

**INFORME N° 176-2010-ANA/DCPRH/BCT**



**Autoridad Nacional del Agua**  
**Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos**



**VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN  
LOS RÍOS TAMBOPATA, MALINOWSKI E  
INAMBARI - MADRE DE DIOS**



Urb. El Palomar, calle Diecisiete N° 355  
San Isidro  
Lima

**INFORME TÉCNICO N° 0176 - 2010-ANA-DGCRH/BCT**

**PARA** : **ING. AMARILDO FERNÁNDEZ ESTELA**  
Director (e) de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos

**ASUNTO** : Informe de las acciones de Vigilancia y monitoreo de la calidad del agua en los ríos de Madre de Dios

**REFERENCIA** : Plan de Trabajo para la Vigilancia de la Calidad de Agua y Control de Vertimientos en los ríos de Madre de Dios

**FECHA** : Lima, 11 de octubre de 2010

Por medio del presente me dirijo a usted, para remitir adjunto al presente el informe de las acciones de Vigilancia y Monitoreo de la Calidad del Agua realizada en las cuencas de Madre de Dios, Tambopata e Inambari, en el departamento de Madre de Dios, realizados en el mes de setiembre del presente año.

**I. ANTECEDENTES**

En cumplimiento de la Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos", se elaboró el Plan de Trabajo para la Vigilancia de la Calidad de Agua y Control de Vertimientos en los ríos Tambopata y Malinowski, como parte del de las actividades programadas en el Plan de Gestión de la Calidad del Agua para el año 2010, previsto en el Plan Operativo Institucional de la Dirección de Gestión de la Calidad del Agua – DGCRH, de la Autoridad Nacional del Agua – ANA, en los ríos de Madre de Dios.

Las actividades fueron programadas para realizarse del 13 al 17 de setiembre del año 2010, con la participación de la Quim. M.Sc. Betty Chung Tong, Ing M.Sc. Indira Villalobos, de la DGCRH; el Ing. Cardoso, administrador de la Administración Local del Agua – Maldonado y los técnicos Roberto Urrutia y Martín Castro, del ALA - Maldonado.

**II. OBJETIVOS Y ALCANCES****2.1 Objetivo**

Iniciar las actividades programadas en el Plan de Gestión de la Calidad del Agua para el año 2010, contemplado en el Plan Operativo Institucional de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua – ANA.



*[Handwritten signature]*

## 2.2 Objetivos Específicos

- Dar a conocer los alcances y lineamientos del Plan de gestión de la calidad del agua y control de vertimientos de la ANA a los actores de la cuenca de Madre de Dios.
- Evaluar la capacidad operativa de la ALA Maldonado, con relación a la Vigilancia de la Calidad del Agua y Control de Vertimientos de aguas residuales.
- Identificar a los actores regionales y locales relacionados con la gestión de la calidad del agua en el ámbito de gestión del ALA Maldonado.
- Evaluar la información de calidad del agua en los recursos hídricos y Vertimientos legales e ilegales en el ámbito de las ALA Maldonado, reconocimiento de la red de monitoreo de la calidad del agua en los recursos hídricos superficiales realizados por la DIRESA y otros sectores en el ámbito de las ALA Maldonado.
- Realizar un Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en los ríos principales de Madre e Dios y establecer los puntos fijos de monitoreo.
- Reconocer las cuencas y realizar la recolección de muestras en los puntos de monitoreo seleccionados para evaluar la calidad del agua de los ríos de Madre de Dios.
- Coordinar las actividades relacionadas con la formación de capacidades en calidad del agua en ALA-Maldonado.

## 2.3 Alcances

Las actividades relacionadas con la vigilancia y monitoreo de la calidad del agua y control de vertimiento en las cuencas de Madre de Dios, abarcan específicamente las cuencas de Madre de Dios, Tambopata e Inambari, situadas en las cercanías de la ciudad de Puerto Maldonado.

## 2.4 Fecha de monitoreo

El monitoreo de la calidad de agua en los ríos de las cuenca mencionadas se llevó a cabo los días 13 al 17 de setiembre de 2010.

## MARCO LEGAL

- **Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos" del 31 de marzo de 2009;** establece en el Artículo 76° la Vigilancia y Fiscalización del Agua, encargándose a la Autoridad Nacional (ANA) en coordinación con el Consejo de Cuenca, implementar actividades de vigilancia y monitoreo sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.
- **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM;** que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, el 31 de julio de 2008.



Handwritten blue initials and a signature.

- **Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM del 19 de diciembre de 2009**; aprueban disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010**; aprueban el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010**; aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino - costeros.

#### IV. INFORMACIÓN GENERAL

##### 4.1 Descripción General de la Cuenca

La red hidrográfica de la Cuenca de Madre de Dios es de gran complejidad, con cursos abruptos y fuertes caídas en la zona de Inambari provenientes de la cordillera de Carabaya y ríos de cursos meándrico, propio del llano amazónico, esta característica hace que constantemente cambien de curso formando cuellos que estrechándose con el pasar del tiempo forman lagunas, también se forman extensas playas temporales lo mismo que gran cantidad de islas.

- **Unidades Hidrográficas principales**

La cuenca de Madre de Dios, tiene como Unidades Hidrográficas principales a las Cuencas de Inambari, Orthon o Tahuamanu, Tambopata, Las Piedras, Intercuenca Alto Madre de Dios, Intercuenca Medio Alto Madre de Dios, Intercuenca Medio Madre de Dios e Intercuenca Bajo Madre de Dios

El río Madre de Dios es el río, cuyos tributarios nacen en zonas montañosas y colinosas del flanco oriental de la Cordillera de los Andes del sur del Perú. Está formado por la unión de dos ríos que se originan en los Andes del sur del Perú: el río Manu, se originado en el sector oeste del ámbito del departamento y el río Alto Madre de Dios, que ingresa al departamento por su sector sur. Entre sus principales afluentes tenemos a los ríos Blanco, Chilihue, Colorado, Inambari, Tambopata, Palma Real y Heath, por su margen derecha, y los ríos Los Amigos, De las Piedras y Tahuamanu (se une en territorio Boliviano), por su margen izquierda. El río Madre de Dios es afluente del río Madeiras, el cual desemboca en la margen derecha del río Amazonas en territorio brasilero, y se considera que el aporte de agua que hace al río Amazonas es del 15% aproximadamente de las cuales el río Madre de Dios contribuye con un 4%.

El río Madre de Dios, tiene una longitud de 480 Km aproximadamente (comprendidos, desde la unión entre el río Manu y Alto Madre de Dios hasta el límite fronterizo con Bolivia), un ancho que oscila entre 200 m a 800 m en promedio, con niveles de profundidad media de 10.8 m. En noviembre del 2007, en el sector de Laberinto, la velocidad de corriente media fue de 1.21 m/s y de 1.252 m/s, de velocidad



máxima. Durante los meses de Abril y Mayo (media vaciante), la velocidad de corriente promedio fue de 0.952 m/s pudiendo alcanzar velocidades máximas de 1.066 m/s (IIAP-CTAR Madre de Dios, 2000).

Las características físicas y químicas de los ríos de la cuenca reúnen condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida acuática en la mayoría de los cuerpos de agua. Sin embargo, algunos ríos se encuentran impactados por el desarrollo de las actividades mineras y por los desechos domésticos.

Existen aproximadamente 136 ríos en toda la cuenca del río Madre de Dios, que fueron seleccionados considerando el caudal y orden. En cuadro 2.12 se muestra la cantidad de ríos por cuenca donde la cuenca con mayor cantidad de ríos es el Alto Madre de Dios. En el Anexo II del estudio se ilustra una relación de todos los ríos, quebradas y lagunas. Los principales ríos serán descritos más adelante en la parte de Unidades Hidrográficas.

**CUADRO N°1 : NUMERO DE RÍOS POR CUENCA**

	Cuenca	N° de ríos
1	Intercuenca Alto Madre de Dios	44
2	Intercuenca Medio Alto Madre de Dios	1
3	Intercuenca Medio Madre de Dios	1
4	Intercuenca Medio Bajo Madre de Dios	8
5	Inambari	27
6	Tambopata	34
7	De las Piedras	12
8	Intercuenca Orthon	6
9	Intercuenca Alto Acre	3
	<b>Total</b>	<b>136</b>

Fuente: Elaboración DCPRH

#### 4.2 Localización

La cuenca del río Madre de Dios limita con el departamento de Puno y con las cuenca hidrográficas del río Tahuamanu y río Acre. Los ríos materia de evaluación son: río **Puquiri** y **Huepetuhe**, que pertenecen a las micro cuencas de **Puquiri** y **Huepetuhe** que forman parte de la sub cuenca del río Colorado, río **Caychihue** que pertenecen a la micro cuenca del río **Caychihue**, cuyo cauce principal mide unos 20Km y desemboca directamente en el río **Inambari**, estas micro cuencas forman parte de la subcuenca del río **Inambari**. Otras fuentes lo constituyen los ríos **Tambopata** y el río **Malinowski**, que se encuentran en la microcuenca **Malinowski**, el cual tiene una longitud de 120 km aproximadamente hasta su llegada al río **Tambopata**. Ambos ríos pertenecen a la sub cuenca del río **Tambopata**. El río **Tambopata** desemboca en el río **Madre de Dios**.

**Río Madre de Dios.**- También es conocido con el nombre de Amaru Mayo, tiene su origen en la Provincia de Paucartambo, en Cusco, este río vierte sus aguas en el Amazonas, en territorio brasileño,



*Handwritten signature in blue ink.*

donde se le conoce como río Madeira. Recibe varios afluentes que forman importantes valles de Selva Alta, como los Cosñipata, Tono, Piñipini y Pantiacolla. Luego de recibir las aguas del río Manú, incursiona en la Selva Baja, formando un valle poco habitado. Por su margen izquierda sus afluentes son: el Tacuatimanú o de las Piedras, que desagua frente a Puerto Maldonado, el principal puerto fluvial del Madre de Dios. Por su margen derecha: los ríos Inambari y Tambopata, que forman importantes valles de Selva Alta. Las aguas de este río presentan un color claro muy parecido al color del río Tambopata que es uno de sus tributarios. En época de estiaje, la profundidad promedio de este río es aproximadamente 14m.



Foto N° 02: Río Madre de Dios

**Río Tambopata.-** El río Tambopata es un río que pertenece a la cuenca del Amazonas, afluente del río Madre de Dios. Discurre casi totalmente por Perú, por la región Madre de Dios y la región Puno. Tiene una longitud de 402 km. Las aguas de este río presentan una coloración clara y durante el monitoreo se pudo apreciar presencia de minería aurífera. . En época de estiaje, la profundidad promedio de este río es aproximadamente de 1,5m.



Foto N° 03: Actividad Minera en el Río Tambopata



Handwritten signature in blue ink.

**Río Malinowski.-** Este río pertenece a la microcuenca **Malinowski**, este río es tributario del río Tambopata y presenta una coloración menos clara que el río Tambopata lo que indicaría que la turbidez es mayor. . En época de estiaje, la profundidad promedio de este río es aproximadamente 1,0m.



Foto N° 04: Punto de encuentro Río Tambopata y Malinowski

**Río Jayave.-** Este río forma parte de la sub cuenca del Jayave sus aguas presentan una coloración amarillenta lo que indicaría mayor turbidez, a sus alrededores se observa presencia de minería aurífera, se ha estimado una profundidad de 0,6m, este río es tributario del río **Inambari** cuyas aguas son mas claras. En época de estiaje, la profundidad promedio del río Inambari es aproximadamente 2m.



Foto N° 05: Río Jayave y Río Inambari



*[Handwritten signature]*

**Río Huepetuhe.-** Actualmente este río, se encuentra afectado por la actividad minera se ha convertido en una playa desértica, no alberga vida. Sirve como canal de tránsito para los pobladores y empresas que laboran en su cuenca. El río Huepetuhe, se alimenta por nueve quebradas, Cabecera, Huepetuhe, Santa Elena, Nueve de Setiembre, Buena Fortuna, Libertad, Padilla, Choque, San Juan y Nueva Alta. El caudal de agua de estas quebradas se origina por escorrentía. La profundidad estimada es de 0,20m el color de sus aguas es anaranjado. Este río se une con el río Caychihue que también presenta una coloración naranja en sus aguas, este río se une con el río Colorado el cual descarga sus aguas en el

río Madre de Dios. La profundidad promedio del río Caychihue es de 0.20m, también no alberga vida alguna.



Foto N° 06: Río Huepetuhe (izquierda) y río Caychihue (derecha)

**Río Puquiri.**- Este río pertenece a la micro cuenca del Pukiri es tributario del río Inambari, río que descarga sus aguas en río Madre de Dios. El color de sus aguas son anaranjadas y su profundidad promedio es de 0,35m; en sus alrededores se aprecia actividad minera.



Foto N° 07: Río Pukiri (izquierda) y río Huepetuhe (derecha)

#### 4.3 Situación actual y principales problemas relacionados con el agua en la cuenca

La actividad de los buscadores de oro en los ríos trae consigo consecuencias ambientales impactantes, como son: la contaminación de los ríos por sedimentos, mercurio y aceite; la destrucción de las cuencas y tierras agrícolas; la deforestación; la caza y la pesca y la invasión de territorios indígenas. En las áreas donde se realizó el monitoreo de calidad del agua, se pudo apreciar presencia de minería aurífera y minería a tajo abierto, las aguas de los ríos Huepetuhe, Jayave, Pukiri presentan un grado de turbidez alto en comparación a las aguas de los ríos Tambopata, Malinowski, Inambari.



*Handwritten signature in blue ink.*



**V. DE LA VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

**5.1 Actores de la cuenca**

En el contexto de la gestión integrada de la calidad del agua en el ámbito de la cuenca de los ríos de madre de Dios, la participación de los actores locales y regionales juega un rol importante, por lo que en un inicio se han identificado a las instituciones y entidades que se presentan en el cuadro 2.

**CUADRO N°2: ACTORES DE LA CUENCA MADRE DE DIOS**

RUBRO	ENTIDADES O INSTITUCIONES
Desarrollo	Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente – GORE Madre de Dios
	Gobierno Regional Madre de Dios
Normativas	Administración Local de Agua – Maldonado
	Dirección Regional de Salud Ambiental de Madre de Dios (DIRESA)
	Ministerio del Ambiente
	Dirección Regional de Minería (DREN)
	Dirección de Capitanía de Puerto (DICAPI)
Servicios	EMAPAT
Usuarios y otros	Policía Ecológica
	ONG ACCA
	ONG Caritas

**5.2. Parámetros de monitoreo para evaluar la calidad del agua**

Los parámetros para evaluar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas no son los mismos, debido a que las primeras reciben el impacto directo de las actividades mineras, industriales, agrícolas, así como las descargas domésticas que van a dar a los ríos y afluentes situados en la cuenca, mientras que las aguas subterráneas se contaminan lentamente a través de las infiltraciones y escorrentías de las aguas superficiales. A continuación se presenta la relación de parámetros de monitoreo y que se usan para caracterizar las aguas superficiales.

**Aguas superficiales.**

**Parámetros de monitoreo de la calidad básica del recurso hídrico**

Estos parámetros son básicos para la evaluación de la calidad de las aguas en el tramo monitoreado, sirven para los propósitos de protección, conservación y recuperación de una cuenca para la vida acuática, la biodiversidad y el abastecimiento de poblaciones con agua de calidad.

La evaluación de dichos parámetros en conjunto puede proveer un rápido diagnóstico de la calidad del agua a través de un programa de monitoreo continuo, con una frecuencia tal que pueda registrar los cambios y aportes que se produzcan en la cuenca. Una ventaja del monitoreo de estos parámetros es que la mayoría de laboratorios tanto en la capital como en el interior del país lo pueden implementar en un tiempo relativamente corto, los costos son moderados y el aspecto de



*[Handwritten signature in blue ink]*

aseguramiento de calidad se puede promover a la par que se difunde cómo se realiza la evaluación de los resultados.

Estos parámetros son utilizados en países como Japón, que en base a ellos, determinan la calificación<sup>1</sup> de tramos en sus cuencas hidrográficas. Esta calificación se hace definiendo rangos de valores de los parámetros mencionados, de tal manera que indiquen características del recurso en escala de: excelente, buena, regular, mala y pésima, correlacionado con letras de A, B, C, D y E respectivamente, de tal manera que un tramo de la cuenca que tenga calidad A, indica que las aguas son de excelente calidad, apta para varios usos, mientras que un tramo que tenga una calidad D, indica que las aguas tienen una mala calidad y que son para uso restringido y es necesario aplicar medidas para recuperar el tramo hasta lograr una calidad C y así sucesivamente. La frecuencia de muestreo para estos parámetros en un programa de monitoreo debe ser mensual.

**CUADRO N° 3: PARÁMETROS BÁSICOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

PARAMETRO	SIMBOLO	U. MEDIDA
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l
Temperatura	T	°C
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm
Turbidez (opcional, complementario)	t	NTU
Oxígeno disuelto	OD	mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/l
Nitrógeno total <sup>2</sup>	NT	mg/l
Fósforo total <sup>3</sup>	PT	mg/l
Nitrógeno amoniacal	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l
Coliformes Termotolerantes	CF	NMP/100 ml

#### Parámetros de monitoreo para evaluar la contaminación del agua con metales tóxicos perjudiciales para la salud y otros

El monitoreo de metales y otros compuestos perjudiciales para la salud, debe realizarse necesariamente en las cuencas donde hay actividad minera e industrial; su presencia y concentración determinará las medidas específicas a implementar, (controlar las principales descargas que contaminan la cuenca). Si la contaminación se da por causas naturales (como arsénico y boro en las cuencas Tambo, Moquegua y Locumba-Sama-Caplina), se hará un estudio detallado especial destinado a tomar las medidas más convenientes. La frecuencia de muestreo es trimestral.

<sup>2</sup> La medición de nitrógeno total y fósforo sólo para la evaluación de lagunas y embalses

<sup>3</sup> La medición de fósforo total y nitrógeno sólo para la evaluación de lagunas y embalses



**CUADRO N°4: PARÁMETROS PARA EVALUAR LA PRESENCIA DE METALES TÓXICOS EN EL AGUA**

PARAMETRO	SIMBOLO	U. MEDIDA
Arsênico	As	mg/l
Cádmio	Cd	mg/l
Cromo	Cr	mg/l
Mercúrio	Hg	mg/l
Plomo	Pb	mg/l
Níquel	Ni	mg/l
Bario	Ba	mg/l
Otros <sup>4</sup>	-	-

**Parámetros de monitoreo para evaluar la calidad del agua para usos agrícolas**

El monitoreo de estos parámetros se debe llevar a cabo en zonas donde se destine el agua para uso agrícola, como es el caso de esta cuenca. Si bien es cierto que mas del 80% de las aguas disponibles utilizables del país se destinan al riego de cultivos, estas características son menos cambiantes en el tiempo que el conjunto de parámetros anteriormente mencionados, de tal manera que su monitoreo tiene una frecuencia trimestral.

**CUADRO N° 5: PARÁMETROS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA, ESPECIALES PARA EVALUACIÓN DE USO AGRÍCOLA**

PARAMETRO	SIMBOLO	U. MEDIDA
Sodio	Na	mg/l
Potasio	K	mg/l
Calcio	Ca	mg/l
Magnesio	Mg	mg/l
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/l
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l
Boro	B	mg/l



**Fuentes de contaminación de los ríos de Madre de Dios**

Las causas de contaminación de los ríos de Madre de Dios son:

- a) en las zonas donde se desarrolla la actividad minera, la utilización indiscriminada del mercurio en la extracción de oro, la desestabilización de los suelos y el consiguiente incremento de sólidos en

<sup>4</sup> En este término se puede incluir metales, cianuros y compuestos orgánicos como plaguicidas, PCB's, PAHs, etc. que la Autoridad Sanitaria haya identificado como potenciales contaminantes de los recursos hídricos.

suspensión en el agua, que afecta la vida acuática y que puede provocar la desaparición de la flora y fauna.

- b) En las zonas cercanas a las ciudades y áreas poblacionales, la descarga de aguas residuales domésticas o municipales sin ningún tratamiento, lo que ocasiona la presencia de coliformes termotolerantes en cantidades mayores que el valor de los ECAs para agua correspondiente (2000 NMP), así como la presencia de nitrógeno amoniacal que indica contaminación fecal.

**Puntos de muestreo seleccionados**

Se estableció la red de monitoreo de los ríos Tambopata, Malinowski, Jayave, Pukiri, Huapetuhe, Caychihue, Inambari, Dos de Mayo, Madre de Dios, con 11 estaciones de monitoreo (M3, hasta el M14), en un trabajo coordinado entre profesionales de la Autoridad Nacional del Agua y la Administración Local del Agua Puerto Maldonado. Tomándose muestras para el análisis de los siguientes parámetros: demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), metales totales, demanda química de oxígeno (DQO), sulfuros, aceites y grasas entre otros; asimismo, se determinaron los parámetros de campo como el oxígeno disuelto (OD), pH, conductividad eléctrica y temperatura.

**CUADRO N°6. PUNTOS DE MONITOREO DE LOS RÍOS DE MADRE DE DIOS**

Punto de monitoreo.	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM	
M3	Río Tambopata 100 metros aguas arriba de la confluencia con el río Malinowski	N 8570040	E 443597
M4	Río Malinowski 100 metros aguas arriba de la confluencia con el río Tambopata	N 8570256	E 443597
M5	Río Jayave – altura puente Jayave carretera Inter Oceanica	N 8572607	E 373100
M6	Río Pukiri – antes de la confluencia con el río Huapetuhe	N 8568489	E 324433
M7	Río Huapetuhe.- antes de confluencia con el río Pukiri	N 8567929	E 324150
M8	Río Caychihue - carretera a Masuko	N 8557704	E 348 425
M10	Río Inambari, frente a Puerto Mazuco	N 8553010	E 349344
M11	Río Dos de Mayo - Puente Carretera Inter Oceanica	N 8555077	E 353170
M12	Río Tambopata.- Frente al aserradero 200 metros antes de la congruencia con el río Madre de Dios	N 8607663	E 481684
M13	Río Madre de Dios – Sector boca toma de EMAPAT	N 8608260	E 481317
M14	Río Jayave - Boca Jayave - Inambari	N 8585673	E 392735



**5.2 Laboratorios de análisis**

Teniendo en cuenta que la Autoridad Nacional del Agua, y sus órganos desconcentrados (ALA), no cuentan todavía con ningún tipo de capacidad instalada para el análisis de calidad de agua, ni los

recursos humanos suficientes, para llevar adelante la ejecución del plan de monitoreo de la calidad de agua; se contrató el servicio del laboratorio ENVIROLAB en la ciudad de Lima, para el análisis de metales pesados y demás parámetros.

Los criterios que se han tomado en cuenta para la selección de los laboratorios de análisis de calidad de agua fueron:

- Acreditación del laboratorio por el INDECOPI, el cual incluye la acreditación de métodos de análisis, límites de detección e incertidumbre.
- Calidad del servicio, el cual incluye entrega de materiales para el muestreo, preservación y reporte de resultados oportuno.

## VI. EVALUACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN MADRE DE DIOS

### De la Administración Local de Agua Maldonado

Desde el punto de vista institucional, la capacidad instalada está relacionada con la cantidad de recursos físicos y recursos humanos con que cuenta la ALA Maldonado para realizar acciones en materia de monitoreo, vigilancia de la calidad del agua, control de vertimientos e inventario de fuentes contaminantes. Teniendo en cuenta las funciones asignadas a la ANA, en la Ley de Recursos Hídricos y sus órganos desconcentrados, se ha realizado la evaluación de la capacidad instalada para dicho fin.

### Recursos humanos

La Administración Local de Agua Maldonado no cuenta con profesionales que puedan llevar adelante las tareas propias del sistema de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua, tampoco para realizar actividades para el control de vertimientos y fiscalizaciones inopinadas.

La ALA Maldonado cuenta sólo con 7 personas, dos profesionales y 05 técnicos, no cuenta con ningún profesional en ingeniería ni especializado en calidad del agua; por ende, esta situación constituye la principal limitante para ejecutar las actividades específicas de monitoreo de la calidad del agua, control de vertimientos, inventario de vertimientos.

- 01 Ing. Administrador del ALA
- 01 Responsable Administrativo
- 04 Técnicos de campo
- 01 Secretaria



**Recursos logísticos**

Los recursos logísticos son considerados una función operativa que comprende todas las actividades y procesos necesarios para llevar adelante determinadas actividades de orden administrativo: instalaciones, equipos multiparámetros, vehículos, etc. Los recursos logísticos con que cuenta la ALA Maldonado se muestra en el cuadro 8.

**CUADRO N° 7: RECURSOS LOGISTICOS DISPONIBLES ALA MALDONADO**

TIPO DE RECURSO	DESCRIPCION DEL BIEN	ESTADO	OBS
Instalaciones	Oficinas administrativas	Buen estado de conservación	Alquilado
Vehiculos	04 motocicletas 01 motocicleta	Buena Regular	Propias
Equipos multiparámetros	No tiene	--	No cuenta con ningún tipo de equipo multiparámetro
Combustible	Petróleo, gasolina S/. 5000/año	Asignación para el a monitoreo de retribución económica y actividades propias del ALA (Asignación ANA).	No se dispone de combustible para apoyo de las actividades de monitoreo y vigilancia de la calidad del agua.

La ALA Maldonado, no cuenta con los suficientes recursos logísticos ni humanos para la ejecución de las actividades propias de las actividades de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua en el ámbito de la cuenca Maldonado.

**Recursos de otras entidades de la región Madre de Dios**

La DIRESA Madre de Dios, cuenta con un pequeño laboratorio de calidad de aguas, principalmente para el análisis microbiológico de agua potable. Cuenta con un profesional con experiencia en monitoreo de calidad del agua. No tienen equipamiento para realizar otros análisis, pero realizan monitoreos en las principales cuencas, los análisis de metales y otros parámetros químicos lo realiza DIGESA ubicada en Lima.

La Gestión de la Calidad del Agua en Madre de Dios requiere tener información de calidad de las aguas de los rios en las cuencas principales y problemáticas, tanto del río como de los efluentes que se descargan en los cuerpos de agua. La DIRESA Madre de Dios tiene información de los resultados de monitoreo realizados anualmente en las cuencas de Madre de Dios.

Es posible establecer convenio de cooperación con ALA - DIRESA



La empresa de saneamiento EMAPAT cuenta con un laboratorio de calidad de aguas para realizar análisis de pH, turbiedad, sólidos suspendidos totales, entre otros. Es posible establecer convenio de cooperación con ALA - EMAPAT

En la ciudad de Puerto Maldonado no existen laboratorios particulares ni estatales acreditados.

## VII. RESULTADOS DEL MONITOREO

### 7.1 Estaciones de monitoreo

Los días 14, 15 y 16 de setiembre, tomaron once (11) muestras en las cuencas de Tambopata, Malinowsky, Puquiri, Huepetuhe, Caychihue, Inambari, Dos de Mayo, Madre de Dios y Jayave.

Las muestras tomadas pertenecen a tres cuencas:

- Cuenca del río Tambopata: muestras tomadas en el río Malinowsky (M4-MAL), río Tambopata (M3-TAM) ambas en la parte media de la cuenca, en la zona donde se juntan estos dos ríos; en el río Tambopata (M12-TAM), en la ciudad de Puerto Maldonado, antes de la unión con el río Madre de Dios y otra en el río Madre de Dios (M13-MAD) en la zona donde se capta el agua para el abastecimiento de la ciudad.
- Cuenca del río Alto Madre de Dios: muestras tomadas en el río Puquiri (M6-PUQ) y río Huepetuhe (M7-HUE), ambas en la zona de confluencia, en la zona de Huepetuhe.
- Cuenca del río Inambari: muestras tomadas en el río Inambari (M10-INA), frente al Puerto de Mazuko y muestras de los tributarios río Caychihue (M8), río Dos de Mayo (M11-DOS) y río Jayave (M5-JAY y M14-JAY), río abajo del punto M10. Ver esquema siguiente:



### 7.2 Parámetros evaluados

Los parámetros que se seleccionaron para caracterizar los ríos de Madre de Dios son. PH, conductividad, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, coliformes termotolerantes, nutrientes (nitrógeno, fósforo), nitrógeno amoniacal, cianuro wad, metales varios (mercurio, cadmio, plomo, cromo, arsénico, níquel, cobre, hierro, manganeso, boro, etc), aceites y grasas, HTP, cianuro libre. No se determinaron los parámetros Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) ni sólidos suspendidos totales (SST) debido a la lejanía del lugar de muestreo con respecto a Lima para en envío de muestras al



Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del responsable de la información o el muestreo.

laboratorio antes de las 24 horas, ya que en Puerto Maldonado no existen laboratorios que realicen estos análisis.

**7.3 Clasificación de los cuerpos de agua**

Los ríos Inambari, Dos de Mayo, Huapetuhe Madre de Dios, se clasifican como Categoría 4: “Conservación del Ambiente Acuático”, según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010; que aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino - costeros. El río Pukiri y río Jayave son tributarios del río Inambari, cuerpo de agua clasificado como Categoría 4: “Conservación del Ambiente Acuático”, para la evaluaran de las características de los cuerpos de agua se utilizara el ECA para Agua - Categoría 4 – ríos de la selva.

**7.4 Evaluación de resultados de análisis**

El monitoreo realizado los días 14, 15 y 16 de setiembre del presente año, representa un primer levantamiento de datos en que se ha tomado muestras puntuales en puntos representativos y asequibles de las cuencas de Tambopata, Inambari y Madre de Dios. Ver resultados en Anexo 1.

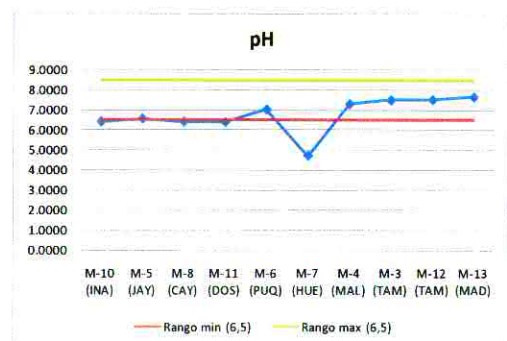
Según los resultados del análisis de las muestras tomadas, se observa que los ríos de la cuenca del Inambari y en el río Huepetuhe, los siguientes parámetros de calidad se encuentran por encima de los valores de la categoría 4, de los ECA para agua: mercurio, plomo, níquel, arsénico y cobre; asimismo el pH del río Huepetuhe tiene características ácidas (4,71) y el pH de los demás ríos mencionados se encuentra en el límite del rango bajo (6,5). Otros parámetros excedidos en casi todos los puntos fueron los coliformes termotolerantes que se encuentran ligeramente por encima del valor ECA, 2000 NMP/100 mL.

**a. Parámetros básicos**

Los parámetros pH, conductividad, oxígeno disuelto y coliformes termotolerantes se evalúan a continuación:

• **pH**

El pH de las muestras recolectadas en la cuenca del Inambari (M10-INA, M5-JAY, M8-CAY y M11-DOS) se encuentran en el límite del rango inferior de los ECA (6,5), valor que facilita la disolución de los metales presentes en los ríos de la cuenca. La



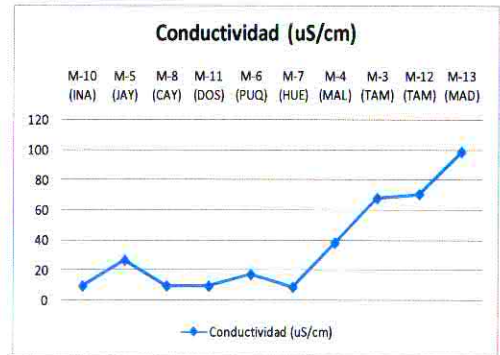
*Handwritten signature in blue ink.*



muestra recolectada en el río Huepetuhe tienen pH ácido (4,71), por debajo del rango de los ECA para la categoría 4, valor que a la vez indica además el alto grado de afectación de sus aguas por causas antropogénicas, específicamente por las actividades de extracción exhaustiva de oro.

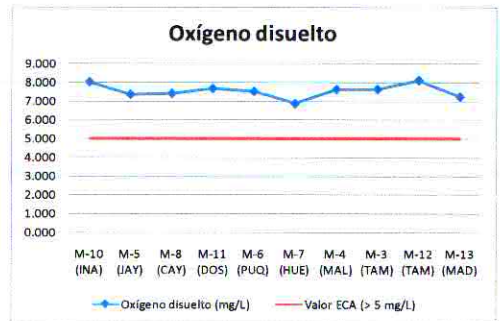
• **Conductividad**

La conductividad es un parámetro que indica la cantidad de sales disueltas en el agua. Los ríos de la selva se caracterizan por tener bajas cantidades de sales, ello se evidencia en los resultados obtenidos del muestreo en campo. Los ríos de la cuenca del Inambari presentan valores por debajo de 20 uS/cm, al igual que los ríos Huepetuhe y Puquiri. Los ríos Tambopata y Madre de Dios tienen 60,4 uS/cm y 98,3 uS/cm. Respectivamente.



• **Oxígeno disuelto**

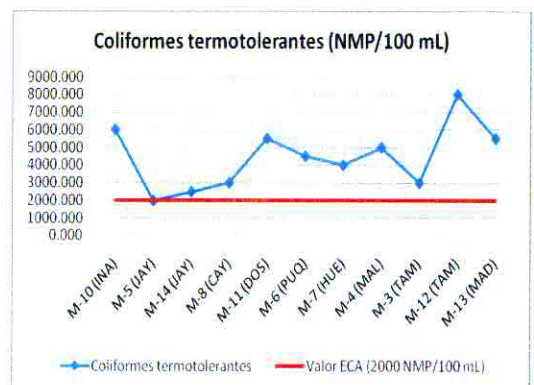
El oxígeno disuelto, es un buen indicador de la salud ambiental de un río; concentraciones por encima de 5 mg/l indican una adecuada oxigenación del agua y favorece el desarrollo de la vida acuática; concentraciones por debajo de 5 mg/l, indican problemas de contaminación de diversas causas.



Los resultados del contenido de oxígeno disuelto de los ríos muestreados indican que todos se encuentran por encima de 7 mg/L, a excepción del río Huepetuhe que presenta un valor menor en comparación a los demás ríos.

• **Coliformes termotolerantes**

Este parámetro es un indicador microbiológico de la contaminación de origen fecal y el impacto en la calidad de las aguas generado por los vertimientos de aguas residuales domésticas y municipales procedentes de la ciudad o centros poblados.



Las concentraciones de coliformes fecales en los ríos muestreados está se encuentran en el rango de 2000 a 8000 NMP/100 mL, ligeramente mayores al ECA para la categoría 4 (2000



*[Handwritten signature in blue ink]*

NMP/100 mL), siendo el río Maldonado, en la desembocadura, antes de su confluencia con el río Madre de Dios, con el aporte de los vertimientos sin tratar de la ciudad de Puerto Maldonado, el de mayor carga bacteriana (8000 NMP/100 mL).

Otros ríos que presentan mayor cantidad de coliformes termotolerantes son: Inambari (6000 NMP/100 mL), Dos de Mayo (5500 NMP/100 mL) y Madre de Dios (4500 NMP/100 mL).

Cabe destacar, que existe la posibilidad que la contaminación del río Maldonado, sea atenuada en el periodo de avenidas (diciembre – abril), debido al efecto de dilución por el incremento del caudal del río. A mayor caudal, mayor es la capacidad de autodepuración, además facilita la limpieza natural del lecho del río; sin embargo estas condiciones son temporales.

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Son parámetros indicadores de contaminación química de las aguas superficiales. La DQO es alta en los ríos Caychihue (259 mg/L), Dos de Mayo (291 mg/L) y Huepetuhe (183 mg/L) valores que indican alta concentración de componentes químicos. Los demás ríos no presentan demanda química importante.

- **Nutrientes y nitrógeno amoniacal**

El nitrógeno y el fósforo son nutrientes de las aguas e indican aportes de componentes orgánicos. Los valores de fósforo son altos en los mismos puntos donde la DQO es alta: Caychihue (15,31 mg/L), Dos de Mayo (5,25 mg/L) y Huepetuhe (6,33 mg/L). Asimismo, son relativamente altos los valores de nitrógeno amoniacal, en comparación con los valores obtenidos en los otros ríos muestreados. Ver resultados en anexo 1.

**b. Metales**

Los resultados de análisis de los ríos muestreados indican que los ríos que se encuentran en la cuenca del Inambari, son los que presentan mayor concentración de los siguientes metales: Arsénico, mercurio, plomo, níquel, bario, cobre, hierro y manganeso. Para estos dos últimos no hay valores de ECA establecido en la categoría 4. Todas las muestras presentaron cadmio por debajo del valor de ECA, 0,004 mg/L. Ver gráficos en cuadro N°8.

Los ríos que superaron los valores correspondientes de los ECA en la categoría 4 son:

**Arsénico, ECA: 0,05 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Caychihue (0,226 mg/L) y el río Dos de Mayo (0,104 mg/L)

En la cuenca del Huepetuhe, el río Huepetuhe (0,089 mg/L)



*Handwritten signature in blue ink.*

**Mercurio, ECA: 0,0001 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Jayave (0,0004 y 0,0013 mg/L), Caychihue (0,0029 mg/L) y el río Dos de Mayo (0,0028 mg/L)

En la cuenca del Huepetuhe, el río Huepetuhe (0,001 mg/L)

**Plomo, ECA: 0,001 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Jayave (0,005 mg/L), Caychihue (0,224 mg/L) y el río Dos de Mayo (0,16 mg/L)

En la cuenca del Huepetuhe, el río Huepetuhe (0,136 mg/L)

**Bario, ECA: 1 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Caychihue (1,05 mg/L)

**Níquel, ECA: 0,025 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Jayave (0,034 mg/L), Caychihue (0,216 mg/L) y el río Dos de Mayo (0,185 mg/L)

En la cuenca del Huepetuhe, el río Huepetuhe (0,072 mg/L)

**Cobre, ECA: 0,02 mg/L**

En la cuenca del Inambari: el río Jayave (0,04 mg/L), Caychihue (0,447 mg/L) y el río Dos de Mayo (0,325 mg/L)

En la cuenca del Huepetuhe, el río Huepetuhe (0,251 mg/L)

**Hierro y manganeso**, se encontraron valores elevados de hierro y manganeso en los ríos Caychihue (913,1 mg/L y 6,1 mg/L respectivamente), Dos de Mayo (551,0 mg/L y 5,0 mg/L respectivamente) y Huepetuhe (392,1 mg/L y 1,71 mg/L respectivamente).

Ver gráficos de los parámetros evaluados, en cuadro N° 8.

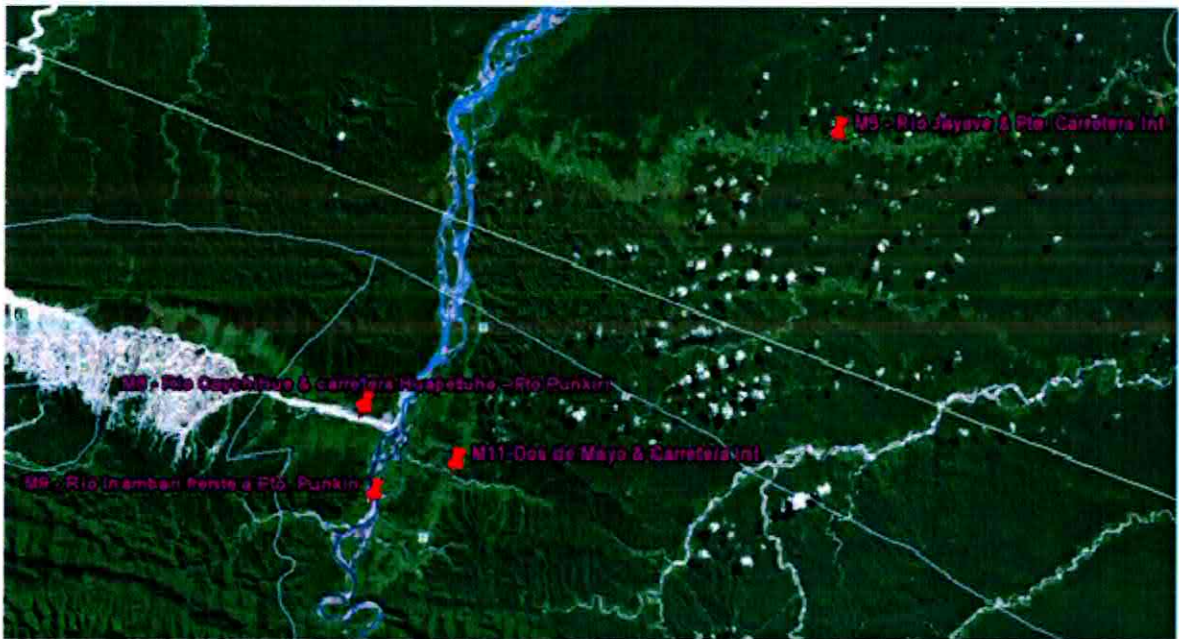


A large, stylized handwritten signature in blue ink, located at the bottom left of the page.

**7.5 Calidad del agua de la cuenca y proyección**

Respecto a la calidad del agua en los ríos de la cuenca del Inambari se evidencia contaminada con metales tóxicos tales como arsénico, mercurio y plomo; asimismo los valores de níquel, cobre, hierro y manganeso se encuentran en cantidades que podría afectar la vida acuática de los ríos, no sólo en los puntos muestreados, sino a lo largo de la cuenca.

En la imagen satelital que se muestra a continuación, donde se puede apreciar las zonas devastadas en cuanto a vegetación (zonas blancas y claras), a causa de la minería informal donde el uso del mercurio es indiscriminado, se puede entender la causa que origina la presencia de dichos metales, en especial del mercurio en el río Jayave (M5-JAY), río Caychihue (M8-CAY), río Dos de Mayo (M11-DOS), tributarios del río Inambari que también desde río arriba ya evidencia presencia de mercurio en menor cantidad del valor ECA, 0,0001 mg/L. No se observa vestigio de vida en el río Caychihue.



Nota: Vista satelital de la zona donde se tomaron muestras, en la cuenca del Inambari. En el gráfico, el flujo del río Inambari es de abajo hacia arriba.



Asimismo, en la cuenca del Huapetuhe, se puede diferenciar los resultados obtenidos del contenido de metales en el río Huepetuhe, tributario del río Punquiri, ambos en la misma zona, antes de la confluencia de ambos ríos, pero el primero afectado por la minería informal de extracción de oro. Al desembocar en el río Punquiri, el río Huepetuhe va a cambiar desfavorablemente el río Punquiri río abajo del punto muestreado. No se observa ningún vestigio de vida en el río Huepetuhe.

El contenido de mercurio y otros metales es menor que en el río Caychihue y río Dos de Mayo, pero es preciso indicar que el río Huepetuhe discurre por un cauce extremadamente ancho (cercano a 1 Km) y de manera irregular debido a la poca profundidad del río, especialmente en la época de estiaje en que se

recolectó la muestra, mientras que los otros presentan un solo cauce regular. Por otro lado, el río Huepetuhe y el río Caychihue arrastran gran cantidad de sedimentos, su coloración es rojiza, y debido al peso del mercurio, éste debe encontrarse asentado en el cauce del río, tanto del Huepetuhe, como del Caychihue, Jayave y Dos de Mayo; asimismo del Punquiri y después de un recorrido mas largo, en el río Madre de Dios.

No se ha realizado la evaluación de impactos ambientales en los ríos de la cuenca de Madre de Dios

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Los días 14, 15 y 16 de setiembre, se recorrieron las cuencas de Tambopata, Inambari y Madre de Dios, los ríos Tambopata, Malinowsky, Puquiri, Huepetuhe, Caychihue, Inambari, Dos de Mayo, Madre de Dios y Jayave. El monitoreo realizado los días 14, 15 y 16 de setiembre del presente año, representa un primer levantamiento de datos en que se ha tomado muestras puntuales en puntos representativos y asequibles de las cuencas de Tambopata, Inambari y Madre de Dios.
- Participaron de este monitoreo, representantes de la Dirección Regional de Energía y Minas, de la Dirección Regional de Salud Ambiental, de la Policía Ecológica y de ACCA. Los análisis bacteriológicos de coliformes termotolerantes fueron realizados por la DIRESA, los análisis de metales y otros por el laboratorio acreditado, ENVIROLAB S.A.C. Los resultados del presente monitoreo permiten evaluar la calidad de los cuerpos de agua, así como identificar zonas de impacto ante actividades informales desarrolladas en la Cuenca
- Las muestras tomadas pertenecen a tres cuencas:  
Cuenca del río Tambopata: muestras tomadas en el río Malinowsky (M4-MAL), río Tambopata (M3-TAM) ambas en la parte media de la cuenca, en la zona donde se juntan estos dos ríos; en el río Tambopata (M12-TAM), en la ciudad de Puerto Maldonado, antes de la unión con el río Madre de Dios y otra en el río Madre de Dios (M13-MAD) en la zona donde se capta el agua para el abastecimiento de la ciudad.  
Cuenca del río Alto Madre de Dios: muestras tomadas en el río Puquiri (M6-PUQ) y río Huepetuhe (M7-HUE), ambas en la zona de confluencia, en la zona de Huepetuhe.  
Cuenca del río Inambari: muestras tomadas en el río Inambari (M10-INA), frente al Puerto de Mazuko y muestras de los tributarios río Caychihue (M8), río Dos de Mayo (M11-DOS) y río Jayave (M5-JAY y M14-JAY), río abajo del punto M10.
- Los ríos de Madre de Dios, ríos de la selva, están calificados por la R.J. N°202-2010-ANA como categoría 4 – Conservación del ambiente.



- Los resultados del análisis de las muestras tomadas indican que los valores encontrados mercurio, plomo, níquel, arsénico y cobre se encuentran por encima de los valores de los ECA – categoría 4, en los ríos de la cuenca del Inambari y en el río Huepetuhe; como consecuencia de la actividad minera de extracción del oro que se practica en las riberas de los ríos de manera indiscriminada y mayormente ilegal. El pH del río Huepetuhe tiene características ácidas (4,71) y los demás ríos de esta cuenca se encuentran en el límite del rango bajo (6,5). Otros parámetros excedidos en casi todos los puntos fueron los coliformes termotolerantes, hasta 4 veces el valor de los ECA (2000 NMP/100 mL).
- Los resultados obtenidos confirman los efectos de la actividad de extracción del oro de la manera irrestricta que se practica en la zona del Huapetuhe y en la cuenca del Inambari, sin embargo el impacto ambiental y ecológico global no se ha determinado, la evidencia de presencia de concentraciones mayores de mercurio, arsénico y plomo en los ríos donde se realiza la extracción de oro es definitiva para afirmar su contaminación.
- La extracción de oro por medio de la minería informal sin embargo ocasiona un efecto negativo en la morfología los ríos y en la eliminación gradual de la vida acuática, ocasionada por el arrastre de sedimentos y acumulación de los mismos en los cauces y fondo de los ríos, cambiando los ecosistemas y contaminando especies mayores de peces que habitan en los ríos.
- Actualmente la ALA Maldonado, no cuenta con los recursos humanos calificados en materia de calidad de agua y control de vertimientos, situación que limita cualquier acción técnica, administrativa y legal en materia de calidad de aguas y control de vertimientos, así como realizar actividades relacionadas al monitoreo de la calidad del agua.
- La ALA Maldonado, no cuenta con equipamiento básico ni presupuesto que permita realizar mediciones ni monitoreos de la calidad del agua, por lo que actualmente cualquier monitoreo de calidad del agua, donde participe la ALA, se tiene que solicitar el apoyo a otras entidades.



## 8.2 Recomendaciones

- Con la finalidad de contar con una red de monitoreo de la calidad del agua representativa para el ámbito de la cuenca del río Maldonado, es recomendable, revisar, complementar y establecer coordinadamente con la participación de los actores involucrados en la gestión del agua, las estaciones de monitoreo de la red, a fin de que los monitoreos posteriores tomen en cuenta esta red de monitoreo. Así mismo se deberán revisar los criterios tomados en cuenta para la ubicación de las estaciones; debiéndose tomar en cuenta las estaciones actuales, además de las estaciones hidrométricas administradas por el SENAMHI.

- Las estaciones de monitoreo de calidad de agua que se valide en consenso, deberá ser georeferenciada, la misma que debe ser reconocida y oficializada por la Autoridad Nacional del Agua.
- Promover la aplicación de un Plan de acción a corto y mediano plazo en Madre de Dios, relacionado al mejoramiento de la calidad de los ríos, en coordinación con las entidades de la cuenca, que deben conformar un comité técnico multisectorial para el monitoreo de la calidad del agua, con una frecuencia mínima de 02 veces por año.
- La ANA debe realizar estudios de la calidad de las aguas en Madre de Dios utilizando nuevas tecnologías y herramientas para evaluar los efectos de la contaminación de las fuentes de agua en el presente y en previsión a los años futuros.
- La ANA debe impulsar y realizar acciones de sensibilización respecto a la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento en el ámbito de región de madre de Dios, en coordinación con ALA Maldonado, para tener presencia en la gestión de los recursos hídricos de la región de Madre de Dios, considerando que hay violaciones de las normas sobre recurso hídrico por el desarrollo cada vez más creciente de la minería informal en la zona.
- Fortalecer operativamente a ALA Maldonado con personal: un profesional en ingeniería como asistente técnico y un profesional especialista en calidad de agua, para implementar y mantener el Programa de Gestión de la calidad del agua en la región, especialmente en la cuenca del río Maldonado.
- Equipar con un laboratorio básico a la ALA Maldonado, para llevara a cabo el Programa de Monitoreo y Vigilancia de la calidad del agua en la cuenca.



Es cuanto tenemos que informar a usted.

Atentamente,

Quím. M. Sc. **BETTY CHUNG TONG**  
Especialista en Contaminación y Calidad del Agua  
CQP 316

Ing. MSc. **INDIRA GANDI VILLALOBOS CHUQUIPONDO**  
Profesional Especialista  
CIPN° 63521

**IX. ANEXOS**

1. Cuadro de reporte de Resultados de análisis (cuadro N°9)
2. Resultados de análisis de laboratorio.
3. Ficha de muestreo de campo (resultados)
4. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo.
5. Actas del monitoreo participativo





**CUADRO N° 9: RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros analizados	Rio Tambopata (antes de rio Malinowski)	Rio Malinowski (antes de rio Tambopata)	Rio Jayave (carretera interoceánica)	Rio Pukiri (antes de Huepetuñe)	Rio Huepetuñe (antes de rio Pukiri)	Rio Caychive (carretera a Mazuko)	Rio Inambari (Puerto Mazuko)	Rio Dos de Mayo (carretera interoceánica)	Rio Tambopata (antes de rio Madre de Dios)	Rio Madre de Dios (EMAPAT)	Rio Jayave (antes de rio Inambari)	Categoría 4-Rios de la Selva
	M-3 (TAM)	M-4 (MAL)	M-5 (JAY)	M-6 (PUQ)	M-7 (HUE)	M-8 (CAY)	M-10 (INA)	M-11 (DOS)	M-12 (TAM)	M-13 (MAD)	M-14 (JAY)	
Temperatura	30.5	32.3	27.3	27.1	31.8	28.9	24.6	23.3	30.5	30.0	30.0	-
pH	7.51	7.32	6.57	7.04	6.42	7.04	6.42	6.4	7.53	7.67	7.67	6.5-8.5
Conductividad Eléctrica	67.7	38.1	26.5	17.16	8.71	9.53	59.6	9.28	70.4	98.3	-	-
Oxígeno Disuelto - OD	7.62	7.62	7.36	7.50	6.86	7.40	8.01	7.65	8.1	7.23	-	≥5
Sólidos Totales Suspensidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<25-400
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<20	<20	52	48	183	259	<20	281	<20	<20	44	-
Nitrógeno Amoniacal	0.02	0.09	0.08	0.04	0.11	0.11	0.03	0.14	0.06	0.02	0.07	0.05
Nitrógeno Total	1.06	0.17	0.90	0.51	0.70	0.63	0.39	0.85	0.36	0.41	1.37	1.8
Fosfatos	<0.01	0.05	0.05	0.01	0.07	0.20	0.21	0.20	0.06	0.14	0.04	0.5
Cromo Hexavalente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
Cianuro Wad	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
Coliformes Termotolerantes	3000	5000	2000	4500	4000	3000	6000	5500	8000	4500	2500	2000
Asesles y grasas (A y G)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Aluminio (Al)	0.05	0.62	17.17	8.40	119.8	367.3	5.12	271.7	0.28	1.52	23.17	-
Arsenico (As)	<0.0004	<0.0004	0.053	0.0014	0.0892	0.2257	0.0211	0.1042	<0.0004	<0.0004	0.0029	0.05
Boro (B)	0.007	0.009	0.016	0.014	0.149	0.256	0.022	0.167	0.010	0.014	0.018	-
Bario (Ba)	0.029	0.052	0.147	0.156	0.546	1.048	0.070	0.962	0.034	0.053	0.209	1
Berilio (Be)	<0.0005	<0.0005	0.024	0.0009	0.0656	0.1050	<0.0006	0.073	<0.0006	<0.0006	0.020	-
Bismuto (Bi)	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-
Cadmo (Cd)	9.950	4.342	3.261	2.613	2.911	5.620	6.167	6.765	6.427	12.70	2.546	-
Cadmio (Cd)	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	0.004
Cobalto (Co)	0.003	0.009	0.022	0.0134	0.0476	0.1604	0.0095	0.1263	0.0006	0.0017	0.0125	-
Cromo (Cr)	0.0027	0.0076	0.02734	0.01302	0.31980	0.61350	0.0735	0.41780	0.00091	0.00281	0.03154	-
Cobre (Cu)	0.009	0.009	0.041	0.028	0.251	0.447	0.024	0.325	0.007	0.015	0.028	0.02
Hierro (Fe)	0.444	2.553	36.58	17.28	382.1	913.1	12.31	551.0	1.198	3.044	32.27	-
Mercuro (Hg)	<0.0001	<0.0001	0.0013	0.0003	0.0014	0.0029	0.0004	0.0028	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Plata (Ag)	0.59	0.90	2.48	2.24	10.38	14.83	1.30	18.62	0.81	1.45	2.67	-
Litio (Li)	0.0036	<0.0032	0.0535	0.0162	0.0728	0.2030	0.0278	0.2320	<0.0032	0.0083	0.0326	-
Magnesio (Mg)	2.285	1.267	5.715	2.988	4.523	16.64	2.775	16.56	2.052	2.527	2.886	-
Manganeso (Mn)	0.064	0.205	1.065	0.790	1.712	6.145	0.266	5.035	0.081	0.107	0.384	-
Molibdeno (Mo)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-
Sodio (Na)	2.21	1.81	2.47	2.02	1.73	1.97	2.52	2.02	2.62	3.55	2.72	-
Niquel (Ni)	<0.0002	0.0004	0.0338	0.0161	0.0718	0.2156	0.0191	0.1853	<0.0002	0.0019	0.0181	0.026
Fósforo (P)	0.0119	0.032	0.6793	0.3547	6.335	15.31	0.232	5.25	0.0248	0.1073	0.3979	-
Plomo (Pb)	<0.00007	<0.00007	0.0502	<0.00007	0.19685	0.22420	<0.00007	0.16980	<0.00007	<0.00007	0.01332	0.001
Antimonio (Sb)	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	-
Selenio (Se)	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	-
Estadío (Sn)	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	-
Estroncio (Sr)	0.062	0.035	0.042	0.029	0.083	0.147	0.064	0.114	0.052	0.132	0.034	-
Zinc (Zn)	0.014	0.014	0.094	0.052	0.337	0.881	0.062	0.581	0.017	0.021	0.087	0.3
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	Ausente



