Estudio de calidad de agua en la Amazonía Ecuatoriana

PROYECTO VULNERABILIDAD HÍDRICA DE LA AMAZONÍA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU RIESGO A LA DEGRADACIÓN POR CONTAMINACIÓN EN ECUADOR

ecociencia

RAISG
RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA



Río Quijos , Cuenca del Napo



Río Arajuno , Cuenca del Napo

Objetivo del proyecto

Contribuir a una mejor resiliencia hídrica en la Amazonía a partir del conocimiento, monitoreo y trabajo colaborativo entre países para un futuro hídrico seguro de sus pobladores y la preservación de la funcionalidad ecosistémica

EN ECUADOR:

Realizamos un **monitoreo integral** en las cuencas amazónicas de los ríos **Napo y Santiago**. Hemos incluido **múltiples líneas de evidencia** en la evaluación de la calidad del agua, que nos permitirán **determinar las presiones y amenazas** a las que están sujetas nuestras cuencas amazónicas y determinar su **vulnerabilidad hídrica.**

Múltiples líneas de evidencia:

Con un enfoque integral, incorporamos múltiples líneas de investigación para analizar los factores que determinan la calidad del agua y sus interacciones en los cuerpos de agua.
Asimismo, incluimos la dimensión hidrosocial, vinculando la información obtenida en campo con entrevistas a las familias de las zonas de monitoreo.



Propiedades físicas
Caudal, velocidad del flujo y estabilidad de los bancos

Propiedades químicas
Parámetros químicos del agua, iones, presencia de metales pesados, pH conductividad y temperatura

Diversidad biológica
Presencia de macroinvertebrados BMWP - AAMBI

Microbiología
Presencia de coliformes totales y fecales (*E. coli)*

Ecotoxicología
Ensayos de fitotoxicidad sensibles a la contaminación

Contaminantes emergentes
Cuantificación de microplásticos presentes en el río

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Sitios pilotos para el monitoreo de la salud de ecosistemas acuáticos

El monitoreo de la salud de los ecosistemas acuáticos se realizó tanto en época seca, como en época lluviosa, procesando la información de los datos recolectados por cuenca de estudio (río Napo, río Santiago).

Además, se ha recopilado datos de Calidad del agua históricos de las cuencas amazónicas ecuatorianas como parte del estudio de vulneravilidad a ser vinculadas con los cambios en las dinámicas del paisaje en el tiempo.

2

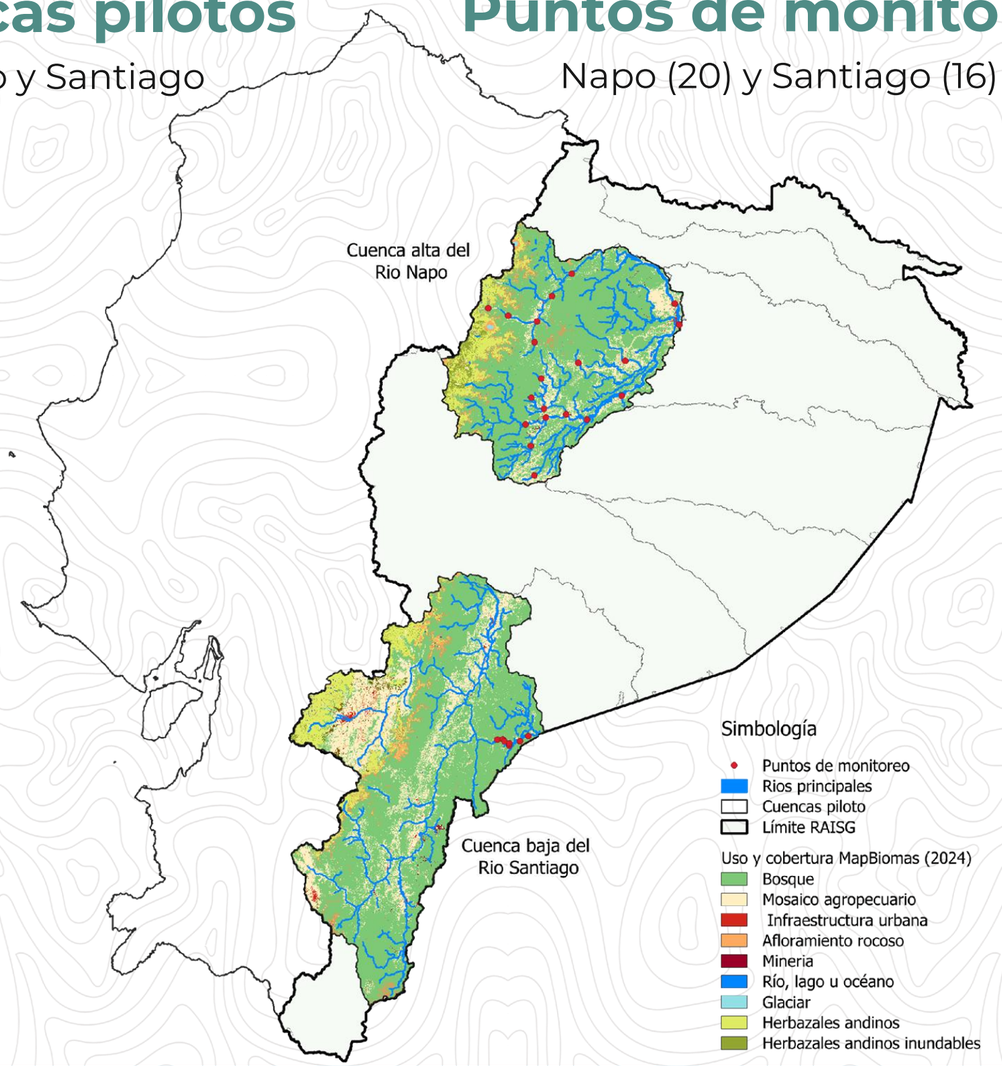
Cuencas pilotos

Napo y Santiago

36

Puntos de monitoreo

Napo (20) y Santiago (16)



Cuenca del río Napo

Realizamos monitoreos en enero y julio de 2025 en todos los 20 puntos establecidos para el análisis.

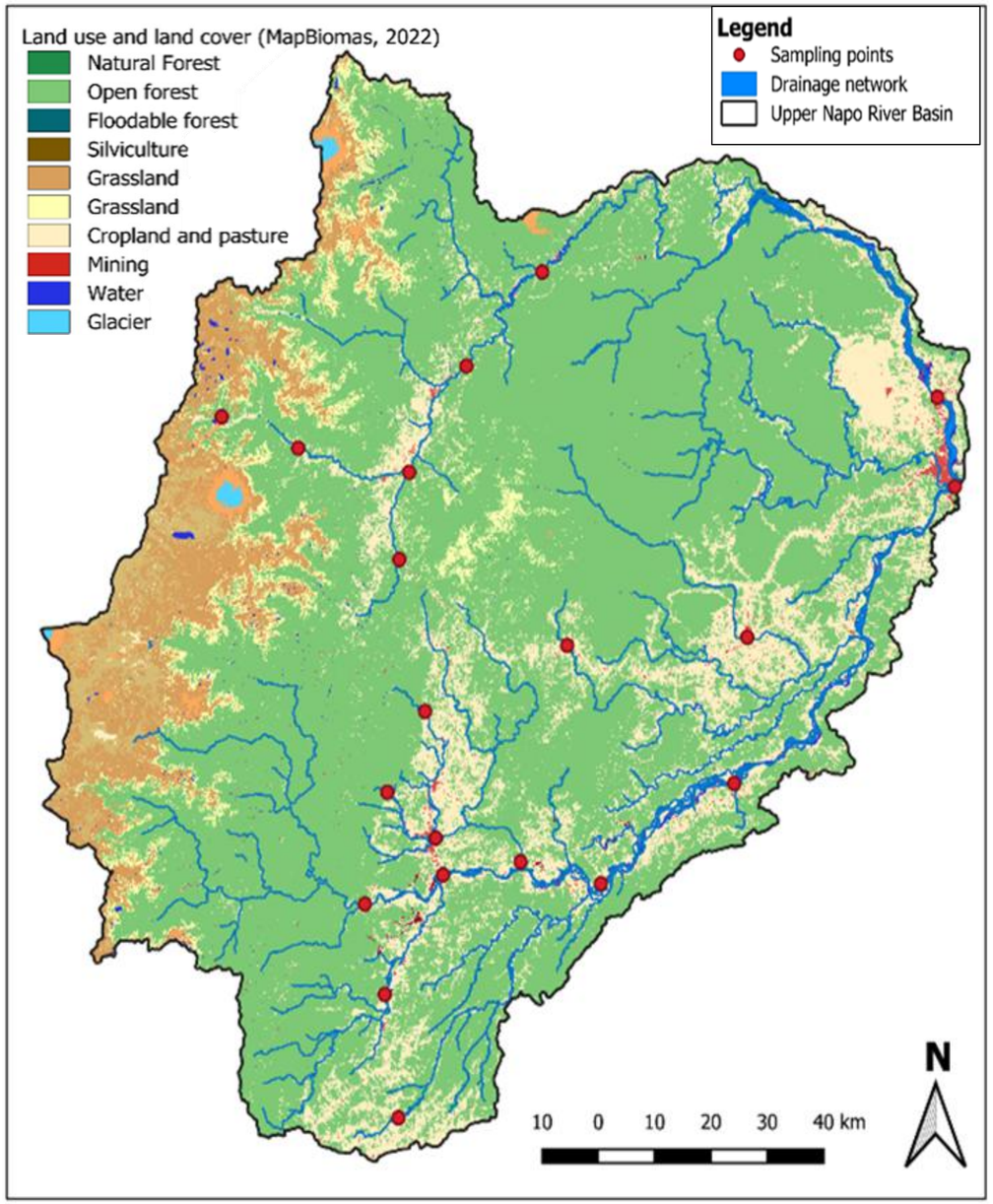
Se evaluaron impactos diversos derivados presiones como ganadería, deforestación, urbanismo, minería, entre otros.

Cuenca del río Santiago

Realizamos campañas en la cuenca alta (río Nangaritza - marzo 2026) y en la cuenca baja (río Santiago - marzo y noviembre 2025), que incluyó monitoreo comunitario.

Se evaluó el impacto de actividades mineras, tanto en agua como en sedimento.

Descripción de los sitios de monitoreo



*(Strobl, 2006) https://doi.org/10.1007/s10661-006-0358-4

Río Napo
Cuenca de cabecera

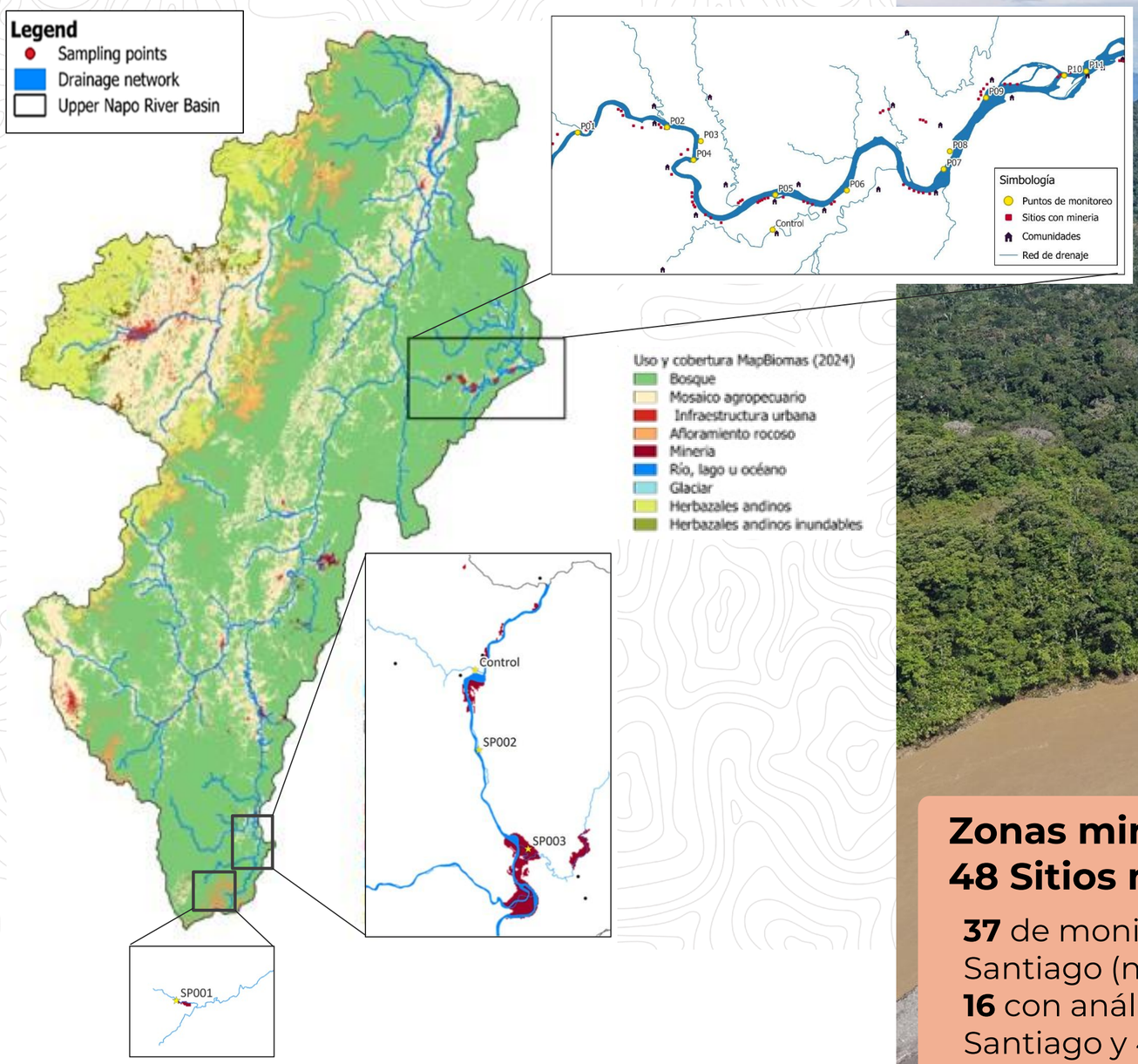
14 ríos tributarios del río Napo fueron involucrados en el monitoreo.

20
Sitios monitoreados

Seleccionado mediante la metodología *Critical sample points.** Se encuentran distribuidos desde las zonas de páramo, hasta los bosques montano, piemontano y amazónico.

Río Napo en Contapunta, Cuenca del Napo

Descripción de los sitios de monitoreo



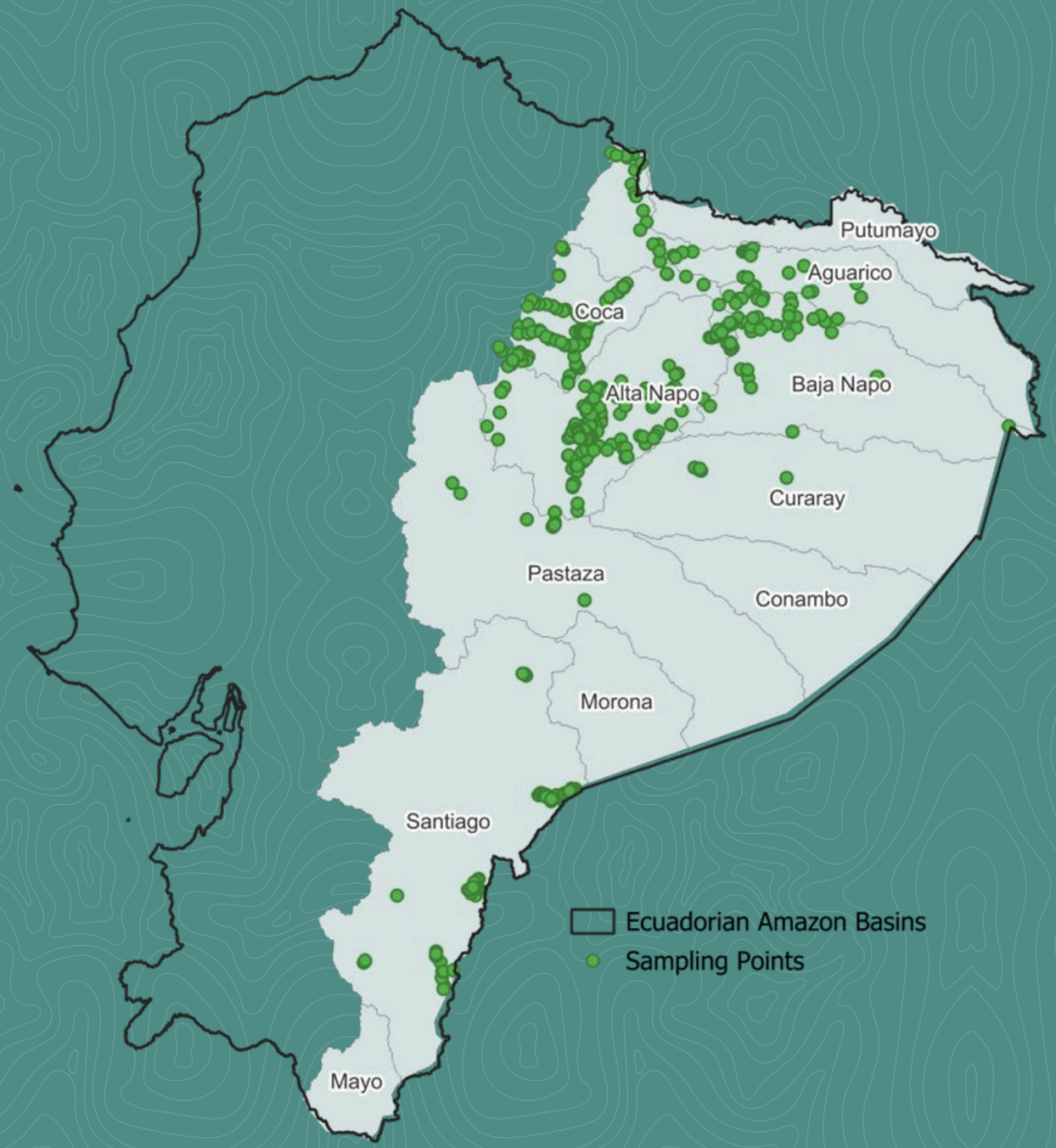
Río Santiago
2 zonas de evaluación

Al sur, el río Nangaritza forma parte de las cuencas de cabecera.
Al norte evaluamos la salida del río Santiago en el límite con Perú.

Zonas mineras
48 Sitios monitoreados

37 de monitoreo comunitario en el río Santiago (norte).
16 con análisis de metales pesados (12-Santiago y 4 Nangatirza).

Río Santiago sector Capisum, Cuenca del Santiago



Colección de datos históricos de calidad del agua

+1200
Puntos de monitoreo

96
Variables de calidad de agua (1999 – 2025)

+170
Ríos monitoreados

+15K
Datos de calidad registrados

Evidencia

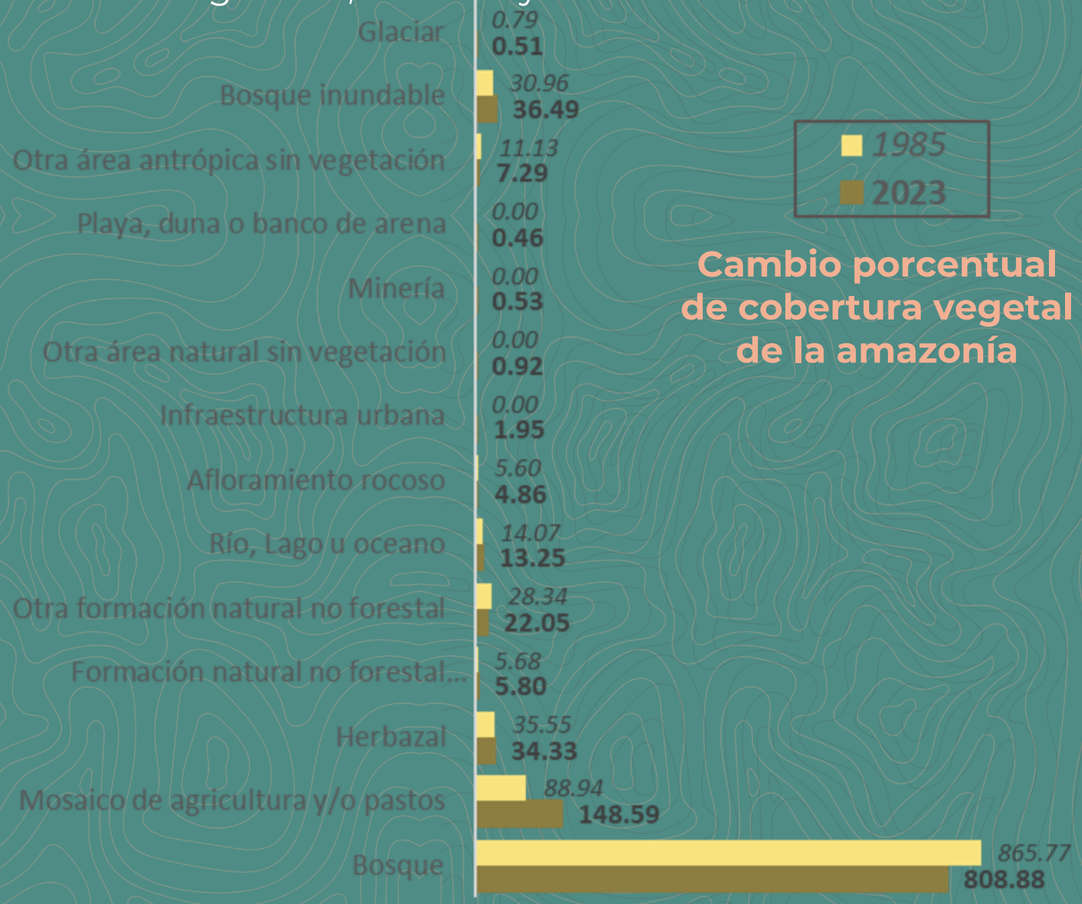
En la amazonía ecuatoriana:

La mayoría de los ríos que han sido evaluados se encuentran al norte del país, siendo la cuenca del río Napo la que tiene más datos.

Las cuencas de los ríos **Conambo, Morona y Mayo NO poseen datos de calidad del agua**, no han sido evaluados.

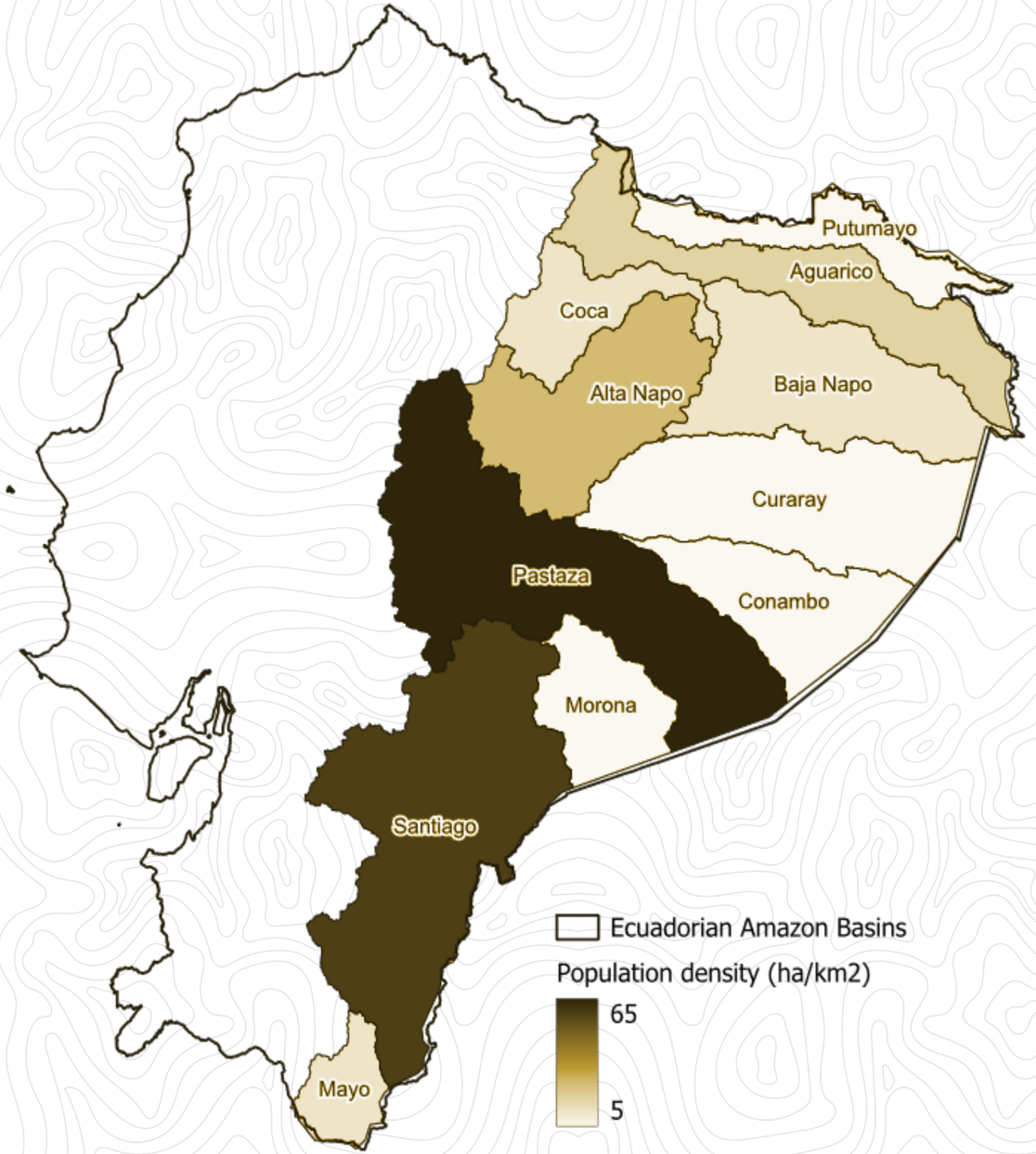
Las cuencas de los ríos Pastaza y Santiago presentan la mayor densidad poblacional, lo que implica una mayor demanda hídrica por habitante y ofrece una primera mirada al ciclo hidrosocial.

En la cuenca piloto del río Napo, el análisis de cambio de uso de suelo evidencia, al 2023, pérdida de bosque y expansión de áreas agrícolas, mineras y de deforestación.



Cambio porcentual de cobertura vegetal de la amazonía

Características de las principales cuencas amazónicas ecuatorianas:



Información de INEC (2023) y MapBiomas Ecuador

Resultados del proyecto

A continuación se muestran los principales resultados que destacan dentro de las cuencas de estudio. La cuenca del río Napo, tomada como área piloto, se evaluó en diferentes tributarios y en su cauce principal (sitios: Chontapunta y El Coca).

En esta cuenca piloto, se llevaron a cabo todas las evaluaciones mostradas en las múltiples líneas de evidencia. Sus resultados mas relevantes se pueden evidenciar en el análisis físico-químico, microbiológico, ecología acuática, fitotoxicidad y microplásticos.

En los resultados se muestran los datos de los 20 sitios establecidos en los diferentes ríos tributarios de la cuenca del Napo y sus evaluaciones de calidad del agua mediante índices.

Para la cuenca del río Santiago, se presentan los principales resultados relacionados al índice de contaminación por metales pesados y sus concentraciones encontradas en el cauce de ambos tramos de río analizados (Nangarizta y Santiago) en comparación con un río no contaminado (sitio control).

Estos resultados ayudan a fortalecer el conocimiento del territorio y el trabajo colaborativo entre países para generar información que aporte a la gestión de un futuro hídrico seguro de sus pobladores y la preservación de la funcionalidad ecosistémica.



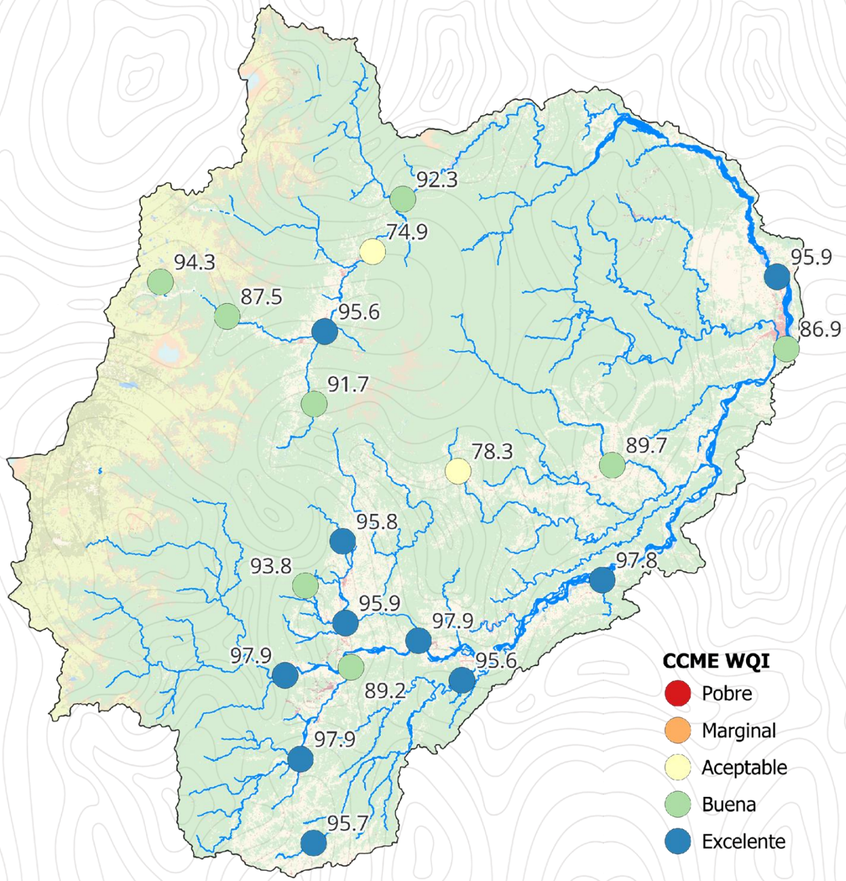
Río Tsuis sector Shariari, Cuenca del Santiago



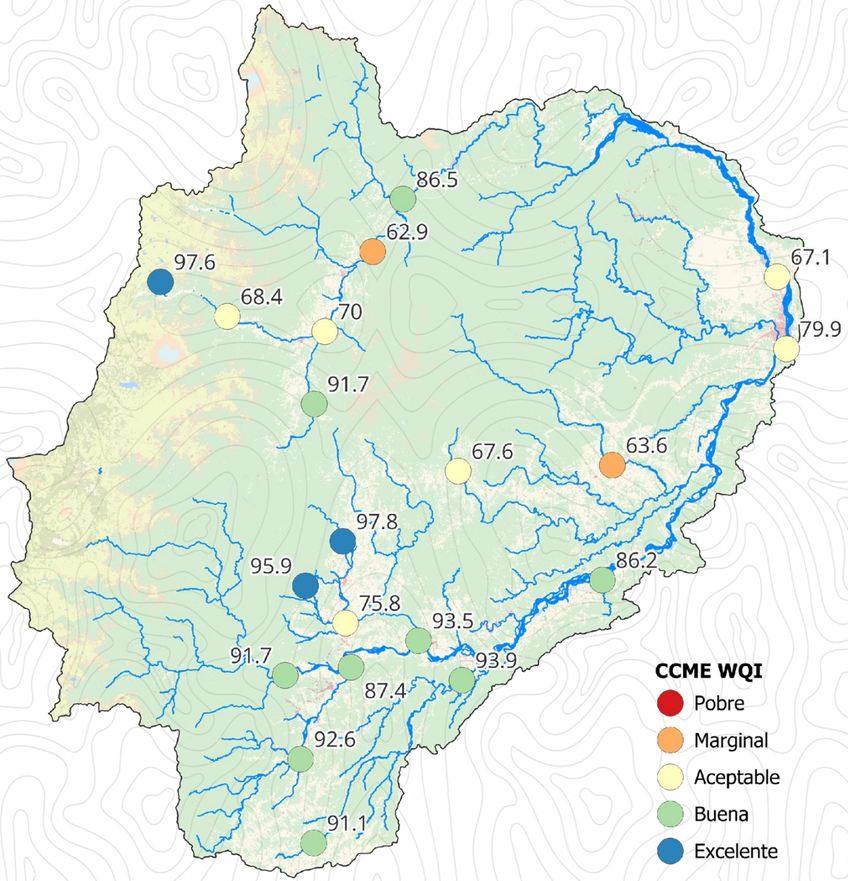
Río Colonso sector Alto Tena, Cuenca del Napo

Cuenca Alta del Rio Napo: Calidad fisicoquímica del agua

Época Lluviosa (Enero)



Época Seca (Julio)



La calidad del agua disminuye de época lluviosa a época seca:

Durante las lluvias, el aumento de escorrentía hace que se **diluyan los contaminantes**, manteniendo bajas las concentraciones contaminantes.

En la época seca, al reducirse la escorrentía, existe menos dilución (y mayor permanencia del agua), por lo que **aumentan las concentraciones de los contaminantes.**

Análisis por parámetro:

Arsénico y Hierro sobrepasan la normativa ecuatoriana TULSMA (Texto unificado de legislación medioambiental) en dos puntos cada una con un máximo de 0.05 y 0.37 mg/L respectivamente.

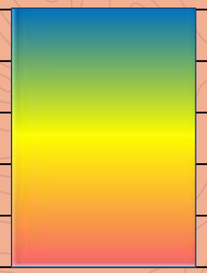
Ecología acuática

Macroinvertebrados

Se han encontrado 6 Clases y más de 15 familias en los 20 sitios de monitoreo de la cuenca del río Napo, con las cuales fueron evaluados dos índices de diversidad biológica:

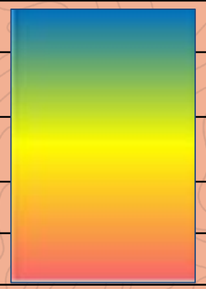
- Índice biótico Andino-Amazónico

AAMBI	INTEGRIDAD ECOLÓGICA
> 121	Excelente
90 -120	Muy Buena
50-89	Buena
36-49	Regular
< 35	Mala



- Biological Monitoring Working Party

BMWP	Calidad (DIVERSIDAD)
>101	Buena
61-100	Aceptable
36-60	Dudosa
16-35	Critica
<15	Muy critica



Lugar	BMWP/col	AAMBI
Río Tena	112	104
Río Cotundo	194	166
Río Jatunyacu	95	76
Río Napo	75	64
Río Arajuno parte alta	33	28
Río Misahualli	98	87
Río Arajuno parte baja	113	97
Río Piatua	62	49
Río Anzu	28	20
Rio Tena parte Baja	91	81
Río Coca	23	20
Río Napo parte alta	45	42
Río Suno	103	96
Río Pukuno	196	174
Río Cosanga	99	90
Río Quijos parte baja	123	115
Río El Salado	133	116
Río Quijos parte alta	154	130
Río Papallacta parte baja	83	74
Río Papallacta parte alta	98	83

Resultados microbiológicos de la cueca del río Napo

Presencia de coliformes:

Los estudios demuestran que **todos** los sitios de monitoreo muestran **altas concentraciones** de coliformes totales y fecales (del grupo de las *e. Coli.*

No apta para consumo

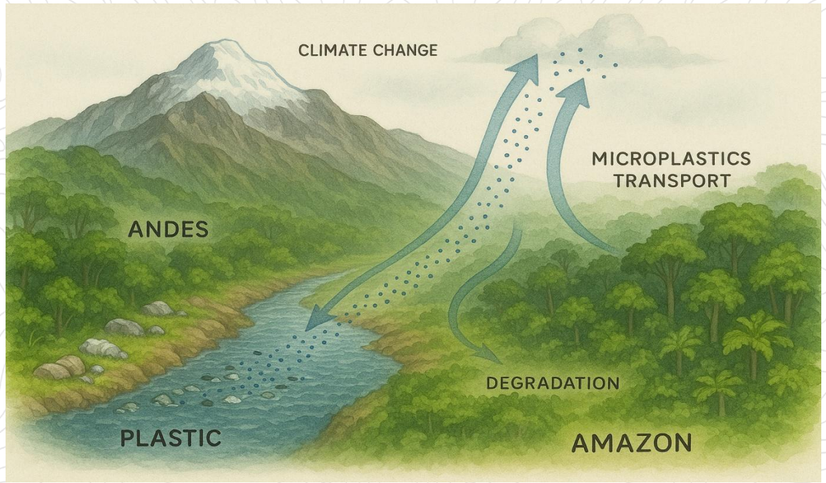
Según las normativas, la presencia de coliformes, en especial los del tipo fecal (*e. Coli)* muestra un grado prejudicial para la salud humana si se consume el agua directamente de dichas fuentes.

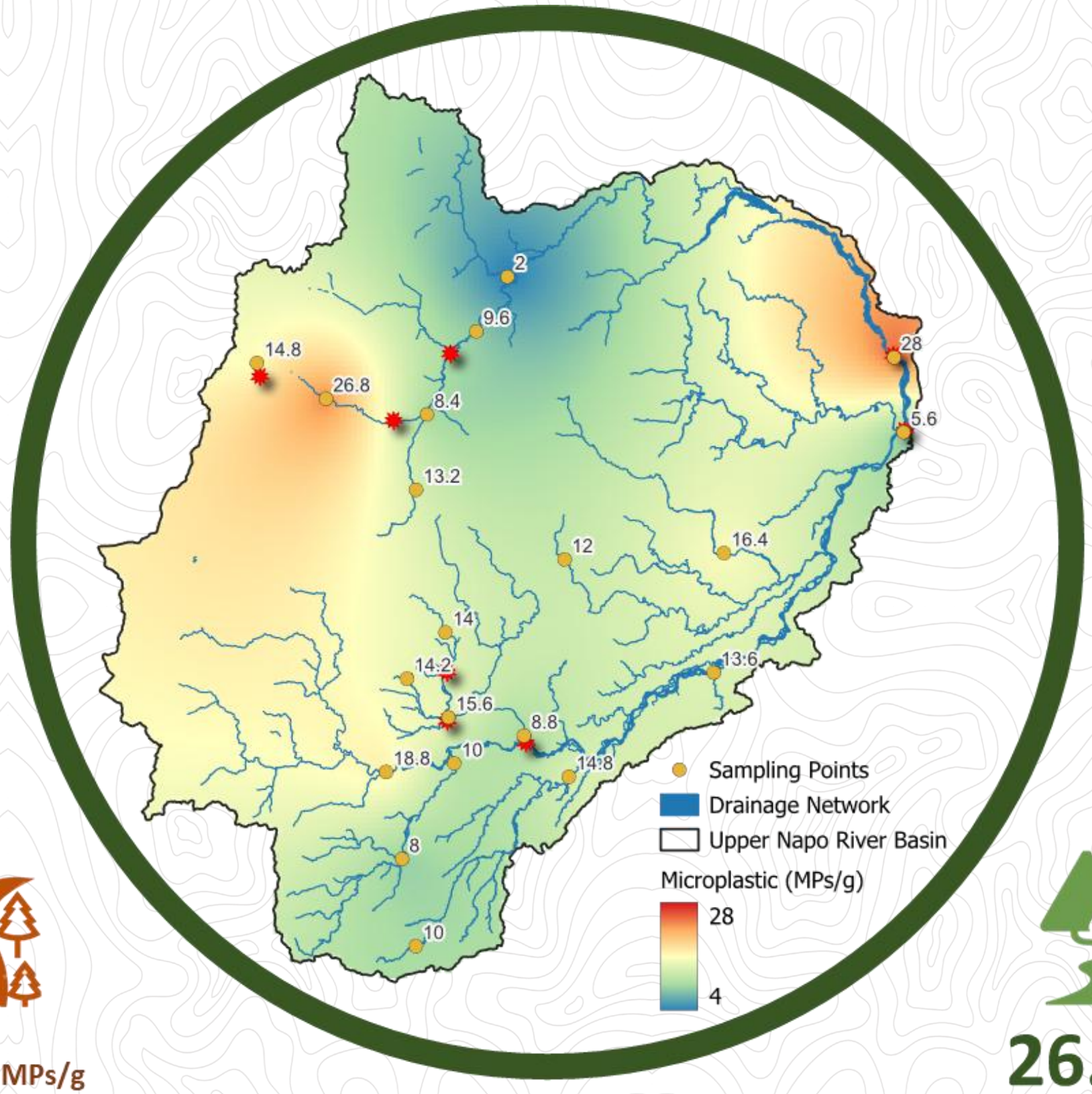
Nombre del río	Escherichia Coli	Coliformes totales
	UFC/100mL	UFC/100mL
Río Tena	136	292
Río Cotundo	76	276
Río Jatunyacu	36	228
Río Napo	400	596
Río Arajuno parte alta	280	520
Río Misahualli	280	520
Río Arajuno parte baja	912	1420
Río Piatua	180	352
Río Anzu	520	788
Rio Tena parte Baja	1540	1960
Río Coca	1060	1670
Río Napo parte alta	2760	4440
Río Suno	12100	13600
Río Pukuno	1240	13200
Río Cosanga	5160	13100
Río Quijos parte baja	1560	3160
Río El Salado	150	12200
Rio Quijos parte alta	200	60000
Río Papallacta parte baja	750	5000
Río Papallacta parte alta	250	7500

MICROPLÁSTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO NAPO

Enriquecimiento de microplásticos en las cabeceras, producto de la **deposición atmosférica**, lo que explicaría un aumento de MPs incluso donde la presión local es menor (p. ej., Río Papallacta).

Aguas abajo se observa incremento y concentración de MPs por procesos fluviales: arrastre acumulativo desde tributarios, y fragmentación de plásticos durante el transporte, además de posibles aportes locales, lo que se refleja en valores elevados cerca de Río Coca y un promedio de cuenca intermedio.





28.0 MPs/g
Río Coca

26.8 MPs/g
Río Papallacta

13.1 MPs/g
Promedio UNRB

Toxicidad compartida

2 de los 20 puntos de monitoreo mostraron degradación con respecto al análisis de fitotoxicidad en agua y sedimentos.

Evidencia de efectos adeversos

El resultado marcado como tóxico dentro del análisis de fitotoxicidad, demuestra que la presencia de sustancias químicas u otros contaminantes causan alteraciones en los ecosistemas y los organismos que habitan los cuerpos de agua analizados.

Se empleo la prueba con rangos de Wilcoxon para el análisis del crecimiento fitotoxicológico.

Resultados de análisis ecotoxicológico en el río Napo

Nombre del río	Toxicidad Agua	Toxicidad Sedimento
Río Tena	No tóxico	Tóxico
Río Cotundo	No tóxico	No tóxico
Río Jatunyacu	No tóxico	Tóxico
Río Napo	Tóxico	Tóxico
Río Arajuno parte alt	Tóxico	No tóxico
Río Misahualli	No tóxico	No tóxico
Río Arajuno parte baj	No tóxico	Tóxico
Río Piatua	Tóxico	No tóxico
Río Anzu	Tóxico	No tóxico
Rio Tena parte Baja	No tóxico	No tóxico
Río Coca	No tóxico	No tóxico
Río Napo parte alta	Tóxico	No tóxico
Río Suno	Tóxico	Tóxico
Río Pukuno	No tóxico	No tóxico
Río Cosanga	No tóxico	No tóxico
Río Quijos parte baja	No tóxico	No tóxico
Río El Salado	No tóxico	No tóxico
Rio Quijos parte alta	No tóxico	No tóxico
Río Papallacta parte b	No tóxico	Tóxico
Río Papallacta parte a	No tóxico	No tóxico

METALES PESADOS EN EL RÍO SANTIAGO

Se evaluó la presencia de **29 metales** pesados en cada muestra de agua y sedimento tomada en los 16 puntos de análisis (12-Santiago y 4 – Nangaritza).

Para el análisis comparativo, se tomaron en cuenta 2 sitios de control, uno para cada tramo de río analizado (Nangaritza y Santiago) que representan cuerpos de agua sin presencia de minería en su área de escorrentía (microcuenca).

Los componentes del índice son:

i = parámetro de evaluación (metal evaluado)

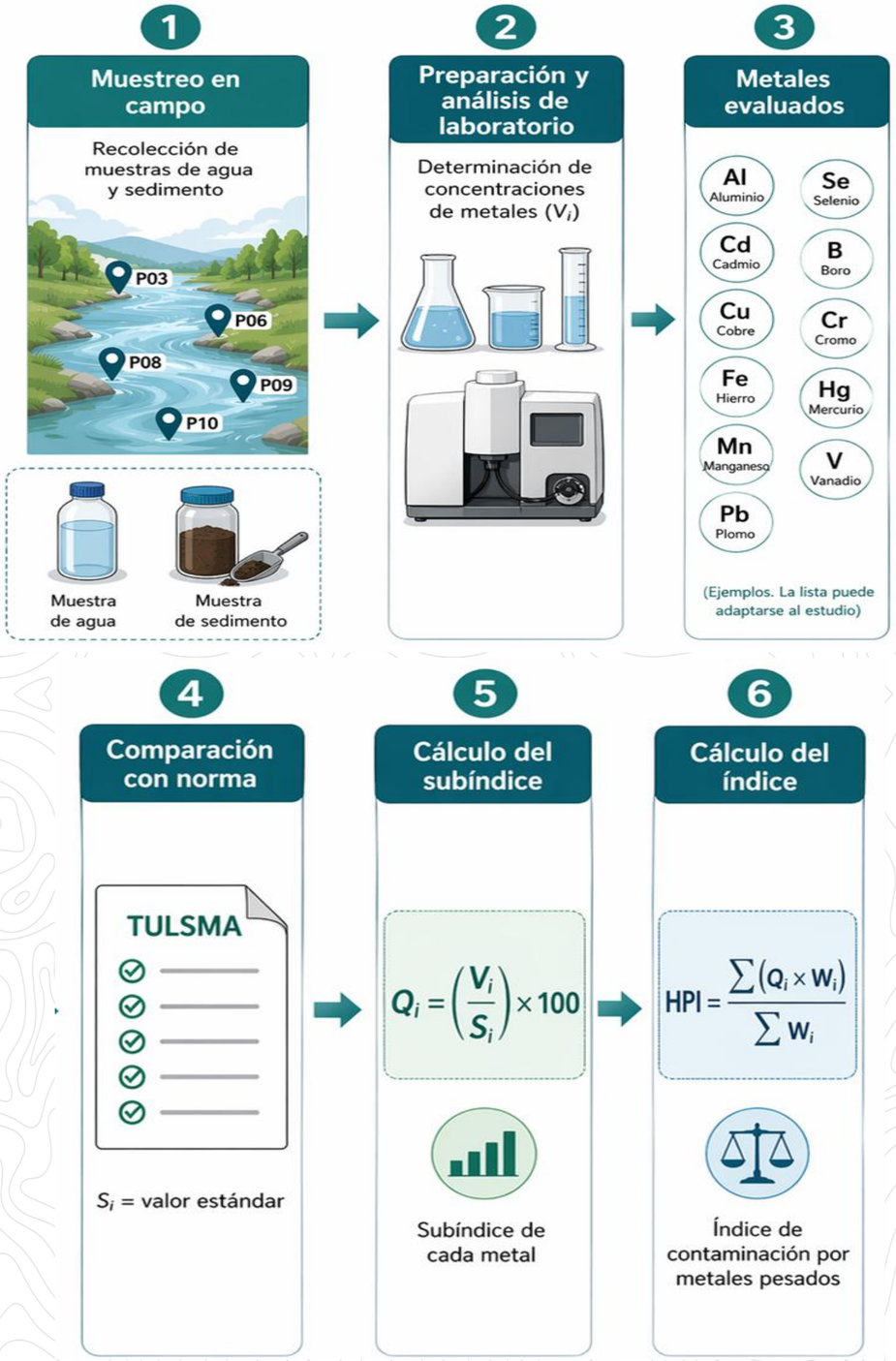
$\mathbf{Q_i}$ = subíndice del parámetro i;

$\mathbf{W_i}$ = peso unitario del parámetro i;

n = número total de parámetros considerados;

$\mathbf{V_i}$ = valor monitoreado del metal en el parámetro i;

$\mathbf{S_i}$ = valor estándar o valor de referencia (normativa)



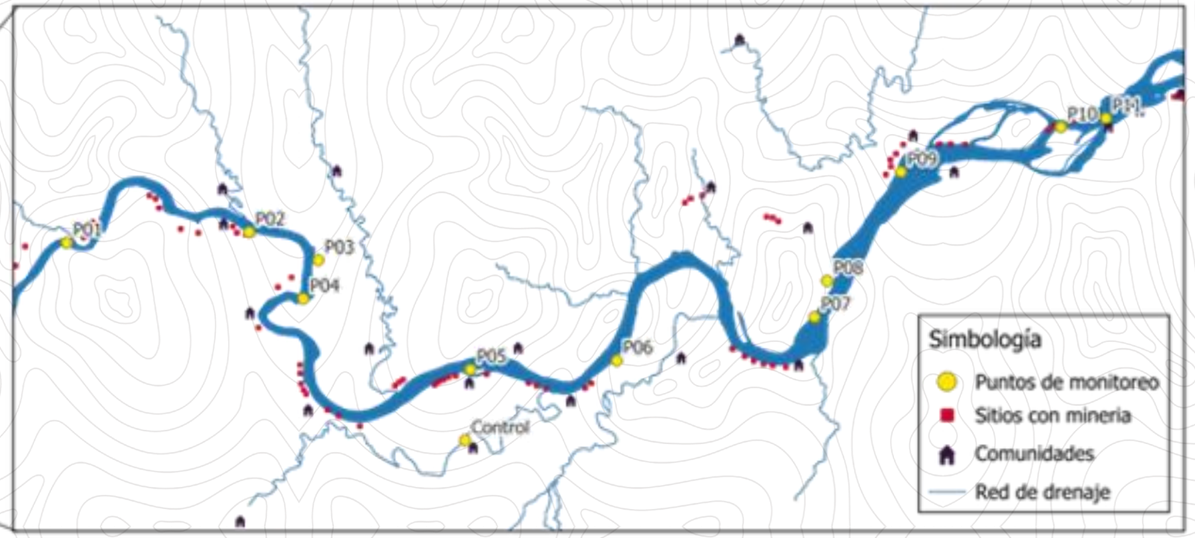
Índice de contaminación por metales pesados* (HMPI)



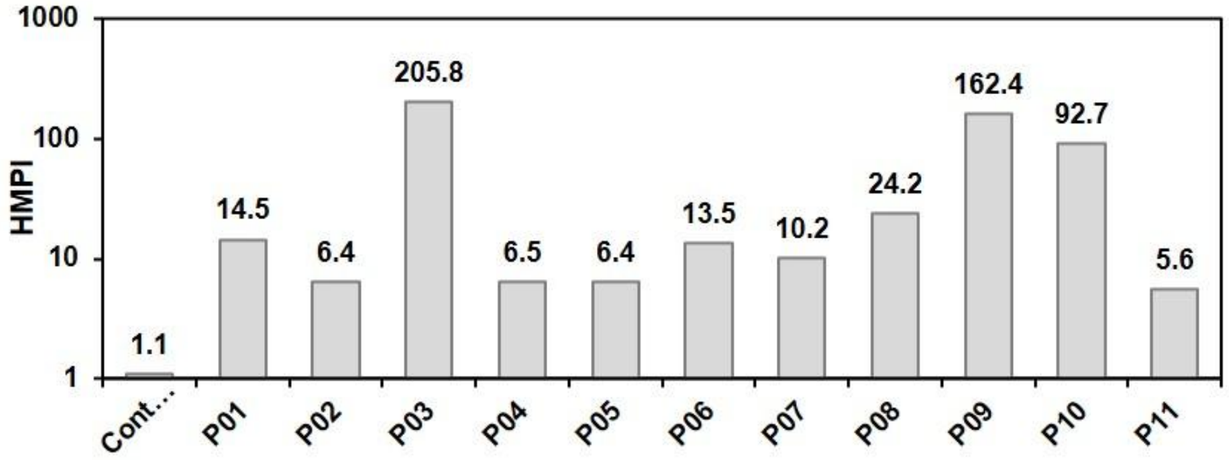
*(Mohan et al. 1996; Milivojević et al. 2016; Chiamsathit et al. 2020)

HPI EN EL NORTE DEL RÍO SANTIAGO









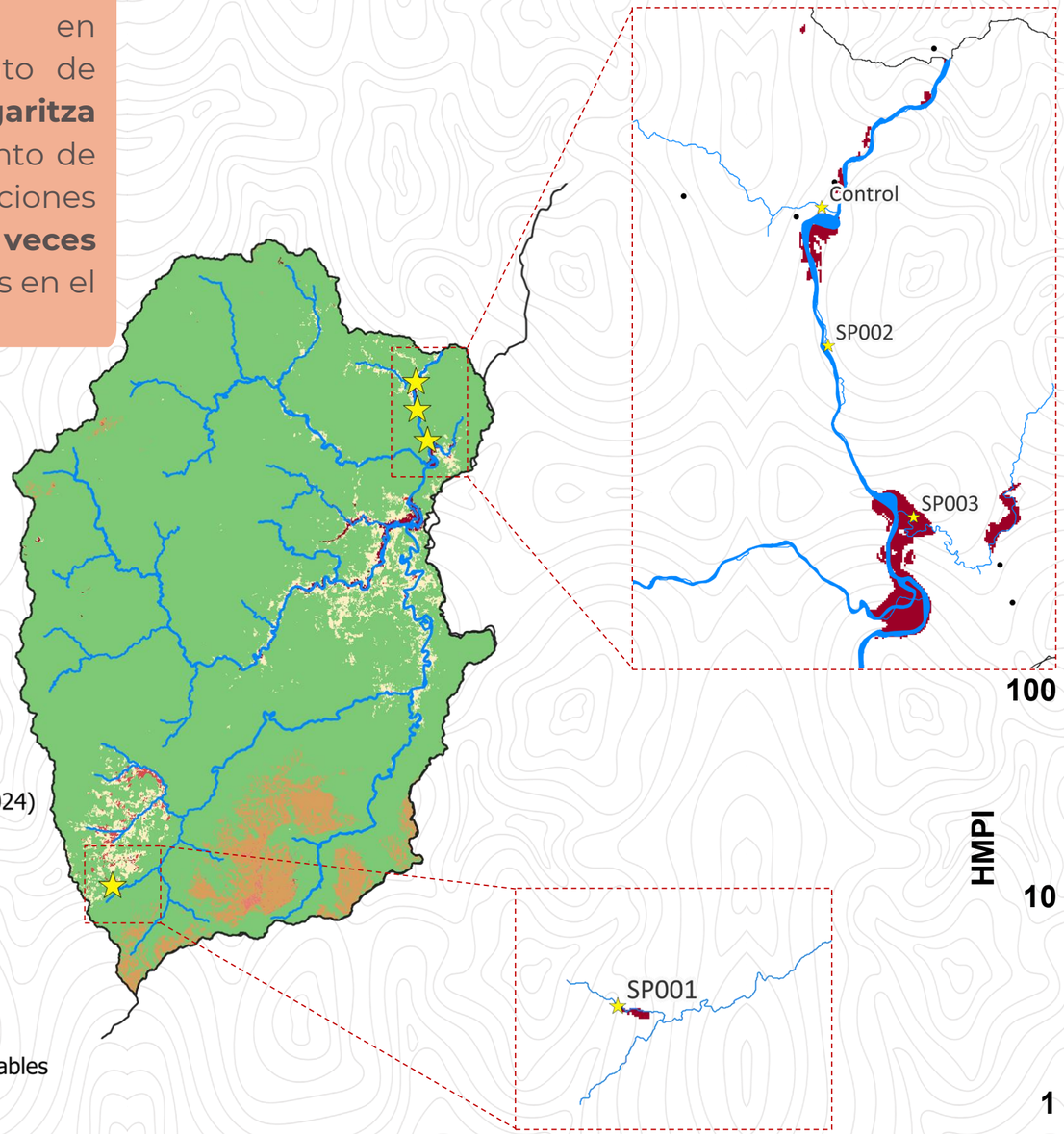
Análisis del HMPI:

El **índice de contaminación por metales pesados** evidencia que, en comparación con el punto de control, el **río Santiago** presenta un enriquecimiento significativo, con concentraciones entre **4.5 y 204.7 veces superiores** a las registradas en el sitio sin actividad minera.

HPI EN EL SUR DE LA CUENCA DEL RÍO SANTIAGO - RÍO NANGARITZA

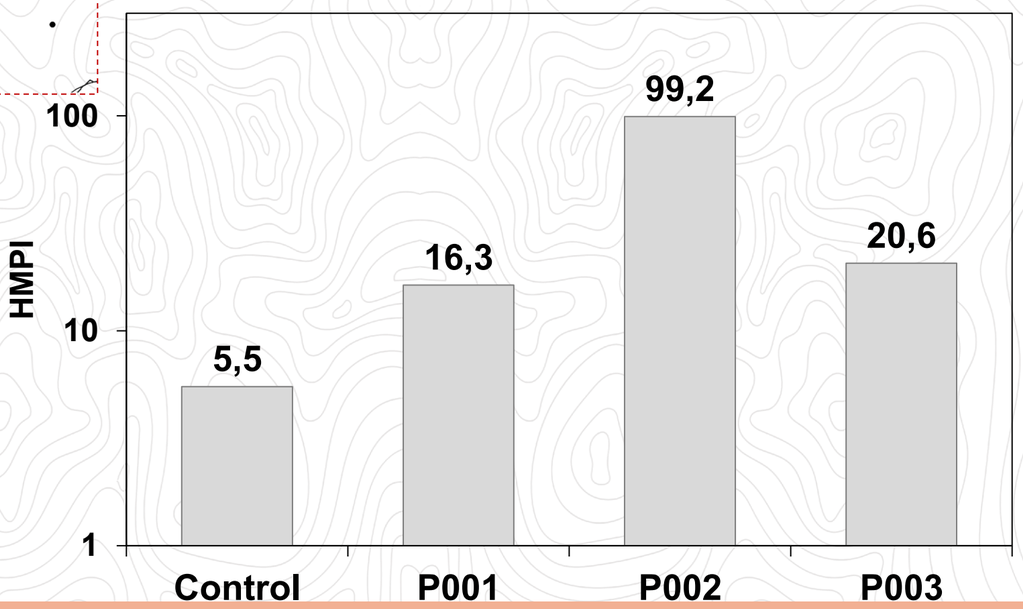
Análisis del HMPI:

Se evidencia que, en comparación con el punto de control, el **río Nangaritza** presenta un enriquecimiento de metales con concentraciones entre **10.8 y 93.7 veces superiores** a las registradas en el sitio de control.



Concentraciones altas incluso en cuencas de cabecera:

Estas cifras muestran que la presencia de **metales pesados** en la Cuenca del río Santiago, desde sus tributarios de cabecera, aportan a la contaminación de toda la cuenca y son evidencia de contaminación minera.



Conclusiones:

Las múltiples líneas de evidencia nos permiten discernir mejor el estudio del estado de calidad del agua.

En general, los resultados demuestran que los ríos mayormente contaminados están en la cuenca alta (río Coca) del río Napo y en la las dos zonas de estudio de la cuenca del río Santiago.

Las evidencia de contaminación por metales pesados en la cuenca del río Santiago hace que la vulnerabilidad hídrica de la zona sea alarmante con respecto a las concentraciones indicadas.

Así mismo, los resultados indican las tendencias en las condiciones de la calidad del agua que varían estacionalmente, a lo cual se suman las distintas presiones y amenazas como la minería, ganadería, deforestación, entre otros.

La evaluación de la calidad del agua se vuelve un recurso muy importante para evidenciar las dinámicas de cambio, presiones y amenazas presentes en las cuencas amazónicas. Esto visibiliza las debilidades y fortalezas que posee cada territorio amazónico permitiendo que se lleve a cabo una gestión integral de los recursos hídricos.



Río Coca, Cuenca del Napo



Río Nangaritza, Cabecera de Cuenca del Santiago



Río Santiago, Salida de Cuenca del Santiago



Río Napo, Cuenca del Napo



RAISG

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA

Fundación Amigos de la Naturaleza

Imazon

Instituto Socioambiental

Gaia Amazonas

ecociencia

Instituto del Bien Común

ProVita

Wataniba
Grupo de Trabajo Socioambiental de la Amazonia