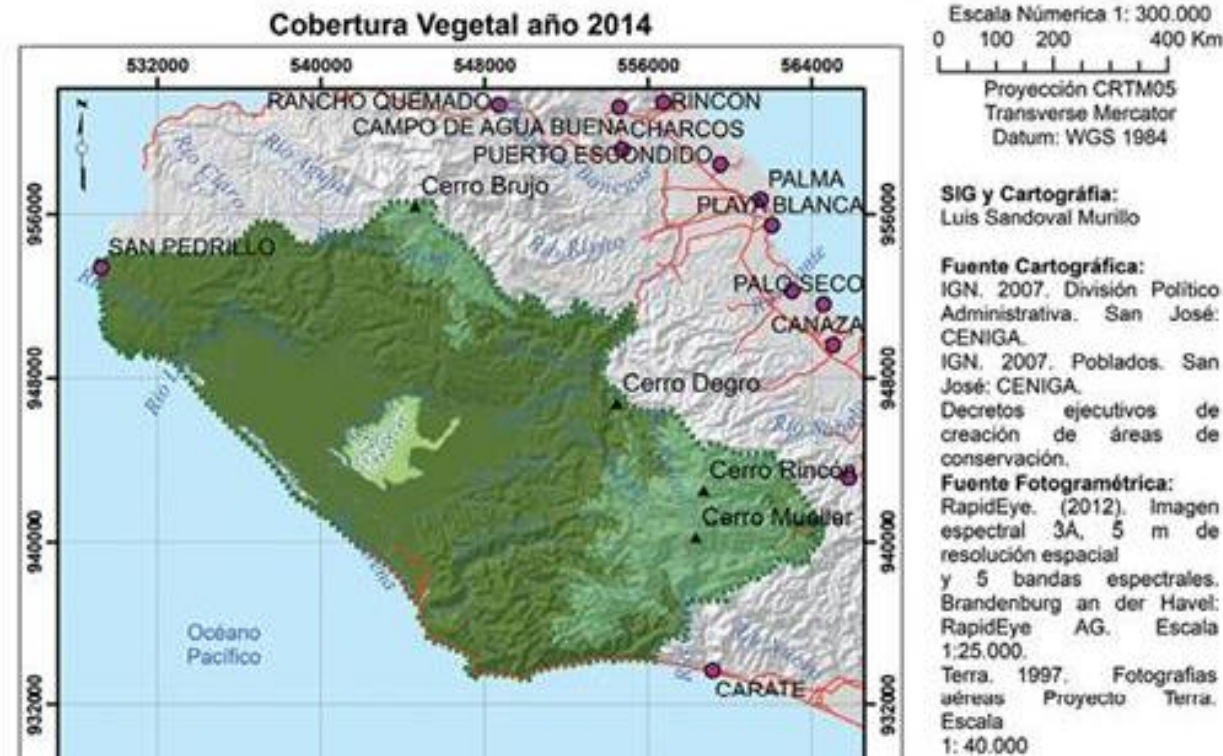
- Afecta directamente a unas 50.000 personas en la zona del lago.
- El impacto potencial alcanza a 1,3 millones de personas aguas abajo, por el uso de estas aguas en valles y represas.





Innovación metodológica

- Se utilizó teledetección, segmentación de cobertura vegetal y machine learning para modelar la distribución del riesgo.
- El enfoque permite extrapolar datos a otras zonas similares del altiplano.





Resumen

- Random Forest mapeó 14 PTE en 211 muestras de tierras altas con alta precisión.
- El arsénico, el plomo y el cadmio superaron los umbrales de seguridad en más de 100 veces.
- El 99 % del área de estudio mostró niveles de riesgo ecológico muy altos a ultra altos.
- 100 % de riesgo carcinogénico para adultos; niños muy expuestos al arsénico
- Los tipos de cobertura vegetal influyeron significativamente en los patrones de acumulación de metales.
- Los índices multispectrales mejoraron la precisión de la predicción de puntos calientes de contaminación.
- La integración de ML y teledetección demostró ser eficaz para la evaluación de riesgos en tierras altas.



Implicancias

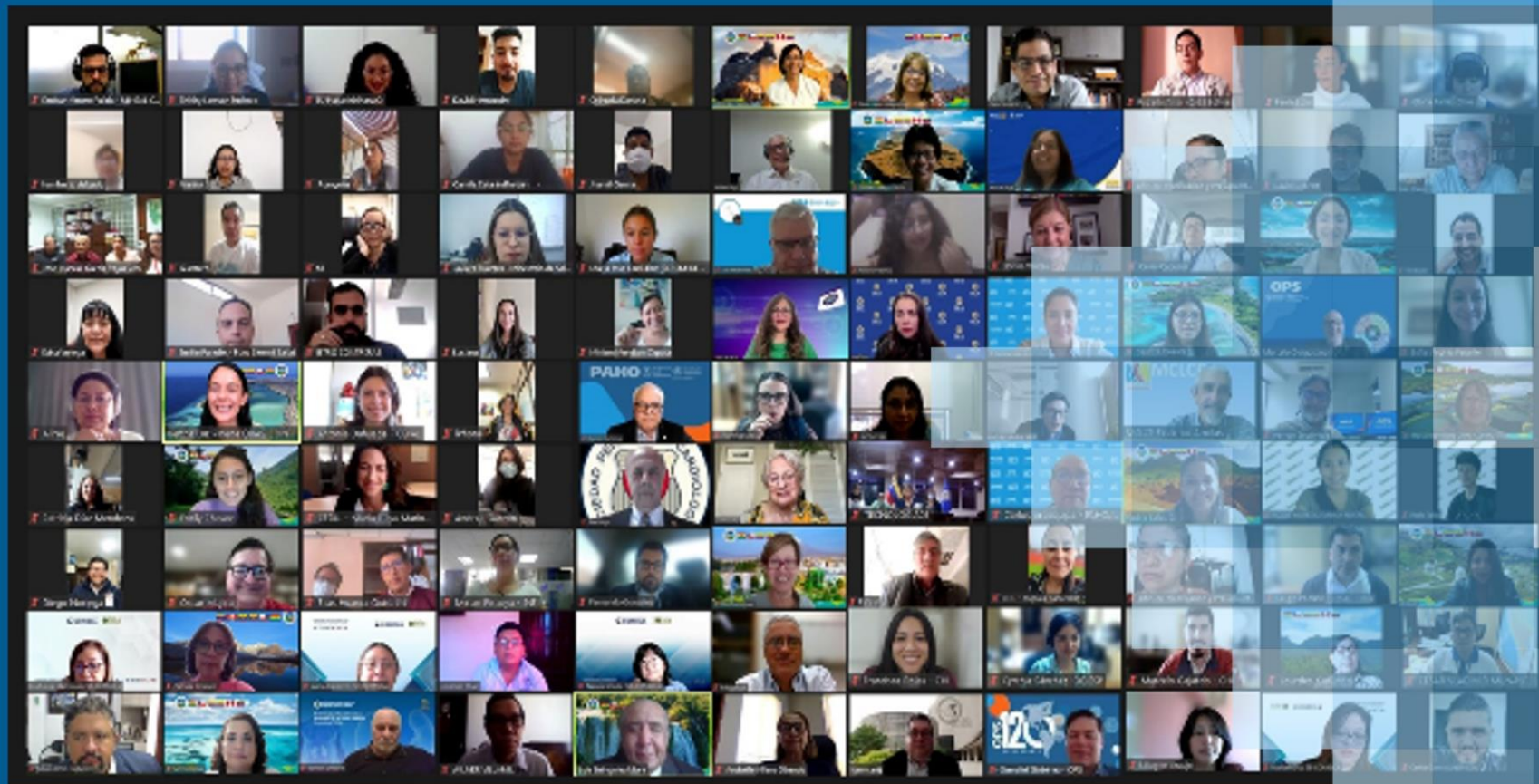
- Riesgo grave para la salud humana: cáncer, enfermedades neurológicas y cardiovasculares.
- Amenaza a la biodiversidad y al sustento de comunidades rurales.
- Urgencia de intervención estatal y multisectorial para remediación, monitoreo y protección de la Reserva Nacional de Junín.



ORGANISMO ANDINO DE SALUD CONVENIO HIPÓLITO UNANUE



¡Juntos somos
más *fuertes*,
juntos llegamos
más *lejos*!



¡Muchas gracias!