



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



TOMO N° 2

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA, BIOLÓGICA HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

VCHI. S.A.

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

acciona
Ingeniería

Consortio

V-5

TOMO N°2

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

INDICE

	<i>Página</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
III. MARCO CONCEPTUAL.....	2
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	2
3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUAS DEL SISTEMA PASTO GRANDE ...	9
IV. METODOLOGÍA DEL MONITOREO DE MONITOREO DE LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE.....	9
4.1 PERIODO DE MONITOREO.....	9
4.2 METODOLOGÍA.....	9
4.3 NIVELES DE TRABAJO.....	10
4.3.1 CAMPO.....	10
4.3.2 A NIVEL DE LABORATORIO.....	10
4.3.3 A NIVEL DE GABINETE.....	10
4.4 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MUESTREO.....	10
4.5 METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE.....	10
4.6 METODOLOGÍAS DE ENSAYOS EN LABORATORIO.....	11
4.7 EQUIPOS Y MATERIALES.....	11
V. ESTACIONES DE CONTROL.....	11

SECCIÓN A:

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

1. PERIODO DE EJECUCIÓN.....	14
2. PARÁMETROS DE CONTROL.....	14
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA.....	14
3.1 SIGNIFICANCIA DE CALIDAD FÍSICA.....	14
3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	16
4. FECHAS DE MONITOREO.....	
5. CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE.....	18
5.1 RÍO MILLOJAHUIRA.....	18
5.2 MICRO CUENCA DEL RÍO ANTAJARANE.....	32
5.3 MICRO CUENCA DEL RÍO PATARA.....	47
5.4 MICRO CUENCA DEL RÍO TOCCO.....	100.

6.	HIDROQUÍMICA DE LOS CURSOS DE AGUAS.....	111
6.1	RÍO MILLOJAHUIRA.....	111
6.2	RÍO ANTAJARANE.....	112
6.3	RÍO PATARA.....	113
6.4	RÍO TOCCO.....	114
7.	TENDENCIA HISTÓRICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y CORRELACIÓN CON LOS DATOS ACTUALES.....	115
7.1	Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Millojahuiria.....	115
7.2	Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Antajarane.....	118
7.3	Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Patara.....	121
7.4	Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Tocco.....	124
8.	CARGAS METÁLICAS DE AFLUENTES PRINCIPALES DESCARGADAS AL EMBALSE PASTO GRANDE - CÁLCULO PRELIMINAR.....	128
9.	CAUSAS QUE ORIGINAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LOS AFLUENTES.....	129
10.	CONCLUSIONES.....	131
11.	RECOMENDACIONES.....	134

**SECCIÓN B:
CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS
AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE**

1.	CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS RÍOS AFLUENTES: TOCCO, ANTAJARANE, MILLOJAHUIRA Y PATARA DESDE SUS NACIENTES HASTA LA DESCARGA AL EMBALSE.....	135
1.1	Periodo de Ejecucion.....	135
1.2	Estaciones de Control.....	135
1.3	El Plancton Como Evaluador De La Calidad Biológica.....	136
1.3.1	Fitoplancton De Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	136
1.3.1.1	Microcuenca Del Afluente Tocco.....	136
1.3.1.2	Microcuenca Del Afluente Rio Antajarane.....	141
1.3.1.3	Microcuenca Del Afluente Rio Millojahuiria.....	144
1.3.1.4	Microcuenca Del Afluente Río Patara (Cacachara, Acosiri Y Otros).....	147
1.3.2	Zooplancton En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	153
1.3.3	Perifiton En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	158
1.3.4	Macrophytas En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	165
1.3	Abundancia De Comunidades Hidrobiologicas En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	169
1.5	Influencia Del Ph Sobre Las Comunidades Hidrobiologicas.....	194
2.	Determinacion De Ficotoxinas Y Clorophylla A En Los Afluentes Del Embalse	

	Pasto Grande.....	201
2.1	Relacion De Fitoxinas, Clorophylla A Y Fitoplancton En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	204
3.	Caracterizacion Microbiologica Y Parasitologica En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	213
4.	Bioensayos De Toxicidad En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	218
5.	Indices Biologicos En Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande.....	220
6.	Conclusiones.....	232

ANEXOS:

- Nº1: FICHAS DE CAMPO
- Nº2: INFORMES DE ENSAYOS DE ENVIROMENTAL PERU S.A.
- Nº3: PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
- Nº4: NORMATIVIDAD NACIONAL VIGENTE
- Nº5: CONTROL DE CALIDAD
- Nº6: MAPAS – ESTACIONES DE MONITOREO

TOMO Nº2

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LOS
AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE****I. INTRODUCCIÓN**

El Embalse Pasto Grande, representa para la Región Moquegua, la fuente de agua que abastece a la población en sus diferentes necesidades, domésticas y económicas, y juega un rol muy importante en la protección del ecosistema de la zona, en el cuidado de la flora y fauna natural y del paisaje

La alteración de la calidad actual de las aguas de los afluentes que aportan en el embalse, constituye un problema serio de afectación de tipo local y regional, por la presencia de compuestos químicos de origen natural o antrópico y de microorganismos. Estas alteraciones implican para el presente Estudio, desde un reconocimiento de la alteración de la calidad de las aguas hasta un proceso de recuperación.

Como es de conocimiento, la caracterización de la calidad de las aguas se realiza mediante un programa de monitoreo en puntos representativos que ayudan a la identificación de la problemática existente de las aguas que ingresan al embalse Pasto Grande. El estudio realizado en esta parte del proyecto, se basa en metodologías normadas a nivel nacional para el aseguramiento y confiabilidad de la calidad de los resultados.

El procedimiento de la toma de muestras y mediciones de calidad in situ, se realiza según Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (R.D Nº 182-2011-ANA). Los ensayos físicos y químicos se realizan en un laboratorio acreditado según Norma ISO/IEC 17025 y registrado por el INDECOPI a nivel nacional.

La caracterización de las aguas que conforman el Sistema Pasto Grande se efectúa en dos periodos estacionales, durante el periodo de lluvias también llamado periodo de avenidas y el periodo de estiaje o de ausencia de lluvias, en un total de 125 estaciones, que son conformadas por aguas desde los afluentes principales del embalse Pasto Grande, el embalse mismo y de la descarga del embalse hasta la zona de llo, así como los sedimentos depositados en afluentes y en el embalse.

Los resultados de los ensayos de calidad, son evaluados con el Control de Calidad a nivel de gabinete, mediante expresiones de balances iónicos, así como la caracterización de las aguas se evalúan con índices que caracterizan los tipos de aguas analizadas.

En el presente volumen, se desarrolla la caracterización de las aguas correspondientes a los afluentes principales del embalse Pasto Grande, correspondientes a los ríos Millojahuira, Antajarane, Patara y Tocco con sus respectivos afluentes.


CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 6530


CONSORCIO V-5
Ing. María Virginia Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP 34763


CONSORCIO V-5
Blga. Haydeé Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la calidad física, química, microbiológica e hidrobiológica de las aguas de los afluentes principales del Embalse Pasto Grande, aguas embalsadas que son utilizadas por la población de Moquegua en el consumo humano y actividades económicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◇ Ubicar las estaciones de control propuestas y actualizar su ubicación con datos georeferenciados.
- ◇ Efectuar tomas de muestras de aguas de los afluentes del Embalse Pasto Grande, con mediciones de calidad física In Situ, bajo el procedimiento que indica la normatividad vigente.
- ◇ Efectuar el procedimiento de conservación y transporte de las muestras a los Laboratorios para la ejecución de los ensayos propuestos en el Programa de Monitoreo del actual Estudio.
- ◇ Ejecución por los laboratorios seleccionados de los parámetros solicitados para la caracterización de las aguas y sedimentos.
- ◇ Efectuar la caracterización de las aguas de los afluentes, embalse y descarga del Embalse Pasto Grande.
- ◇ Evaluar los niveles y procedencia del aporte de la carga contaminante en los afluentes que aportan en el Embalse Pasto Grande.

III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 MARCO CONCEPTUAL

La composición química de las aguas puede variar de acuerdo a su origen. En el presente estudio las aguas a ser caracterizadas son de origen superficial originadas por lluvias, que presentan por lo general bajas concentraciones de sales disueltas y en gases como el oxígeno, nitrógeno, entre otros; además se evaluarán cursos de aguas que provienen de afloramientos subterráneos.

Las aguas superficiales en cursos de aguas, se caracterizan por su salinidad variable, pues depende del terreno con el que esté en contacto durante su recorrido.

Según la composición química de las aguas, estas pueden ser clasificadas de la siguiente manera: aguas blandas, aguas moderadamente duras, aguas duras y aguas muy duras, de acuerdo al contenido de sales cálcicas y magnésicas presentes.

Las aguas superficiales de acuerdo a la composición física que presenten, pueden ser ácidas, alcalinas o neutras, y dependiendo de sus características físicas, pueden ser indicadoras de presencia de contenido metálico en niveles que superen los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECA) para cursos de aguas y clasificadas de acuerdo al uso previsto. Para referenciar la calidad de las aguas se cumplirá con evaluar según la Regulación vigente, mostradas en las Tablas N°01, 02 y 03, según las categorías de uso:

Categoría 1: Aguas de Uso Poblacional y Recreacional, valores a ser utilizados cuando se comparen con los resultados de la calidad física y química de las aguas que se usan en las plantas de tratamiento de agua potable. Categoría 2: Riego de Vegetales y Bebida de Animales,

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

2

Ing. Martha Aranguel Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Ing. Néstor Antonio Flores
BIÓLOGO
CIP. 2221

valores a ser utilizados cuando se comparen los resultados de la calidad física y química de las aguas durante su recorrido de los afluentes, embalse y la descarga, cuando estas están siendo utilizadas para aguas de riego y de bebida de animales. Categoría 3: Conservación Del Medio Acuático, valores a ser utilizados cuando se comparen los resultados de la calidad física y química de las aguas del embalse y de tramos de los ríos que no son utilizados para actividades económicas.

TABLA N°1
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM
Categoría 1: Agua de uso Poblacional y Recreacional

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1.00	1.00	Ausencia de película visible	""
Cianuro libre	mg/L	0.005	0.022	0.022	0.022	0.022
Cianuro Wad	mg/L	0.08	0.08	0.08	0.08	""
Cloruros	mg/L	250	250	250	"	"
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Conductividad	uS/cm	1500	1600	**	**	**
DBO5	mg/L	3	5	10	5	10
DQO	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	0.5	na	0.5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0.003	0.01	0.1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15	**	**
Materiales Flotantes	mg/L	Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N	1.5	2	3.7	**	**
Olor	mg/L		aceptable		aceptable	
Oxígeno disuelto	mg/L	>=6	>=5	>=4	>=5	>=4
pH	Unidades de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6-9 (2.5)	**

CONSORCIO V-8

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

3

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

Ing. Martha Anguilen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Bla. Hilda Ariño Flores
BIOLÓGA
CBP. 2531

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**	**	0.05	**
Turbiedad	N.T.U.	5	100	**	100	**
INORGANICOS						
Aluminio	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	**
Antimonio	mg/L	0.006	0.006	0.006	0.006	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.01	**
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	0.7	**
Berilio	mg/L	0.004	0.04	0.04	0.04	**
Boro	mg/L	0.5	0.5	0.75	0.5	**
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.01	0.01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Hierro	mg/L	0.3	1	1	0.3	**
Manganeso	mg/L	0.1	0.4	0.5	0.1	**
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.001	**
Níquel	mg/L	0.02	0.025	0.025	0.02	**
Plata	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	**
Selenio	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	**
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGANICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/l	0.05	0.2	0.2		
Trihalometanos	mg/l	0.1	0.1	0.1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)						
1,1,1-Tricloroetano -71-55-6	mg/l	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -75-35-4	mg/l	0.03	0.03	**	**	**
1,2 Dicloroetano -107-06-2	mg/l	0.03	0.03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -95-50-1	mg/l	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/l	0.006	0.006	**	**	**

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

4

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Bla. Haidee Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
-87-68-3						
Tetracloroetano – 127-18-4	mg/l	0.04	0.04	**	**	**
Tetracloruro de carbono --56-23-5	mg/l	0.002	0.002	**	**	**
Tricloroetano—79-01-6	mg/l	0.07	0.07	**	**	**
BTX						
Benceno --71-43-2	mg/l	0.01	0.01	**	**	**
Etilbenceno – 100-41-4	mg/l	0.3	0.3	**	**	**
Tolueno –108-88-3	mg/l	0.7	0.7	**	**	**
Xilenos – 1330-20-7	mg/l	0.5	0.5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/l	0.0007	0.0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/l	0.009	0.009	**	**	**
Triclorobenceno (Totales)	mg/l	0.02	0.02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/l	0.0001	0.0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)						
Aldrin - 309-00-2	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 60-57-1	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfan	mg/l	0.000056	0.000056		**	**
Endrin	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro –76-44-8	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/l	0.00003	0.00003		**	**
Lindano	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos						
Aldicarb	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34703

Bta. No. 2531 - Lino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
(restringido)						
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/l	0.000001	0.000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100 ml	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 ml	0	0		200	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

NMP/100ML: Número mas probable en 100 ml

* Contaminación Orgánica Persistente (COP)

** Se entenderá que para esta categoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

TABLA N° 02
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM
Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales

PARAMETROS	UNIDAD	CATEGORÍA 3	
		PARÁMETRO PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO	BEBIDAS DE ANIMALES
pH	unidad	6.5-8.4	6.5-8.4
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2.000	5.000
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=5
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	370	--
Carbonatos	mg CaCO ₃ /L	5	--
Cloruros	mg/L	100-700	--
Fluoruros	mg/L	1	2

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

6

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

Bla. Haydes Avarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

PARAMETROS	UNIDAD	CATEGORÍA 3	
		PARÁMETRO PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO	BEBIDAS DE ANIMALES
Sulfatos	mg/L	300	500
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05
Cianuro WAD	mg/L	0,1	0,1
N-Nitratos	mg/L	10	50
N-Nitrito	mg/L	0,06	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	40	40
MEH	mg/L	1	1
Fenoles	mg/L	0,001	0,001
SAAM	mg/L	1	1
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5.000	5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.000	1.000
Escherichia coli	NMP/100 mL	100	--
Enterococos fecales	NMP/100 mL	20	--
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	--
Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	--
Huevos de helmintos	Huevos/Litro	<1	--
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,05	0,1
Bario	mg/L	0,7	--
Berilio	mg/L	--	0,1
Boro	mg/L	6	5
Cadmio	mg/L	0,005	0,01
Calcio	mg/L	200	--
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cromo	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	1	1
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	150	150
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,001
Níquel	mg/L	0,2	0,2
Plata	mg/L	0,05	0,05
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,05	0,05
Sodio	mg/L	200	--
Zinc	mg/L	2	24

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Haroldo Alvarino Flores
BIÓLOGO
C.B.P. 2531

TABLA N° 03
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM
Categoría 4: Conservación Del Medio Acuático

PARÁMETROS	Unidades	LAGUNAS Y LAGOS	RIOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas		Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.02	0.02	0.05	0.05	0.08
Temperatura	° Celsius					
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	mg/L	6.5-8.5	6.5-8.5		6.8-8.5	6.8-8.5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25 100	30,000
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	-----
Cadmio	mg/L	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005
Cianuro Libre	mg/L	0.022	0.022	0.022	0.022	-----
Clorofila A	mg/L	10	-----	-----	-----	-----
Cobre	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.05	0.06
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Fenoles	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	-----
Fosfato Total	mg/L	0.4	0.5	0.5	0.5	0.031-0.093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	mg/L	Ausente				
Mercurio	mg/L	0.0001	0.0001	0.001	0.001	0.001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0.07 - 0.28
Nitrógeno Total	mg/L	1.6	1.6	1.6	-----	-----
Níquel	mg/L	0.025	0.025	0.025	0.002	0.0082
Plomo	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.0081	0.0081
Silicatos	mg/L	-----	-----	-----	-----	0.14-0.7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.06
Zinc	mg/L	0.03	0.03	0.3	0.03	0.081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml (*)	1000	2000		1000	≤30
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2000	3000		2000	

(*): NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Elvira Alvarado Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUAS DEL SISTEMA PASTO GRANDE

Según la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA de Clasificación de los Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos Costeros, clasifica para algunos cursos de agua de la zona de estudio los que se muestra seguidamente en la Tabla N°3.

Tabla N°4
Clasificación de los Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos Costeros
R.J. N°202-2010-ANA

CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES, RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS					
N° Cuerpo De Agua	Cuerpo De Agua	Categoría	Clase	Código De Cuenca	Cuenca A La Que Pertenece El Recurso
13185-1+	Río Carumas	Categoría 3	Clase 3	13185	Medio Tambo
13172	Río Ilo – Osmore - Moquegua	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-2*	Río Torata	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-3*	Río Tumilaca	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-6*	Quebrada Millune	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
Lagos					
13186	Laguna Pasto Grande	Categoría 4	Clase Especial	1318	Tambo

La presente clasificación sirve para correlacionar los valores de calidad establecidos en los ECAS, en el cumplimiento y protección de la calidad de los cursos de aguas.

IV. METODOLOGÍA DEL MONITOREO DE MONITOREO DE LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

4.1 PERIODO DE MONITOREO

El monitoreo de las aguas para su caracterización, se lleva a cabo en los dos periodos estacionales, en los meses representativos de avenidas o de lluvias y en estiaje.

4.2 METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de la caracterización de las aguas, se siguieron los procedimientos de acuerdo a las recomendaciones presentadas en la Normatividad vigente y en base a los "Métodos Estandarizados" que proporciona los procedimientos de tomas, preservación de muestras, materiales de los recipientes y máximo tiempo de almacenamiento permisible para los parámetros de calidad del agua y sedimentos.

Los documentos también suministran algunos lineamientos generales sobre la recolección y manipulación de muestras.

Las actividades se realizan siguiendo la secuencia prevista en el programa de monitoreo aprobado por el proyecto, las cuales se detallan a continuación:

- ◇ Planificación previa y cronograma de actividades.
- ◇ Trabajo de campo, que implica: medición de parámetros "in situ", toma de muestras de agua en los puntos determinados, observaciones ambientales complementarias, identificación de actividades contaminantes.
- ◇ Llenado de la cadena de custodia.
- ◇ Embalaje y transporte de muestras por cada laboratorio.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Magdalena Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Haroldo Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

- ◇ Entrega de muestras de agua al laboratorio.
- ◇ Recepción de resultados de análisis de agua.
- ◇ Interpretación y ejecución del informe de monitoreo.
- ◇ Socialización de resultados.

4.3 NIVELES DE TRABAJO

Para la caracterización de las aguas del Sistema que conforma el Embalse Pasto Grande, se realizó en varios niveles de trabajo: campo, laboratorio y gabinete.

4.3.1 CAMPO

Donde se procede a:

- ◇ Reconocimiento de la problemática.
- ◇ Inspección y reconocimiento de la estaciones de Control y/o Muestreo.
- ◇ Acondicionamiento de los puntos de muestreo.
- ◇ Ejecución del Programa de Muestreo.
- ◇ Mediciones de calidad in situ de las aguas.
- ◇ Toma de muestras, preservación y transporte de muestras.

4.3.2 A NIVEL DE LABORATORIO

- ◇ Ejecución de Ensayos Físicos de las aguas y sedimentos.
- ◇ Ejecución de Ensayos Químicos de las aguas y sedimentos.

4.3.3 A NIVEL DE GABINETE

- ◇ Evaluación de resultados
- ◇ Diagnóstico de la calidad de aguas
- ◇ Elaboración de Informes

4.4 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MUESTREO

El objetivo general de un programa de muestreo es coleccionar una porción de agua representativa de la composición verdadera del agua a caracterizar. Con el objeto de asegurar la validez y calidad de los datos resultantes en el estudio de caracterización de las aguas, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- ◇ Formular los objetivos particulares del programa de muestreo.
- ◇ Colectar muestras representativas.
- ◇ Desarrollar un adecuado manejo y preservación de las muestras.
- ◇ Llevar a cabo un adecuado programa de análisis

4.5 METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE

Se mantiene la normatividad nacional vigente y los lineamientos establecidos por la Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU., así como los recomendados en los "Métodos Estándar" (2005) considerados como guía sobre los procedimientos para la extracción, preservación de muestras, procedimientos, materiales para los recipientes y máximo tiempo de almacenamiento permisibles para los parámetros de calidad del agua.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aránguena Carhajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Bta. Mayte Alvarino Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

4.6 METODOLOGÍAS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

Se procederá a indicar y/o supervisar la relación de ensayos y métodos certificados a utilizarse en los laboratorios certificados ante INDECOPI, tales como Envirolab Perú S.A.C. e ICMA S.A.

4.7 EQUIPOS Y MATERIALES

Se presenta seguidamente la relación de material básico utilizado en la tomas, preservación y transporte de muestras.

Cuadro N°1
Relación de Equipos y Materiales de Campo

EQUIPOS Y MATERIALES	
Brazo telescópico muestreador	Tablero de campo (3)
Draga p/ muestrear sedimentos (1) (c)	Botas Musleras (para el personal de campo)
Turbidímetro	Lupa (1)
pHmetro	Botiquín de emergencia p/campo (2)
Medidor de Oxígeno Disuelto	Frascos de plástico de 120 ml, boca ancha/tapa rosca (12)
Conductímetro	Papel tissue (2 cajas) (l)
Conos Imhoff	Plumones punta fina tinta indeleble (6) (c)
Multiparámetro pH, OD, CE, T° (l)	Chaleco salvavidas (4) (c)
Frascos extras para muestras determinadas in situ.	Pabito 1 ovillo) (c)
Sustancias preservantes:	Frascos de plástico boca angosta tapa rosca de 100 ml (12) (c)
Ácido Nítrico conc., p.a. 250 ml	Cronometro
Ácido sulfúrico conc. H ₂ SO ₄ , p.a.250 ml	Bomba de vacío 01
Hidróxido de sodio p.a. NaOH, 1+1 HNO ₃ . (lentejas 250 gr	Papel filtro de 0.45 micras de diámetro de poro.
Ácido clorhídrico conc., HCL p.a.250 ml	Plumones punta fina tinta indeleble (6) (l)
Acetato de zinc 2N/100mL,	Almohadilla refrigerantes
Gotero	Etiquetas adhesivas (laboratorio contratado)
Coolers grandes.	Envases de plástico de 1.0 litro, doble tapa, boca ancha 500
Hielo	Envase de plástico de 0.5 litro, doble tapa, boca ancha.100
Balde plástico transparente de 5 l de capacidad (3) (l)	Frasco de vidrio sin color de 1 litro 100
Muestreador mango largo o extensible (l)	Frasco de vidrio color ámbar de 0.5 lit 100
Muestreador de profundidad (l)	Cooler (disponibles) 15
guantes quirúrgicos talla 7: (24 pares) (l)	Refrigerantes bolsas 60
guantes quirúrgicos talla 7: (24 pares) (l)	Balde de plástico de 1 galón 02
guantes quirúrgicos talla 7: 1/2-8 (24 pares) (l)	Soga de nylon de 15 m 01
soguilla de nylon: 50 m (l)	Cinta de embalaje transparente s/ color, 2 pulg de ancho 50
arnés (1) (l)	Plumones de tinta indeleble punta fina color rojo y azul 06
línea de vida (1) (l)	
agua destilada (l)	
pizetas de plástico (3) (l)	
cinta maskingtape de 1": 1 rollo (l)	
bolsas plástico de 2 kg(100) (l)	
bolsas plástico de 1 kg (100) (l)	

V. ESTACIONES DE CONTROL

Las estaciones de control fueron las establecidas en los Términos de Referencia (TdR), procediendo a su ubicación según la leyenda establecida, registrándose con datos georeferenciados, datos que se muestran en el Cuadro N°2.

En cada estación de control se tomaron muestras de aguas e hidrobiológicas, representativas de los cursos superficiales, Se incluye en la toma de muestras, los sedimentos en algunos afluentes y adicionalmente manantiales de incidencia en las calidades de los ríos.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. N. ...
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 1773

CONSORCIO V-5

Blga. Hilda Alvarino Fl...
BIOLOGA
CBP. 2531

Seguidamente se presentan las estaciones de control donde se realizó la toma de muestras de aguas, hidrobiológicas y de sedimentos.

Cuadro N°2
Estaciones de Muestreo para los Afluentes Principales del Embalse Pasto Grande
Periodo de Lluvias y Estiaje

ESTACION	PROCEDENCIA	COORDENADAS UTM (19K)	
		NORTE	ESTE
E-01	Bofedal 1, antes de confluir con el Bofedal 2, nacientes del Río Cotañani antes de la Mina.	0388317	8159937
E-02	Bofedal 2, antes de confluir con el Bofedal 1, nacientes del Río Cotañani antes de la Mina.	0388122	8160053
E-03	Río Cotañani, antes de la Mina Santa Rosa.	0387983	8159808
E-04	Río Cotañani, altura de mina después de operaciones (Ref. mina EM-5)	0387480	8158744
E-05	Río Cotañani, antes de la confluencia con Río Acosiri.	0387068	8157834
E-06	Río Acosiri, naciente del Río (Bofedal).	0390601	8158787
E-07	Afluente en naciente al Río Acosiri.	0390355	8158912
E-08	Río Acosiri, después de confluencia del afluente.	0390295	8158900
E-09	Río Acosiri, altura de la mina después de operaciones (Ref. mina EM-4).	0387557	8158430
E-10	Río Acosiri, antes de confluencia con Río Cotañani.	0387094	8157842
E-11	Río Acosiri, después de confluencia con Río Cotañani.	0387069	8157797
E-12	Río Acosiri, antes de confluencia con Quebrada Cacachara.	0386882	8157563
E-13	Quebrada Cacachara antes de pasivos Boca de Mina.	0385856	8159505
E-14	Quebrada Cacachara antes de pasivos ambientales mineros.	0385924	8158866
E-15	Quebrada Cacachara después de desmontes.	0386071	8158551
E-16	Quebrada Cacachara, antes de la confluencia de la Quebrada al Río Cacachara.	0386840	8157586
E-17	Río Cacachara después de confluencia de Quebrada Cacachara con Río Acosiri.	0386811	8157482
E-18	Río Cacachara antes de confluencia con Quebrada Jacosive.	0386321	8156638
E-19	Quebrada Jacosive, Naciente.	0387339	8156822
E-20	Quebrada Jacosive antes de la confluencia con Río Cacachara	0386330	8156596
E-21	Quebrada Cacachara después de la confluencia de la Quebrada Jacosive.	0386250	8156584
E-22	Quebrada Palleutane, naciente.	0386606	8152493
E-23	Quebrada Palleutane, antes de confluencia al Río Cacachara.	0383616	8150392
E-24	Río Cacachara, después de confluencia de la Quebrada Palleutane.	0383542	8150077

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguara Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP: 2531

12

ESTACION	PROCEDENCIA	COORDENADAS UTM (19K)	
		NORTE	ESTE
E-25	Río Cacachara frente al local de Comunidad Cacachara EM6.	0385637	8155768
E-26	Río Cacachara antes de la confluencia con Río Patara.	0382427	8148443
E-27	Río Patara, Naciente Formación de Varios Manantiales.	0385290	8148315
E-28	Río Patara, antes de confluencia del Río Cacachara.	0382134	8148223
E-29	Río Patara, después de confluencia con Río Cacachara	0381844	8147988
E-30	Río Patara, antes de confluencia de Quebrada Caironi.	0380815	8147949
E-31	Río Patara, después de confluencia de Quebrada Caironi.	0380492	8147852
E-32	Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajhuira 1.	0386837	814900
E-33	Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajhuira 2.	0386759	8149507
E-34	Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajhuira 3.	0386520	8148943
E-35	Quebrada Uchuzuma, antes de confluencia con Quebrada Jachacuchajhuira	---	---
E-36	Río Patara a 250m de la Carretera, aguas arriba.	0376938	8147400
E-37	Río Millojahuira naciente.	0371785	8158947
E-38	Río Millojahuira, después de bofedales.	0371545	8158163
E-39	Río Millojahuira, a 50 metros de la Carretera, antes de ingresar al Embalse.	0372221	8154288
E-40	Río Hualcane, naciente.	0376545	8156209
E-41	Quebrada Hualcane, antes de Confluencia al Río Antajarane.	0375630	8151644
E-42	Río Antajarane, naciente.	0379741	8156950
E-43	Río Antajarane, antes de Confluencia a la Quebrada Hualcane.	0375631	8151608
E-44	Río Antajarane a 150 metros de la carretera aguas arriba.	0373814	8151749
E-45	Río Queñuane, a 100 metros de la carretera aguas arriba.	0373393	8153164
E-46	Río Tocco, naciente (Manantiales Copapujo).	0379736	8134502
E-47	Río Tocco, a 300m del Embalse, (Trocha carrozable).	0379892	8139274
G-85	Junto a la confluencia del Río Patara con la quebrada Caironi. Aguas Termales.	0380686	8147932
G-86	Entre la quebrada Vizcachoni y el Río Patara. Ojos de Agua.	0376042	8148924
G-87 A	Naciente del Río Millojahuira, Ojo de Agua.	0371738	8158912
G-88	Después de Confluencia del Río Antajarane y Quebrada de Hualcane Ojo de Agua.	0375484	8151613



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



SECCIÓN A

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

VCHI S.A.

Consortio

acciona
Ingeniería

V-5

SECCIÓN A:**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE****1. PERIODO DE EJECUCIÓN**

Periodo de I Monitoreo: Abril – Mayo 2012

Periodo de II Monitoreo: Julio-Agosto 2012

2. PARÁMETROS DE CONTROL

En la caracterización de las aguas de los afluentes del embalse, se consideraron los siguientes parámetros, de acuerdo a un Programa de parámetros de control aprobados por la Supervisión del Proyecto.

Cuadro N°A-1
Parámetros Físicos Y Químicos Para La Caracterización De Las Aguas

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	
pH	Aluminio
Temperatura	Arsénico
Turbiedad	Boro
Conductividad Específica	Bario
Color verdadero	Berilio
Oxígeno Disuelto	Bismuto
Sólidos Totales Disueltos	Calcio
Dureza Total	Cadmio
Cloruros	Cobalto
Sulfatos	Cromo
Fosforo Total	Cromo + 6
N-Nitratos	Cobre
Fluoruros	Hierro
Sulfuro	Potasio
Cianuro Total	Litio
Cianuro wad	Magnesio
DBO	Manganeso
DQO	Molibdeno
Sílice	Sodio
Transparencia	Níquel
Cloroformo	Fósforo
Bromodichlorometano	Plomo
Dibromoclorometano	Antimonio
Bromoformo	Selenio

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Alanguén Carhjal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Ivette Alvarado Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	
N - Amoniacal	Silicio
Vanadio	Estaño
Zinc	Estroncio
Plata	Titanio
Mercurio	Talio
-----	Oro

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA

Los resultados de la calidad física y química informados por el Laboratorio de Envirolab Perú, incluyen los datos medidos en campo, tales como: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en las aguas tomadas de los afluentes principales del Embalse, del mismo Embalse y de la descarga aguas abajo.

3.1 SIGNIFICANCIA DE CALIDAD FÍSICA

La medición de la calidad física in situ de las aguas, permite identificar rápidamente la probable calidad y el posible potencial de contaminación de las aguas. Seguidamente se describe brevemente la significancia de los parámetros de calidad física medida en campo:

- **pH**

Parámetro de medición rápida que expresa el tipo de agua en función a sus iones hidronio presentes, puede ser ácida a partir de valores menores a un pH de 7 unidades estándar (u.e.) o alcalina a partir de valores mayores a un pH de 7.00 u.e., denominándose aguas ácidas de propiedades corrosivas o alcalinas de propiedades incrustantes, respectivamente.

- **Temperatura**

De acuerdo a los periodos estacionales, el periodo estacional de lluvias y de estiaje, son caracterizados por temperaturas bajas por la altura (msnm) donde se ubica la zona de estudio del Embalse Pasto Grande. Se considera que la temperatura debe disminuir por efecto climático con respecto al periodo de estiaje, parámetro que influye notablemente en la vida acuática del Embalse por la relación directa proporcional con el oxígeno disuelto en las aguas.

- **Conductividad eléctrica**

Parámetro que indica el paso de la corriente eléctrica a través de la cantidad de sales disueltas presentes en el agua; la conductividad eléctrica se correlaciona directamente proporcional al contenido de sales disueltas.

- **Oxígeno disuelto**

El nivel de oxígeno en las aguas es un indicador del grado de contaminación, la mayor concentración de oxígeno disuelto favorece la vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. La calificación de las aguas en función al nivel del oxígeno disuelto es:

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 5530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angureñ Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Haydee Alvarino Flor
BIÓLOGA
CEP. 2531

Tabla N°A-1
Calificación de Calidad de Aguas & Oxígeno Disuelto

Nivel de Oxígeno disuelto (mg/L)	Calidad de agua
0.0 a 4.0	Mala
4.1 a 7.9	Aceptable
8.0 a 12.0	Buena
12.0 a más	Sobresaturada

- Dureza del agua**

La dureza de las aguas indican la cantidad de sales carbonatas estables presentes en las aguas, que contiene la sumatoria de la dureza cálcica y la dureza magnésica. Se puede expresar en forma conjunta como carbonato de calcio. Los niveles de durezas varían de acuerdo a su procedencia, caso de aguas de lluvias son aguas blandas con valores menores de 15 mg/L y se consideran blandas hasta niveles de 50 mg/L, o en el caso de moderadamente blandas a riachuelos que recorren suelos limpios libres de cacitas o dolomitas. Generalmente las aguas de pozo varían entre 200 a 1000 mg/L, considerándose desde ligeramente duras hasta muy duras, valores que limitan el uso de sus aguas. El problema de elevado contenido de dureza en las aguas es por las incrustaciones (sarro) que pueda presentarse en su uso.

Tabla N°A-2
Calificación de Calidad de Aguas & Dureza Total

Clasificación de Tipos de Aguas	Dureza Total (expresado como Carbonato de Calcio) mg/L
Blanda	0 – 50
Moderadamente blanda	50 – 100
Ligeramente dura	100 – 200
Moderadamente dura	200 – 300
Dura	300- 450
Muy dura	>450

3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para un mejor Diagnostico de la calidad de las aguas de los afluentes del embalse Pasto Grande, en base a los ensayos y/o análisis y evaluación de los resultados emitidos por el laboratorio, se realizan gráficos de hidroquímica, tipo pie, Schouller, barras Collins, isolíneas, para los diferentes rangos de valores de los parámetros de pH, conductividad y para los metales las concentraciones de mayor incidencia o significancia en las aguas, tales como: hierro, arsénico y aluminio, entre otros, que ayudan a la evaluación espacial de la calidad del agua, visualizando el nivel de concentración y/o contaminación o incremento en el tiempo.

Los diagramas de pie ubicados en los mapas, corresponden a los resultados de calidad de las estaciones ubicadas a lo largo de los afluentes para las microcuencas de los ríos, seguido en el embalse y descarga del embalse. Estas representaciones nos indican la variabilidad de la concentración de los parámetros que presentan mayor incidencia en las aguas.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6536

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aranzura Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Ing. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP. 2534

La calidad del agua de los afluentes principales del embalse, se evalúa teniendo como referencia los lineamientos establecidos en el DS N°002-2008 MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", Categoría 1 (Aguas destinadas para la producción de agua potable – A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional), Categoría 3 (Aguas para Riego de vegetales y bebida de animales) y Categoría 4 (Conservación del medio acuático, lagunas y lagos).

4. FECHAS DE MONITOREO

Seguidamente se presentan las estaciones de control donde se realizó la toma de muestras de aguas.

Cuadro N°A-2
Estaciones de Muestreo – Sistema Pasto Grande
Periodo de Lluvias

ESTACION DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	
	1ER MONITOREO	2DO MONITOREO
E-01, E-02, E-03, E-04, E-06, E-07, E-08, E-09	29/04/2012	18/07/2012
E-05, E-10, E-11, E-12	29/04/2012	17/07/2012
E-13, E-14, E-15	28/04/2012	---
E-16, E-17	29/04/2012	17/07/2012
E-18, E-20, E-21, E-25	30/04/2012	17/07/2012
E-19	30/04/2012	18/07/2012
E-22, E-23, E-24	19/04/2012	02/07/2012
E-26, E-27, E-28, E-29, E-30, E-31	19/04/2012	02/07/2012
E-32, E-33, E-34	20/04/2012	---
E-35	---	*
E-36	17/04/2012	03/07/2012
E-37, E-38	22/04/2012	04/07/2012
E-39	21/04/2012	04/07/2012
E-40	*	01/07/2012
E-41, E-42, E-43	21/04/2012	01/07/2012
E-44, E-45	21/04/2012	03/07/2012
E-46	22/04/2012	05/07/2012
E-47	17/04/2012	04/07/2012
G-85, G-86	----	03/07/2012
G-87 A	----	04/07/2012
G-88	----	16/07/2012

*: No se toma muestra de aguas, por impedimento de población de la Comunidad.

Seguidamente se presenta la evaluación de la calidad de las aguas de los afluentes del Embalse Pasto Grande

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bta. Inés Alvarado Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

5. CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

En el presente capítulo se evalúa la calidad de las aguas de los afluentes que conforman el Sistema Pasto Grande, desde sus nacientes consolidando e interpretando los resultados de calidad para los dos periodos estacionales de monitoreo, el de lluvias o de avenida y el de estiaje o de sequía.

Los monitoreos se realizaron, para el periodo de avenidas en el mes de abril y mayo y para el periodo de estiaje en el mes de julio del 2012, tal como se describe en el cuadro correspondiente. Los parámetros considerados en la caracterización de calidad física y química para las muestras de aguas y sedimentos, se muestran en el Cuadro N° A-3, A-4, A-8 Y A-6.

5.1 RÍO MILLOJAHUIRA

En la evaluación de la calidad física y química de las aguas del río Millojahuira, se tomaron muestras de aguas en 3 estaciones: en la naciente del río: E-37, en la zona media del río, después de bofedales existentes en el curso del río: E-38 y antes de su ingreso al Embalse: E-39.

Adicionalmente, se procedió a la toma de muestra de un afloramiento en la naciente del río, codificado como G-38, además de suelos del cauce del río Millojahuira en las estaciones S1-A y en S1-B, para efectos de análisis hidrogeológicos.

En la siguiente imagen satelital, Figura N° 1.1, *Foto Satelital de la Micro Cuenca del Río Millojahuira con las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua – Abril 2012*, se muestra las estaciones de monitoreo en evaluación.

Figura N° A-1
Mapa Satelital de la Micro Cuenca del Río Millojahuira
Estaciones de Monitoreo



Los resultados de las mediciones en campo y los reportes del laboratorio se describen a continuación.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aracely Carballo
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Big. Hayde Alvarado Flores
CIP. 2301

5.1.1 Calidad Física y Química de Aguas del Río Millojahuira

En el siguiente Cuadro N°A-3 y N°A-4, de Calidad Física y Química de Aguas del Río Millojahuira, se muestran los valores de la calidad físico química básica determinada en cada periodo y estación de monitoreo.

Cuadro N°A-3
Calidad Física y Química de Aguas Del Río Millojahuira
Periodo de Lluvias - Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH u.e.	Temperatura T°C	Turbidez N.T.U.	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero Pt/Co	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Demanda Química de Oxígeno
ECA: Categoría 3	Riego /Bebida animales	6.5-8.5/ 6.5-8.4	—	—	<2000/ <=5000	—	>=4 / >5	15/ <=15	40/ 40
ECA: Categoría 4 Ríos Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
E-37	22/04/2012	3.1	10	46.5	906.0	10	4.3	N.D.	N.D.
E-38	22/04/2012	3.2	10	4.4	662.0	<5	4.7	N.D.	N.D.
E-39	21/04/2012	3.0	10	4.7	833.0	<5	4.3	N.D.	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N°A-4
Resumen de Parámetros Físicos y Químicos de la Quebrada Millojahuira
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal (L/s)	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez N.T.U.	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mg/L
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida animales		6.5-8.5/ 6.5-8.4-	—		<2000/ <=5000	—	>=4 / >5	15/ <=15	40/ 40
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
G-87A	4/07/12	—	3.6	4	26	1 119	<5	4.0	<1	<20
E-37	4/07/12	1 800	3.2	7	5.1	866	<5	3.8	<1	<20
E-38	4/07/12	147	3.2	6	5.4	688	<5	4.2	<1	<20
E-39	4/07/12	1 087	3.2	9	4.7	789	<5	4.5	<1	<20

Fuente: Envirolab Perú

Para un análisis y evaluación de la calidad del agua entre los resultados obtenidos durante el monitoreo de la 1ra Campaña (Abril 2012) y 2da Campaña (Julio 2012). Se realizaron gráficos espaciales de las siguientes estaciones monitoreadas: desde el manantial hidrotermal donde nace el río Millojahuira (estación G-87A), así también de la estación E-37 (naciente de la Micro Cuenca), estación E-38 (parte media de la Micro Cuenca) y estación E-39 (antes de ingresar sus aguas al embalse Pasto Grande).

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Ilse C. Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2331

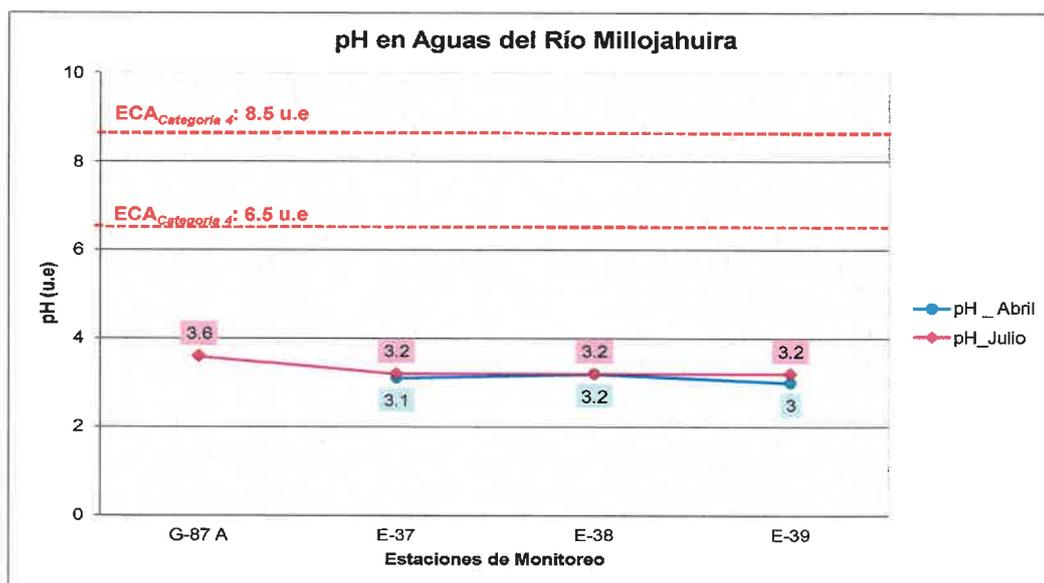
pH:

La variación del pH a lo largo de la micro cuenca, se muestra en el Gráfico N°A.1, los valores registrados en los muestreos indican que las aguas desde la naciente hasta su ingreso al embalse desde la estación E-37 hasta llegar al embalse Pasto Grande (estación E-39), son ácidas, registrando valores de pH entre 3.0 y 3.2 u.e., valores que se encuentran por debajo del lineamiento mínimo establecido en el Estándares de Calidad de Aguas para las Categorías 3 y 4.

Asimismo, el afloramiento del manantial (estación G-87A) presenta un pH 3.6 u.e, aguas que son descargadas al río Millojahuira. Los valores de acidez de las aguas del río, se deben adicionalmente a los afloramientos sub-superficiales que aparecen a lo largo del cauce del río.

Seguidamente se muestra las variaciones de calidad del pH a lo largo de su recorrido desde la naciente hasta la llegada al Embalse Pasto Grande.

Gráfico N°A.1
pH en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuira



Se observa que en el periodo de estiaje los valores del pH son ligeramente menores que en el periodo de avenidas, lo cual se considera que es debido a la ausencia de precipitaciones que diluyen a los componentes que determinan la acidez, originados por el lavado y arrastre de las sales de los suelos mineralizados con predominancia de pirita (sulfuro de hierro - FeS_2); además de la concentración de las sales por la evaporación en los tramos en el recorrido de las aguas dado por efectos de temperaturas estacionales. Se observa adicionalmente que la acidez de las aguas provenientes del manantial (naciente del río Millojahuira), representa la existencia de un acuífero subterráneo con aguas ácidas, estando pendiente determinar mediante un sondeo piezométrico, el nivel de este acuífero.

Conductividad Específica:

Con respecto a la conductividad específica medida en las tres estaciones del río para los dos periodos estacionales y adicionalmente el afloramiento G-38A en el periodo de estiaje, se observa que las aguas presentan elevada concentración de sales disueltas, debido a la mineralización de los suelos de la zona; los valores registrados se encuentran próximos a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando menores a los establecidos en los ECAs, Categorías 3 y 4.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6539

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Elena Carbajal
INGENIERA CIVIL
C.I.P. 3477

CONSORCIO V-5

Biga. Haydee Alvarado Flores
BIOLOGA
C.I.P. 2331

Para las aguas del afloramiento, denominado ojo de agua, en la estación G-8, presenta mayor mineralización a las aguas del río, con una conductividad de 1119 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no superando el valor establecido para los ECAs.

Gráfico N°A.2
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá
Abril 2012

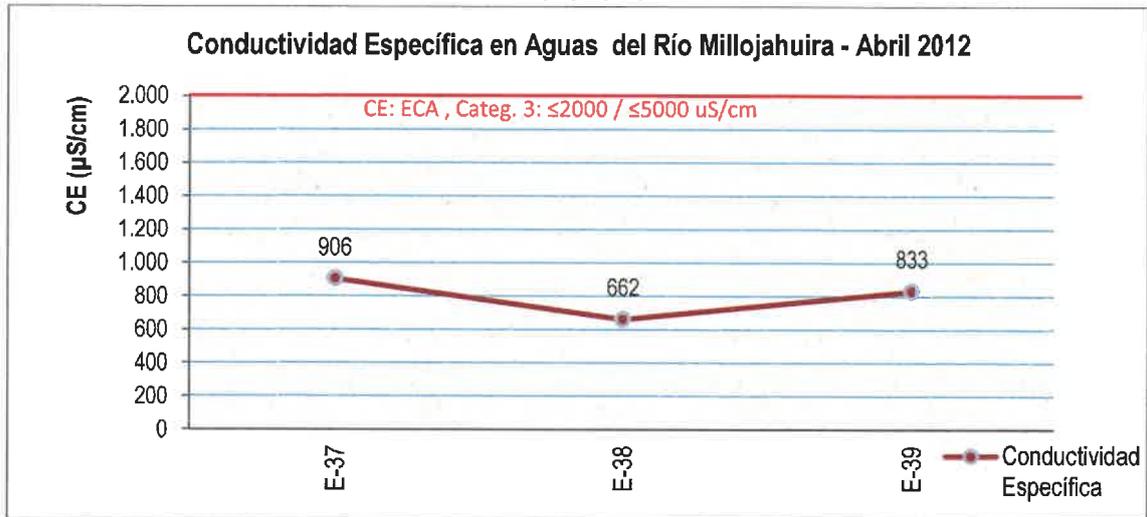
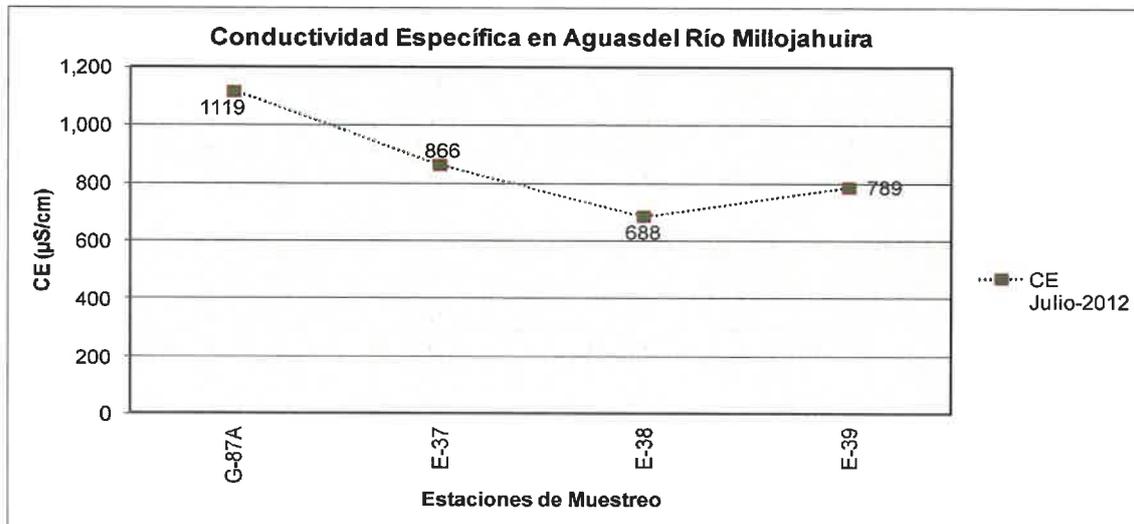


Gráfico N°A-3
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá
Julio 2012



Temperatura, Turbidez, Color:

Según los resultados de calidad proporcionados por el laboratorio, las aguas del río Millojahuirá se caracterizan por ser aguas frías, claras de baja turbidez en el tramo medio y final de la microcuenca, con escaso color verdadero.

Oxígeno Disuelto:

La presencia de oxígeno en las aguas se encuentra en concentraciones menores a los valores establecidos en los ECA Categoría 3 y 4 en los dos monitoreos; aun así, contribuye a la oxidación de los metales por el proceso de aireación natural.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Núñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34723

CONSORCIO V-5

Bga. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Las aguas del río Millojahuira por la acidez que presenta, la demanda bioquímica de oxígeno indicador de materia orgánica contaminante, no es detectable en las aguas para los dos periodos de evaluados.

Demanda Química de Oxígeno:

Los valores de la demanda química de oxígeno, no son detectables en los dos periodos de monitoreo evaluados.

SALES INORGÁNICAS:

La evaluación de los parámetros inorgánicos evaluados en las aguas del río Millojahuira; se muestran en el Cuadro N°A-5 y N°A-6.

Cuadro N°A-5
Calidad Física y Química de Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuira
Periodo de Avenida – Abril 2012

ESTACIÓN	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fluoruro (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Silice (SiO ₂) (mg/L)
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida animales	--	--	100-700 / ---	300/500	---	10 /50	1/2	0.05/0.05	--
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	---	---	---	0.5	10	---	---	---
E-37	22/04/2012	780	58.0	1.30	336.4	N.D.	N.D.	0.37	N.D.	29.3
E-38	22/04/2012	487	44.7	0.60	187.1	N.D.	0.25	0.28	N.D.	69.9
E-39	21/04/2012	632	51.6	1.20	262.4	N.D.	0.13	0.34	N.D.	67.4

Fuente: Envirolab Perú SAC

Cuadro N°A-6
Resumen de Parámetros Inorgánicos de la Micro Cuenca Río Millojahuira
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales Disueltos mg/l	Dureza Total mg/L	Cloruro mg/L	Sulfato mg/L	Fósforo Total mg/L	Nitrato mg/L	Fluoruro mg/L	Sulfuros mg/L	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA: Categoría 3	Riego /Bebida animales	--	--	100 - 700 / ---	300/500	---	10 /50	1/2	0.05/0.05	--
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	--	---	---	0.5	10	--	---	--
G-87A	7/4/2012	840	53.4	1.4	9.3	0.19	0.26	0.40	<0.002	73.2
E-37	7/4/2012	698	46.4	0.6	515.3	0.04	0.05	0.36	<0.002	59.2

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales Disueltos mg/l	Dureza Total mg/L	Cloruro mg/L	Sulfato mg/L	Fósforo Total mg/L	Nitrato mg/L	Fluoruro mg/L	Sulfuros mg/L	Silice (SiO ₂) mg/L
E-38	7/4/2012	458	45.4	0.9	217.7	0.06	0.17	0.32	<0.002	62.2
E-39	7/4/2012	598	48.4	0.7	358.5	0.04	0.09	0.34	<0.002	61.0

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

Los resultados presentados en los Cuadros N°A-5 y A-6 de Calidad Física y Química de Aguas del Río Millojahuirá, los parámetros son evaluados en las estaciones de muestreo comparando con los valores establecidos en el ECA para aguas Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales y la Categoría 4: Conservación del Medio Acuático (Ríos Costa y Sierra).

Sólidos Disueltos Totales:

En los puntos de muestreo evaluados, las concentraciones comparadas con el valor establecido en el ECA para aguas Categoría 3 y 4, solo las concentraciones de Sólidos Totales Disueltos en el manantial G-87A, en la naciente de quebrada (E-37) y antes del ingreso al embalse (E-39), son los que superan el estándar establecido, indicando la presencia de sales disueltas en cantidades elevadas, producto de la afluencia del manantial y aguas sub-superficiales que afloran a lo largo del río, así como al lixiviados de las sales mineralizadas existentes en el cauce del curso de agua.

Dureza Total:

Por el contenido de dureza total, se puede indicar que las cuatro muestras de aguas incluida la del manantial G-87, son aguas blandas, las concentraciones son menores a 70 mg/L valor máximo para aguas blandas por el contenido de sales carbonatadas cálcicas y magnésicas. No existe lineamiento establecido en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Sulfatos:

Las concentraciones elevadas de sulfatos producto de las reacciones de la pirita (FeS₂) presente en los suelos mineralizados con el agua y el oxígeno, sobrepasa los lineamientos del ECAs para la Categoría 3- Usos de riego, a excepción en la zona de la E-38, luego del paso de las aguas por los bofedales, disminuyendo su concentración de un 44 y 57% aproximadamente para las dos fechas de monitoreo respectivamente. Las aguas nuevamente en su recorrido, incrementan la concentración de sulfatos en un 39% aproximadamente, para los dos monitoreos, antes de la llegada al embalse; incremento debido a las descargas de los afloramiento sub-superficiales durante su recorrido y del tipo de suelos del cauce.

Seguidamente en el Gráfico N° A-4, se muestra las variaciones de las concentraciones de sulfatos en la micro cuenca del río Millojahuirá en los dos periodos estacionales.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

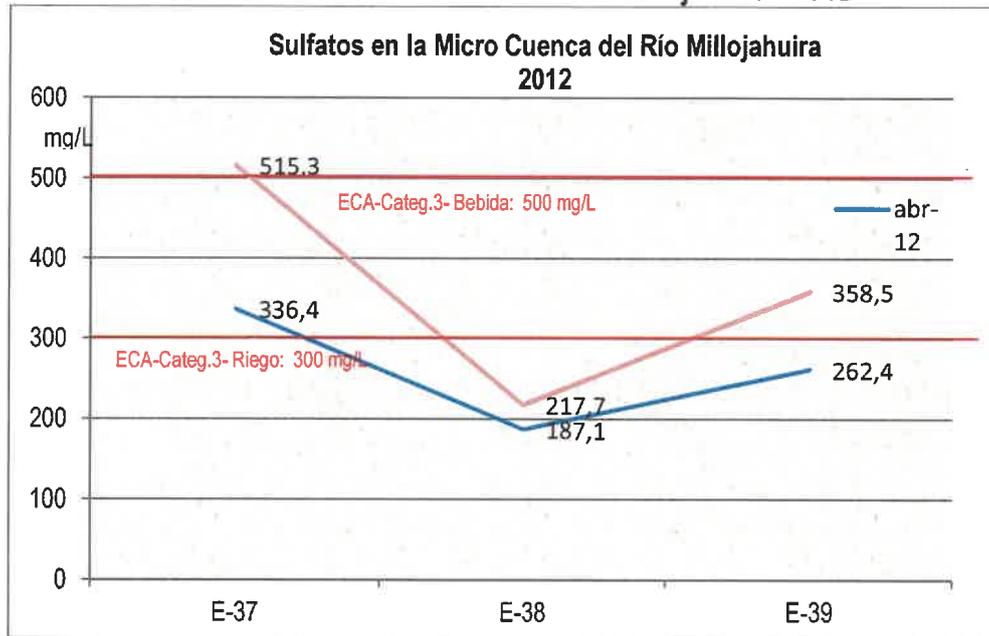
CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Lucía Carvajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Bta. Mayra Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-4
Sulfatos en la Micro Cuenca del Río Millojahuira - 2012



Cloruros, Fósforo, Nitratos, Fluoruros y Sulfuros:

Las aguas presentan bajo contenido de cloruros, fósforo, nitratos, fluoruros y ausencia de sulfuros, en las dos fechas de monitoreo. Los resultados de la calidad no superan los lineamientos establecidos en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Existe baja presencia de sílice disuelta. Los compuestos a base de sílice, es natural en aguas de origen superficial y subterránea.

METALES Y NO METALES:

En el Cuadro N°A-7, *Metales y No Metales en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuira*; se presentan los parámetros principales de evaluación, así como el ECA establecido.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aracely Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34783

CONSORCIO V-5

Blga. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Cuadro N°A-7
Metales y No Metales Totales en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá
Periodo de Avenida – Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Aluminio mg/L	Arsénico mg/L	Cadmio mg/l	Cromo Hexavalente mg/L	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Níquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l	Mercurio mg/l
ECA: Categoría 3 Riego/ Bebida animales		5/5	0.05/ 0.1	0.005/ 0.01	0.1/1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/ 0.05	2/ 24	0.001/ 0.001
ECA: Categoría 4 Ríos Costa y Sierra		—	0.05	0.004	0.05	0.02	—	—	—	0.025	0.5	0.001	0.03	0.0001
E-37	22/04/2012	48.18	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	29.74	4.413	0.303	0.078	0.04	N.D.	0.417	N.D.
E-38	22/04/2012	20.64	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	7.193	4.193	0.261	0.03	N.D.	N.D.	0.20	N.D.
E-39	21/04/2012	29.55	N.D	0.001	N.D.	N.D.	11.45	4.891	0.339	0.037	N.D.	N.D.	0.327	N.D.

Fuente: EnviroLab Perú

CONSORCIO V-5

 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aramburen Carbajal
 INGENIERA QUIMICA
 CIP. 31763

CONSORCIO V-5

 Blga. Ryvdee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Cuadro N°A-8
Metales y No Metales Totales en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Aluminio mg/L	Arsénico mg/L	Cadmio mg/L	Cromo Hexavalente mg/L	Cobre mg/L	Hierro mg/L	Magnesio mg/L	Manganeso mg/L	Níquel mg/L	Fósforo mg/L	Plomo mg/L	Zinc mg/L	Mercurio mg/L
ECA: Categoría 3 Riego/ Bebida animales		5/5	0.05/0.1	0.005/ 0.01	0.1/1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ 1	0.05/ 0.05	2/ 24	0.001/ 0.001
		—	0.05	0.004	0.05	0.02	—	—	—	0.025	0.5	0.001	0.03	0.0001
G-87A	7/4/2012	46.12	0.071	<0.001	<0.005	<0.002	49.630	5.402	0.348	0.056	0.08	<0.001	0.253	<0.0001
	7/4/2012	46.54	0.015	<0.001	<0.005	<0.002	46.81	4.867	0.311	0.063	0.06	<0.001	0.312	<0.0001
E-38	7/4/2012	23.38	N.D.	<0.001	<0.005	<0.002	8.860	3.942	0.241	0.028	<0.01	<0.001	0.147	<0.0001
E-39	7/4/2012	37.14	N.D.	<0.001	<0.005	<0.002	17.99	4.714	0.329	0.040	<0.01	<0.001	0.221	<0.0001

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aragonés Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 Ing. Ilyde Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

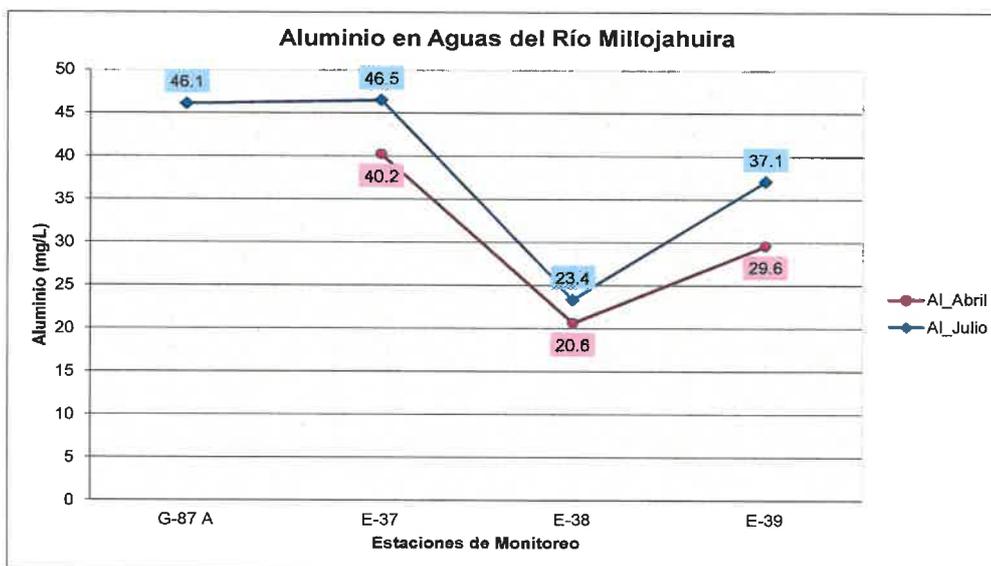
Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

Aluminio – Total:

Con respecto a las concentraciones de aluminio, tal como se observa en el Gráfico N°1.4 *Concentración de Aluminio en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirra*, el valor más elevado de aluminio total se reportó en la naciente de la quebrada (estación E-37), siendo el valor más bajo el estación medido después de atravesar los bofedales (E-38) indicándonos una disminución significativa por efecto de la fitoremediación y/o bioremediación que se produce en la zona de los bofedales. Se incrementa posteriormente la concentración del aluminio por los aportes sub superficiales en el tramo final. La concentración de aluminio en las aguas del río Millojahuirra, supera significativamente los lineamientos de los ECAs, Categoría 3. No se encuentra fijado valor límite para Aluminio para Categoría 4.

Las concentraciones que se reportaron durante el segundo monitoreo (época Estiaje) son relativamente mayores que las concentraciones reportadas en el primer monitoreo (época de Avenida). Registrando la misma tendencia de concentraciones altas en la parte alta de la Micro Cuenca.

Gráfico N° A-5
Concentración de Aluminio en Aguas del Río Millojahuirra



Arsénico:

La concentración de arsénico a lo largo de Micro Cuenca del río Millojahuirra se muestra en el Gráfico N°1.3. La concentración del arsénico total que llega al Embalse Pasto Grande registrado en los monitoreos durante los periodos de avenidas y de estiaje (abril – Julio 2012), **se encuentra en concentraciones menores a los valores establecidos en los ECA, e incluso, no detectados en los análisis realizados por el laboratorio.**

La evaluación de la comparación entre los periodos estacionales, indica que en el periodo de estiaje, las concentraciones de arsénico son ligeramente mayores en la naciente (E-37) y en el afloramiento subterráneo (G-87-A); posteriormente la concentración del arsénico disminuye hasta su llegada al Embalse. En las demás estaciones (E-38 y E-39) sus registros fueron similares en ambos periodos (por debajo del límite de detección del método del laboratorio).

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

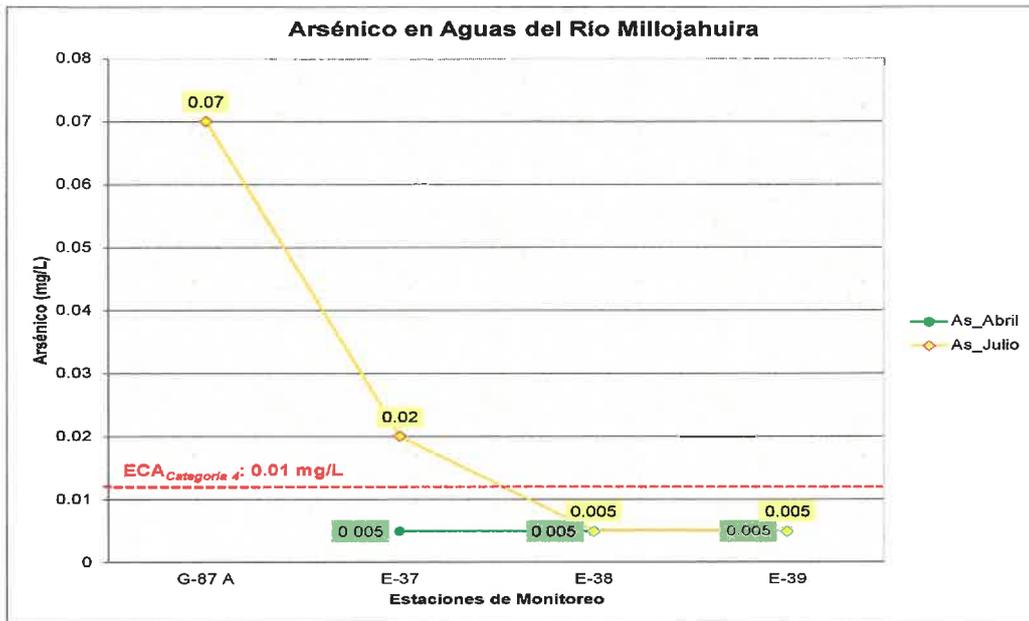
CONSORCIO V-5

Ing. Mirtha María Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 2531

CONSORCIO V-5

Bla. Haydee Alvariane Flores 27
BIÓLOGA
CBP: 2531

Gráfico N° A-6
Concentración de Arsénico en Aguas del Río Millojahuirá

**Nota:**

Para los valores que registraron menores al límite de detección (LD), se graficaron el 50% de su valor LD.

Hierro:

Las concentraciones de hierro medidas en el periodo de avenidas o de lluvias, se encuentran elevadas en las aguas del río Millojahuirá, presentan la misma tendencia que del ión aluminio; reporta el máximo valor en la naciente del río, estación E-37 y la concentración mínima en la estación E-38 después de los bofedales, observándose que en esta zona se produce un proceso de oxidación y bioremediación natural, donde ocurre la remoción de hierro hasta un 76% aproximadamente. El hierro se incrementa posteriormente en unos 59% por la presencia de suelos mineralizados y afloramientos sub superficiales. La concentración de hierro en las aguas del río Millojahuirá, supera significativamente los lineamientos de los ECAs, Categoría 3. No se encuentra fijado valor límite para Categoría 4.

Con respecto a las concentraciones de hierro registradas en el periodo de estiaje, presentan la igual tendencia que las concentraciones de aluminio, reportaron valores altos en la cabecera de la Micro Cuenca (49.63 en el manantial G-87A y 46.81 en la estación E-37), valores bajos (8.86 mg/L) en la parte media de la Micro Cuenca (estación E-38) e ingresando con valores medios (17.99 mg/L) a las aguas del embalse Pasto Grande.

Estos valores reportados en el periodo de estiaje, comparados con los resultados obtenidos en el periodo de lluvias, son relativamente mayores pero mantienen la tendencia de mayores registros en la cabecera de la Micro Cuenca y mínimos registros en la parte media de la Micro Cuenca Quebrada Millojahuirá. Este ligero incremento se debería a las pocas precipitaciones en la zona del proyecto en el periodo de estiaje, los que generarían mayor concentración del metal en el flujo de agua.

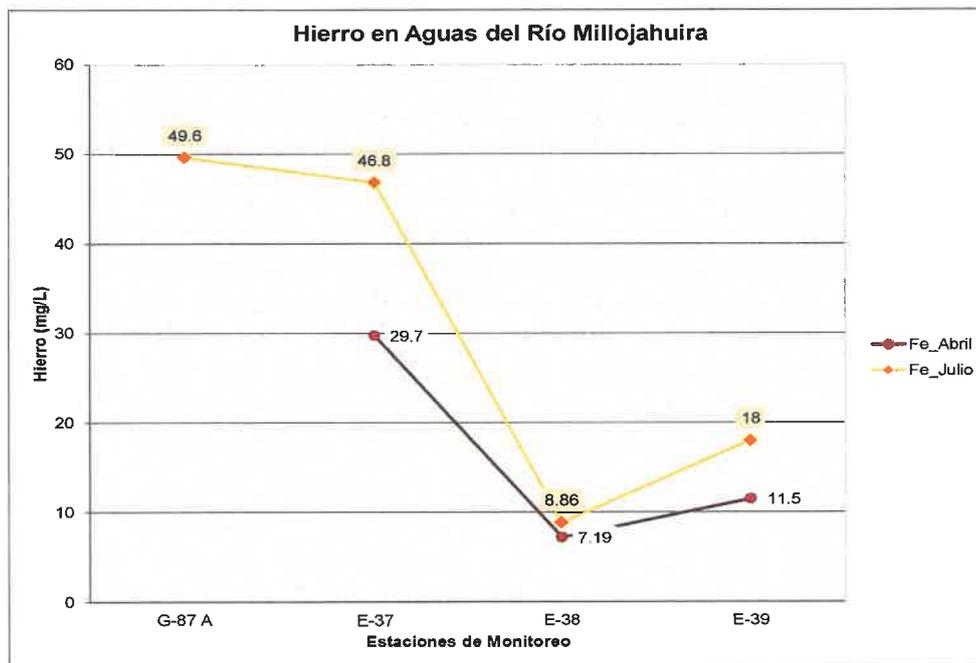
La presencia del hierro en las aguas del río Millojahuirá, resulta ser proveniente de los suelos mineralizados de las nacientes del río, según evaluaciones geológicas y de los aportes de los afloramientos subterráneos y sub-superficiales en su trayectoria, observándose en el recorrido de las aguas, la oxidación del hierro (Fe^{+3}), evidenciado por las deposiciones rojizas en los suelos del cauce del río.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martín Estrella Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.D.P. 2531

Gráfico N°A-7
Concentración de Hierro en Aguas del Río Millojahuira



Manganeso:

Las máximas concentraciones registradas de manganeso en el periodo de lluvias en las aguas superficiales del río Millojahuira, ocurre al ingreso del Embalse (estación E-39), observándose que en la estación después de los bofedales, se registra el valor mínimo de concentración de manganeso, luego de la ocurrencia del proceso de bioremediación con remoción del manganeso en un 14% aproximadamente. Posteriormente la concentración se eleva en un 30% aproximadamente debido a la zona mineralizada y a afloramientos sub superficiales en el tramo final del curso. Los valores se encuentran superiores a los lineamientos de los ECAs para la Categoría 3. Las aguas, por lo tanto, las aguas no son aptas para riego y bebida de animales.

Los valores reportados de concentraciones de manganeso en las aguas del río Millojahuira en el periodo de estiaje, para las estaciones G-87A, E-37, E-38 y E-39, se presentaron en concentraciones mínimas en la parte media de la Micro Cuenca (estación E-38), ingresando a las aguas del embalse Pasto Grande, concentraciones de 0.339 mg/L de manganeso, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

Las concentraciones reportadas durante la periodo de Estiaje (Julio - 2012) comparados con las muestras del periodo de Avenida (Abril 2012) son relativamente mayores en la parte alta (estación E-37); mientras que en la parte baja de la micro cuenca las máximas concentraciones se dieron durante la periodo de Avenidas.

En conclusión; las aguas de la microcuenca Millojahuira reportaron valores mayores en Julio 2012 comparados con los de la primera campaña (Abril 2012), indicando mayor concentración en sus aguas por la poca precipitación y baja dilución de las concentraciones del arsénico en sus aguas, sobrepasando los valores establecidos en los ECAs para la Categoría 3. En la Categoría 4, no se encuentra fijado el valor máximo para manganeso.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

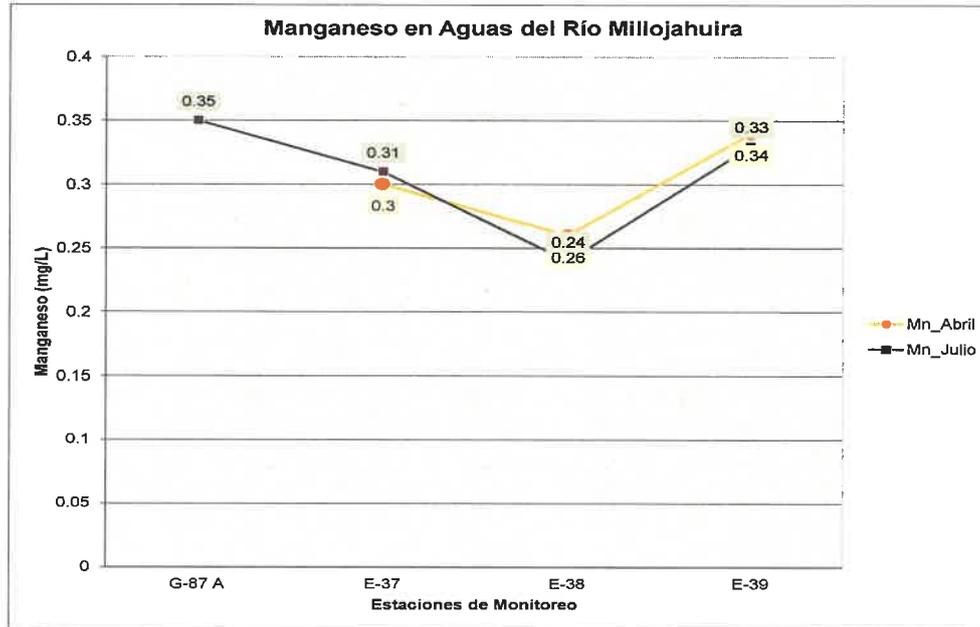
CONSORCIO V-6

 Ing. María Angélica Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34793

CONSORCIO V-5

 Dña. Dayceé Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-8
Concentración de Manganeso en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá

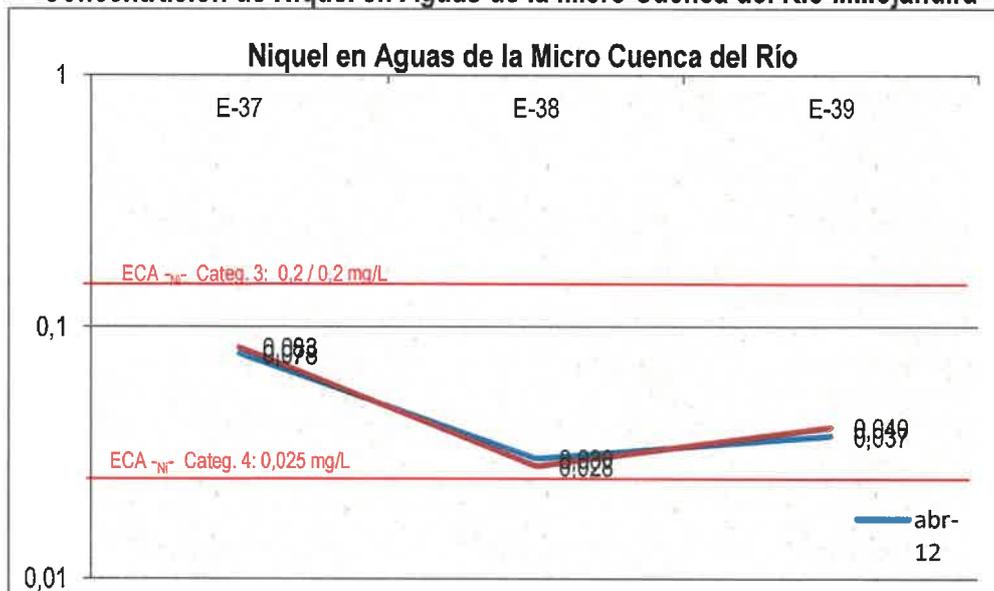


Níquel:

Las concentraciones de níquel exceden a los valores establecidos en los ECAs-Categoría 4 durante el recorrido del río desde su nacimiento E-37 hasta E-39 al ingreso de las aguas al Embalse para el periodo de lluvias y estiaje. Las concentraciones presentes en las aguas cumplen para la Categoría 3.

Los valores reportados en Julio 2012 comparados con los de la primera campaña (Abril 2012) son ligeramente mayores, sobrepasando los ECAs para la Categoría 4, indicando que la mayor concentración sea debido a la falta de lluvias para su dilución.

Gráfico N°A-9
Concentración de Níquel en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

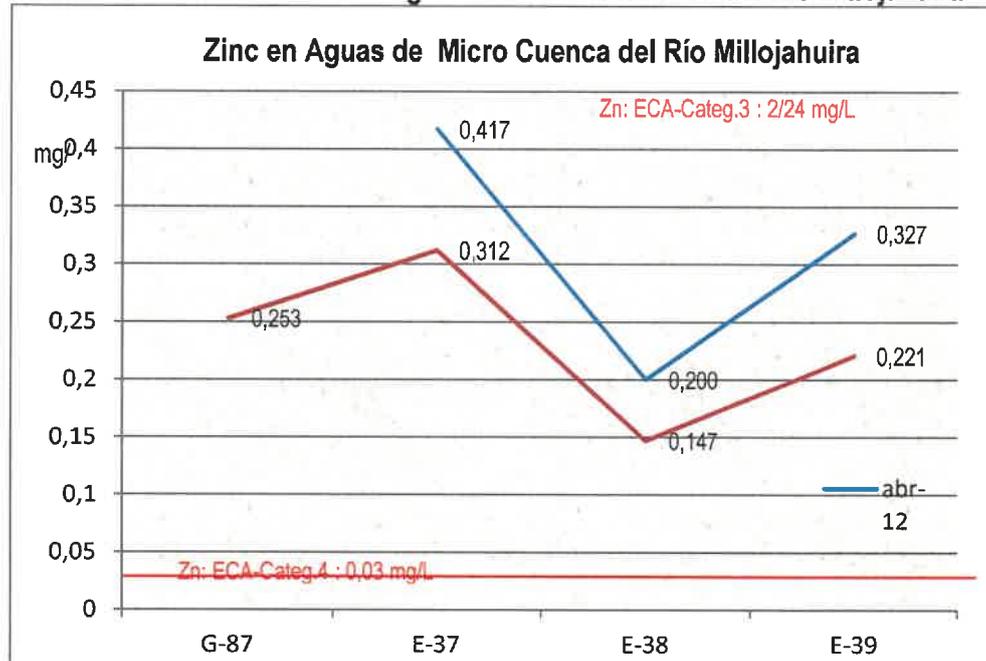
CONSORCIO V-5

Ing. Haydeé Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

Zinc:

Las concentraciones de zinc exceden en más del 900% a los valores establecidos en los ECAs- Categoría 4, desde la naciente, durante su recorrido y a su llegada al ingreso de las aguas al Embalse. Las concentraciones presentes en las aguas cumplen para la Categoría 3.

Gráfico N°A-10
Concentración de Zinc en Aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá



Los valores de zinc reportados en abril 2012 comparados con los de la segunda campaña (julio 2012) son ligeramente mayores, significando que las lluvias hacen el efecto de lavado en la zona, incrementando su concentración del zinc.

En general; las aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá son ácidas desde la parte alta de la Micro Cuenca hasta ingresar a las aguas del embalse y con baja concentración de elementos disueltos; sin embargo las concentraciones de metales totales reportados durante el monitoreo en los periodos de lluvias y estiaje, indican que en la parte alta existe mayor meteorización y concentraciones de metales.

Cadmio, Cromo, Cobre y Plomo:

En los dos periodos estacionales, las concentraciones de metales pesados, como cadmio, cobre, cromo y plomo, no superan los valores de los ECAs, en la mayoría de las muestras no son detectables. Las concentraciones de los metales no superan los lineamientos establecidos en los ECAs-Categoría 3. No se encuentran fijados valores límites para los metales evaluados en los ECAs, en Categoría 4.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Mariela Anguilen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Haydes Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

5.2 MICRO CUENCA DEL RÍO ANTAJARANE

Las aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane, fueron evaluadas tomando como referencia tres puntos a lo largo del río, en la naciente (E-42), antes de su confluencia con la quebrada Hualcane (E-43) y antes del ingreso al embalse (E-44).

Conociendo que la quebrada Hualcane y el manantial G-88 son aportantes al río Antajarane; se está considerando la medición de las estaciones en el río Hualcane en las estaciones E-40 (naciente) y E-41 (antes de la confluencia con el río Antajarane); para evaluar la calidad del agua a lo largo de la Micro Cuenca.

Adicionalmente, se procedió a la toma de suelos próximos al cauce del río Antajarane en las estaciones S2-A y en S2-B, para evaluaciones hidrogeológicas.

Figura N°A-2
Mapa Satelital de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua



Parámetros Físicos y Químicos:

En los Cuadros N°A-9, A-10, se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos obtenidos en las estaciones de evaluación del Río Antajarane, para los periodos de lluvias y de estiaje.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Magdalena Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Nancy Arvarino Flores
BIÓLOGA
COP. 2531

Cuadro N°A-9
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Periodo de Lluvias – Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mg/L
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida animales	6.5-8.5/ 6.5-8.4	—	—	<2000/ <=5000	—	>=4/ >5	15 /<=15	40/40
ECA: Categoría 4	Rios Costa y Sierra	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
Micro cuenca del Río Antajarane									
E-42	21/04/2012	7.3	10	13.5	89.7	5	5.1	N.D.	N.D.
E-43	21/04/2012	5.6	10	5.0	135.2	<5	5.0	N.D.	N.D.
E-44	21/04/2012	3.3	10	17.5	805.0	<5	4.5	N.D.	N.D.
Micro cuenca del río Hualcane									
E-41	21/04/2012	3.2	10	29.5	812.0	<5	4.7	N.D.	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N°A-10
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal (L/s)	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mg O2/L
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida animales	—	6.5-8.5/ 6.5-8.4	—	—	<2000/ <=5000	—	>=4/ >5	15 /<=15	40/40
ECA: Categoría 4	Rios Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
Quebrada Hualcane										
E-40	7/1/2012	758	5.2	9	7.5	827	<5	5	2	<20
E-41	7/1/2012	2 358	3.1	9	5.5	716	<5	4	4	<20
Río Antajarane										
E-42	7/1/2012	252	6.5	8	4.5	216.2	<5	4.8	2	<20
E-43	7/1/2012	177	5	9	3	207.4	<5	4	4	<20
E-44	7/3/2012	1 830	3.2	7	12	828	<5	3.1	<1	<20
Manantial										
G-88	7/16/2012	0.3	7.7	6	0.3	55	<5	4.8	<1	<20

Fuente: Envirolab Perú

Las evaluaciones de los parámetros físicos a calidad se presentan a continuación:

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Arriaza Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34703

CONSORCIO V-5

Dña. Haydes Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CEP. 2531

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

pH:

La variación del pH a lo largo de la micro cuenca del río Antajarane, va desde valores de la neutralidad de 7.3 u.e en la estación E-42, naciente del río hasta un pH ácido de 3.3 u.e. en E-44 en la zona de entrega de las aguas al Embalse Pasto Grande en el periodo de lluvias, disminuyendo el pH en un 55% aproximadamente, tal como se muestra en el Gráfico N°A-11.

La ligera acidez ya presentada en la Estación E-43, se ve incrementada por las aguas del río Hualcane de pH ácido (E-41 de 3.2 u.e.) que descarga sus aguas al río Antajarane antes de su entrega al Embalse.

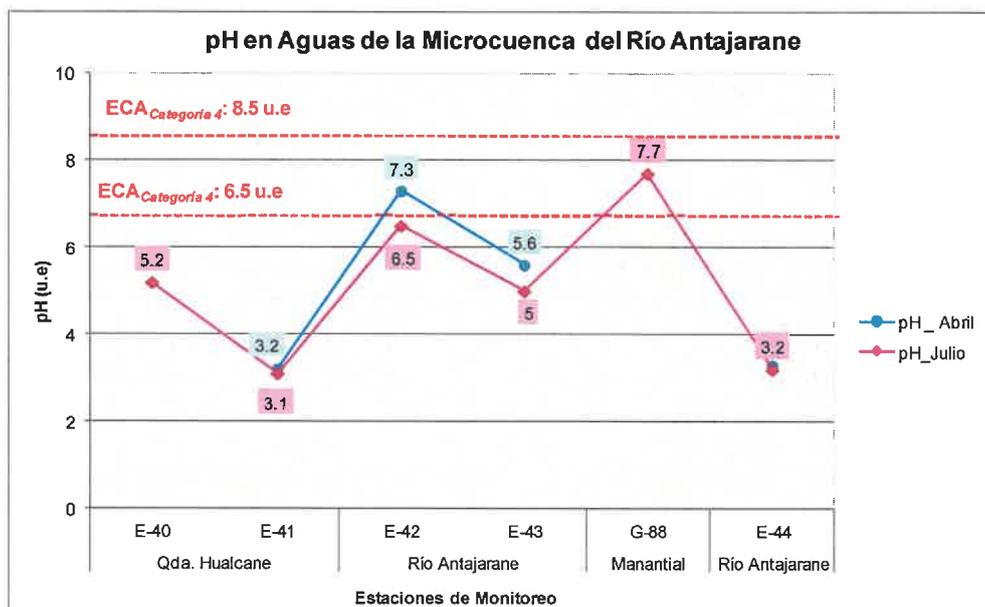
En el periodo de estiaje se presenta similar comportamiento, presentándose disminución del pH en la parte alta de la naciente del río Antajarane (E-42) siendo el valor de 6.5 u.e.. El pH de las aguas que son descargadas al embalse, son aguas ácidas con pH de 3.2 u.e. debido al aporte de aguas ácidas proveniente del río Hualcane.

La presencia del manantial G-88 (ojo de agua) que aporta al río Antajarane antes de su descarga al embalse, son aguas alcalinas con pH de 7.7 u.e., observándose que no tiene mayor repercusión en las aguas ácidas del río Antajarane, en razón del caudal aportante registrado de 0.3 l/s & 1830 l/s del río.

Las aguas del río Antajarane que ingresan al Embalse, no cumplen con los ECAs en las Categorías 3 y 4.

Por lo tanto, se puede indicar que los resultados de calidad en muestras puntuales para el periodo de avenida (Abril 2012), indican que los valores de pH en las aguas superficiales del río Antajarane, son relativamente mayores que lo reportados para el periodo de Estiaje (Julio 2012).

Gráfico N°A-11
pH en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane



CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martín Vargara Carbajal
INGENIERO QUÍMICO
CIP. 34783

CONSORCIO V-5
Ing. José Alvarado Flores
BIOLOGA
CIP. 2531

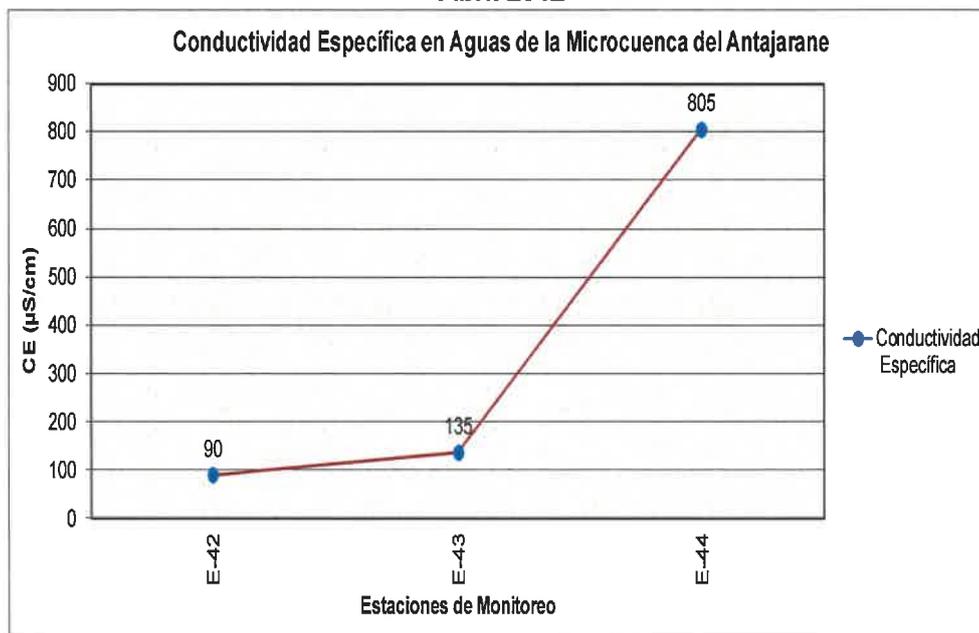
Conductividad Específica:

Tal como se observa en el Gráfico N° A-12 el valor de conductividad registrado en la parte alta de la micro cuenca del río de 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el estación E-42, indica que contiene baja concentración de sales disueltas, comparado con el valor de conductividad registrado en la parte baja en la descarga al embalse, de 805 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el estación E-44, que presenta conductividad elevada, indicando la presencia de sales disueltas en mayor concentración. Esta variación significativa de mayor a 8 veces más, se debería al aporte de las aguas de elevado contenido salino (sales disueltas totales) del río Hualcane que presenta 812 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas se encuentran por debajo de los valores establecidos en los ECAs, Categoría 3 y 4.

Similar comportamiento de la conductividad eléctrica se presenta en las aguas monitoreadas durante el periodo de estiaje, se registraron los mínimos valores en la parte alta de la Micro Cuenca (216 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la estación E-42 y 207 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la estación E-43); incrementándose a lo largo de su recorrido hasta concentraciones de 828 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la estación E-44. Este incremento se debe a que las aguas del curso principal reciben aportes en la parte media de la quebrada Hualcane cuyas concentraciones son de 827 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (estación E-40) y 716 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (estación E-41). Sin embargo también se observa que el aporte del manantial G-88 (55 $\mu\text{S}/\text{cm}$) no es significativo con respecto a los valores que registran en el curso del río principal.

Se observa que las aguas monitoreadas presentan mayor conductividad eléctrica en el periodo de estiaje con respecto al periodo de lluvias, por efecto de la ausencia de lluvias que produce el efecto de dilución de las sales disueltas que es determinante en la conductividad eléctrica.

Gráfico N°A-12
Conductividad Específica En Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Abril 2012



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

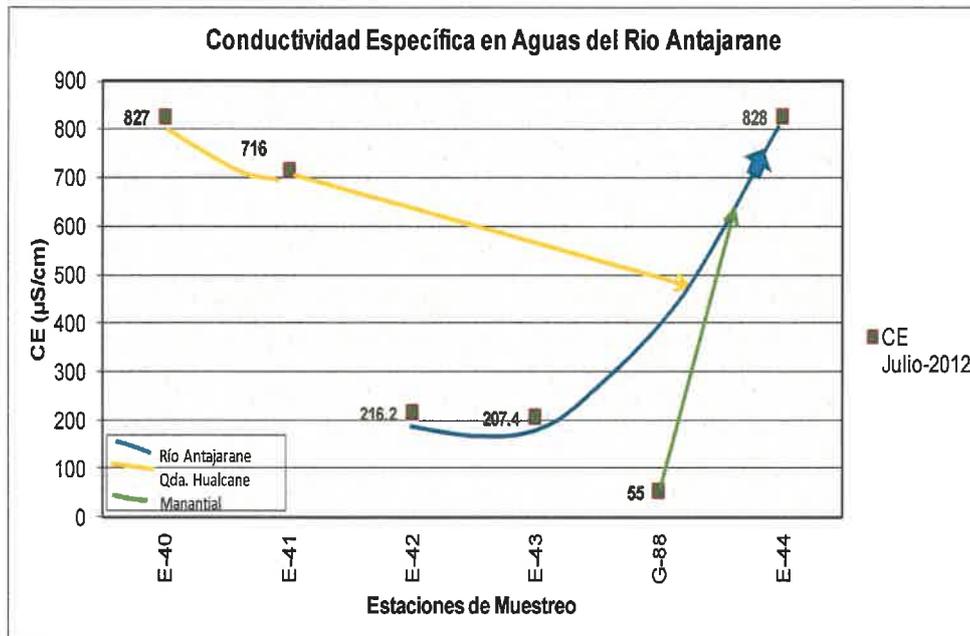
CONSORCIO V-5

Ing. Marina Argueta Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Yvonne Alvarado Flores
BIOLOGA
C.I.P. 2001

Gráfico N°A-13
Conductividad Específica en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Julio 2012



Temperatura, Turbidez, Color:

Según las características físicas y químicas básicas, se puede apreciar que las aguas del río Antajarane son ligeramente frías, claras de baja turbidez, transparentes no coloreadas.

Las aguas del río Hualcane, son aguas frías, ligeramente turbias expresadas por los resultados de la turbidez.

Oxígeno Disuelto:

La presencia de oxígeno en las aguas se encuentra en concentraciones menores a los valores establecidos en los ECA.

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Las aguas del río Antajarane, en el periodo de lluvias, no presentan demanda bioquímica de oxígeno, indicador de la ausencia de materia orgánica.

En el periodo de estiaje, las aguas del río Antajarane presenta ligera concentración de materia orgánica en razón a los bajos valores presentados de demanda bioquímica de oxígeno que se requiere para estabilizarla. Posterior a la afluencia de las aguas ácidas del río Hualcane, no se detecta presencia de materia orgánica.

Demanda Química de Oxígeno:

Los valores de la demanda química de oxígeno, no son detectables en los dos periodos evaluados.

SALES INORGÁNICAS:

En los Cuadros N°A-11 y A-12: Se presentan los resultados de la calidad física y química de las aguas de los ríos Antajarane y Hualcane, para los dos periodos estacionales de muestreo. Los resultados son comparados con los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 4:

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6630

CONSORCIO V-5

Ing. Marina Aravena Carbalal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Ilvydel Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP: 2031

Conservación del Medio Acuático (Ríos Costa y Sierra) y la categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales

Cuadro N°A-11
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane
Periodo de Lluvias – Abril 2012

Periodo De Avenida Estacion	Sólidos Totales Disueltos	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Cianuro Total mg/l	Cianuro Wad mg/l	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA: Categoría 3 Riego / Bebida	—	—	100-700	300/500	1/-	10 /50	1/2	0.05/0.05	—	—	—
ECA: Categoría 4	500	—	—	—	0.5	10	—	—	—	—	—
Río Hualcane											
E-41	648	81.3	0.90	287.8	N.D.	0.63	0.36	N.D.	—	—	60.2
Río Antajarane											
E-42	68	31.7	0.60	15.1	N.D.	0.23	0.07	N.D.	—	—	30.2
E-43	98	67.5	1.00	60.9	N.D.	0.23	0.17	N.D.	N.D.	N.D.	37.5
E-44	603	75.4	1.10	247.2	N.D.	0.61	0.33	N.D.	—	—	59.3

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N°A-12
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane Periodo de Estiaje – Julio 2012

ESTACION	Sólidos Totales Disueltos mg/L	Dureza Total mg/L	Cloruro mg/L	Sulfato mg/L	Fósforo Total mg/L	Nitrato mg/L	Fluoruro mg/L	Sulfuros mg/L	Cianuro mg/L	Cianuro Wad mg/L	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA: Categoría 3 Riego / Bebida	—	—	100-700	300/500	1/-	10 /50	1/2	0.05/0.05	—	—	—
ECA: Categoría 4 Rios Costa y Sierra	500	—	—	—	0.5	10	—	—	—	—	—
Río Hualcane											
E-40	680	87	<0.25	584.2	0.029	0.12	0.42	<0.002	N.R.	N.R.	77.1
E-41	537	83.9	0.8	458.8	0.067	<0.05	0.41	<0.002	N.R.	N.R.	72.7
Río Antajarane											
E-42	188	96	0.3	103.5	0.017	<0.05	0.23	<0.002	N.R.	N.R.	46.2
E-43	146	70	0.3	74.1	0.02	<0.05	0.2	<0.002	<0.004	<0.004	41.5
E44	592	32.7	1.5	279.6	<0.009	0.08	0.37	<0.002	N.R.	N.R.	65.1
G-88	30	10	1	3.25	0.03	0.26	0.05	<0.002	<0.004	<0.004	32.4

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Vargas Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 94709

CONSORCIO V-5

Ing. Mayra Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

37

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

Sólidos Disueltos Totales:

En los Cuadros N°A-11 y A-12 las concentraciones de los sólidos totales disueltos se encuentran en concentraciones menores al valor establecido para las Categorías 3 y 4 de los ECAs, a excepción de las muestras del aguas del río Hualcane y del río Antajarane después de la confluencia con las aguas del río Hualcane, indicando que este último aumenta las sales del río Antajarane.

Las aguas del río Hualcane, afluente del río Antajarane se caracterizan por ser aguas de contenido salino medio, por la concentración presentada de sales disueltas totales que exceden los lineamientos de los ECAs – Categoría 4

Dureza Total y Sulfatos:

Por el contenido de dureza total en base a las sales carbonatadas cálcicas y magnésicas en las muestras de aguas de los ríos Antajarane y Hualcane, así como del manantial G-88, se puede indicar son aguas blandas. El aporte del manantial G-88 antes de la descarga del río Antajarane al embalse, reduce notablemente su dureza.

El contenido de sulfato en las aguas del río Antajarane en el periodo de lluvias, se elevó aproximadamente en un 400% al final de su recorrido debido al aporte de las aguas del río Hualcane, de elevado contenido de sulfatos.

Se observa el incremento significativo de los sulfatos en el periodo de estiaje comparado con el periodo de lluvias; para el caso del río Hualcane en la E-41, los sulfatos se incrementan aproximadamente al doble de la concentración; y, para el río Antajarane aproximadamente a un 13% antes de su descarga.

El manantial G-88, presenta aguas de muy bajo contenido de sulfatos.

Cloruros, Fósforo, Nitratos, Fluoruros, Sulfuros y Cianuros:

Las aguas de los ríos Antajarane y Hualcane, presentan bajo contenido de cloruros, fósforo, nitratos y fluoruros, comparados con los valores establecidos en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Según los resultados de laboratorio, no existe presencia de sulfuros y cianuros, no es detectable en las mediciones efectuadas por el laboratorio.

Sílice:

La baja concentración de sílice disuelta en las aguas, es considerada como natural para aguas superficiales.

METALES Y NO METALES:

En los siguientes Cuadros N°A-13 y A-14, se presentan los resultados de las concentraciones de metales y no metales de las aguas del río Antajarane, el río Hualcane y el manantial Copapujo (G-88) y las evaluaciones correspondientes.

CONSORCIO V-5


Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5


Ing. Zaira Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 2533

CONSORCIO V-5


BIOLOGO
CIP. 2531

Cuadro NºA-13
Metales y No Metales en la Micro cuenca del Río Antajarane
Periodo de Lluvias – Abril 2012

ESTACION	Aluminio mg/L	Arsénico Total mg/L	Bario Total mg/L	Cadmio Total mg/L	Cromo Hexavalente mg/L	Cobre Total mg/L	Hierro Total mg/L	Magnesio Total mg/L	Manganeso Total mg/L	Níquel Total mg/L	Fósforo Total mg/L	Piomo Total mg/L	Zinc Total mg/L	Mercurio Total mg/L
ECA Categoría 3 (Riego/Bebida)	5/	0.05/	0.7/—	0.005/0.01	0.1/	0.2/	1/	150/	0.2/	0.2/	1/	0.05/0.05	2/24	0.001/0.001
	5	0.1	—	—	1	0.5	1	150	0.2	0.2	—	—	—	—
ECA: Categoría 4 (Rios Sierra)	—	0.05	0.7	0.004	0.05	0.02	—	—	—	0.025	0.5	0.001	0.03	0.0001
Río Hualcane														
E-41	28.76	N.D.	0.011	0.002	N.D.	0.143	12.42	4.551	0.374	0.064	0.03	N.D.	0.198	N.D.
Río Antajarane														
E-42	0.209	N.D.	0.013	N.D.	N.D.	N.D.	1.941	1.920	0.118	N.D.	0.10	N.D.	0.089	N.D.
E-43	0.622	N.D.	0.013	N.D.	N.D.	N.D.	0.688	3.603	0.171	N.D.	0.03	N.D.	0.066	N.D.
E-44	30.93	N.D.	0.010	0.002	N.D.	0.13	12.52	4.499	0.355	0.058	0.03	N.D.	0.226	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. María Mercedes Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

Cuadro N°A-14
Metales Totales en la Micro Cuenca del Río Antajarane
Período de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Aluminio mg/L	Arsénico mg/L	Bario Total mg/L	Cadmio mg/L	Cromo Hexavalente mg/L	Cobre mg/L	Hierro mg/L	Magnesio mg/L	Manganeso mg/L	Níquel mg/L	Fósforo mg/L	Plomo mg/L	Zinc mg/L	Mercurio mg/L
ECA Categoría 3 Riego / Bebida animales	5/ 5	0.05/ 0.1	0.7/-	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ -	0.05/0.05	2/24	0.0001/0.001
ECA: Categoría 4 Ríos Costa y Sierra	-	0.05	0.7	0.004	0.05	0.02	-	-	-	0.025	0.5	0.001	0.03	0.0001
Río Huacane														
E-40	60.84	N.D.	<0.002	0.007	<0.001	<0.005	0.311	30.99	6.134	0.561	0.128	<0.01	0.124	<0.0001
E-41	18.89	N.D.	<0.002	0.011	<0.001	<0.005	0.24	9.537	6.059	0.498	0.101	<0.01	0.123	<0.0001
Río Antajarane														
E-42	1.804	N.D.	<0.002	0.021	<0.001	<0.005	<0.002	0.587	5.432	0.389	0.009	0.04	0.047	<0.0001
E-43	0.269	N.D.	<0.002	0.015	<0.001	<0.005	<0.002	0.177	4.584	0.083	<0.001	<0.01	0.033	<0.0001
E-44	33.53	N.D.	<0.002	0.008	0.002	<0.005	0.162	9.168	4.764	0.378	0.071	0.02	0.215	<0.0001
Manantial Copapujo														
G-88	0.095	N.D.	<0.002	0.004	<0.001	<0.005	<0.002	0.061	0.945	0.002	<0.001	0.21	0.129	<0.0001

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Mercedes Carabajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 04703

CONSORCIO V-5

Ing. Iván Alvarado Flores
 BIÓLOGO
 CIP. 2531

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

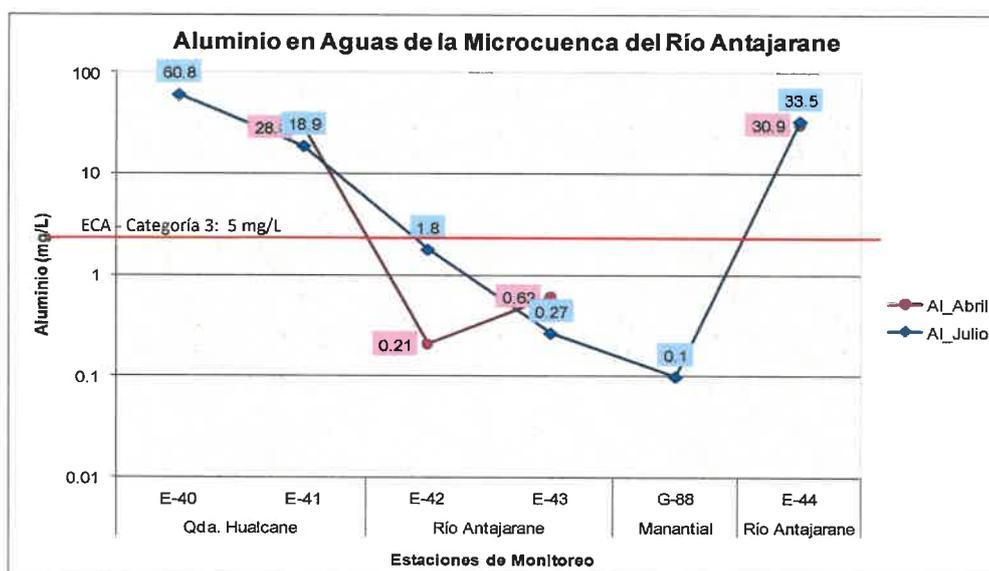
Aluminio:

Las concentraciones de aluminio a lo largo del río Antajarane indican que las mínimas concentraciones de aluminio se dieron en la parte alta de la micro cuenca, estación E-42 e ingresando con altas concentraciones al embalse Pasto Grande con 30.93 mg/L de aluminio en la estación E-44 para el periodo de lluvias. Este incremento significativo de 4872% del aluminio se debería a las altas concentraciones que aporta el río Hualcane en la E-41 de 28.76 mg/L en la quebrada Hualcane.

Para el periodo de estiaje las concentraciones reportadas de aluminio, mantienen similar comportamiento al periodo de lluvias. En la naciente del río Antajarane, las concentraciones son menores al valor establecido en el ECA categoría 3, sin embargo esta concentración se eleva significativamente al llegar a la descarga del embalse (E-44) con 33.53 mg/L, producto de la afluencia del río Hualcane.

Las aguas del manantial Copapujo (G-88) presentan trazas de aluminio, muy por debajo del valor establecido en el ECA, Categoría 3.

Gráfico N° A-14
Concentración de Aluminio en Aguas del Río Antajarane - 2012

**Arsénico:**

Según los resultados de laboratorio, no existen concentraciones de arsénico que superen el lineamiento establecido por los ECAs para Categorías 3 y 4, en el río Antajarane, Hualcane y en el manantial Copapujo. Los valores de arsénico se encuentran expresados como menores al límite de detección del método usado por el laboratorio.

Los valores comparados durante los periodos monitoreados, presentaron comportamientos similares, indicando en general que las aguas de la Micro Cuenca no existe presencia de arsénico que superen los ECAs.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

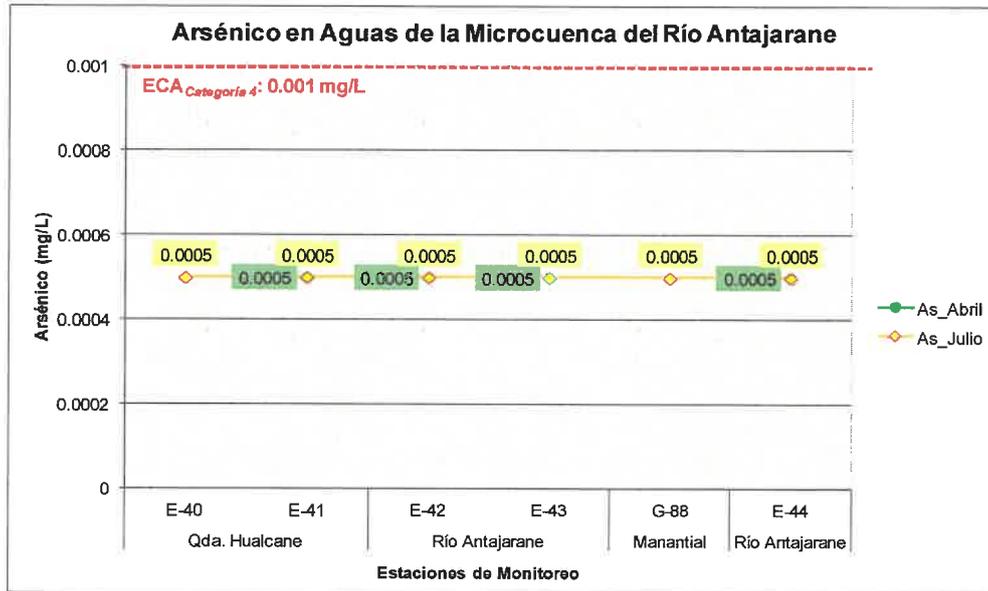
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Jorge Alvarado Flores
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 2331

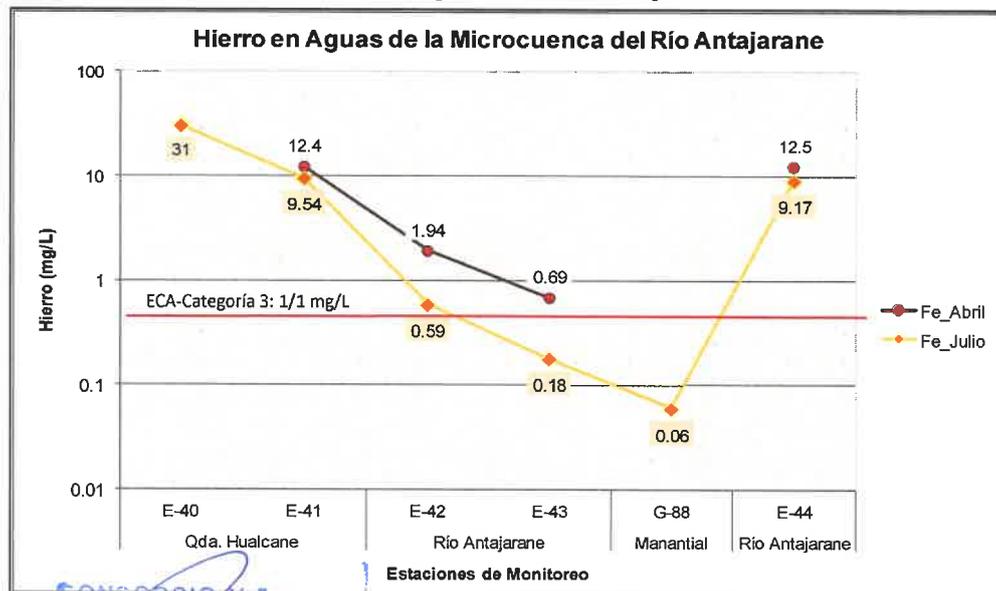
Gráfico N°A-15
Arsénico en Aguas del Río Antajarane y en Hualcane



Hierro:

Las concentraciones hierro en los ríos Antajarane y Hualcane, indican que las mínimas concentraciones de hierro se dan en la parte alta de la micro cuenca - Estación E-42 e ingresando con altas concentraciones al embalse Pasto Grande de 12.52 mg/L de hierro en la estación E-44. Este incremento significativo 1720% de hierro, se debería a las altas concentraciones que aporta el río Hualcane en la E-41 de 28.76 mg/L en el periodo de lluvias. En el periodo de estiaje no se observa concentraciones elevadas de hierro en el río Hualcane, no superando el valor establecido en los ECAs. En el río Antajarane no se detecta concentración presente en la naciente del río y en el tramo medio, sin embargo por la afluencia del río Hualcane, la concentración de hierro se evidencia con baja concentración cuando las aguas del río Antajarane son descargadas al embalse.

Gráfico N°A-16
Hierro en Aguas del Río Antajarane



CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Marina Valdivia Carbajal
INGENIERA CIVIL
C.I.P. 94703

CONSORCIO V-5
Ing. María Victoria Flores
INGENIERA CIVIL
C.I.P. 11991

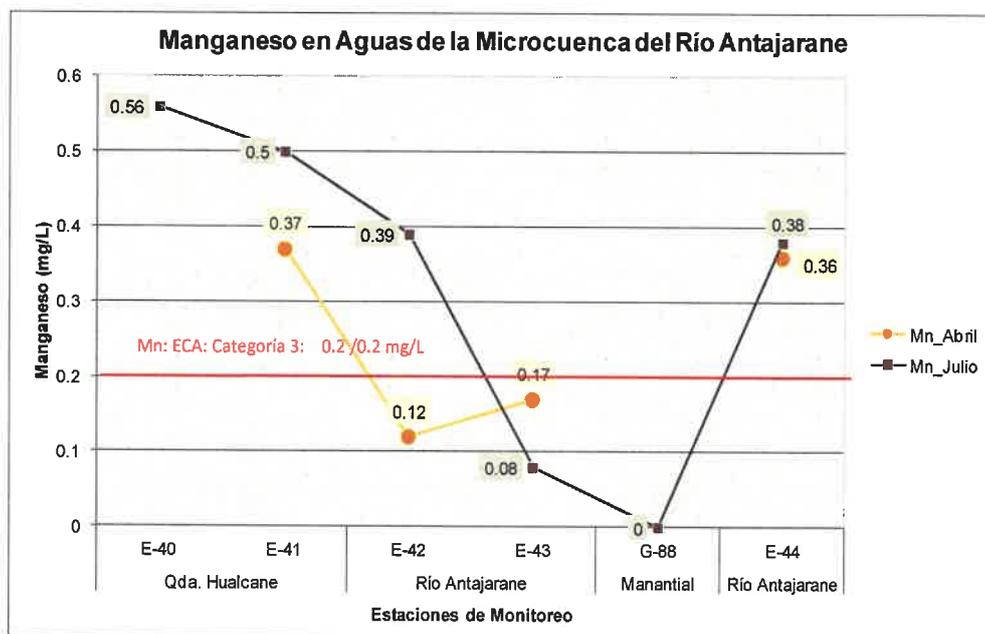
Manganeso:

En el periodo de lluvias, las concentraciones se incrementan a lo largo del recorrido del río. Se produce un mayor incremento del orden del 107% en el tramo previo a la descarga de las aguas al Embalse, debido a la descarga de las aguas del río Hualcane. Las concentraciones de manganeso en las aguas de los ríos Hualcane y Antajarane en su descarga al embalse, superan los valores de los ECAs Categoría 3. No existe valor de manganeso establecido en los ECAs para la Categoría 4.

En el periodo de estiaje, la concentración de manganeso en aguas del río Antajarane, se observa el incremento por las concentraciones elevadas que provienen del río Hualcane, que ingresa al curso principal del río con valores 0.498 mg/L de manganeso en la estación E-41. Asimismo, el ingreso de concentraciones de manganeso a las aguas del embalse Pasto Grande (estación E-44) es 0.378 mg/L.

El manantial Copapujo, estación G-88, presenta trazas de manganeso en sus aguas, lo que no representa aporte en las aguas que ingresan al embalse.

Gráfico N°A-17
Concentración de Manganeso en las aguas del Río Antajarane



Magnesio:

La variación de las concentraciones de magnesio a lo largo de la micro cuenca del Río Antajarane va incrementándose desde la parte alta hacia el ingreso al embalse, viéndose también influenciada por las concentraciones del río Hualcane. Las concentraciones presentadas se encuentran en rangos bajos para aguas superficiales, menores a 4.5 y 4.6 para los ríos Antajarane y Hualcane respectivamente, en el periodo de lluvias; y de 0.32 y 0.17 mg/L para aguas del río Antajarane y Hualcane respectivamente en el periodo de estiaje, no siendo perjudicial a los niveles presentados, indicándose que es un elemento natural de las aguas carbonatadas de cursos de aguas superficiales. En el manantial Copapujo (G-88) las aguas presentan muy bajo contenido, menor a 0.062 mg/L.

Por lo tanto, las concentraciones de magnesio en las aguas de los ríos Hualcane y Antajarane, no superan los valores de los ECAs Categoría 3 que es de 150 mg/L para ambos usos, riego y bebida de animales; además, de no existir valor de magnesio establecido en los ECAs para la Categoría 4.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. María Virginia Carbañal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34703

CONSORCIO V-5
43
Ing. José Antonio Flores
C.I.P. 2031

El aporte de bajas concentraciones de magnesio por la microcuenca del río Antajarane a las aguas del embalse, no representa nivel significativo, en los periodos evaluados.

Se muestra en el siguiente Gráfico, la variación de la concentración del magnesio a lo largo de su recorrido en las aguas del río Antajarane para los dos periodos lluvias y estiaje.

Gráfico N°A-18
Concentración de Magnesio en las aguas de la Micro cuenca del Río Antajarane
Abril 2012

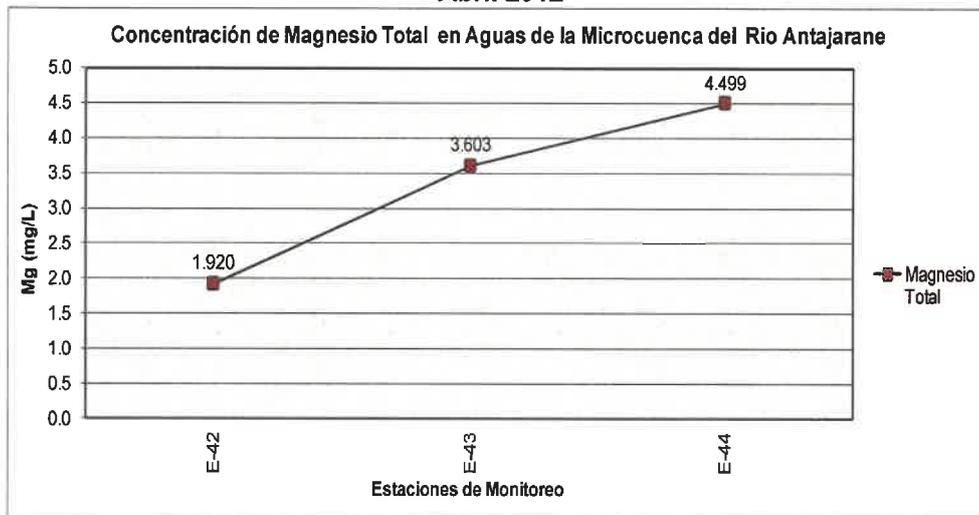
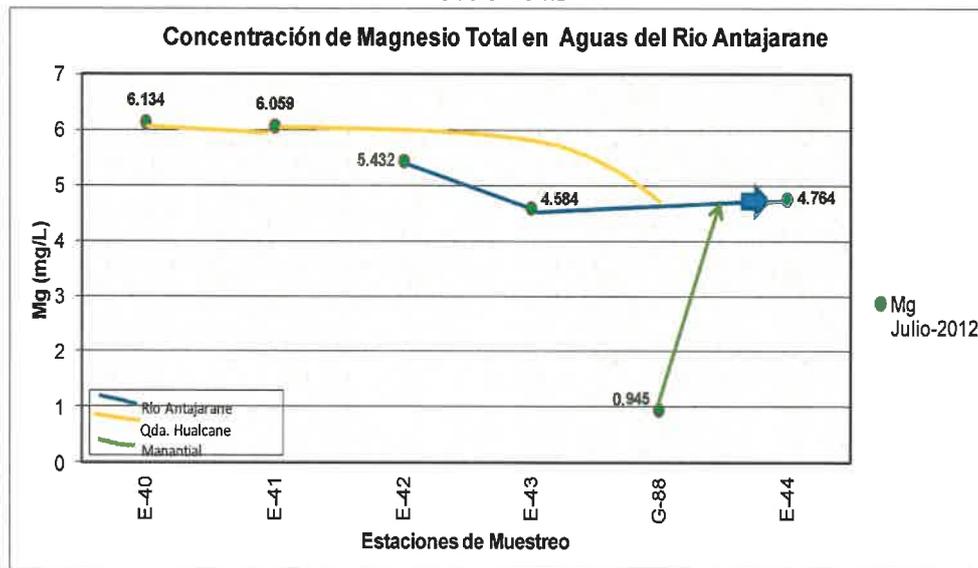


Gráfico N° A-19
Concentración de Magnesio en Aguas del Río Antajarane
Julio 2012



Cromo, Cobre:

En el Cuadro de Metales de la Micro Cuenca del río Antajarane; se presentan los parámetros principales en evaluación, así como los ECAs para aguas de Categoría 3 y 4, observándose que en los dos periodos estacionales, las concentraciones de metales de cromo y cobre en los ríos Hualcane y Antajarane, no superan los valores de los ECAs, para la mayoría de las muestras; las concentraciones se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis. Finalmente, las concentraciones no superan los lineamientos establecidos en los ECAs,

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

Ing. Martha Valdivia Carbajal
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 54783

Bla. Ivette Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Categoría 3 y 4. Las aguas de los ríos Antajarane y Hualcane, presentan concentraciones de cadmio que superan los valores establecidos en los ECAs para la Categoría 3, para uso en riego, en el periodo de estiaje.

Níquel:

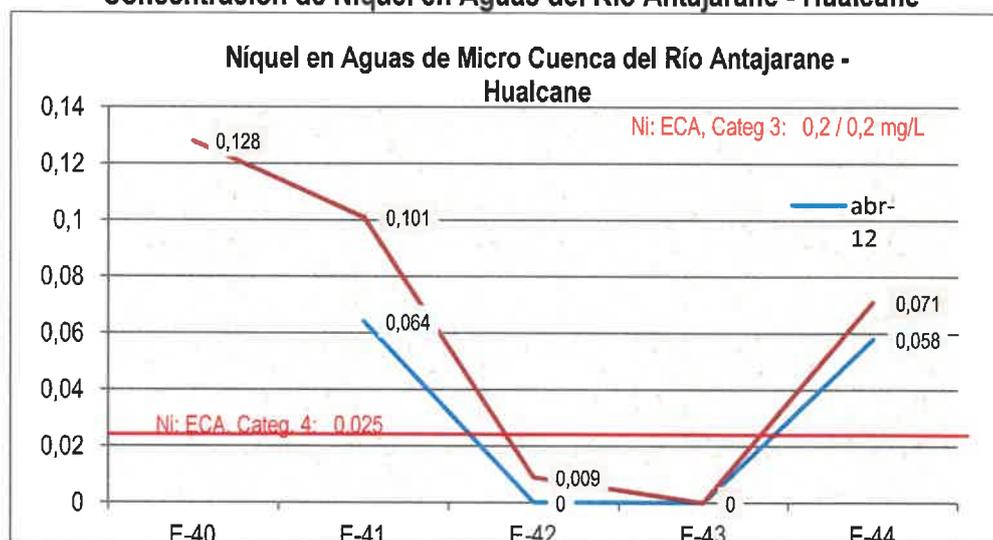
Las aguas del río Antajarane en el periodo de lluvias no presentan níquel en la naciente, sin embargo en la descarga presenta concentraciones que superan el lineamiento del ECAs para la Categoría 4 en un 48%, debido a la afluencia del río Hualcane que contiene níquel que supera ligeramente la Categoría 4. Ambos ríos no superan concentraciones de níquel de acuerdo a lo establecido en la Categoría 3.

Las aguas del río Hualcane en el periodo de estiaje, presentan concentraciones de níquel que superan a los lineamientos establecidos en las Categorías 3 y 4 de los ECAs a lo largo de su recorrido y en la descarga supera en un 94.5%.

Las aguas del río Antajarane durante su recorrido, en el periodo de estiaje, la concentración de níquel supera el lineamiento para la Categorías 4 y en el momento de la descarga al embalse, el níquel se incrementa en un 89% con respecto a la Categoría 3; y con respecto a la Categoría 4 que es más exigente el valor, existe un incremento de 1412%.

Los valores reportados en Julio 2012 comparados con los de la primera campaña (Abril 2012) son mayores, indicando mayor concentración a falta de la dilución que ocurre con las precipitaciones.

Gráfico N° A-20
Concentración de Níquel en Aguas del Río Antajarane - Hualcane



Cadmio:

En el periodo de lluvias, las aguas del río Hualcane y del Antajarane no contienen cadmio en concentraciones que los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4.

En el periodo de estiaje, las aguas del río Hualcane y del Antajarane, las concentraciones del cadmio supera ligeramente los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3, para el uso de riego y en la Categoría 4.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8930

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Alejandra Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 64763

CONSORCIO V-5
Bla. Inés de Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531 45

Plomo:

En el periodo de lluvias en el momento evaluado, las aguas del río Hualcane y del Antajarane no contienen plomo, no detectándose por los análisis de laboratorio, lo que significa que no superan los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4.

En el periodo de estiaje, las aguas del río Hualcane y del Antajarane, la concentración de plomo es menor al lineamiento de los ECAs en las Categoría 3 y es ligeramente mayor para la Categoría 4.

En el manantial Copapujo (G-88), el contenido de plomo es ligeramente mayor a los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4, indicando que el plomo está presente en las aguas subterráneas.

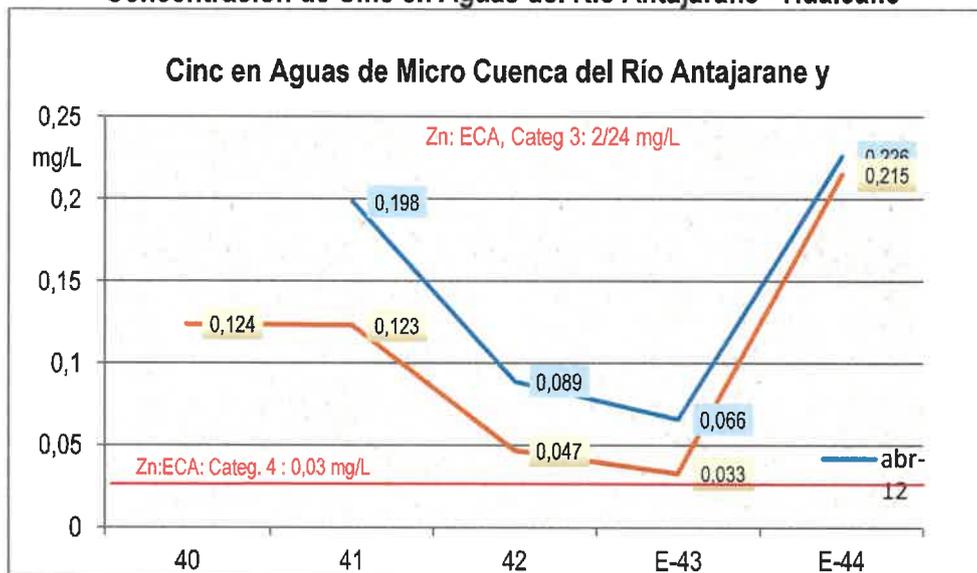
Cinc:

En el periodo de lluvias en el momento evaluado, las aguas del río Hualcane y del Antajarane presentan cinc en concentraciones que superan el lineamiento de los ECAs en la Categoría 4, en un 560% (Valor de referencia ECA: 0.03 mg/L). Sin embargo, la concentración no excede el lineamiento de la Categoría 3.

En el periodo de estiaje, las aguas del río Hualcane y del Antajarane, la concentración de cinc es menor al lineamiento de los ECAs en la Categoría 3 y es mayor para el valor de la Categoría 4 en un 653% (Valor de referencia ECA: 0.03 mg/L).

En el manantial Copapujo (G-88), el contenido de cinc es ligeramente mayor a los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4, indicando que el plomo está presente en las aguas subterráneas.

Gráfico N° A-21
Concentración de Cinc en Aguas del Río Antajarane - Hualcane

**Fósforo y Mercurio:**

En el periodo de lluvias y estiaje, las aguas del río Hualcane y del Antajarane no presentaron concentraciones detectables. No superan el lineamiento de los ECAs en las Categorías 3 y 4.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Mariana Carabajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34783

CONSORCIO V-5

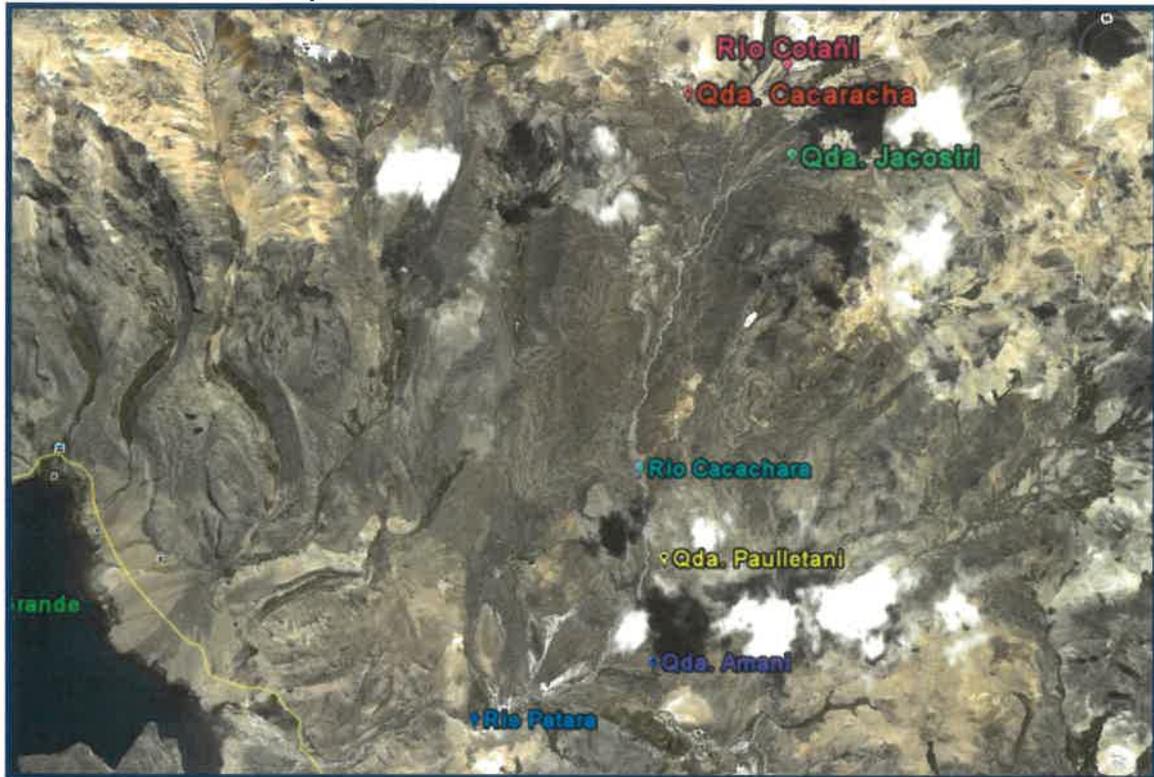
 Bta. Mayra Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CIP. 2531

5.3 MICRO CUENCA DEL RÍO PATARA

En la evaluación de las aguas de la micro cuenca del río Patara, para los dos periodos de monitoreo, en lluvias y en estiaje, se considera el análisis del río Cacachara afluente del río Patara, río principal de la microcuenca y de los afluentes menores del río Cacachara, siendo éstos, el río Cotañani, las escorrentías en las quebradas Jacosivi y Cacachara, Palleutani y Amani. Cabe indicar que durante el segundo monitoreo de periodo de estiaje (Julio-2012) se ha considerado el muestreo adicional de dos manantiales (estación E-85 y estación E-86) cuyas aguas fluyen al río Patara, afluente del embalse Pasto Grande

A continuación se presenta la vista satelital de los afluentes conforman la micro cuenca del río Patara.

**Figura A-3
Mapa Satelital de la Micro Cuenca del Río Patara**



En el siguiente Cuadro de, *Calidad Física y Química en Aguas de la Micro cuenca del Río Patara*; se muestran los resultados de calidad física realizado en el muestreo, en cada estación de monitoreo para los dos periodos estacionales.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Benigno Carvajal
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 34703

CONSORCIO V-5

 Bióloga Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CIP. 2531

Cuadro N°A-15
Calidad Física en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Periodo de Avenida – Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	6.5-8.5/ 6.5-8.4	----	----	<2000/ ≤5000	----	>4/ >5
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	6.5-8.5	----	----	----	----	≥5
Microcuenca del Río Patara							
Río Cotañani							
E-01	29/04/2012	5.3	7	18.5	347.0	<5	4.9
E-02	29/04/2012	4.6	6	2.0	227.8	<5	4.2
E-03	29/04/2012	4.8	8	44.5	173.4	<5	4.1
E-04	29/04/2012	4.3	11	0.9	366.0	<5	4.5
E-05	29/04/2012	3.0	13	0.3	367.0	<5	3.5
Río Acosiri							
E-06	29/04/2012	4.8	10	5.7	56.5	<5	3.8
E-07	29/04/2012	3.0	11	40.1	1018	<5	3.3
E-08	29/04/2012	3.5	11	53.0	532.0	<5	3.8
E-09	29/04/2012	3.0	15	185.0	1445	<5	3.4
E-10	29/04/2012	3.0	13	194.0	1435	<5	3.5
E-11	29/04/2012	3.3	13	100.0	811.0	<5	4.8
E-12	29/04/2012	3.1	11	105.0	1152	<5	5.7
Quebrada Cacachara							
E-13	28/04/2012	3.3	11	1.0	107.0	<5	3.9
E-14	28/04/2012	3.2	11	101.0	795.0	<5	4.1
E-15	28/04/2012	3.3	11	160.0	757.0	<5	4.1
E-16	29/04/2012	3.4	9	146.0	566.0	<5	5.4
Río Cacachara							
E-17	29/04/2012	3.1	9	112.0	1113	<5	4.9
E-18	30/04/2012	3.3	14	155.0	1048	<5	4.2
E-21	30/04/2012	3.4	13	150.0	762.0	<5	4.5
E-24	19/04/2012	3.6	10	51.5	468.8	<5	5.2
E-25	30/04/2012	3.4	13	145.0	669.0	<5	5.4
E-26	19/04/2012	3.7	10	37.0	392.0	<5	5.4
Quebrada Jacosive							
E-19	30/04/2012	5.2	11	3.2	87.8	<5	5.8
E-20	30/04/2012	4.5	12	4.0	82.1	<5	4.8
Quebrada Pallautane							
E-22	19/04/2012	4.7	12	3.1	106	<5	5.4
E-23	19/04/2012	3.8	11	52.5	482	<5	4.9
Quebrada Amani							
E-32	20/04/2012	7.9	9	3.1	35.0	15	5.7
E-33	20/04/2012	7.2	10	6.9	47.9	25	5.2
E-34	20/04/2012	7.7	10	2.7	36.0	5	5.1

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6539

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aracely Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Alvarado Flores
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 3031

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	6.5-8.5/ 6.5-8.4	----	----	<2000/ <=5000	----	>4/ >5
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	6.5-8.5	----	----	----	----	≥5
Río Patara							
E-27	19/04/2012	5.9	12	1.5	37.8	<5	4.9
E-28	19/04/2012	6.3	10	2.1	49.5	<5	5.8
E-29	19/04/2012	4.6	9	23.5	286.5	<5	5.7
E-30	19/04/2012	6.4	10	20.0	420	<5	5.7
E-31	19/04/2012	6.8	10	22.5	481.9	<5	5.8
E-36	17/04/2012	6.5	10	16.5	480	5	5.6

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N°A-16
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Periodo de Estiaje – Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal (L/s)	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	—	6.5-8.5/ 6.5-8.4	—	—	<2000/ <=5000	—	>4/ >5	<=15/15	40/40
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
Río Cotañani										
E-01	18/07/2012	3.6	6.8	1	6.7	561	<5	4.7	N.D.	28
E-02	18/07/2012	5.4	4.7	1	2.5	341	<5	4.4	N.D.	28
E-03	18/07/2012	13.6	5.8	3	7.0	176	<5	4.2	N.D.	28
E-04	18/07/2012	352	4.6	5	0.1	345	<5	4.7	N.D.	N.D.
E-05	17/07/2012	286	4.4	6	0.3	345.0	<5	4.8	N.D.	N.D.
Río Acosiri										
E-06	18/07/2012	46	4.7	4	3.8	108	<5	4.1	N.D.	20
E-07	18/07/2012	133	3.3	5	4.1	602	<5	3.5	N.D.	28
E-08	18/07/2012	321	3.5	7	4.3	444	<5	3.7	N.D.	24
E-09	18/07/2012	681	3.1	9	65.0	1263	<5	3.7	N.D.	N.D.
E-10	17/07/2012	968	3.1	7	29.0	1337	<5	3.7	4	N.D.
E-11	17/07/2012	1669	3.2	7	27.0	1156	<5	5.0	N.D.	N.D.
E-12	17/07/2012	2060	3.6	8	25.0	1140	<5	5.5	N.D.	N.D.
Quebrada Cacachara										
E-14	17/07/2012	691	4.0	2	13.0	655	<5	3.9	N.D.	N.D.
E-15	17/07/2012	194	4.0	1	80.0	611	<5	3.8	N.D.	N.D.
E-16	17/07/2012	245	3.4	5	90.0	563	<5	5.3	N.D.	N.D.
Río Cacachara										
E-17	17/07/2012	1627	3.2	8	62.0	695	<5	5.2	N.D.	N.D.

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

Ing. Mariana Valenzuela Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

Ing. Ricardo Alvarado Flores
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6531

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal (L/s)	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	—	6.5-8.5/ 6.5-8.4	—	—	<2000/ <=5000	—	>4/ >5	<=15/15	40/40
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
E-18	17/07/2012	2990	3.2	4	120.0	1013	<5	4.6	N.D.	N.D.
E-21	17/07/2012	5500	4.2	2	100.0	9.70	<5	4.8	N.D.	N.D.
E-24	02/07/2012	1305	3.6	3	5.4	847.0	<5	3.8	N.D.	N.D.
E-25	17/07/2012	4580	4.0	1	110.0	611	<5	3.8	N.D.	N.D.
E-26	02/07/2012	2726	3.7	9	34.5	827.0	<5	5.2	N.D.	N.D.
Quebrada Jacosive										
E-19	18/07/2012	240	4.6	8	0.3	112	<5	4.5	N.D.	N.D.
E-20	17/07/2012	737	6.7	2	150	107	<5	4.6	N.D.	N.D.
Quebrada Palleutane										
E-22	02/07/2012	185	5.5	4	3.8	146.5	<5	4.4	N.D.	N.D.
E-23	02/07/2012		5.9	5	0.7	75.8	<5	4.5	N.D.	N.D.
Río Patara										
E-28	02/07/2012	347	6.8	10	1.2	157.2	<5	5.6	N.D.	N.D.
E-29	02/07/2012	1023	4.7	8	8.6	658.0	<5	5.5	N.D.	N.D.
E-30	02/07/2012	1048	6.1	8	18.0	1592	<5	5.7	N.D.	N.D.
E-31	02/07/2012	1110	6.1	10	47.2	2060	<5	5.6	N.D.	N.D.
E-36	03/07/2012	1220	5.0	5	6.3	1162.0	<5	4.8	N.D.	24
G-85	03/07/2012	—	6.3	51	17	9 370	<5	2.4	7	56
G-86	03/07/2012	—	7.4	20	0.7	80.1	<5	5.7	<1	<20

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5


 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5


 Ing. María Angélica Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5


 Blg. Hydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CIP. 2531

Cuadro N°A-17
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Período de Avenida – Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales mg/l	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	N-Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Cianuro Total mg/l	Cianuro Wad mg/l	Silice mg/L (SiO ₂)
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida animales	—	—	100-700/—	300/500	1/—	10/50	1/2	0.05/0.05	—	—	—
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	—	—	—	0.5	10	—	—	—	—	—
Microcuenca del Río Patara												
Río Cotañani												
E-01	29/04/2012	231	134.9	0.70	181.9	0.045	N.D.	0.18	N.D.	—	—	35.9
E-02	29/04/2012	150	41.7	0.70	105.5	0.034	N.D.	0.17	N.D.	—	—	28.0
E-03	29/04/2012	113	39.7	0.60	72.0	0.092	N.D.	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	28.8
E-04	29/04/2012	243	104.8	0.60	169.3	N.D.	N.D.	0.18	N.D.	N.D.	N.D.	34.0
E-05	29/04/2012	261	115.1	0.70	178.5	0.218	N.D.	0.21	N.D.	N.D.	N.D.	34.5
Río Acosiri												
E-06	29/04/2012	37	15.9	0.60	17.7	0.065	0.05	0.08	N.D.	—	—	29.1
E-07	29/04/2012	718	83.3	1.0	450.3	0.037	0.13	0.24	N.D.	—	—	39.4
E-08	29/04/2012	375	43.6	0.90	208.2	0.157	0.18	0.19	N.D.	—	—	37.6
E-09	29/04/2012	1035	158.7	1.40	825.5	0.801	0.96	0.33	N.D.	N.D.	N.D.	1.6
E-10	29/04/2012	1021	121.0	1.90	868.4	0.830	0.77	0.34	N.D.	N.D.	N.D.	21.5
E-11	29/04/2012	572	111.1	1.10	318.9	0.636	0.56	0.28	N.D.	N.D.	N.D.	9.8
E-12	29/04/2012	827	138.9	1.20	621.0	0.303	0.81	0.32	N.D.	N.D.	N.D.	3.4
Quebrada Cachara												
E-13	28/04/2012	75	17.0	0.90	34.5	0.089	0.06	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	26.3
E-14	28/04/2012	559	67.0	1.60	230.1	0.084	0.29	0.23	N.D.	N.D.	N.D.	36.7
E-15	28/04/2012	538	86.0	1.80	226.6	0.218	0.26	0.23	N.D.	N.D.	N.D.	35.9

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Sánchez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. María Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Bjgo. Hayde Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales mg/l	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	N-Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Cianuro Total mg/l	Cianuro mg/l	Silice (SiO ₂) mg/L
E-16	29/04/2012	404	126.9	1.70	237.1	0.095	0.20	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	31.8
Río Cacachara												
E-17	29/04/2012	792	142.8	1.10	583.5	0.382	0.77	0.32	N.D.	N.D.	N.D.	37.9
E-18	30/04/2012	798	138.8	1.40	416.1	0.62	0.63	0.31	N.D.	N.D.	N.D.	7.7
E-21	30/04/2012	537	97.2	0.80	266.3	0.388	0.36	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	32.7
E-24	19/04/2012	351	73.0	0.80	208.2	N.D.	0.27	0.20	N.D.	---	---	37.2
E-25	30/04/2012	478	89.3	0.90	215.0	0.267	0.42	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	29.7
E-26	19/04/2012	290	66.1	2.30	182.7	N.D.	0.23	0.17	N.D.	---	---	34.8
Quebrada Jacosive												
E-19	30/04/2012	59	15.8	0.70	19.6	0.048	0.10	0.10	N.D.	---	---	26.3
E-20	30/04/2012	60	15.8	1.10	28.4	0.206	0.23	0.09	N.D.	---	---	22.5
Quebrada Palleutane												
E-22	19/04/2012	76	25.5	0.70	32.9	N.D.	0.19	0.07	N.D.	---	---	28.6
E-23	19/04/2012	395	73.1	1.00	177.6	N.D.	0.58	0.21	N.D.	---	---	36.2
Quebrada Amani												
E-32	20/04/2012	20	8.2	1.10	1.5	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	---	---	20.3
E-33	20/04/2012	29	12	1.60	1.5	N.D.	0.06	0.04	N.D.	---	---	24.8
E-34	20/04/2012	21	9.1	1.20	1.2	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	---	---	21.7
Río Patara												
E-27	19/04/2012	19	14.1	1.30	4.0	N.D.	0.30	0.03	N.D.	---	---	22.3
E-28	19/04/2012	31	10.7	3.30	2.5	N.D.	0.12	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	21.9
E-29	19/04/2012	198	47.2	9.20	93.9	N.D.	0.15	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	30.2
E-30	19/04/2012	335	49.1	55.40	78.9	N.D.	0.22	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	31.1
E-31	19/04/2012	380	58.2	96.10	50.2	N.D.	0.17	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	27.8
E-36	17/04/2012	354	47.6	70.50	67.4	N.D.	0.41	0.11	N.D.	N.D.	N.D.	26.2

Fuente: Envirolab Peru

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Sánchez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Alejandra Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

Cuadro N°A-18
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales mg/l	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	N-Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Cianuro Total mg/l	Cianuro mg/l	Silice (SiO ₂) mg/l
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebida animales	---	---	100-700/---	300/ 500	1/-	10/50	1/2	0,05/0,05	---	---	---
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	---	---	---	0,5	10	---	---	---	---	---
Río Cotañani												
E-01	18/07/2012	398	259	0,30	211,1	0,045	0,14	0,24	N.D.	---	---	41,7
E-02	18/07/2012	277	64	0,30	118,9	N.D.	N.D.	0,25	N.D.	---	---	47,7
E-03	18/07/2012	158	51	0,30	58,2	N.D.	N.D.	0,16	N.D.	N.D.	N.D.	48,4
E-04	18/07/2012	275	105	N.D.	124,1	N.D.	N.D.	0,23	N.D.	N.D.	N.D.	48,4
E-05	17/07/2012	245	116,7	N.D.	121,6	N.D.	0,13	0,26	N.D.	N.D.	N.D.	43,4
Quebrada Acosiri												
E-06	18/07/2012	76	14	N.D.	32,1	N.D.	N.D.	0,09	N.D.	---	---	43,8
E-07	18/07/2012	492	52	0,40	180,9	N.D.	0,15	0,25	N.D.	---	---	44,7
E-08	18/07/2012	373	40	0,50	150,5	N.D.	0,22	0,21	N.D.	---	---	49,4
E-09	18/07/2012	1211	161	2,0	642,8	0,76	1,32	0,12	N.D.	N.D.	N.D.	62,5
E-10	17/07/2012	1021	178,0	2,60	606,2	0,682	12,43	0,32	N.D.	N.D.	N.D.	33,1
E-11	17/07/2012	792	164,0	0,80	464,4	0,312	0,60	0,35	N.D.	N.D.	N.D.	53,8
E-12	17/07/2012	884	162,0	1,10	570,7	0,44	0,53	0,37	N.D.	N.D.	N.D.	53,9
Quebrada Cacachara												
E-14	17/07/2012	637	59,8	2,30	216,0	0,100	0,36	0,30	N.D.	N.D.	N.D.	49,6
E-15	17/07/2012	540	85,6	1,70	186,2	0,177	0,33	0,29	N.D.	N.D.	N.D.	42,2
E-16	17/07/2012	412	106,3	1,20	177,6	0,060	0,26	0,29	N.D.	N.D.	N.D.	39,8

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6930

CONSORCIO V-6
 Ing. Martha Angurel Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 Bda. Haydee Alvarado Flores
 BIOLOGA
 CBP. 2531

Tomo2: Caracterización De Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande

Río Cacachara													
E-17	17/07/2012	956	152.5	1.60	450.1	0.357	0.50	0.34	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	55.4
E-18	17/07/2012	948	144.0	2.10	452.9	0.421	0.40	0.30	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	54.2
E-21	17/07/2012	810	133.2	1.30	413.8	0.541	0.41	0.32	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	53.8
E-24	02/07/2012	617	155.2	1.30	368.1	N.D.	0.05	0.32	—	—	—	—	52.2
E-25	17/07/2012	863	160.0	1.60	453.5	0.474	0.43	0.32	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	55.7
E-26	02/07/2012	620	126.2	7	301.9	0.01	0.56	0.28	—	—	—	—	48.9
Quebrada Jacosive													
E-19	18/07/2012	44	14	0.30	27.2	N.D.	0.12	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	36.4
E-20	17/07/2012	90	10.9	1	34.4	N.D.	0.08	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	32.5
Quebrada Palleutane													
E-22	02/07/2012	110	35.3	0.80	55.9	N.D.	N.D.	0.17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	36.1
E-23	02/07/2012	54	22.7	1.50	16.7	N.D.	N.D.	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	19.3
Río Patara													
E-28	02/07/2012	112	20.2	25.60	5.1	N.D.	0.09	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	27.7
E-29	02/07/2012	412	89	36.90	207.8	0.01	0.19	0.23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	39.3
E-30	02/07/2012	1040	124.2	358.5	215.5	N.D.	0.09	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	48.8
E-31	02/07/2012	1620	120.9	508.9	138.3	N.D.	0.12	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	59.3
E-36	03/07/2012	860	116.9	201.3	244.7	0.045	0.58	0.27	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	50.9
G-85	03/07/2012	36.4	327.6	2910.3	—	3.988	0.34	0.16	<0.002	<0.004	<0.004	<0.004	7 114
G-86	03/07/2012	5.1	6.1	3.2	—	0.364	0.52	0.13	<0.002	<0.004	<0.004	<0.004	59

Fuente: Envirolab Perú

NOTA: No se toma muestras en las Estaciones E-32, E-33, E-34 y E-35, por impedimento de la población de la Comunidad.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Hugo Suárez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Leigüen Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P.: 34763

CONSORCIO V-5
 Bleg. Haydeé Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P.: 2531

Cuadro N°A-19
Metales y No Metales Totales en las Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Periodo de Lluvias – Abril 2012

ESTACION	Aluminio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Cadmio mg/l	Cromo Hexivalente mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Niquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l
ECA Categoría 3 Riego/Bebida	5/5	0.05/ 0.1	0.7/-	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ -	0.05/0.05	2/24
ECA: Categoría 4		0.05	0.7	0.004	0.05	0.02				0.025	0.5	0.001	0.03
Microcuenca del Río Patara													
Río Cotañani													
E-01	0.748	N.D.	0.021	N.D.	N.D.	N.D.	1.785	10.79	0.781	0.008	0.05	N.D.	0.068
E-02	5.398	N.D.	0.018	N.D.	N.D.	N.D.	0.259	3.38	0.437	0.018	N.D.	N.D.	0.040
E-03	4.013	N.D.	0.017	N.D.	N.D.	N.D.	4.197	3.23	0.387	0.012	0.07	N.D.	0.068
E-04	5.368	N.D.	0.030	N.D.	N.D.	N.D.	0.388	9.60	1.324	0.012	N.D.	N.D.	0.150
E-05	5.807	N.D.	0.040	N.D.	N.D.	N.D.	0.229	12.16	1.608	0.012	N.D.	N.D.	0.166
Quebrada Acosiri													
E-06	0.243	N.D.	0.016	N.D.	N.D.	N.D.	1.121	0.89	0.070	N.D.	0.04	N.D.	0.092
E-07	49.17	N.D.	0.017	N.D.	N.D.	0.049	18.44	8.63	0.613	0.115	0.02	N.D.	0.269
E-08	10.150	N.D.	0.016	N.D.	N.D.	0.012	5.095	3.26	0.241	0.028	0.03	N.D.	0.139
E-09	74.43	0.035	0.026	0.097	N.D.	0.823	44.54	21.46	4.656	0.144	0.57	N.D.	1.321
E-10	74.28	0.031	0.028	0.095	N.D.	0.811	43.26	21.03	4.641	0.143	0.52	N.D.	1.277
E-11	28.03	0.008	0.032	0.030	N.D.	0.249	8.96	13.70	2.445	0.051	0.15	N.D.	0.452
E-12	52.17	0.022	0.028	0.066	N.D.	0.564	24.24	18.18	3.759	0.103	0.31	N.D.	0.895
Quebrada Cacachara													
E-13	1.576	N.D.	0.027	N.D.	N.D.	0.014	0.162	0.671	0.673	0.003	N.D.	N.D.	0.447

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor D. Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 6930

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Urquiza Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP: 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Hilda Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP: 2531

00
 1991
 0660

Tomó 2: Caracterización De Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande

ESTACION	Aluminio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Cadmio mg/l	Cromo Hexavalente mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Níquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l
ECA Categoría 3 Riego/Bebida	5/5	0.05/ 0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/0.05	2/24
ECA: Categoría 4		0.05	0.7	0.004	0.05	0.02				0.025	0.5	0.001	0.03
E-14	9.114	0.329	0.019	0.025	N.D.	0.073	35.250	3.792	5.805	0.029	0.075	N.D.	4.306
E-15	8.575	0.226	0.023	0.027	N.D.	0.076	29.680	4.636	5.564	0.029	0.062	N.D.	5.225
E-16	4.371	0.069	0.040	0.022	N.D.	0.084	10.990	5.25	4.545	0.029	0.04	N.D.	4.285
Río Cacachara													
E-17	49.62	0.025	0.029	0.064	N.D.	0.552	22.96	17.46	3.900	0.099	0.29	N.D.	1.166
E-18	41.34	0.040	0.033	0.056	N.D.	0.445	28.11	15.47	3.775	0.085	0.35	N.D.	1.589
E-21	26.43	0.033	0.034	0.035	N.D.	0.267	17.67	9.973	2.364	0.053	0.24	N.D.	1.037
E-24	13.02	0.017	0.025	0.022	N.D.	0.181	7.717	6.469	1.628	0.039	0.13	N.D.	0.788
E-25	21.99	0.021	0.032	0.032	N.D.	0.252	13.79	9.408	2.192	0.049	0.17	N.D.	1.006
E-26	10.27	0.017	0.026	0.017	N.D.	0.139	5.595	5.421	1.284	0.032	0.10	N.D.	0.656
Quebrada Jacovise													
E-19	1.126	N.D.	0.030	N.D.	N.D.	N.D.	0.22	1.049	0.051	N.D.	N.D.	N.D.	0.151
E-20	0.781	N.D.	0.027	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	1.450	0.058	N.D.	N.D.	N.D.	0.227
Quebrada Palleutane													
E-22	2.164	N.D.	0.026	N.D.	N.D.	N.D.	0.420	1.209	0.138	N.D.	0.01	N.D.	0.193
E-23	13.31	0.019	0.025	0.023	N.D.	0.185	7.911	6.575	1.661	0.041	0.13	N.D.	0.861
Quebrada Amani													
E-32	0.076	N.D.	0.010	N.D.	N.D.	N.D.	0.364	1.308	0.018	N.D.	0.01	N.D.	0.366
E-33	0.155	N.D.	0.014	N.D.	N.D.	N.D.	0.617	2.540	0.032	N.D.	0.03	N.D.	0.082
E-34	0.086	N.D.	0.011	N.D.	N.D.	N.D.	0.409	0.717	0.021	N.D.	0.02	N.D.	0.025

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor H. Naranjo
INGENIERO CIVIL
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Ing. Mariana Argüen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Ing. Hayde Alvarino Flores
BIOLOGA
CIP. 2531

Tomoz: Caracterización De Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande

ESTACION	Aluminio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Cadmio mg/l	Cromo Hexavalente mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Níquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l
ECA Categoría 3 Riego/Bebida	5/5	0.05/ 0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/0.05	2/24
ECA: Categoría 4		0.05	0.7	0.004	0.05	0.02				0.025	0.5	0.001	0.03
Río Patara													
E-27	0.135	N.D.	0.012	N.D.	N.D.	N.D.	0.470	0.705	0.023	N.D.	0.03	N.D.	0.093
E-28	0.079	N.D.	0.012	N.D.	N.D.	N.D.	0.397	0.711	0.018	N.D.	0.02	N.D.	0.046
E-29	5.975	0.020	0.022	0.010	N.D.	0.080	3.172	0.560	0.752	0.018	0.06	N.D.	0.751
E-30	5.943	0.137	0.026	0.010	N.D.	0.080	3.274	3.796	0.825	0.018	0.06	N.D.	0.427
E-31	3.066	0.291	0.031	0.005	N.D.	0.043	1.951	3.094	0.451	0.010	0.05	N.D.	0.230
E-36	4.259	0.178	0.028	0.008	N.D.	0.060	2.431	3.346	0.678	0.014	0.05	N.D.	0.311

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Mayra Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Cuadro N° A-20
Metales y No Metales Totales en las Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara
Periodo de Estiaje - Julio 2012

ESTACION	Aluminio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Cadmio mg/l	Cromo Hexavalente mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Níquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l
ECA Categoría 3 Riego/Bebida	5/5	0.05/ 0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/0.05	2/24
ECA: Categoría 4	—	0.05	0.7	0.004	0.05	0.02	—	—	—	0.025	0.5	0.001	0.03
Río Cotañani													
E-01	1.075	N.D.	0.033	N.D.	N.D.	N.D.	2.325	18.82	1.044	0.015	0.08	N.D.	0.038
E-02	11.60	N.D.	0.034	N.D.	N.D.	0.004	0.403	4.82	0.799	0.037	0.02	N.D.	0.078
E-03	2.184	N.D.	0.029	N.D.	N.D.	N.D.	3.425	3.85	0.690	0.009	N.D.	N.D.	0.030
E-04	4.226	N.D.	0.046	N.D.	N.D.	N.D.	0.177	8.51	1.212	0.007	N.D.	N.D.	0.045
E-05	4.50	N.D.	0.039	N.D.	N.D.	N.D.	0.21	9.334	1.309	0.007	N.D.	N.D.	0.047
Quebrada Acosiri													
E-06	1.312	N.D.	0.024	N.D.	N.D.	0.002	0.970	1.122	0.078	N.D.	0.01	N.D.	0.041
E-07	24.94	N.D.	0.014	N.D.	N.D.	0.008	4.136	6.071	0.476	0.056	0.01	N.D.	0.208
E-08	13.74	N.D.	0.017	N.D.	N.D.	0.004	3.715	4.369	0.365	0.030	0.01	N.D.	0.175
E-09	62.57	0.043	0.018	0.204	N.D.	0.816	43.53	20.86	5.082	0.198	0.94	0.025	1.824
E-10	96.21	0.022	0.013	0.165	N.D.	0.907	42.66	25.62	5.430	0.165	0.51	0.024	1.447
E-11	53.46	0.020	0.021	0.130	N.D.	0.700	28.68	22.340	4.437	0.131	0.41	N.D.	1.185
E-12	55.33	0.016	0.024	0.135	N.D.	0.715	30.76	22.470	4.518	0.133	0.42	N.D.	1.199
Quebrada Cacachara													
E-14	10.43	0.226	0.018	0.022	N.D.	0.053	40.53	3.688	6.471	0.030	0.05	0.050	3.948
E-15	9.56	0.277	0.035	0.021	N.D.	0.052	32.92	4.309	5.585	0.027	0.10	0.073	4.025
E-16	7.80	0.80	0.040	0.020	N.D.	0.076	11.890	4.904	4.695	0.030	0.08	0.064	4.219

CONSORCIO V-5
 Ing Víctor Díaz Núñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing Marlene Nuñez Carbaljal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
 Ing. Haydee Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

ESTACION	Aluminio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Cadmio mg/l	Cromo Hexavalente mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Manganeso mg/l	Níquel mg/l	Fósforo mg/l	Plomo mg/l	Zinc mg/l
ECA Categoría 3 Riego/Bebida	5/5	0.05/0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/1	0.2/0.5	1/1	150/150	0.2/0.2	0.2/0.2	1/—	0.05/0.05	2/24
ECA: Categoría 4	—	0.05	0.7	0.004	0.05	0.02	—	—	—	0.025	0.5	0.001	0.03
Río Cacachara													
E-17	49.94	0.026	0.027	0.118	N.D.	0.625	28.23	19.760	4.540	0.119	0.38	0.030	1.576
E-18	49.46	0.043	0.054	0.111	N.D.	0.616	31.26	18.730	4.444	0.113	0.58	0.046	1.752
E-21	44.87	0.031	0.035	0.100	N.D.	0.609	23.12	17.420	4.335	0.104	0.39	0.032	1.586
E-24	39.800	N.D.	0.019	0.082	N.D.	0.470	7.154	13.850	3.850	0.094	N.D.	N.D.	2.126
E-25	47.41	0.049	0.053	0.100	N.D.	0.556	22.87	19.870	4.481	0.105	0.57	0.050	1.606
E-26	31.455	N.D.	0.024	0.065	N.D.	0.373	6.284	12.160	3.094	0.074	N.D.	0.038	1.601
Quebrada Jacosive													
E-19	1.768	N.D.	0.044	N.D.	N.D.	0.003	0.263	0.87	0.110	0.003	N.D.	N.D.	0.062
E-20	1.10	N.D.	0.038	N.D.	N.D.	N.D.	0.39	1.340	0.094	0.003	0.03	N.D.	0.050
Quebrada Paulitane													
E-22	2.308	N.D.	0.024	N.D.	N.D.	N.D.	0.310	2.275	0.372	0.011	N.D.	N.D.	0.390
E-23	0.070	N.D.	0.025	N.D.	N.D.	N.D.	0.061	1.596	0.018	N.D.	N.D.	N.D.	0.203
Río Patara													
E-28	0.059	0.034	0.019	N.D.	N.D.	N.D.	0.196	1.337	0.018	N.D.	0.04	N.D.	0.137
E-29	23.400	N.D.	0.032	0.056	N.D.	0.291	3.119	11.560	2.531	0.062	N.D.	N.D.	1.355
E-30	18.610	0.640	0.053	0.041	N.D.	0.204	1.965	10.870	1.999	0.048	N.D.	N.D.	1.217
E-31	11.900	1.026	0.084	0.024	N.D.	0.127	2.063	8.220	1.415	0.028	0.06	N.D.	0.763
E-36	20.74	0.174	0.054	0.052	N.D.	0.270	1.708	12.31	2.540	0.062	N.D.	0.016	1.347
G-85	—	—	—	—	<0.005	—	—	—	—	—	—	—	—
G-86	—	—	—	—	<0.005	—	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Viquez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
 Blga. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

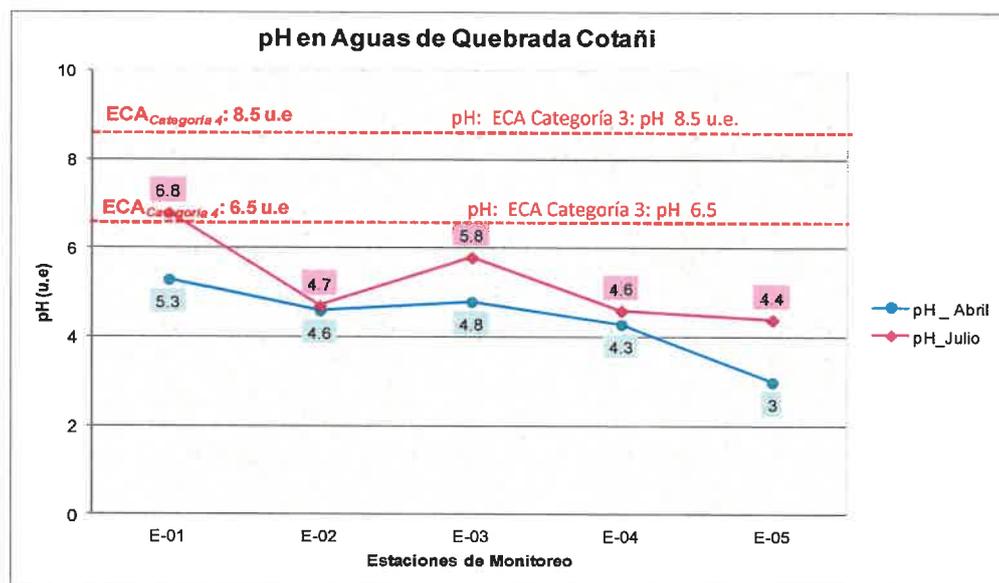
❖ **Río Cotañani:****pH:**

El río **Cotañani** es formado por los bofedales E-01 y E-02, son aguas ácidas con pH entre 5.3 y 4.6 u.e. respectivamente, observándose que disminuye aún más, en una proporción del 34.7% luego de pasar por zonas de labores mineras, llegando a valores muy ácidos de pH 3.0 u.e., cuando van a ser descargadas al río Cacachara afluente del río Patara.

Para el periodo de estiaje, el río Cotañani, los bofedales ubicados en las estaciones E-01 y E-02 que presentan aguas con pH de 6.8 u.e. y 4.7 u.e respectivamente, al pasar por zonas de labores mineras, llegan a un valor de pH de 4.4 u.e., para luego ser descargadas al río Acosiri, afluente del río Cacachara y éste del río Patara. Se observa que el manantial E-01 presenta valor de pH ligeramente menos ácido que en el periodo de lluvias

Las aguas superficiales de **Quebrada Cotañani** (afluente del río Cacachara), registran sus mínimos valores en periodo de lluvias; lo que indicaría que en la parte alta de la microcuenca existen igual comportamiento que las aguas del río Acosiri, se estaría produciendo la lixiviación de rocas mineralizadas.

Gráfico N°A-22
pH en aguas del río Cotañani

**Conductividad Especifica:**

Las aguas del río **Cotañani** (E-01 a E-05) presentan un contenido moderado de sales disueltas correlacionada con la conductividad entre los valores de 173 a 370 uSm/cm, no siendo normal para aguas de deshielos que presentan valores menores a 50 uSm/cm, lo que significa la presencia de aportes de aguas con salinidad moderada.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-6

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bлга. Hilda Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Sólidos Totales Disueltos:

En el río **Cotañani**, la concentración de los sólidos disueltos totales presente en las aguas, durante su recorrido desde la naciente (E-01) hasta antes de su confluencia con el río Acosiri (E-05), se encuentra en rango moderado, significando que son aguas con bajas concentraciones de sales disueltas. Las concentraciones son menores al lineamiento de los ECAs para la Categoría 4 de 500 mg/L. No existe valor fijado para la Categoría 3.

Dureza Total:

En el río **Cotañani**, la dureza en el periodo de lluvias se encuentra en concentraciones bajas, considerando las aguas del manantial E-01, como aguas ligeramente duras; para las aguas en las estaciones E-02 y E-03 como aguas blandas. Las aguas en las estaciones E-04 y E-05, se consideran aguas ligeramente duras por el valor que superan las 100 mg/L para tipos de aguas blandas.

En el periodo de estiaje se observa el cambio de la calidad de dureza en las aguas, existe un ligero incremento en la concentración de la dureza. En el manantial E-01, como aguas duras; para las aguas en las estaciones E-02 y E-03 como aguas moderadamente blandas. Las aguas en las estaciones E-04 y E-05, se consideran aguas ligeramente duras por el valor que superan las 100 mg/L para tipos de aguas blandas.

Cloruros:

En el río **Cotañani**, las aguas en el periodo de avenidas y de estiaje presentan cloruros a nivel de trazas, que varían entre 0.60 mg/L a 0.7 mg/L y en el periodo de estiaje varía desde ausencia hasta 0.30 mg/L. No se evidencia concentraciones mayores al límite establecido en los ECA.

Sulfatos:

En el río **Cotañani**, en el periodo de lluvias y de estiaje, las aguas presentan concentraciones de sulfatos menores al lineamiento del ECAs, en todas las estaciones de control. Las concentraciones de sulfatos en las estaciones de la naciente, bofedales 1 y 2. Para el bofedal 1, varía entre 181.9 y 211.1 mg/L en lluvias y estiaje respectivamente; y para el bofedal 2, de 105.5mg/L y 118.9 mg/L en lluvias y en estiaje respectivamente.

Similar comportamiento se produce en las concentraciones de sulfatos, el contenido disminuye antes de las labores mineras de la Minera Aruntani - Unidad Santa Rosa en E-03, para luego incrementarse a más del doble después de la minera.

Fósforo Total:

En el río **Cotañani**, las aguas el fósforo se encuentra en muy bajas concentraciones para todas las estaciones del río Cotañani en los dos periodos estacionales; varía desde ausencia hasta 0.092 mg/L. No supera el valor del ECA.

Nitratos:

En el río **Cotañani**, las aguas no presentan contenido de nitratos, indicador de la ausencia de materia orgánica en el periodo de lluvia. En el periodo de estiaje, se aprecia la presencia de nitratos en trazas en el bofedal 1 y en la estación E-05 donde se entrega las aguas al río Acosiri.

Seguidamente se evalúan los metales y no metales que puedan tener significancia por la presencia en las aguas del río Cotañani.

Aluminio:

En el río **Cotañani**, durante el periodo de lluvias, la concentración de aluminio es baja en la naciente, se incrementa ligeramente al recibir las aguas de los bofedales (2) y se mantiene la

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

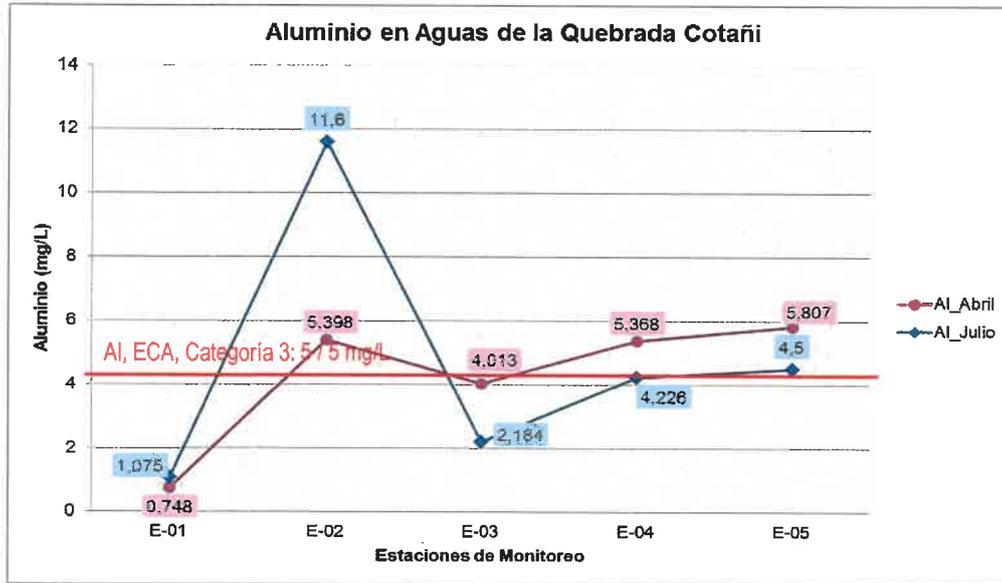
Ing. Martha Aránguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bga. Maylee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

concentración de aluminio durante el recorrido por la zona de mina (EM-5). El río Cotañani descarga sus aguas al río Acosiri.

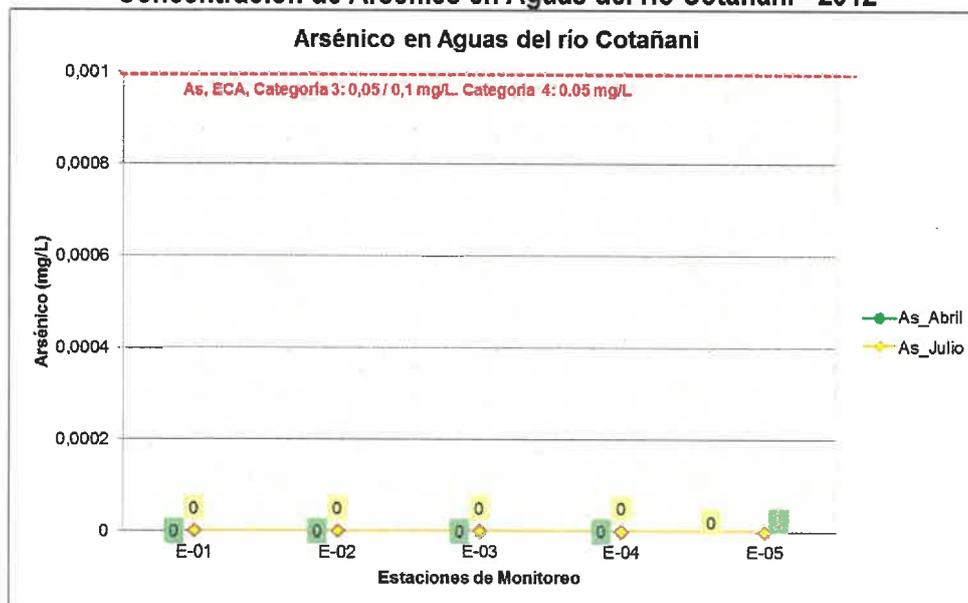
Gráfico N°A-23
Aluminio en aguas del Río Cotañani



Arsénico:

Las aguas del río Cotañani, no presentan concentraciones de arsénico. Se registra como no detectable según los resultados de laboratorio para las muestras en los dos periodos estacionales. Seguidamente se muestra en el gráfico, la representación del arsénico.

Gráfico N°A-24
Concentración de Arsénico en Aguas del río Cotañani - 2012



CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aranguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

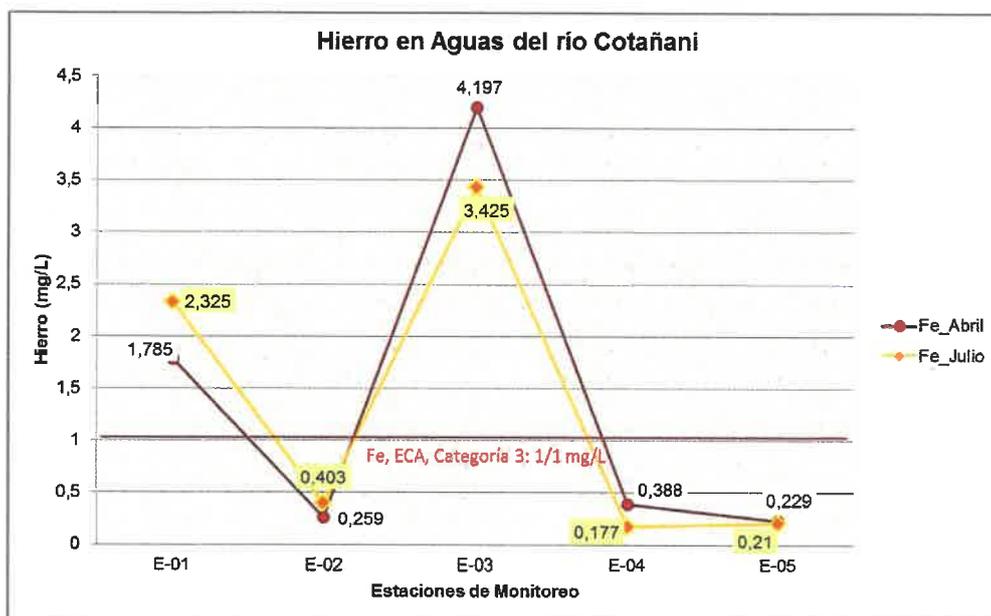
CONSORCIO V-5

 Blg. Maydeé Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Hierro:

Las aguas del río Cotañani, presentan concentraciones elevadas de hierro a partir de la estación E-03, antes de las operaciones de la mina, en los dos periodos estacionales. Después de la mina en E-04 y E-05, se observa la disminución de la concentración a niveles menores al lineamiento fijado en los ECAs. Seguidamente se muestra en el gráfico las variaciones de las concentraciones de hierro en las aguas de la quebrada Cotañani.

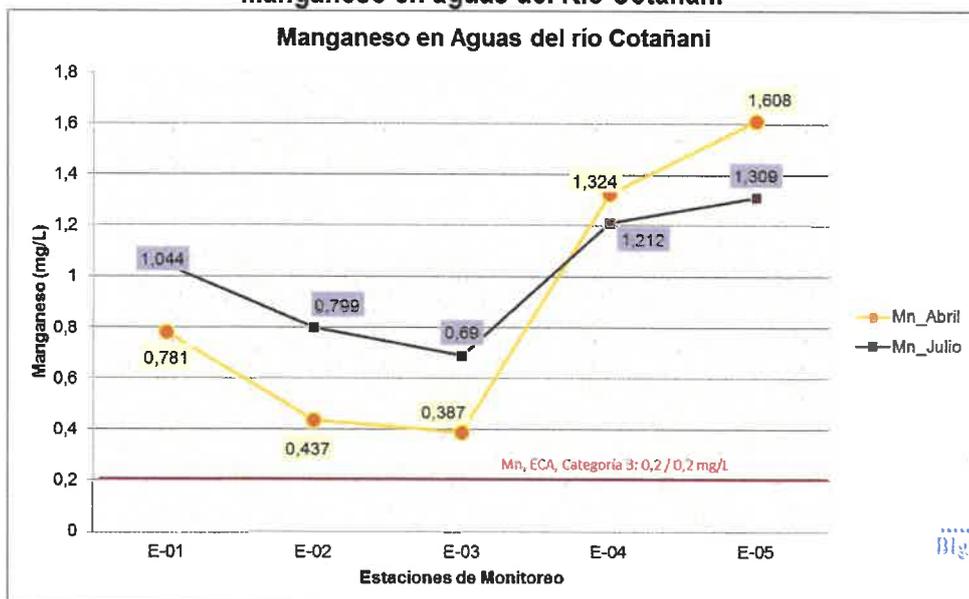
Gráfico N°A-25
Hierro en aguas del Río Cotañani



Manganeso:

Las aguas del río Cotañani, presentan concentraciones elevadas de manganeso desde la formación por los bofedales, incrementándose aún más, luego de pasar por la zona de operaciones de mina en E-04 y E-05 en un 242% y del 75% para los periodos de avenida (lluvias) y de estiaje respectivamente. Seguidamente se muestra en el gráfico las variaciones de las concentraciones de manganeso en las aguas de la quebrada Cotañani.

Gráfico N°A-26
Manganeso en aguas del Río Cotañani



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

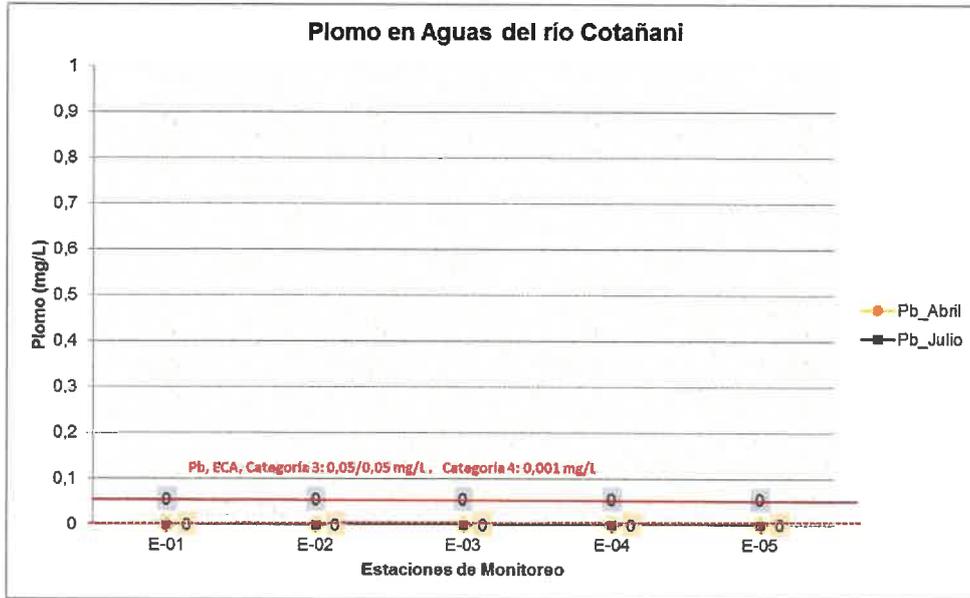
CONSORCIO V-5

Ing. Nayde Alvarado Flores
BIOLOGA
C.I.P. 2531

Plomo:

En las aguas del río Cotañani, no se aprecia presencia de plomo en las aguas, para los dos periodos estacionales. Seguidamente se muestra en el gráfico, los datos de plomo en las aguas de la quebrada Cotañani.

**Gráfico N°A-27
Plomo en aguas del Río Cotañani**



❖ **Río Acosiri**

pH:

Las aguas del río Acosiri, en el periodo de lluvias, desde su nacimiento en bofedales y al recibir un afluente ácido en la zona, ya presentan acidez de 4.07 u.e. y es disminuido aún más el pH, cuando recibe las aguas del manantial E-07 de pH de 3.3 u.e..

El río Acosiri incrementa ligeramente su acidez al pasar en su recorrido, por zonas de pasivos ambientales (bocamina, desmontera), llegando a un pH final de 3.1 u.e. antes de su entrega al río Cacachara.

En el periodo de estiaje, desde su nacimiento en bofedales ya presenta acidez de 4.8 u.e., posteriormente al recibir aguas ácidas de un manantial de la zona con pH de 3.0 u.e. de pH, se incrementa su acidez. El valor de pH se mantiene en las aguas del río Acosiri, aun cuando pasa en su recorrido por zonas mineras, en 5 estaciones de control.

Las aguas del río Acosiri (afluente del río Cacachara); registra sus mínimos valores en periodo de lluvias; lo que indicaría que en la parte alta de la microcuenca existen mayor lixiviación de rocas mineralizadas.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

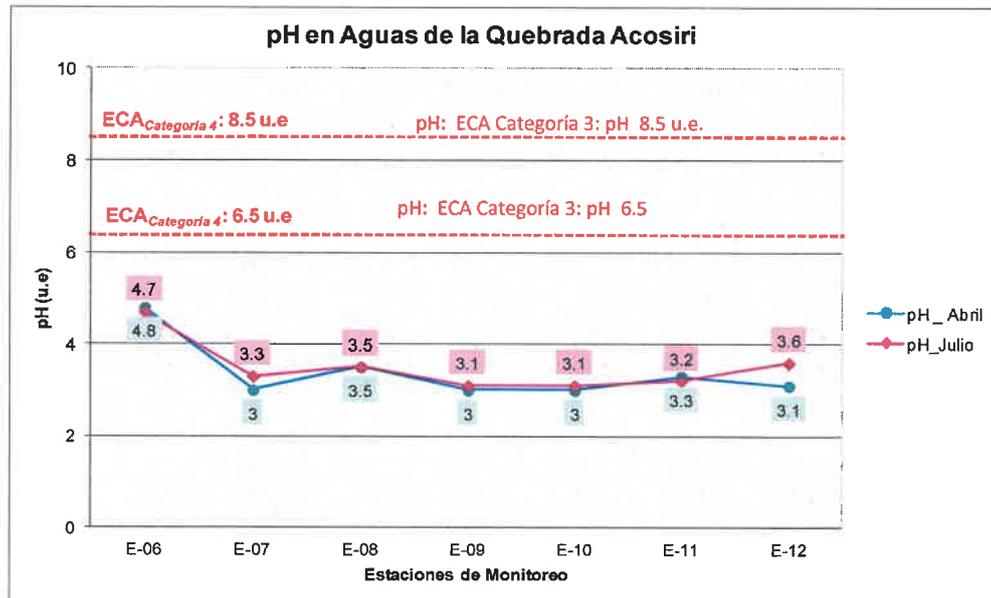
CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 María del Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-28
pH en aguas del río Acosiri



Conductividad Específica:

Las aguas del río **Acosiri** presentan muy baja conductividad en la naciente, significando que son aguas con muy bajo contenido de sales disueltas; estas aguas se ven afectadas por el afluente E-07, que aporta gran cantidad de sales disueltas representadas en conductividad con niveles mayores de 1000 uSm/cm; las aguas después de la confluencia con el afluente en bofedales llegan a un valor de 532 uSm/cm, incrementándose el valor posteriormente en el recorrido de la zona de mina después de las operaciones (Ref. Mina EM-4) a valores mayores de 1000 uSm/cm.

Las aguas del río Acosiri se mejoran, con la disminución de la conductividad cuando reciben aguas del río Cotañani. Las aguas del río Acosiri descargan al río Cacachara, afectando su calidad al incrementar la conductividad eléctrica que se basa en el contenido de sales disueltas.

Sólidos Totales Disueltos:

En el río **Acosiri**, se observa que los sólidos disueltos totales en la naciente formada por el bofedal E-06 de baja concentración salina y seguidamente por el bofedal en E-07 con mayor concentración de sales próxima al límite de la Categoría 4 (500 mg/L), forman al río Acosiri con contenido de sales disueltas en rangos moderados de salinidad. La concentración de sales disueltas se incrementa, después del paso por la zona de la Minera Aruntani – Unidad Santa Rosa en E-09, llegando a estar a 2.5 a 3.2 veces su concentración inicial en los dos periodos estacionales respectivamente, superando notablemente los ECAs para la Categoría 4. Las aguas al mezclarse con su afluente el río Cotañani antes y después (E-10 y E-11), disminuyen en razón de 1.8 a 1.3 de la concentración aproximadamente en los dos periodos estacionales. Esta concentración de sales en las aguas del río Acosiri se mantiene hasta E-12 antes de la confluencia con la quebrada Cacachara.

Se aprecia que en el periodo de estiaje la concentración es ligeramente mayor referido al periodo de lluvias, donde se considera que es debido a la ausencia de lluvias que hacen el efecto de dilución de la concentración de las sales disueltas.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Arandren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. María del Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Dureza Total:

En el río **Acosiri**, las aguas en el periodo de lluvias las aguas son blandas en la naciente E-06; en la estación E-07 afluente inicial, las aguas son moderadamente blandas; posteriormente las aguas del río son duras desde la E-09 donde se incrementa la dureza después de la zona de mina, hasta la estación E-12.

En general, en cuanto al contenido de durezas, las aguas son de calidad aceptable en los dos periodos.

Fósforo Total:

En el río **Acosiri**, el fósforo se encuentra en muy bajas concentraciones para las estaciones E-06, E-07 y E-08 del río Acosiri en los dos periodos estacionales; varía desde ausencia hasta 0.218 mg/L, no superando el valor del ECA.

En el periodo de lluvias, se observa un incremento mayor de 5 veces en la estación E-09, después de pasar la zona de las operaciones de la mina, manteniéndose la concentración hasta la estación E-10. Después de la confluencia con el río Cotañani, el fósforo disminuye en un 23% por dilución de las aguas. A la llegada de las aguas del río Acosiri al río Cacachara, presenta una disminución del 52%, hallándose por debajo del valor establecido en el ECA.

En el periodo de estiaje, varía desde la ausencia hasta 0.76 después del paso de las labores mineras en la estación E-08 a E-09.

Sulfatos:

Los valores referenciales para la evaluación de los sulfatos son establecidos en el ECA en la Categoría 3, de 300 mg/L y de 500 mg/L. No se encuentra fijado valor para la Categoría 4.

En el río **Acosiri**, las aguas presentan concentraciones menores al lineamiento del ECA desde su naciente hasta antes de pasar por los pasivos ambientales que corresponde a la estación E-08. Seguidamente el sulfato se incrementa significativamente en el orden de 327% después de recorrer las zonas de operaciones mineras, para luego disminuir un 6% hasta antes de la afluencia del río Cotañani en E-10, y seguir disminuyendo en un 23% con a la afluencia del río Cotañani en la estación E-11. Se observa que antes de la descarga de las aguas del río Acosiri al río Cacachara, la concentración de sulfatos se eleva en un 23%.

Nitratos:

En el río **Acosiri**, la concentración de nitratos es muy baja en el periodo de lluvias, varían entre 0.05 a 0.96 mg/L, concentraciones menores al lineamiento establecido en los ECAs, Categoría 3 de 10 y 50 mg/L y la Categoría 4 de 10 mg/L. En el periodo estacional de estiaje, el nitrato va desde la ausencia hasta 1.32 mg/L y en la estación E-10, antes de la confluencia con el río Cotañani presenta el valor de 12.43 mg/L.

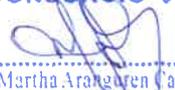
Aluminio:

El río **Acosiri** recibe las aguas del río Cotañani. Las aguas del río Acosiri se encuentran alteradas desde su naciente por el afluente E-07 de elevada concentración de aluminio, incrementándole 41 veces su concentración inicial en el periodo de avenidas (lluvias) y aproximadamente 10 veces en el periodo de estiaje.

Las aguas del río Acosiri en su recorrido por la mina, son alteradas en este tramo, 6 veces más su concentración inicial, lo que se aprecia en el gráfico para las estaciones E-08 a la E-09, después del paso por las operaciones mineras.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

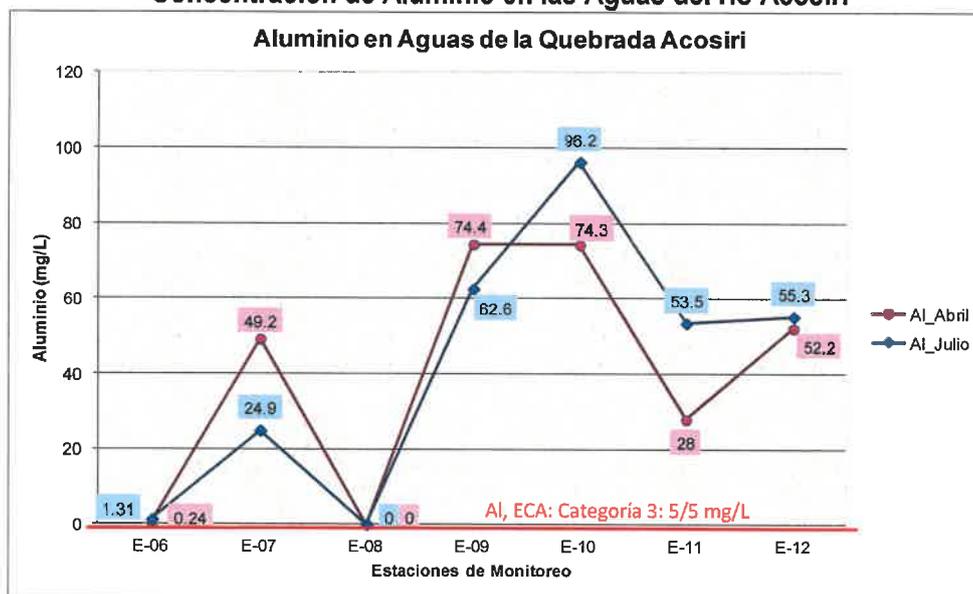
CONSORCIO V-5

Blga. Alvario Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531

Las aguas del río Acosiri al recibir las aguas del río Cotañani antes de la estación E-11, disminuye la concentración de aluminio en un 62% aproximadamente. En el tramo después de la afluencia del río Cotañani y la quebrada del río Cacachara, se observa nuevamente un incremento del aluminio del 86%, (periodo de lluvias) debido a fuentes no identificadas. Estas aguas del río Acosiri al llegar a las aguas del río Cacachara, elevan la concentración del aluminio que presenta concentraciones menores.

Se muestra en el siguiente gráfico, las variaciones de la concentración del aluminio en el río Acosiri en los dos periodos estacionales.

Gráfico N° A-29
Concentración de Aluminio en las Aguas del río Acosiri



Arsénico:

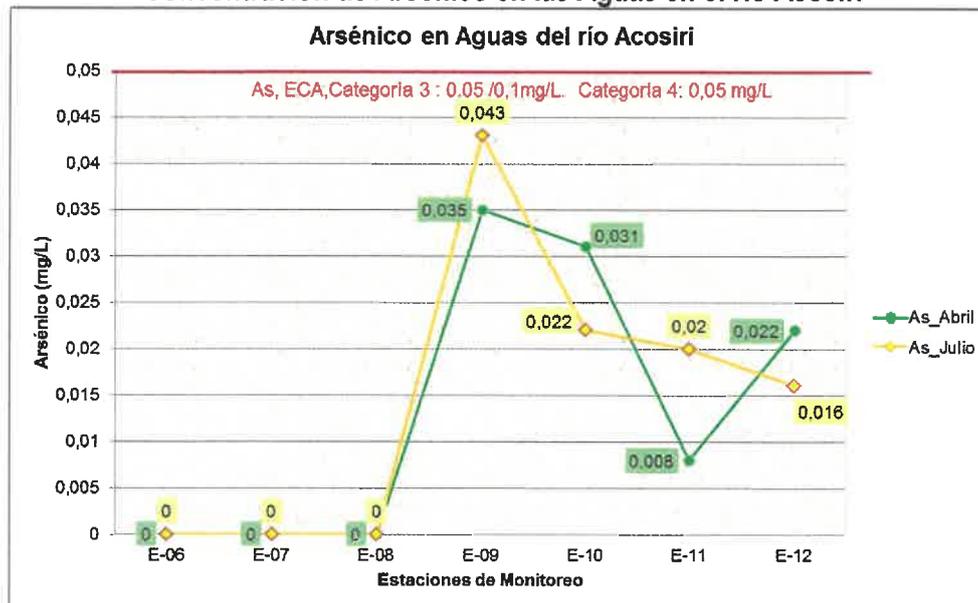
En las aguas del río Acosiri en la naciente no presenta arsénico. Se observa que al paso por las operaciones mineras entre las estaciones E-085 y E-09, el arsénico en las aguas se incrementa significativamente, superando el valor establecido en el ECA (0.05 mg/L) para la Categoría 4 y categoría 3 (0.05 mg/L y 0.1 mg/L).

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Bigo. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Gráfico N° A-30
Concentración de Arsénico en las Aguas en el río Acosiri



Hierro:

La concentración del hierro varía en forma similar al aluminio. En el río Acosiri el hierro se incrementa por efecto del afluente E-07 y por la mina en la Estación E-09. Estas aguas son descargadas a las aguas del río Cacachara elevando aún más su concentración; las concentraciones elevadas de hierro es debido a drenaje de la bocamina, pasivos ambientales y desmontes. En las aguas del río Cacachara se observa el proceso de autopurificación natural, la concentración del hierro va disminuyendo hasta entregar sus aguas al río Patara, por efecto de la oxidación y sedimentación del hierro, aun así, se encuentra elevada la concentración en aproximadamente 7 veces su valor antes de la confluencia., Las aguas del río Acosiri presentan concentraciones de hierro superior a los ECAs Categoría 3 (1mg/L), siendo NO aptas para aguas de bebida de animales o para riego de vegetales respecto al hierro. No existen valores establecidos para hierro en los lineamientos del ECA- Categoría 4, Conservación del Medio Acuático.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

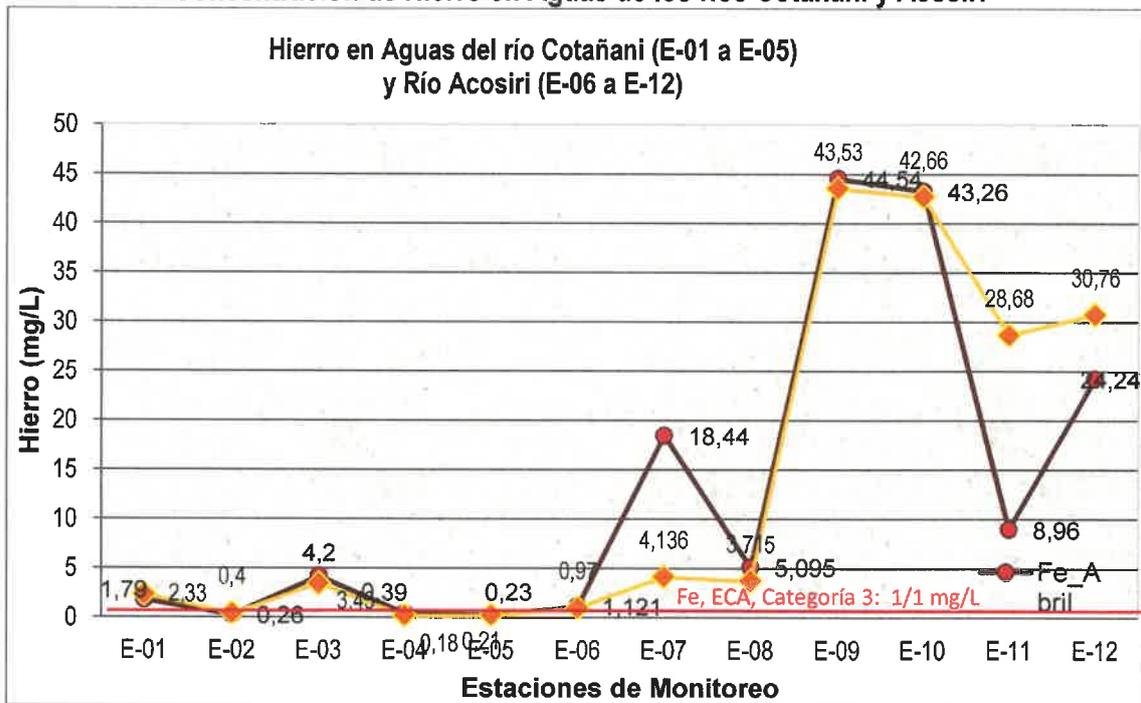
CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aranzuren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blg. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-31
Concentración de Hierro en Aguas de los ríos Cotañani y Acosiri



Manganeso:

En las aguas del río Acosiri las concentraciones de manganeso varían en forma similar que las concentraciones del aluminio y hierro. Se incrementa significativamente entre las estaciones E-08 y E-09, después de recorrer las aguas por la zona de las operaciones mineras en un 1831 % y en 1292 % para los periodos de lluvias y de estiaje respectivamente; y presenta una ligera disminución hasta la E-10 en un 3.2% en el periodo de lluvias; observándose en el estiaje un incremento del 6.8% entre las estaciones E-09 y E-10, estación antes de la afluencia del río Cotañani. Las aguas del río Acosiri presentan nuevamente incremento de manganeso en el tramo de E-11 a E-12, tramo después de la confluencia con el río Cotañani y antes de la confluencia con la quebrada Cacachara, por fuentes contaminantes no determinadas, mostrando que en el periodo de lluvias el incremento es más elevado con respecto al periodo de estiaje en un 53.7% y del 1.8% respectivamente.

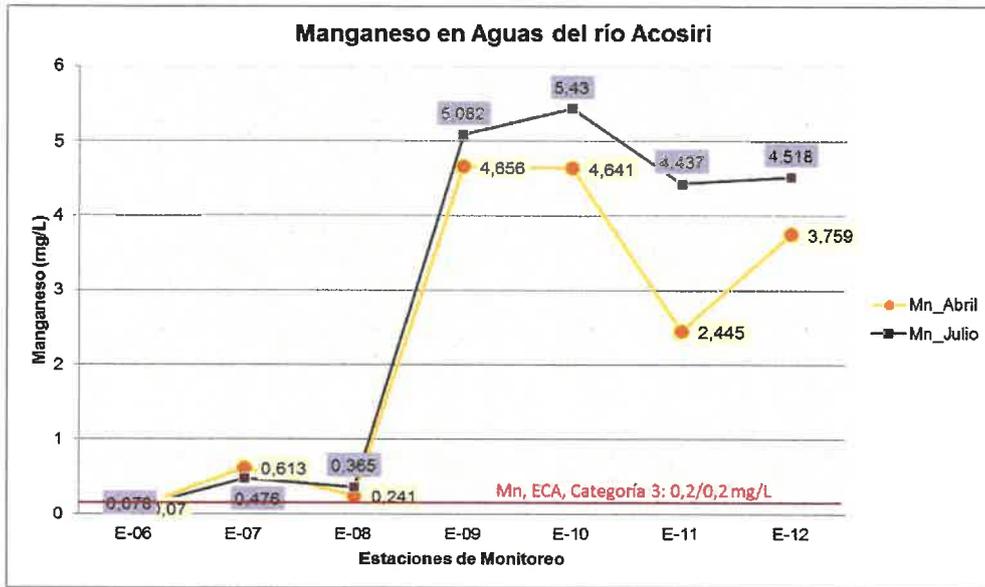
Las concentraciones registradas de manganeso en las aguas superficiales del río Acosiri durante el evento de monitoreo de abril y Julio 2012; son ligeramente mayores en el periodo de lluvias que los registros durante la periodo de estiaje (julio 2012). Se muestra seguidamente las variaciones observadas del manganeso, valores que se encuentran superiores al lineamiento del ECA, Categoría 3. No existe valor fijado para la Categoría 4. Finalmente se determina que las aguas del río Acosiri no son aptas para el riego de vegetales y para la bebida de animales.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aránguiz Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
 Msc. Wuyjeé Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

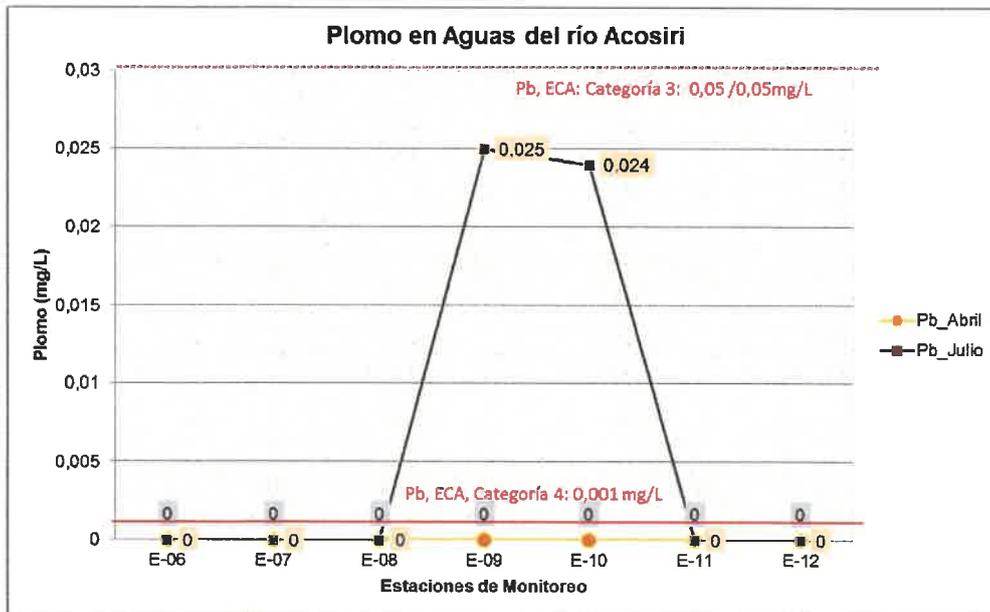
Gráfico N°A-32
Manganeso en aguas del Río Acosiri



Plomo:

En las aguas del río Acosiri en el periodo de estiaje, se ven afectadas por la presencia de plomo en el recorrido por las zonas de las labores mineras, desde la E-09 hasta la E-10 en 25 veces su valor inicial, para posteriormente al recibir las aguas del río Cotañani disminuye notablemente la concentración de plomo por dilución de las aguas. Se muestra seguidamente las variaciones observadas de plomo, valores que se encuentran superiores al lineamiento del ECA, Categoría 3 en el tramo de E-08 hasta la E-10, después del paso de las aguas por las zonas de mina..

Gráfico N°A-33
Plomo en aguas del Río Acosiri - 2012



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranauren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

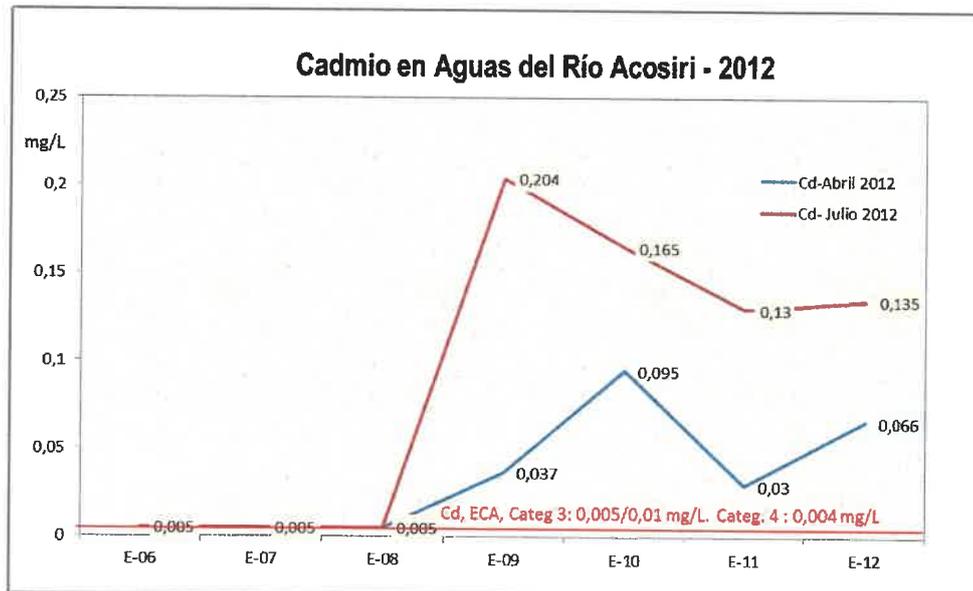
CONSORCIO V-5

Dña. Mayte Alvarado Flor
BIÓLOGA
CBP. 2531

Cadmio:

En las aguas del río Acosiri, la presencia de cadmio metal altamente tóxico, se encuentra presente en el periodo de avenidas y en el estiaje desde la estación E-08 y durante su recorrido por las zonas de las labores mineras, desde la E-09 hasta la E-10 en más de 7 y 40 veces su valor inicial en lluvias y estiaje respectivamente, para posteriormente al recibir las aguas del río Cotañani donde disminuye notablemente la concentración de plomo por dilución de las aguas. Se muestra seguidamente las variaciones observadas de cadmio, valores que aún des pues de la dilución se encuentran superiores al lineamiento del ECA, Categoría 3.

Gráfico N°A-34
Cadmio en aguas del Río Acosiri



❖ **Quebrada Cacachara:**

pH:

En Quebrada Cacachara, en general las aguas registraron valores ácidos de pH durante el periodo de avenidas y de estiaje, observándose que desde su nacimiento en E-13 antes del paso de los pasivos ambientales las aguas presentaban características ácidas probablemente debido a la lixiviación de rocas mineralizadas en la zona alta, seguido de la acidez permanente al paso de los pasivos de bocamina y desmontes hasta la estación E-16.

Las aguas por la acidez que presentan con valores inferiores al límite mínimo de la calidad de agua fijado en los ECAs, Categoría 3 y 4, se encuentra no apta para uso en riego y en bebida de animales.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

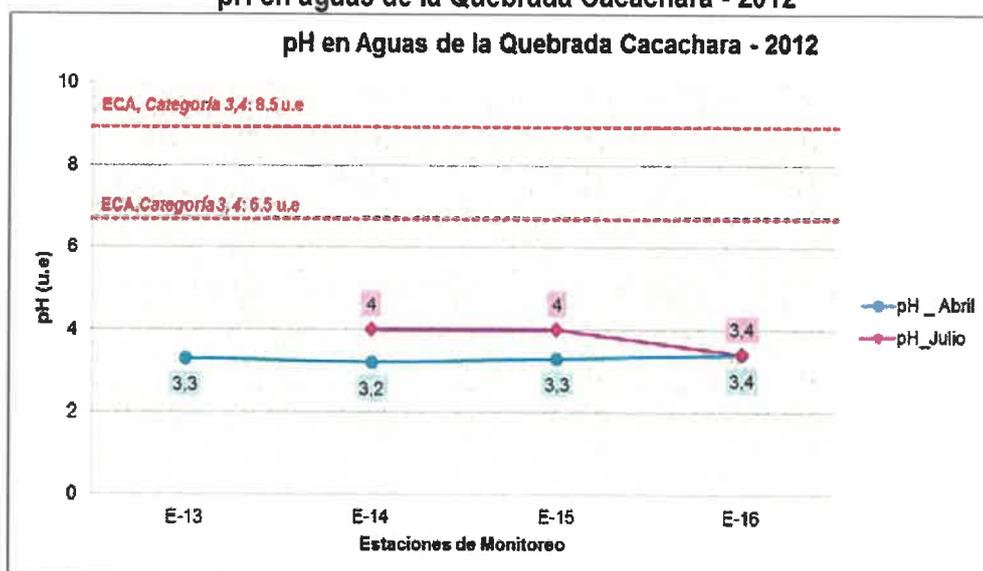
CONSORCIO V-5

Ing. Almartha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Jayce Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531

Gráfico N°A-35
pH en aguas de la Quebrada Cacachara - 2012



Sólidos Totales Disueltos:

En la **quebrada Cacachara**, las aguas en el periodo de lluvias, en la E-13 antes del paso de las aguas por la zona minera, presenta bajo contenido de sales, se incrementa significativamente en la E-14 en un 699% después del paso por el sector del pasivo minero constituido por la bocamina; seguidamente luego de pasar por los pasivos mineros constituidos por desmonteras E-15, disminuye ligeramente en un 3.7%. Posteriormente antes de su confluencia con el río Cacachara E-16, nuevamente la concentración de sales disueltas disminuye en un 25% respecto a la E-15.

Para el periodo de estiaje se observa que las aguas de la quebrada Cacachara en la E-14, se encuentra con concentración mayor con respecto a la mostrada en el periodo de lluvias, después del recorrido en zona donde se encuentra la bocamina, en la que se estima mayor al 700% (no se encuentra medida la concentración en E-13). Igualmente, en el recorrido de las aguas por zonas de pasivos mineros antes y después donde se ubican las desmonteras, estaciones E-14 y E-15, se aprecia disminución en un 15%. Posteriormente antes de su confluencia con el río Cacachara E-16, nuevamente la concentración de sales disueltas disminuye en un 23% respecto a la E-15.

En general, las concentraciones de sales disueltas presentes en las aguas de la quebrada Cacachara, sobrepasaron el lineamiento establecido en los ECAs para la Categoría 4 para los dos periodos estacionales. Los mayores valores se registraron cuando las aguas del río recorren las zonas de pasivos ambientales de la Empresa Aruntani, recuperándose posteriormente por efectos naturales de posibles diluciones en su recorrido con aguas de mejor calidad.

Cloruros:

En la **quebrada Cacachara**, las aguas presentan bajas concentraciones de cloruros en los dos periodos estacionales. Los resultados varían entre 0.90 mg/L hasta 2.30 mg/L, no sobrepasando el valor establecido en el ECA de 100 mg/L a 700 mg/L para uso en riego. No existe valor establecido para la Categoría 4.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Fósforo Total:

En la **quebrada Cacachara**, el fósforo se encuentra en muy bajas concentraciones para las estaciones E-13 hasta la E-16, en los dos periodos estacionales; varía desde 0.06 mg/L hasta 0.218 mg/L, no superando el valor del ECA de 1.0 y 0.5 mg/L para las Categorías 3 y 4 respectivamente.

Dureza Total:

En la **quebrada Cacachara**, para el periodo de avenidas se observa que en la naciente de la quebrada son aguas blandas y en su trayectoria cambia a ser moderadamente blandas a ligeramente dura en la E-16 donde entrega las aguas al río Cacachara. Similar comportamiento se produce en el periodo de estiaje.

En general, en cuanto al contenido de durezas, las aguas de la quebrada Cacachara son aguas de calidad aceptable en los dos periodos estacionales.

Sulfatos:

En la **quebrada Cacachara**, las aguas presentan concentración moderada de sulfatos, no sobrepasando el lineamiento del ECA en las Categorías 3 con valor de 300 mg/L y la Categoría 4 con valor de 500 mg/L. Se aprecia que la concentración inicial es baja menor a 40 mg/L, seguidamente al pasar por los pasivos ambientales (bocamina) se incrementa 7 veces ó 567% su valor en la estación E-14, significando que hay drenaje proveniente de la bocamina que afecta las aguas de la quebrada Cacachara. Durante el recorrido por la zona de pasivos ambientales, donde se ubican los desmontes, se aprecia una ligera disminución de 1.5 % de la concentración, para posteriormente incrementarse en la estación E-15, en un 4.6% antes de su descarga al río Cacachara.

Similar comportamiento se presenta en el periodo de estiaje. Finalmente las concentraciones de sulfatos no superan los lineamientos para la Categoría 3 y 4.

Aluminio:

Las aguas de la **Quebrada Cacachara** presentan concentraciones de aluminio que superan el lineamiento establecido en los ECAs Categoría 3. Se observa en la estación E-14 que se ha producido incremento en la concentración luego de pasar por zona donde se encuentra una bocamina.

Posteriormente al pasar por zona de pasivos mineros donde se encuentran los desmontes, se produce una ligera disminución de la concentración, siguiendo la tendencia hasta que entrega sus aguas al río Cacachara. SE aprecia que la concentración fue más elevada en el periodo de lluvias, significando el arrastre por lavado de los suelos de las sales de aluminio.

Se muestra la variación de las concentraciones de aluminio en las estaciones de monitoreo evaluadas en los dos periodos estacionales, en el siguiente gráfico.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

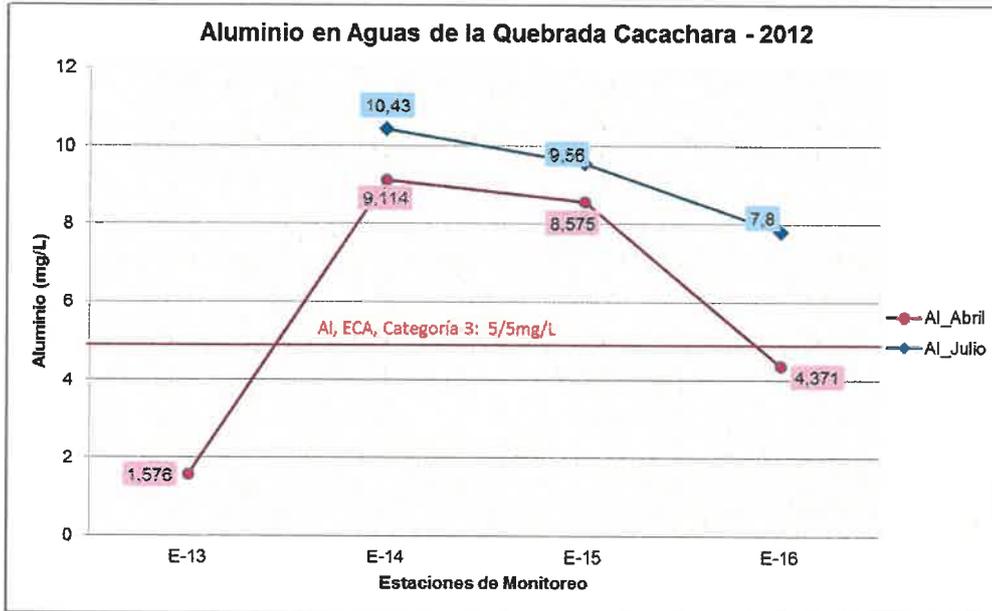
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Alejandra Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blyce Alvareño Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531

Gráfico N°A-36
Aluminio en aguas de la Quebrada Cacachara - 2012

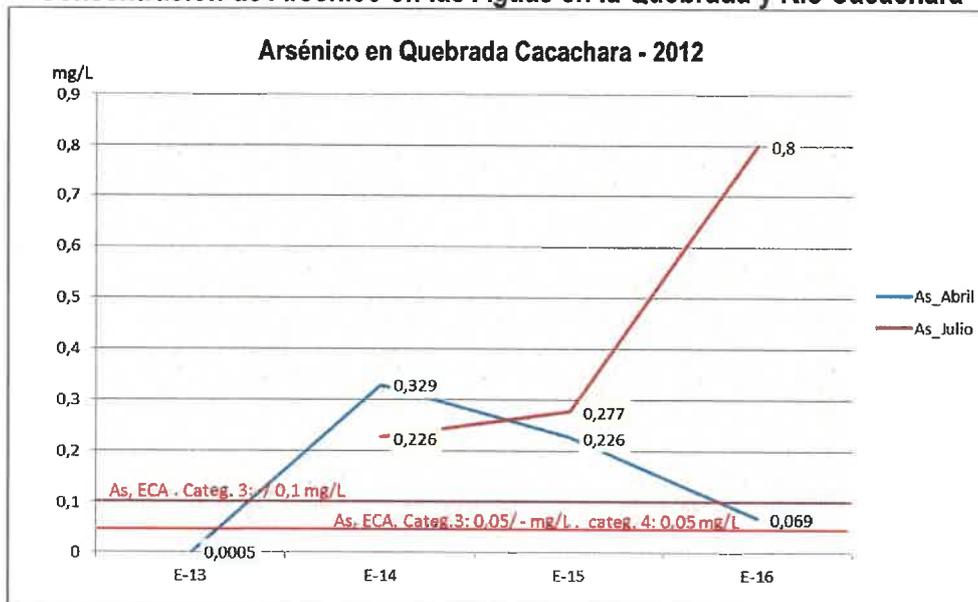


Arsénico:

En las aguas de la **quebrada Cacachara**, se observa la presencia de concentraciones de arsénico que superan los lineamientos de los ECAs antes del paso de las aguas (E-13) y durante su recorrido por zonas de pasivos mabientales, bocamina y desmonte hasta la E-16.

En su recorrido las aguas de la quebrada, disminuye las concentraciones por dilución con el aporte de aguas limpias en el periodo de lluvias, sin embargo la concentración se eleva en el periodo de estiaje. Las aguas no cumplen los lineamientos de los ECA, en las Categoría 3 y 4.

Gráfico N° A-37
Concentración de Arsénico en las Aguas en la Quebrada y Río Cacachara



CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 3530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP 34763

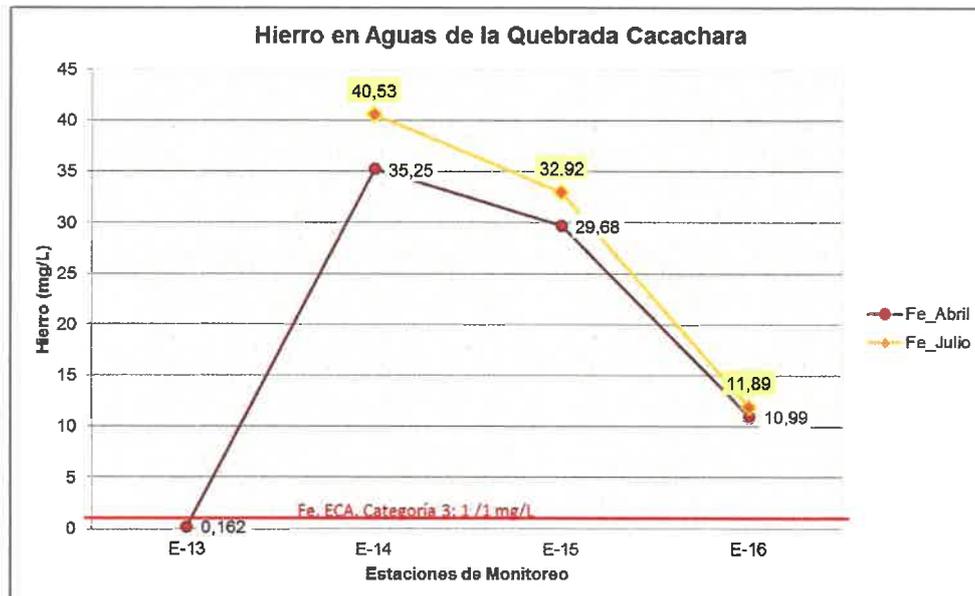
CONSORCIO V-5
Bla. Huidre Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Hierro:

00 179

Las aguas de la **Quebrada Cacachara** presentan concentraciones de hierro que superan el lineamiento establecido en los ECAs Categoría 3. Se observa que en el periodo de lluvias el hierro en la estación E-14 supera 217 veces su valor en E-13, y se asume que en el periodo de estiaje el incremento es mayor a 250 veces su valor en E-13. Posteriormente al recorrer las aguas por zona de pasivos mineros donde se encuentran los desmontes, se produce una reducción de 15 y 18 % referido a la E-14 en los dos periodos estacionales. Finalmente las aguas presentan elevada concentración de hierro, sobrepasando los lineamientos de los ECAs para la Categoría 3..

Gráfico N°A-38
Hierro en aguas de la Quebrada Cacachara - 2012

**Manganeso:**

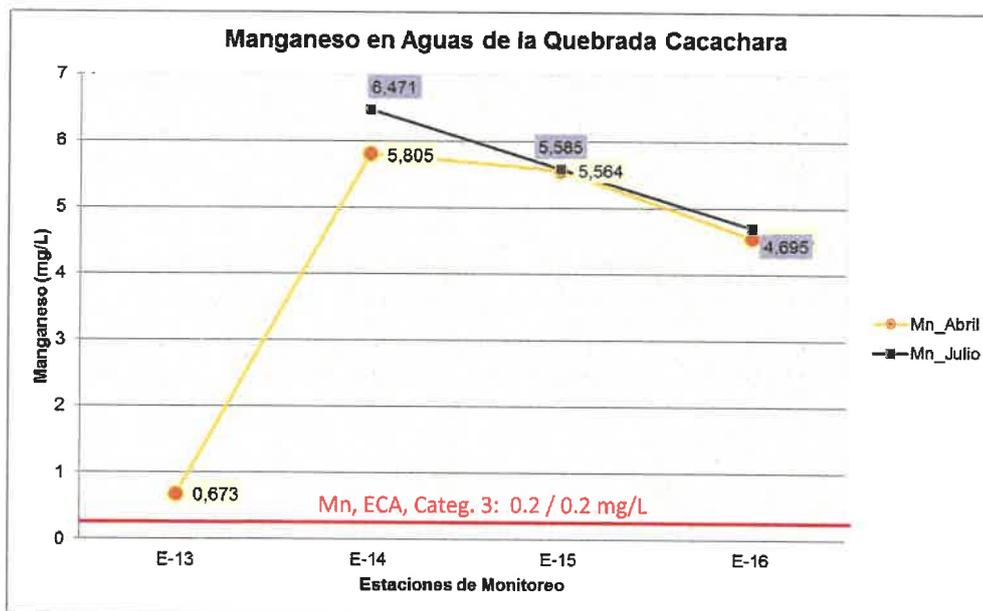
Las aguas de la **Quebrada Cacachara** presentan concentraciones de manganeso de similar comportamiento a la del hierro. Los valores presentados superan el lineamiento establecido en los ECAs Categoría 3. Se observa en la estación E-14, luego de recorrer la zona donde se ubica la bocamina, el incremento de hierro es mayor a 8 veces más del manganeso inicial de las aguas en E-13 en avenidas. Posteriormente al recorrer las aguas por zona de pasivos mineros donde se encuentran los desmontes, se produce una reducción del 4% y 13% en periodos de avenidas y estiaje, de la concentración hasta E-15. La aguas de la quebrada Cacachara superan los lineamientos de los ECAs para Categoría 3.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Angurion Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Blga. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

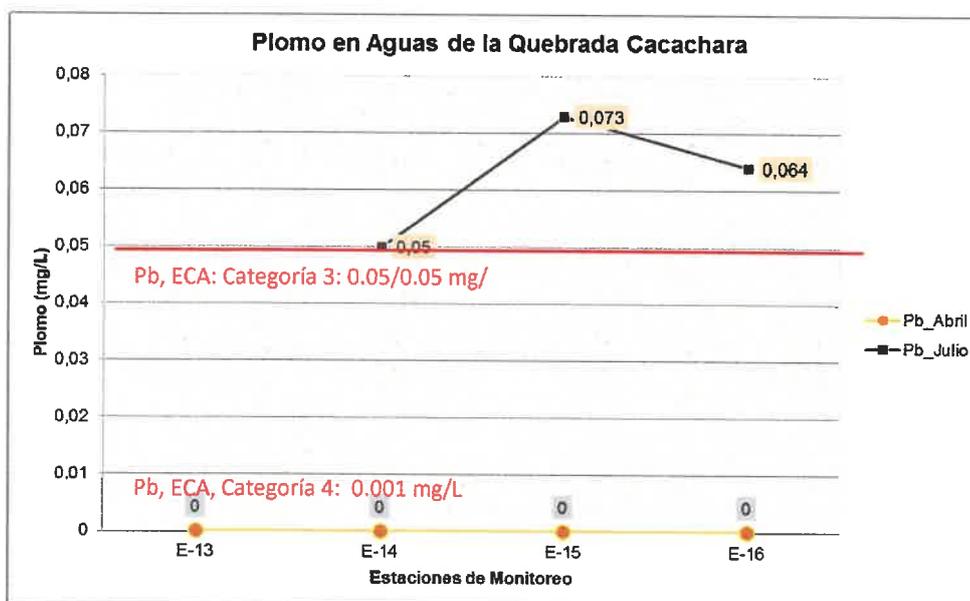
Gráfico N°A-39
Manganeso en aguas de la Quebrada Cacachara - 2012



Plomo:

Las aguas de la **Quebrada Cacachara** presentan concentraciones de plomo de similar comportamiento al hierro y manganeso. Se observa un incremento en la estación E-15, luego de recorrer la zona donde se ubican los desmontes. Los valores hallados superan el lineamiento establecido en los ECAs Categoría 3 y 4 para el periodo de estiaje. En el periodo de avenidas no se detecta plomo en las aguas de la quebrada Cacachara.

Gráfico N°A-40
Plomo en aguas de la Quebrada Cacachara



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

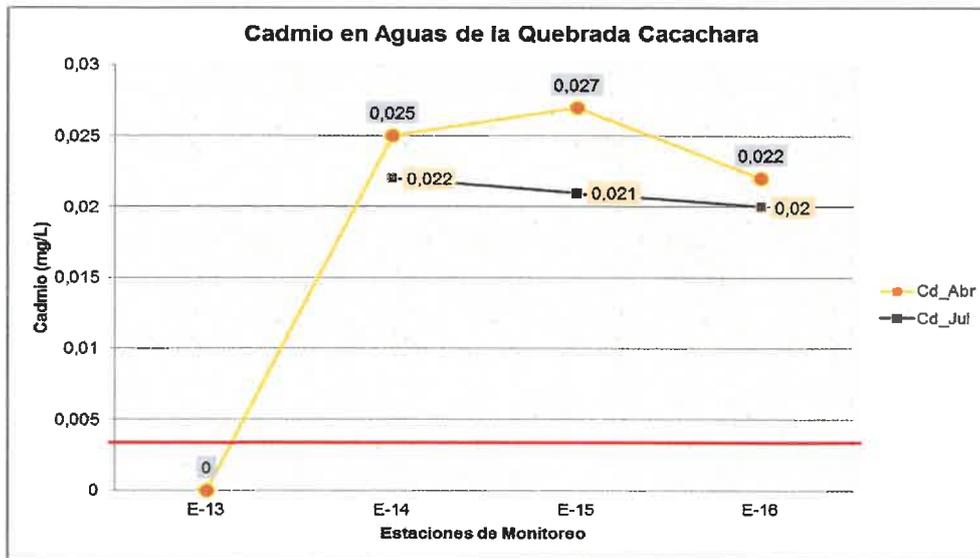
CONSORCIO V-5

Bla. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Cadmio:

Las aguas de la **Quebrada Cacachara** presentan concentraciones de cadmio con igual comportamiento al hierro y manganeso y plomo. Los valores hallados superan el lineamiento establecido en los ECAs Categoría 3 y 4 para el periodo de avenidas y de estiaje. Se observa incremento de cadmio en las estaciones donde se ubican la bocamina y desmontes E-14 y E-15.

**Gráfico N°A-41
Cadmio en aguas de la Quebrada Cacachara**



❖ **Río Cacachara:**

pH:

Las aguas del río **Cacachara**, desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Patara, presenta aguas con pH ácido que van desde 3.1 hasta 3.7 u.e., valores de pH que se mantienen luego de recibir las aguas del río Acosiri. Posteriormente al recibir los aportes de las aguas ácidas de las quebradas de Jacosive y de la quebrada de Palleutane en los periodos de lluvias y de estiaje. Las aguas no cumplen los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

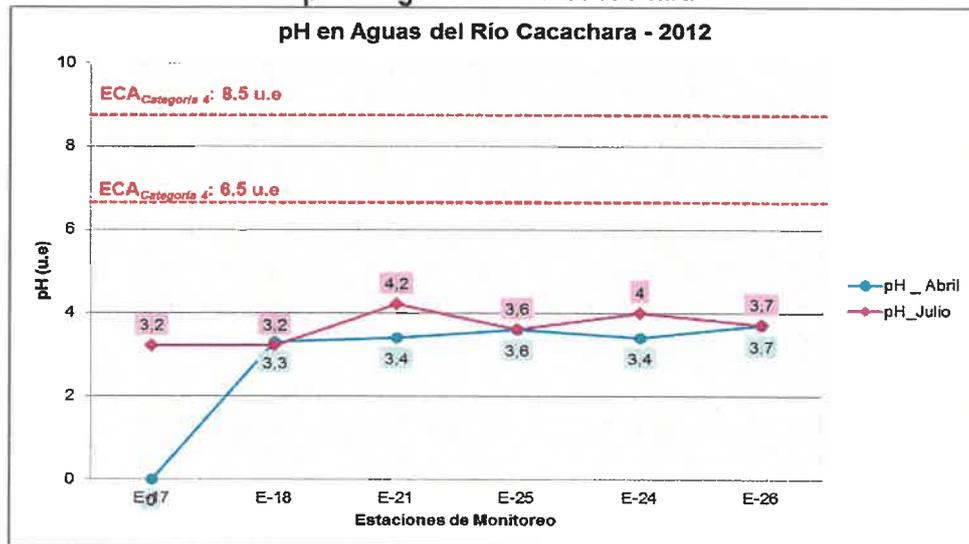
CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Triguero Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blga. Mayra Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-42
pH en aguas del Río Cacachara



Sólidos Totales Disueltos:

En el río **Cacachara**, las aguas que corresponden a las estaciones de muestreo de E-17, E-18, E-21, E-24, E-25 y E-26, teniendo como afluentes las aguas de las quebradas Jacosive (monitoreada en las estaciones E-19 y E-20) y de la quebrada Palleutane (monitoreada en las estaciones E-22 y E-23).

Las concentraciones de sales o sólidos totales disueltos, se encuentran en valores mayores al lineamiento establecido en los ECAs para la Categoría 4 de 500 mg/L.

En el periodo de lluvias se aprecia que las aguas del río Cacachara la concentración de sólidos o sales disueltas se encuentra superior al valor establecido en el ECA Categoría 4. Cuando recibe el aporte de las aguas de la quebrada Jacosive entre E-18 y la E-21 se aprecia una disminución del orden del 32.7%. Igualmente sigue disminuyendo la concentración de sales cuando recibe las aguas de la quebrada Palleutane en un 34.6 % medida entre las estaciones E-21 y E-24, donde la concentración llega menor al lineamiento de los ECAs Categoría 4. Seguidamente se observa un incremento del 36.1% de sales disueltas producto de las descargas directas del centro poblado de la Comunidad Cacachara. En la descarga de las aguas del río Cacachara al río Patara, las sales disueltas se encuentran en concentraciones menores al lineamiento establecido en los ECAs para la Categoría 4.

En el periodo de estiaje se aprecia que las aguas del río Cacachara, la concentración de sólidos o sales disueltas se encuentra superior al valor establecido en el ECA Categoría 4. Cuando recibe el aporte de las aguas de la quebrada Jacosive entre E-18 y la E-21 se aprecia una ligera disminución del orden del 14%. Igualmente sigue disminuyendo la concentración de sales cuando recibe las aguas de la quebrada Palleutane en un 23.8 % medida entre las estaciones E-21 y E-24. Seguidamente se observa un incremento del 39.8 de sales disueltas producto de las descargas directas del centro poblado de la Comunidad Cacachara. En la descarga de las aguas al río Patara las concentraciones de sales disueltas siguen elevadas, mayores al lineamiento establecido en los ECAs para la Categoría 4.

En general, las aguas del río Cacachara se ven favorecidas por las afluencias de las aguas con bajo contenido de sales disueltas de las quebradas Jacosive y Palleutane. En el periodo de lluvias por el fenómeno de la dilución, el río Cacachara entrega aguas al río Patara con concentración menor al valor establecido en los ECA Categoría 4; sin embargo, en el periodo de

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 3530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Haydeé Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

00.175
estiaje, las aguas del río Cacachara superan en contenido de sales cuando son entregadas al río Patara por la ausencia de lluvias.

Dureza Total:

Para la evaluación de durezas, no se encuentra establecido un valor limitante en los Estándares de Calidad para Aguas, por lo que se procederá hacer referencia al tipo de agua de acuerdo a las concentraciones de carbonatos presentes.

En el río **Cacachara**, las aguas en el periodo de avenidas y en las estaciones E-17 y E-18 después de la afluencia de las quebradas Jacosive y Palleutane, las aguas son moderadamente blandas, disminuyendo la concentración de dureza a moderadamente blandas en la entrega al río Patara.

Las aguas del río en el periodo de estiaje y en las estaciones E-17 a la E-26, las aguas son ligeramente duras, variando en un rango de 126.2 mg/L a 155.2 mg/L de dureza.

Cloruros:

En el río **Cacachara**, las aguas presentan bajas concentraciones de cloruros en los dos periodos estacionales, concentraciones que no superan el valor establecido en la Categoría 3- Aguas para uso de riego.

Sulfatos:

En el río **Cacachara**, en el periodo de lluvias, las aguas presentan contenido de sulfatos mayor al lineamiento del ECA en la Categoría 3 para las estaciones E-17 y E-18. Para las estaciones E-21, E-24, E-25 y E-26, el sulfato se encuentra en concentraciones menores al valor establecido en la Categoría 3. Se aprecia que el aporte de las aguas provenientes de las quebradas Jacosive y Palleutane favorece la dilución de la concentración del sulfato presente en la parte alta del río.

Asimismo, se observa un ligero incremento de sulfatos al paso por la zona de la Comunidad de Cacachara, donde posibles descargas dan lugar a esta variación.

Similar comportamiento del sulfato a lo largo del cauce del río Cacachara, se produce en el periodo de estiaje.

Fósforo Total:

En el río **Cacachara**, las aguas en el periodo de avenida, presentan concentraciones bajas de fósforo a excepción de la estación E-18, que recibe las aguas del río Acosiri. Igualmente, en el periodo de estiaje la estación E-21, las aguas del río Cacachara presenta fósforo ligeramente mayor al lineamiento del ECA para la Categoría 4, después de la afluencia de la quebrada Jacosive. Finalmente, las aguas que entrega el río Cacachara al río Patara, el fósforo se encuentra en concentraciones menores a los valores establecidos en los Estándares.

Aluminio:

Las aguas del río Cacachara a partir del E-17 donde recibe las aguas del río Acosiri donde se produce un fuerte incremento del aluminio más de 10 veces su concentración anterior, continua su recorrido recibiendo los aportes de los aguas de las quebradas Acosive y Palleutane (E-24), disminuyendo su concentración de aluminio, para que frente a la Comunidad el río Cacachara en la estación E-25, en el cual se observa nuevamente un incremento de aproximadamente del 70% sin determinar la fuente que lo origina.

Las aguas del río Cacachara son descargadas al río Patara. La calidad de las aguas del río Cacachara exceden los valores fijados en los ECA para la Categoría 3, en los dos periodos estacionales, siendo el periodo de estiaje el e mayor concentración que en el periodo de lluvias,

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

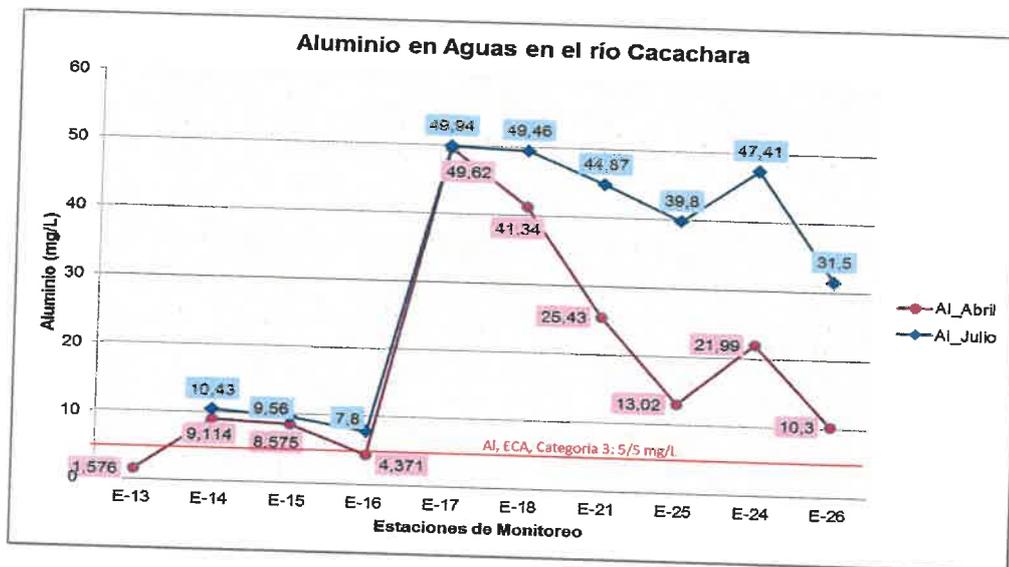
Ing. Martha Aránguon Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

siendo más significativa la concentración de aluminio a partir de la estación E-17 , después de la confluencia con el río Acosiri.

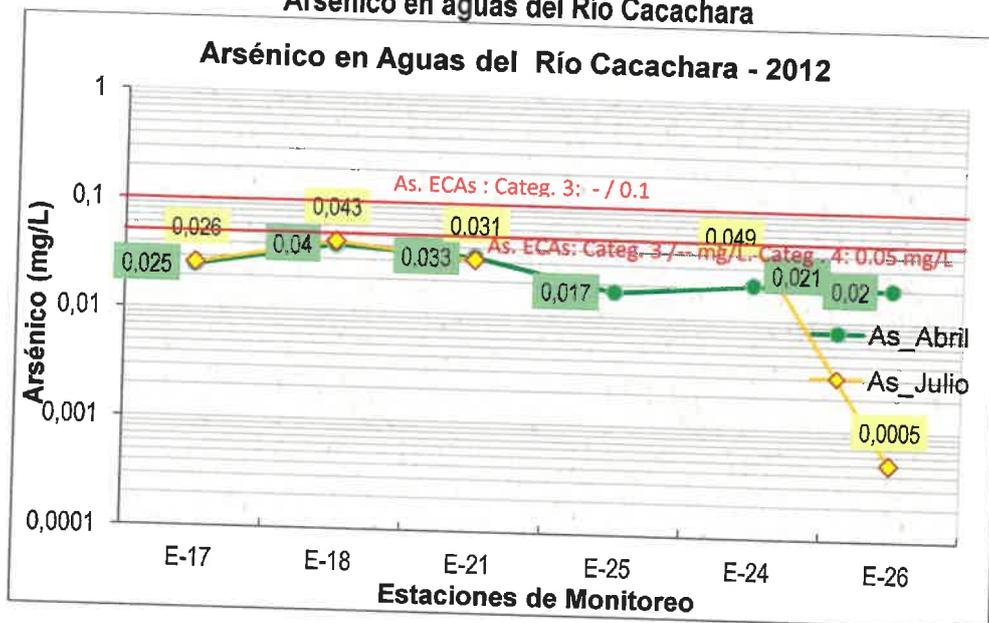
Gráfico N° A-43
Concentración de Aluminio en las Aguas en la Quebrada y Río Cacachara



Arsénico:

Las aguas del río Cacachara presentan concentraciones de arsénico que superan los lineamientos de los ECAs en la Categorías 3 y 4. Observándose que en el periodo de estiaje la concentración disminuye por la dilución del aporte de la quebrada Palleutane.

Gráfico N°A-44
Arsénico en aguas del Río Cacachara



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Araúz Aren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

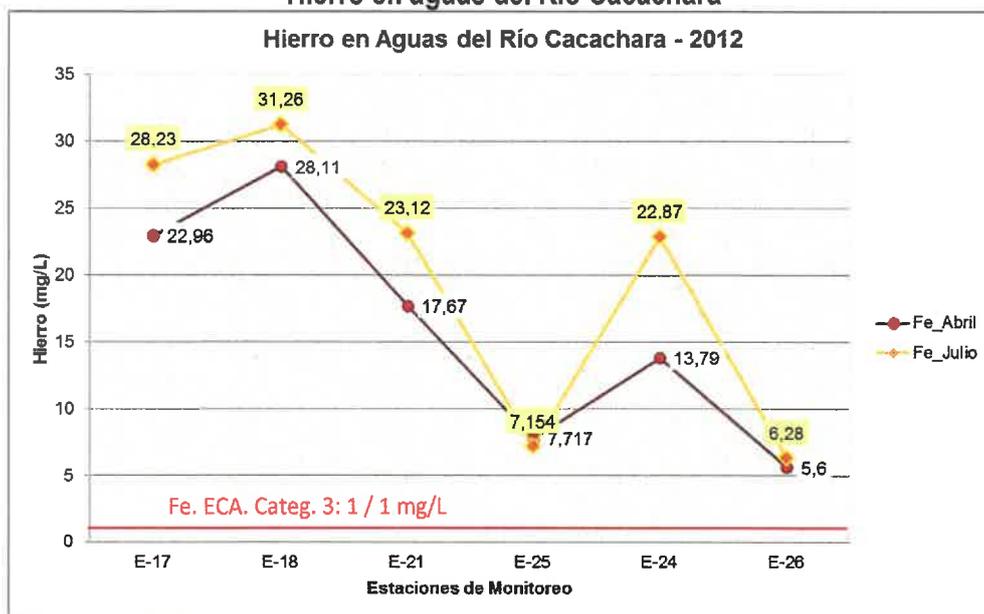
Bigs. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Hierro:

El hierro en las aguas del río Cacachara supera significativamente los lineamientos de los ECAs en las Categoría 3 y 4. Se aprecia que el aporte de las aguas del río Acosiri al río Cacachara, eleva en un 22 % y en 10% el hierro en los periodos de avenidas y de estiaje. Posteriormente, en las aguas disminuye la concentración de hierro por efecto de los aportes de la quebrada Jacosive e incrementándose luego del aporte de aguas de la quebrada Palleutane.

El hierro en las aguas a la entrega hacia el río Patara, finalmente no cumplen con los lineamientos de los ECAs.

**Gráfico N°A-45
Hierro en aguas del Río Cacachara**



Manganeso:

Las aguas del río Cacachara presentan concentraciones de manganeso que superan significativamente el lineamiento fijado en los ECAs para la Categoría 3. No existe valor fijado para la Categoría 4, en los dos periodos estacionales. El manganeso en el curso de agua, se comporta en forma similar a la hierro.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

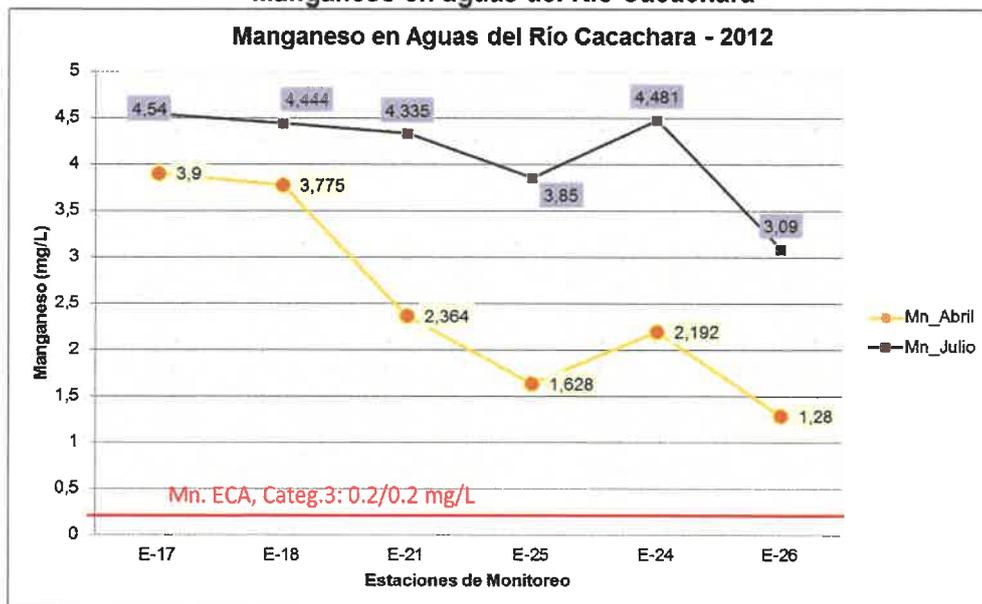
CONSORCIO V-5

 Ing. María Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Bta. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

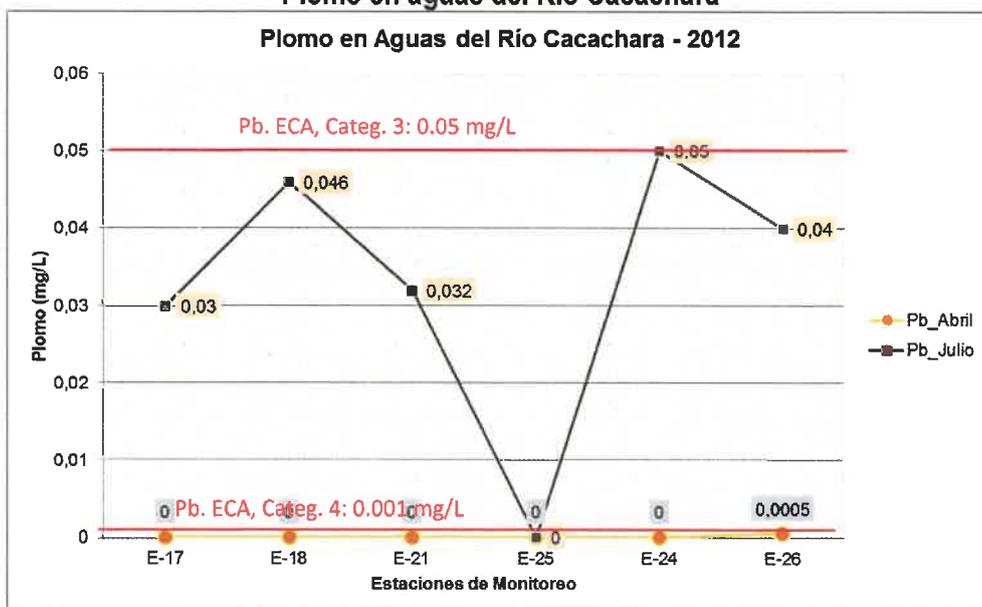
Gráfico N°A-46
Manganeso en aguas del Río Cacachara



Plomo:

El plomo total presente en las aguas del río Cacachara, en el periodo de avenidas se encuentra en concentraciones menores al lineamiento de la Categoría 4 y 3. Para el periodo de estiaje, las concentraciones superan significativamente el lineamiento fijado en los ECAs para la Categoría 4 de 0.001 mg/L y se encuentra en concentraciones menores a la Categoría 3 de 0.05 mg/l. El plomo metal elevadamente tóxico presente en el curso de agua, se comporta en forma similar a la hierro.

Gráfico N°A-47
Plomo en aguas del Río Cacachara



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

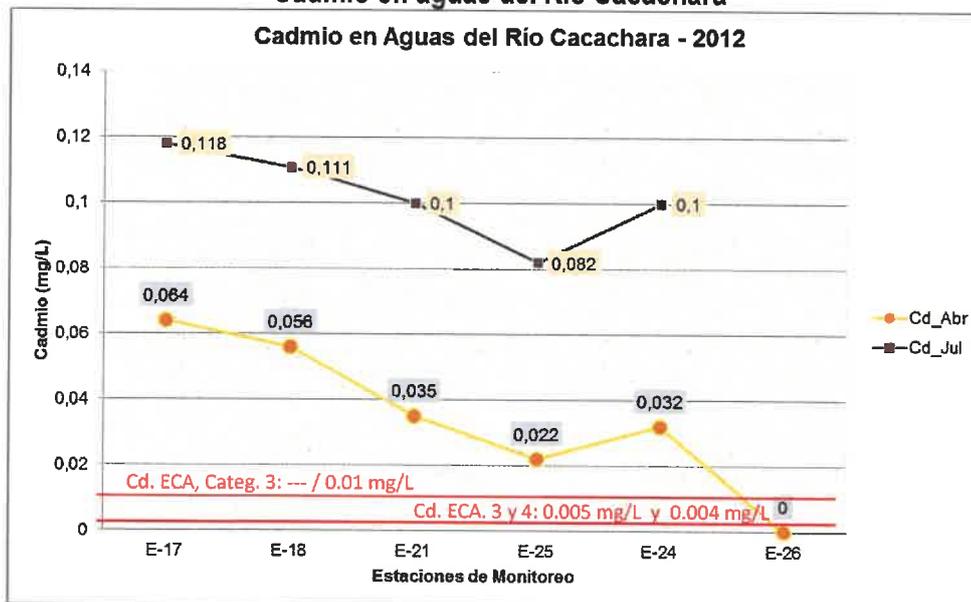
CONSORCIO V-5

Bla. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Cadmio:

El cadmio presente en las aguas del río Cacachara en el periodo de avenidas y de estiaje supera significativamente el lineamiento de los ECAs, para la Categoría 3 y 4. El cadmio metal elevadamente tóxico presente en el curso de agua, al inicio del río Cacachara presenta concentraciones elevadas y a lo largo de su recorrido, se aprecia disminución en su concentración por aportes de aguas de las quebradas.

Gráfico N°A-48
Cadmio en aguas del Río Cacachara

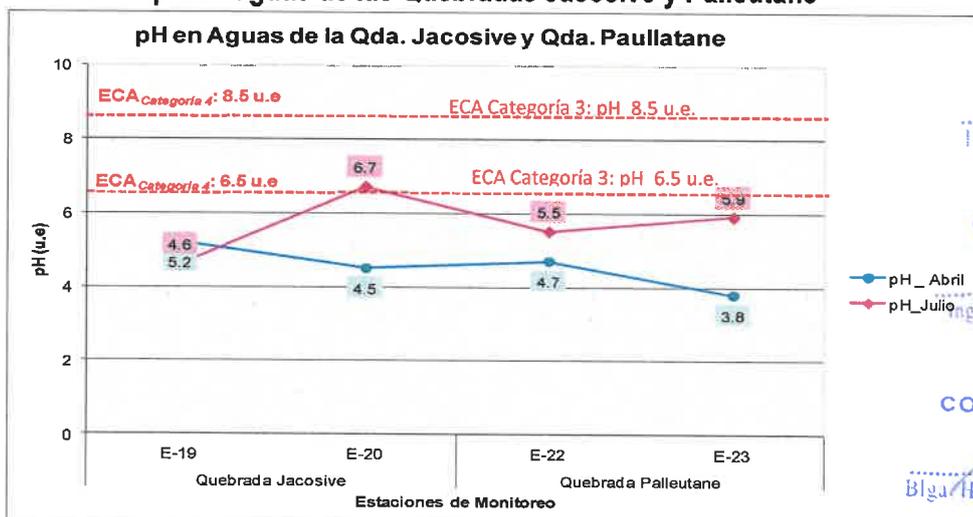


❖ **Quebrada Jacosive y Quebrada Palleutane**

pH:

En la Quebrada Jacosive, los valores registrados de pH en las aguas se observa que en periodo de lluvias disminuye notablemente sus valores. Asimismo, las aguas de la Quebrada Palleutane registraron los mínimos valores de pH en el periodo de lluvias, lo que indicaría mayor lixiviación de rocas mineralizadas diseminadas en las zonas altas de la microcuenca, de acuerdo a los estudios de geología.

Gráfico N°A-49
pH en aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane



CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Yaneth Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Haydee Alvario Flores
BIÓLOGA
C.B. 2531

Sólidos Totales Disueltos:

En la **quebrada Jacosive**, aportante de aguas al río Cacachara presenta concentraciones bajas de sales disueltas en los dos periodos estacionales, variando desde la naciente de 59 mg/L hasta 90 mg/L como máximo, concentraciones muy menores al valor establecido en los ECAs Categoría 4, que establece como límite de 500 mg/L.

En la **quebrada Palleutane**, aportante de aguas al río Cacachara monitoreada en las estaciones E-22 y E-23, presenta concentraciones bajas de sales disueltas de 72 mg/L y 110 mg/L en la naciente E-22 para los dos periodos estacionales respectivamente; variando a 395 mg/L y 54 mg/L en la estación E-23, antes de su entrega de las aguas al río Cacachara, para los dos periodos estacionales respectivamente. Sin embargo, las concentraciones son menores al valor establecido en los ECAs Categoría 4, de 500 mg/L. Se considera que en la zona de Palleutane se produce un incremento de sales como resultado de lavado de los suelos mineralizados por efecto de lluvias.

Cloruros:

En la **quebrada Jacosive**, las aguas presentan muy bajas concentraciones de cloruros que van desde 0.30 mg/L a 1.10 mg/L, no sobrepasando el valor establecido para la Categoría 3 de 100 mg/L a 700 mg/L.

En la **quebrada Palleutane**, las aguas no presentan cloruros en el periodo de lluvias y una muy baja concentración en el periodo de estiaje de 0.8 a 1.50 mg/L, muy por debajo del valor establecido por los ECAs.

Fósforo Total:

En la **quebrada Jacosive**, el fósforo en los dos periodos estacionales, se encuentra en concentraciones menores al valor establecido en los ECAs, observándose que en el periodo de estiaje no existe detección del elemento analizado.

En la **quebrada Palleutane**, las aguas no presentan contenido de fósforo en los dos periodos estacionales evaluados.

Aluminio:

El aluminio en las **quebradas Jacosive y Palleutane** se encuentran en concentraciones menores al valor establecido en el ECA para la Categoría 3.

Se observa que en la quebrada Palleutane antes de la confluencia con el río Cacachara, la concentración de aluminio se encuentra elevada superando el valor del ECA. Categ. 3.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

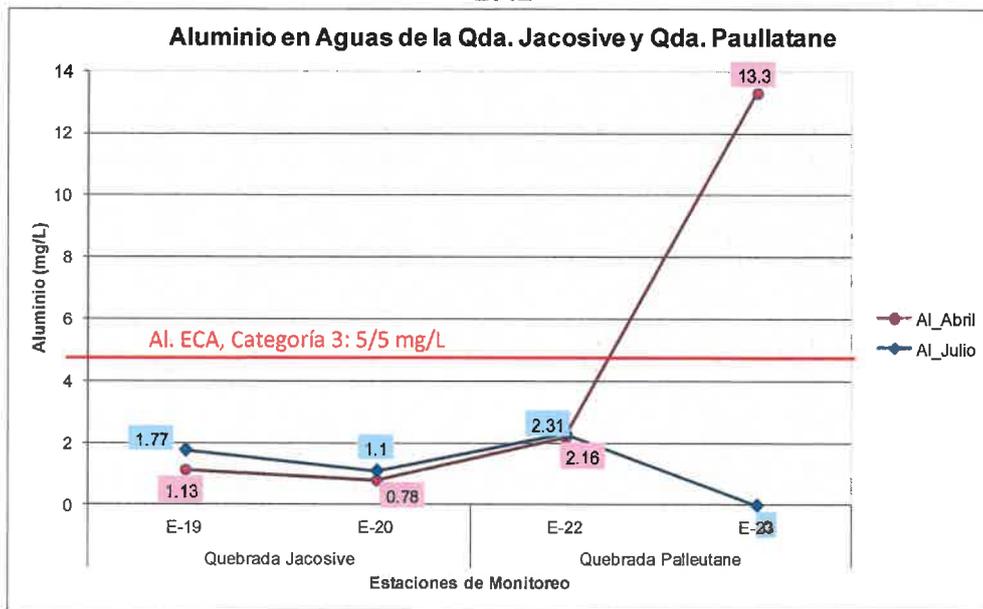
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

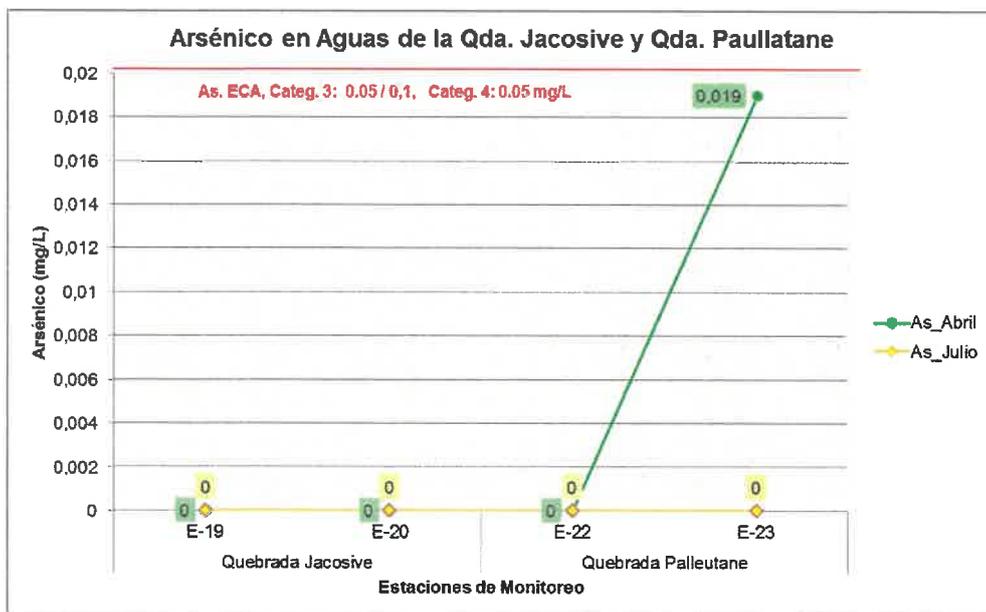
Gráfico N°A-50
Concentración de Aluminio en Aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane 2012



Arsénico:

En las aguas de las **quebradas Jacosive y Palleutane**, se aprecia que en las nacientes no hay presencia de arsénico. En el caso de la quebrada Palleutane, en su recorrido hasta antes de la confluencia con el río Cacachara, se produce un incremento, como se aprecia en el siguiente gráfico, se asume el tipo de suelo que puede dar origen a la presencia del arsénico en las aguas de la quebrada. Las concentraciones no superan los valores de las ECAs en las Categorías 3 y 4.

Gráfico N°A-51
Concentración de Arsénico en las Aguas en las Quebradas Jacosive y Palleutane



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

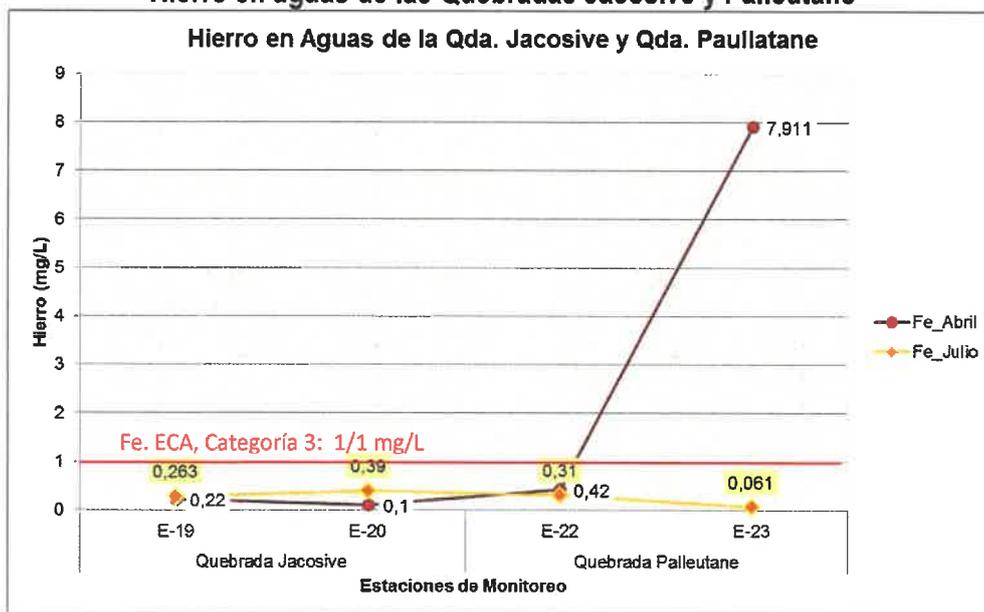
CONSORCIO V-5

Bla. Maydeé Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Hierro:

En las aguas de las **quebradas Jacosive y Palleutane**, que el hierro no está presente en concentraciones elevadas en las aguas de la quebrada Jacosive. En el caso de la quebrada Palleutane, en su recorrido hasta antes de la confluencia con el río Cacachara, se produce un incremento que supera el valor para la Categoría 3 de los ECAs, como se aprecia en el siguiente gráfico, se asume el tipo de suelo que puede dar origen a la presencia del hierro en las aguas de la quebrada.

Gráfico N°A-52
Hierro en aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane



Manganeso:

En las aguas de las **quebradas Jacosive y Palleutane**, que el manganeso presenta similar comportamiento al hierro. No se encuentra presente en concentraciones elevadas en las aguas de la quebrada Jacosive. En el caso de la quebrada Palleutane, en su recorrido hasta antes de la confluencia con el río Cacachara, se observa un incremento que supera el valor para la Categoría 3 de los ECAs en el periodo de lluvias y en el periodo de estiaje una disminución de la concentración.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

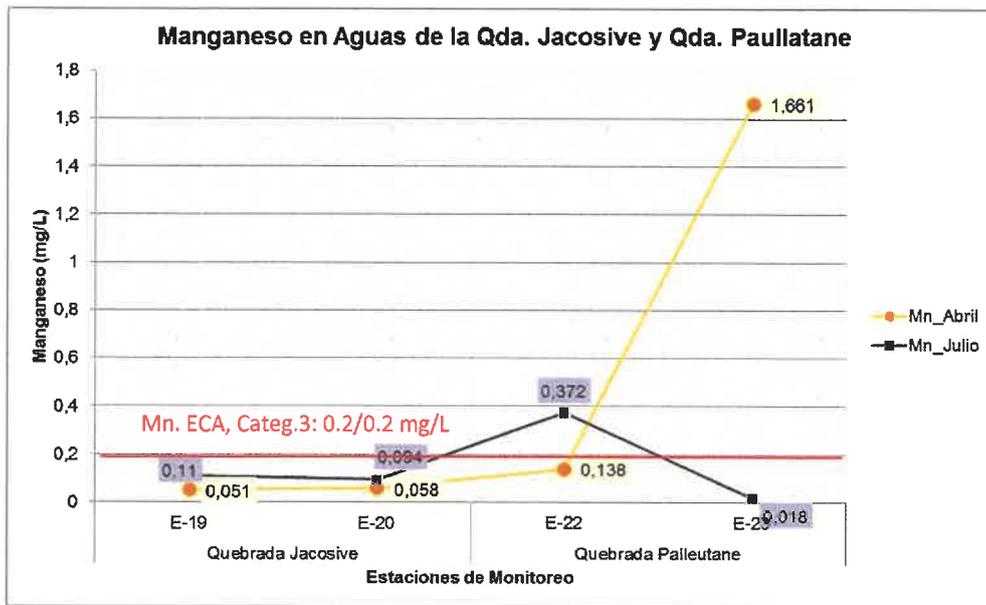
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguiz Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
FIF. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Maydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

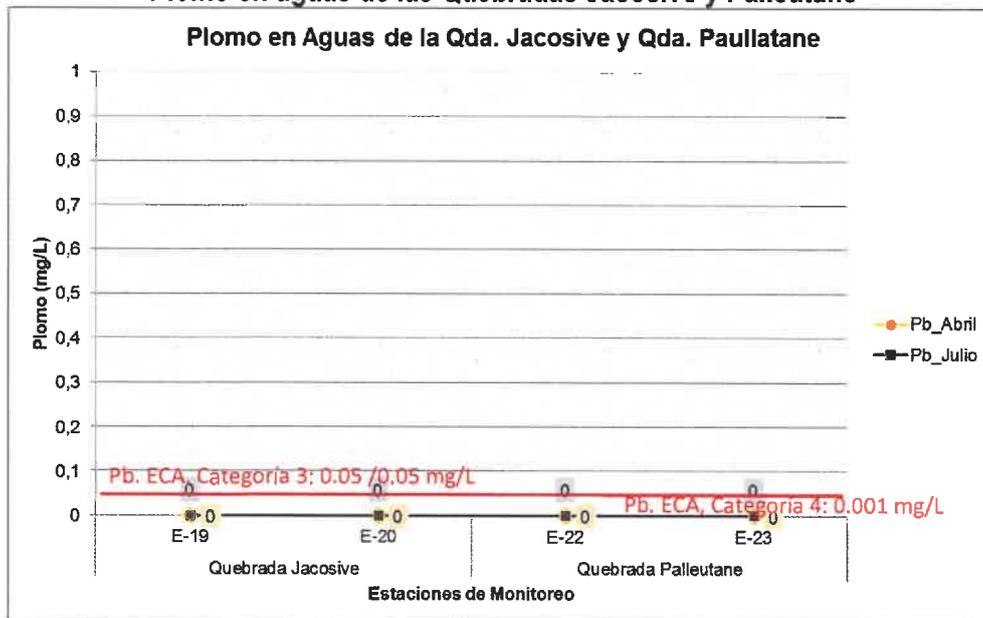
Gráfico N°A-53
Manganeso en aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane



Plomo:

No presentan concentraciones de plomo en las aguas de las quebradas de Jacosive y Palleutane en los periodos estacionales evaluados. Por lo que no superan los lineamientos establecidos para los ECAs, Categoría 3 y 4.

Gráfico N°A-54
Plomo en aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane



CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nunez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguilen Carbajal
INGENIERA QUIMICA
CIP. 34763

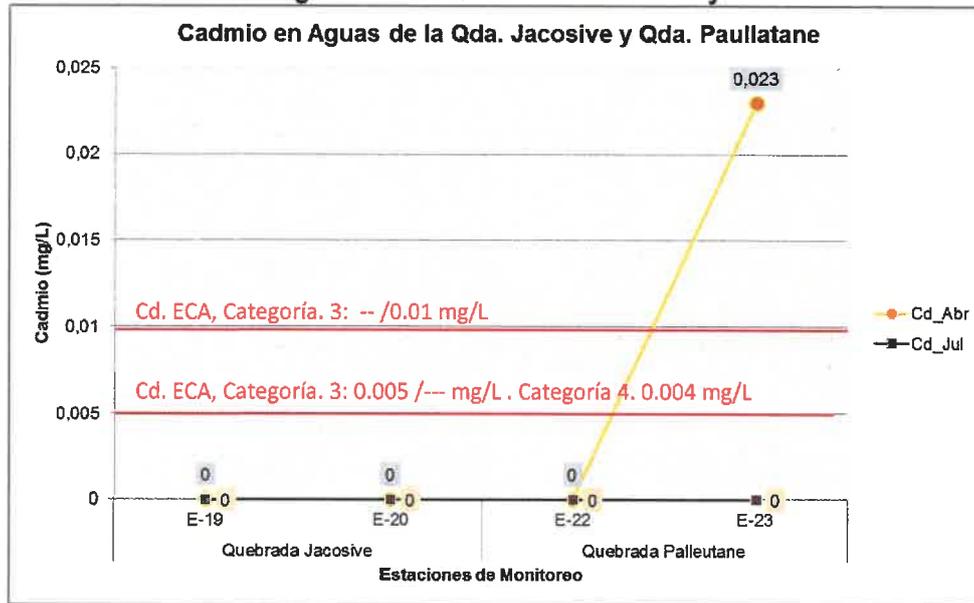
CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Cadmio:

Según los resultados, no existe presencia de cadmio en las aguas de la quebrada Jacosive y Palleutane en el periodo de estiaje. En la quebrada Palleutane se observa en el periodo de avenida o lluvias la presencia de cadmio antes de la descarga de las aguas al río Cacachara, superando el valor límite establecido en el ECA, categoría 3 y 4.

Gráfico N°A-55
Cadmio en aguas de las Quebradas Jacosive y Palleutane



❖ **Quebradas Acosive y Amani**

pH:

Conductividad Específica:

Las aguas de las **quebradas Acosive y Amani**, son aguas blandas, de bajo contenido salino expresado por la conductividad específica medida de menor a 100 uSm/cm.

Fósforo Total:

En la **quebrada Amani**, para el periodo de lluvias no se detectó contenido de fósforo. No se evalúa en el periodo de estiaje por presentarse problemas de impedimento en el acceso a la estación de monitoreo, por parte de las personas de la Comunidad.

❖ **Manantial G-85 y Manantial G-86**

Cloruros:

El **manantial G-85**, aportante del río Patara, presentan cloruros en concentraciones elevadas superando significativamente el valor establecido en los ECAs con 2910 mg/L, se considera como aguas termales cloruradas con temperatura de 51°C medida en el periodo de estiaje.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Armasuren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Yajdec Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

El manantial G-86, aportante del río Patara, presentan cloruros en concentraciones bajas no superando el valor establecido en los ECAs, se considera como aguas termales con temperatura de 20°C (agua termal: 10°C sobre temperatura ambiente) medida en el periodo de estiaje.

Fósforo Total:

El manantial G-85 con aguas termales que descargan al río Patara, presenta fósforo en concentraciones muy elevadas de 2910.3 mg/L, valor que supera significativamente al establecido en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Fósforo Total:

El manantial G-86 aportante del río Patara, las aguas presentan fósforo en concentraciones bajas; los valores no superan el valor establecido en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

❖ **Río Patara**

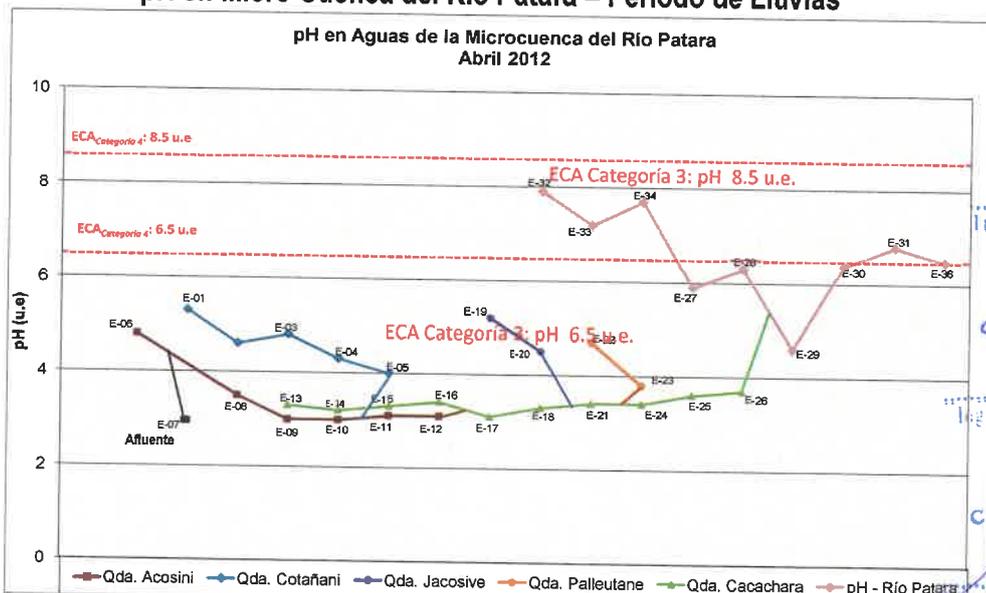
En las estaciones: E-32, Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajahuira 1; E-33 Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajahuira 2; E-34, Confluencia de Quebrada Amani y Jachacuchajahuira 3 y la E-35, Quebrada Uchuzuma, antes de confluencia con Quebrada Jachacuchajahuira, no se logra la toma de muestras de aguas para el cumplimiento del programa de monitoreo, debido al impedimento de personas representantes de la Comunidad de la zona.

Las evaluaciones de los parámetros químicos básicos realizados en las aguas de los afluentes para los dos monitoreos en los periodos estacionales de lluvias y estiaje y presentados en los Cuadros que seguidamente se presentan.

pH:

Las aguas del río Patara en el periodo de lluvias, en su nacimiento, en las quebradas Armani y Jachacuchajahuira, son aguas alcalinas (E-32, E-33 y E-34) con valores mayores de 7.0 u.e. de pH y son afectadas inicialmente por manantiales (E-27) disminuyendo su pH hasta 5.9 u.e., valor que se encuentra por debajo de los lineamiento de los ECAs. Las aguas del río Patara se ven deterioradas al recibir las aguas ácidas del río Cacachara, disminuyendo su pH hasta valores de 4.6 u.e., para luego recuperarse cuando recibe las aguas de la quebrada Caironi a valores de pH de 6.8 u.e. Las aguas del río Patara al ingreso al embalse, se encuentran con un pH de 6.5 u.e., valor que se encuentra en el límite inferior de los ECA establecidos para aguas de Categoría 4.

Gráfico N° A-56
pH en Micro Cuenca del Río Patara – Periodo de Lluvias



CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

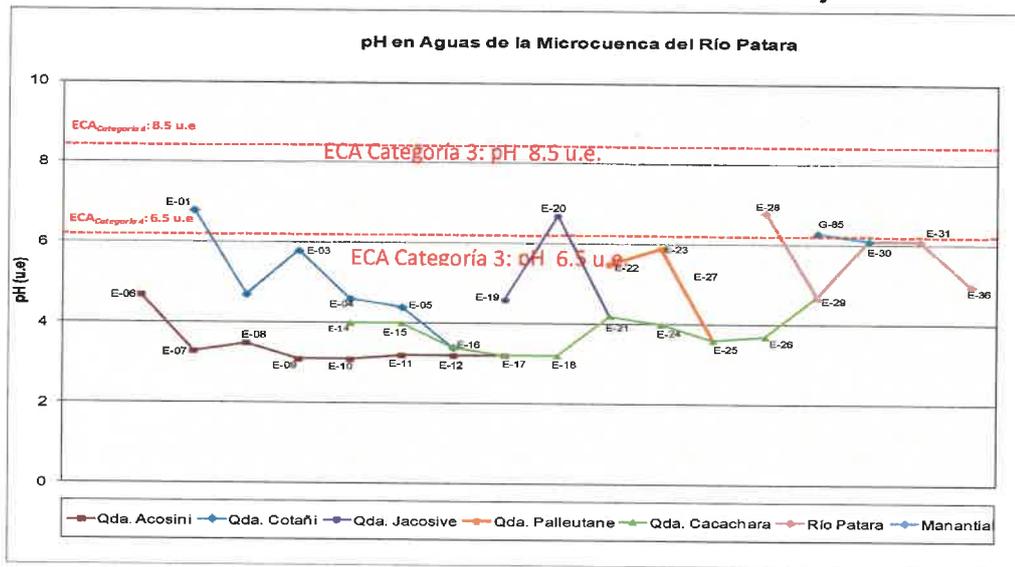
CONSORCIO V-5
Ing. Martha V. Sotomayor Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Ing. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

En el periodo de estiaje las aguas superficiales de la Micro Cuenca Río Patara evaluadas con los resultados de pH obtenidos durante la segunda campaña de época Estiaje (Julio 2012); indica que la mayoría de afluentes al río Patara, tales como el río Cotañani, quebrada Jacosivi, quebrada Cacachara y quebrada Palleutane, aportan a la Micro Cuenca, aguas ácidas, con valores de pH menores a 6 u.e; sin embargo solo el manantial G-86, ubicado entre la Qda. Vizcachoni y el río Patara, aporta a la Micro Cuenca, con aguas neutras con pH de 7.4 u.e. Los valores de pH, siguen la tendencia de la primera campaña de monitoreo. Los valores se representan en el siguiente Gráfico.

Estos resultados reportados en la segunda campaña (Julio 2012); evaluados frente a los resultados de la primera campaña, indican que hubo ligero disminución de acidez, que se debería a la falta de lluvias, que forman escorrentías que lavan los suelos mineralizados.

Gráfico N°A-57
pH en Micro Cuenca del Río Patara – Periodo de Estiaje



Como resultado de la evaluación en los dos periodos estacionales, se aprecia tal como se visualiza en el Gráfico N°A-57, los resultados reportados en la segunda campaña (Julio 2012) con respecto a los reportes de la primera campaña, indican que hubo ligero incremento de valores de pH, que se deberían a las falta de lluvias que generan escorrentías que lavan los suelos mineralizados de la zona.

Cabe mencionar que no se tomaron muestras en ambas campañas de monitoreo en algunas estaciones de la Micro Cuenca debido a que no se tuvo acceso a la estación de monitoreo por impedimento de personas de las Comunidades.

Seguidamente se presenta las variaciones de pH a lo largo de la trayectoria de los cursos de aguas, representados por sus correspondientes gráficos.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

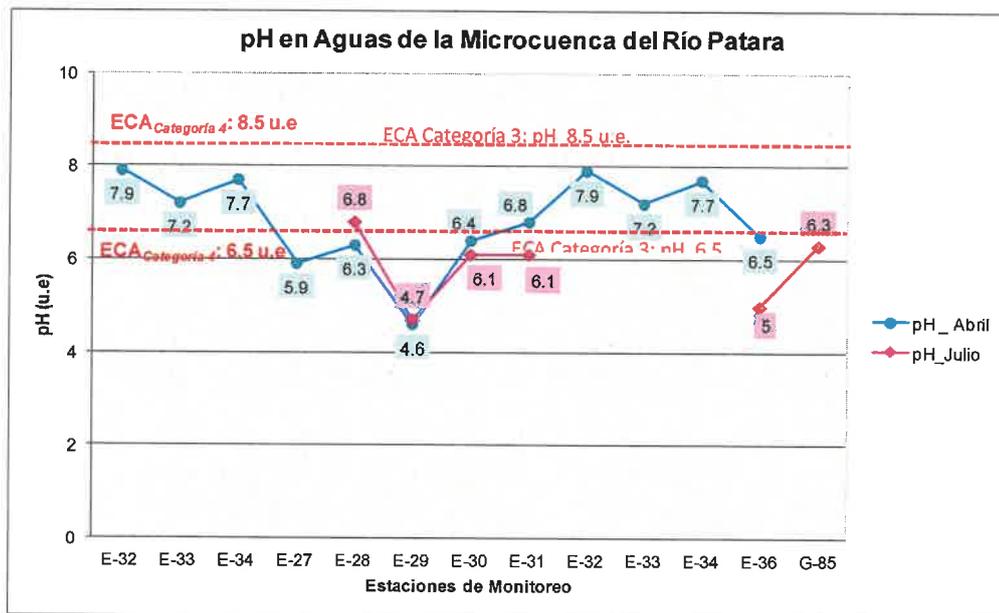
CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aranguren Carhajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blga. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

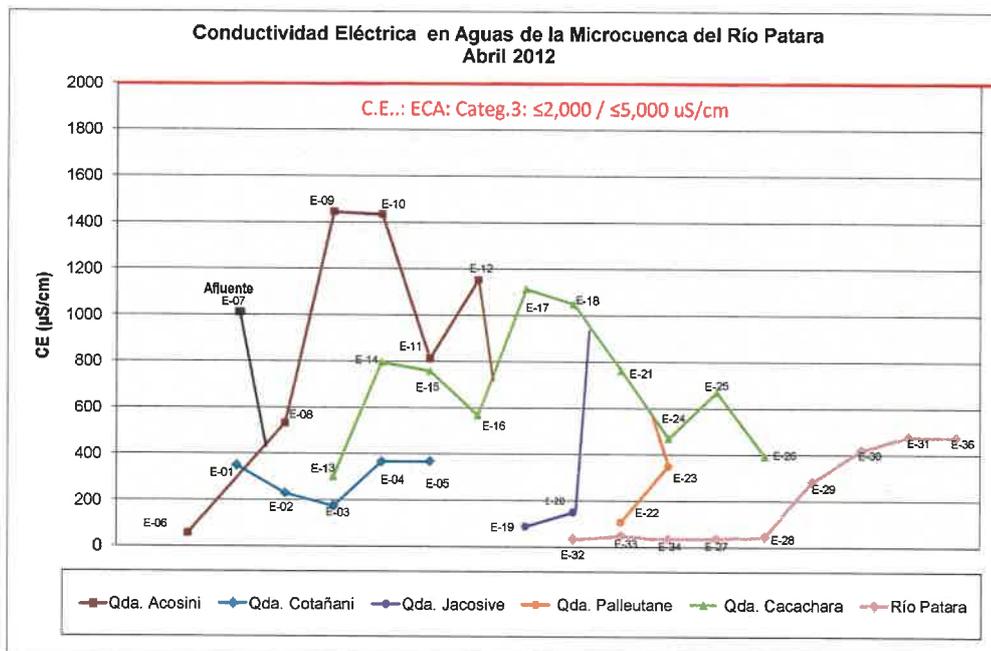
Gráfico N° A-58
pH en Micro Cuenca del Río Patara - 2012



Conductividad Específica:

En el monitoreo del periodo de lluvias realizado en abril del 2012, se aprecia que desde las nacientes y en el recorrido de los afluentes y del río Patara, son aguas con conductividades menores a los lineamientos de los ECAs para las Categorías 3 y 4, tal como presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico N°A-59
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Micro cuenca del Río Patara
Abril 2012

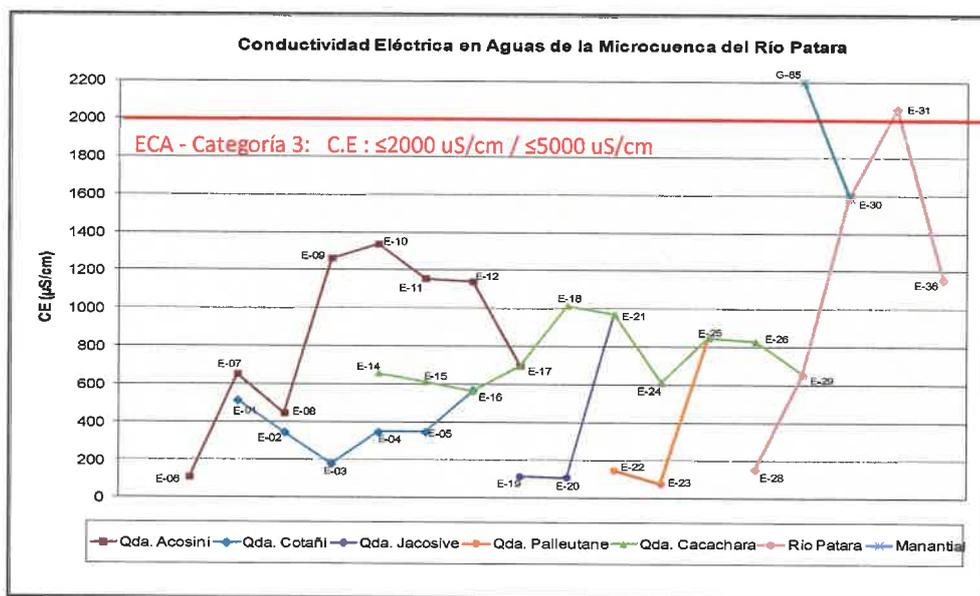


Las aguas del río Patara en su naciente presentan baja conductividad y se incrementa con la afluencia del río Cacachara; las aguas del río Patara llegan al embalse con una conductividad

moderada de 480 uSm/cm, indicando un contenido moderado de sales disueltas. Las aguas del río Patara cumplen con los valores de conductividad establecidos en los lineamientos de los ECAs – Categoría 3. No existen valores para la Categoría 4.

En el monitoreo del periodo de estiaje realizado en julio del 2012, los valores de conductividad registrados y reportados tal como se observa en el Gráfico siguiente, de las aguas de la Micro Cuenca del Río Patara, la mayoría de afluentes del río Patara, Quebrada Acosiri, Quebrada Cotañani, Quebrada Jacosive y Quebrada Palleutane, son aguas de baja conductividad en las nacientes de las mismas, menores a 400 µS/cm, sin embargo al fluir aguas abajo para cada afluente, se incrementa la conductividad sobrepasando los 1400 µS/cm.

Gráfico N° A-60
Conductividad Específica en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara - Julio 2012



Asimismo, se puede observar que las aguas del manantial G-85, es la estación que aporta las máximas concentraciones de conductividad eléctrica, significando el aporte de elevada salinidad.

Cabe indicar que el aporte bajo de conductividad eléctrica de las aguas del manantial hidrotermal G-86 (80.1 µS/cm) no es significativo, no influyendo sobre la calidad de las aguas de la Micro Cuenca.

El muestreo de la Micro Cuenca realizado en la época Estiaje (Julio-2012); comparado con los valores de la época de avenidas (Abril 2012) presentan valores ligeramente mayores con similares tendencias.

Sólidos Totales Disueltos:

En el río Patara, en las estaciones monitoreadas durante el periodo de lluvias, E-27, E-28, E-29, E-30, E-31 y E-32, las concentraciones no superan el lineamiento establecido en los ECAs, para la Categoría 4 de 500 mg/L. Se aprecia que las aguas del río Patara se incrementa el contenido de sales disueltas en el orden del 538% después de la afluencia del río Cacachara. Seguidamente en las aguas del río Patara, se continúa incrementando las sales disueltas en el tramo después de la afluencia del río Cacachara y la quebrada Caironi en 69%; posteriormente cuando recibe el aporte de la quebrada Caironi en un 13%. Seguidamente las aguas del río Patara reciben el aporte de las quebradas Amani, Jachacuchajahuira 1, Jachacuchajahuira 2,

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Ing. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Jachacuhajhuira 3 y quebrada Uchuzuma, donde se produce una ligera disminución de sales del 6.8%.

En el periodo de estiaje, las concentraciones en E-30, E-31 y E-36, superan el lineamiento establecido en los ECAs - Categoría 4. Las aguas se incrementan en un 267% cuando recibe las aguas del río Cacachara. En el tramo de E-29 y E-30, se continúa incrementándose en un 152% y después de la quebrada Caironi en un 55%, para luego ocurrir una disminución del 46.9%, llegando a niveles de concentración aceptables.

Las aguas del río Patara al ingreso del embalse, se encuentran en concentraciones menores a los lineamientos establecidos en los ECAs – Categoría 4, para sólidos o sales totales disueltas.

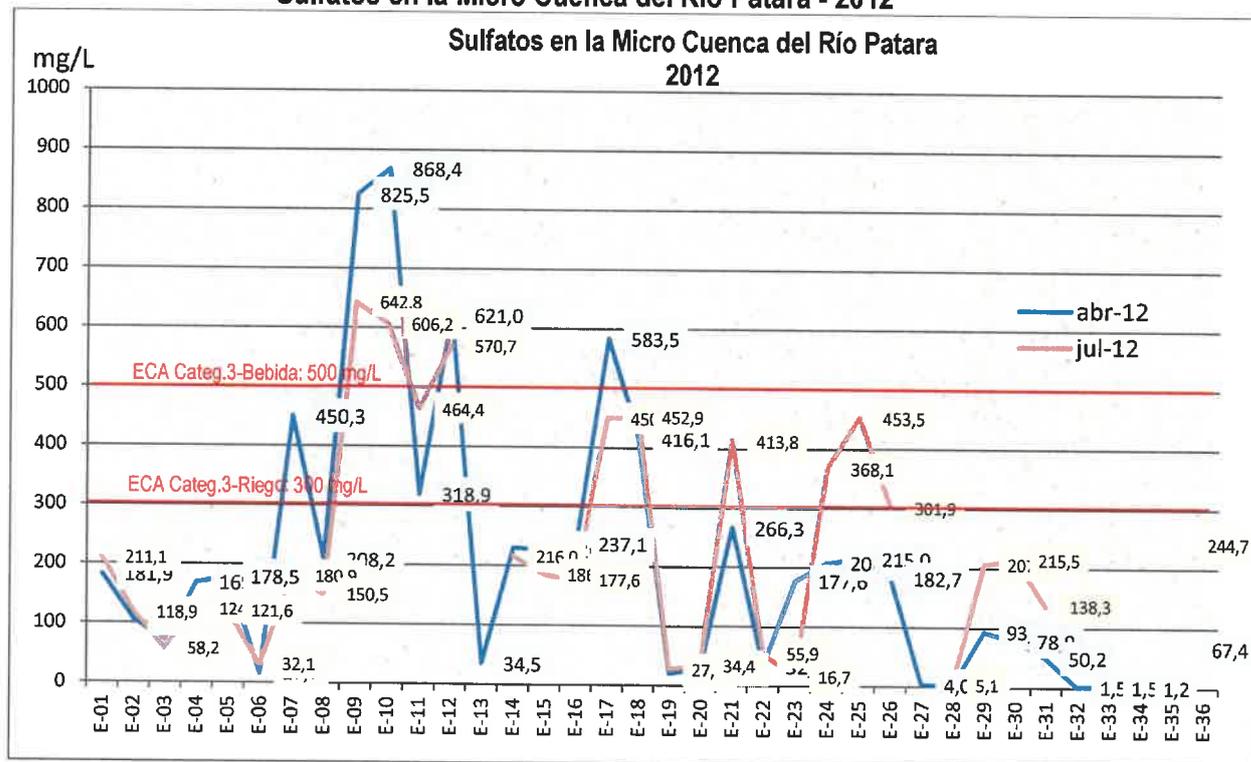
Cloruros:

En el río Patara, las aguas presentan un incremento de cloruros a nivel de descarga de las aguas del río Cacachara en la estación E-29, observándose que en el tramo antes de la afluencia de la quebrada Caironi, ocurre un ligero incremento, al igual que después de la afluencia de las aguas de la quebrada Caironi, en la estación E-31.

Sulfatos:

Seguidamente se representa en el Gráfico N°A-61 las variaciones del sulfato a lo largo de la microcuenca.

Gráfico N°A-61
Sulfatos en la Micro Cuenca del Río Patara - 2012



Fósforo Total:

En el río Patara, las aguas no presentan contenido de fósforo en los dos periodos estacionales, indicando que no existe actividad agrícola en la zona que utilice compuestos fertilizantes.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

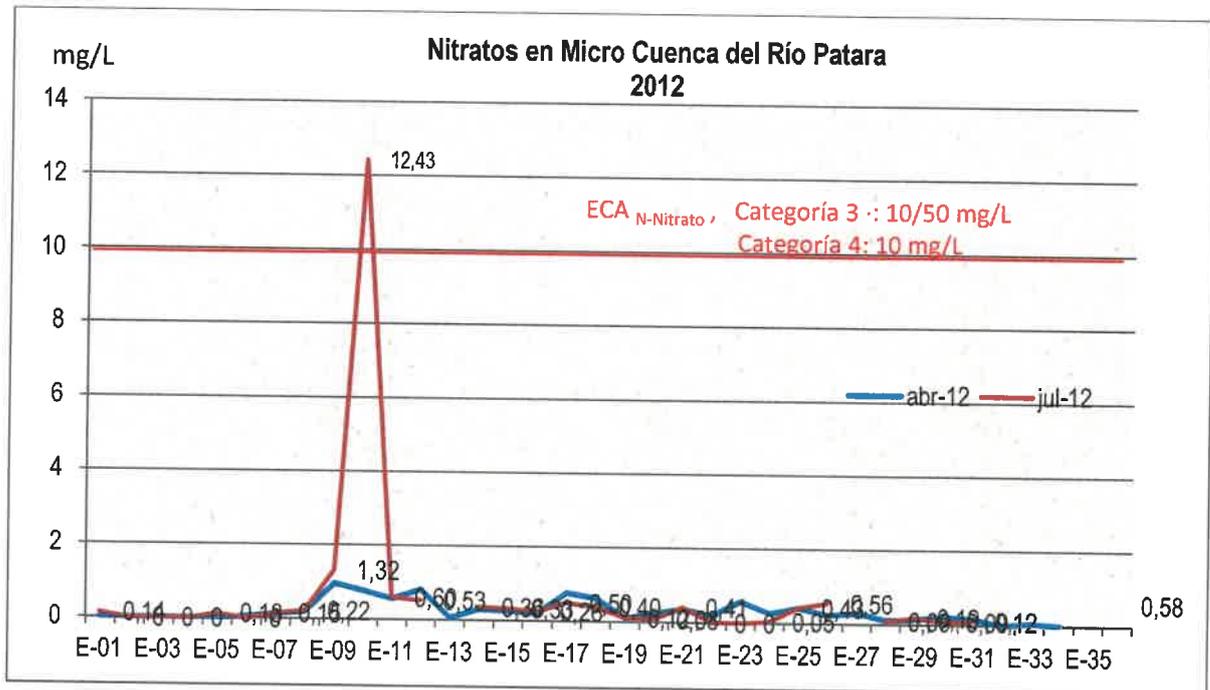
CONSORCIO V-5

Bla. Wáydeé Alvarino Flore
RIÓLOGA
C.B.P. 2531

Nitratos:

Seguidamente se observa que la concentración de nitratos a lo largo del recorrido de los afluentes y del río Patara, se encuentran por debajo de los lineamiento de los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Gráfico N° A-62
Nitratos en la Micro Cuenca del Río Patara - 2012

**Fluoruros:**

Las concentraciones de fluoruros presentadas en las aguas de los ríos Cotañani y Acosiri, quebrada Cacachara, río Cacachara, quebradas Jacosive, Palleutane y Amani y río Patara, muestreado en los dos periodos estacionales, se encuentran en niveles bajos, con valores por menores al lineamiento establecido en el ECA, Categoría 3 (1 y 2 mg/L); no existe valor fijado para fluoruros en la Categoría 4. Adicionalmente, las aguas de los manantiales no presentan contenido detectable de sulfuros y cianuros. La concentración de fluoruros registrada para los cursos de agua que conforman la microcuenca del río Patara, varía entre 0.02 a 0.34 mg/L en el periodo de lluvias y de 0.05 a 0.37 mg/L en el periodo de estiaje.

Sulfuros, Cianuro Total y Cianuro Wad:

No se detecta presencia de sulfuros, cianuro total y cianuro wad en las aguas de los ríos Cotañani y Acosiri, quebrada Cacachara, río Cacachara, quebradas Jacosive, Palleutane y Amani y río Patara, muestreado en los dos periodos estacionales. Además las aguas de los manantiales no presentan contenido detectable de sulfuros y cianuros.

Aluminio:

Las aguas del río Patara que ingresan al embalse Pasto Grande, presentan concentraciones de aluminio por debajo de los ECAs Categoría 3 de 5 mg/L, siendo aptas para para riego de vegetales y/o aguas de bebida de animales, respecto al ion aluminio. No existen valores establecidos para aluminio en los lineamientos del ECA- Categoría 4, Conservación del Medio

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8556

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvarado Flore
BIÓLOGA
CBP. 2531

Acuático. Seguidamente se muestra esquemáticamente, las variaciones de aluminio en la microcuenca del río Patara en el periodo de estiaje – lluvias y de estiaje, abril y julio 2012.

Gráfico N°A-63
Concentración de Aluminio en Aguas de la Micro cuenca del Río Patara - Abril 2012

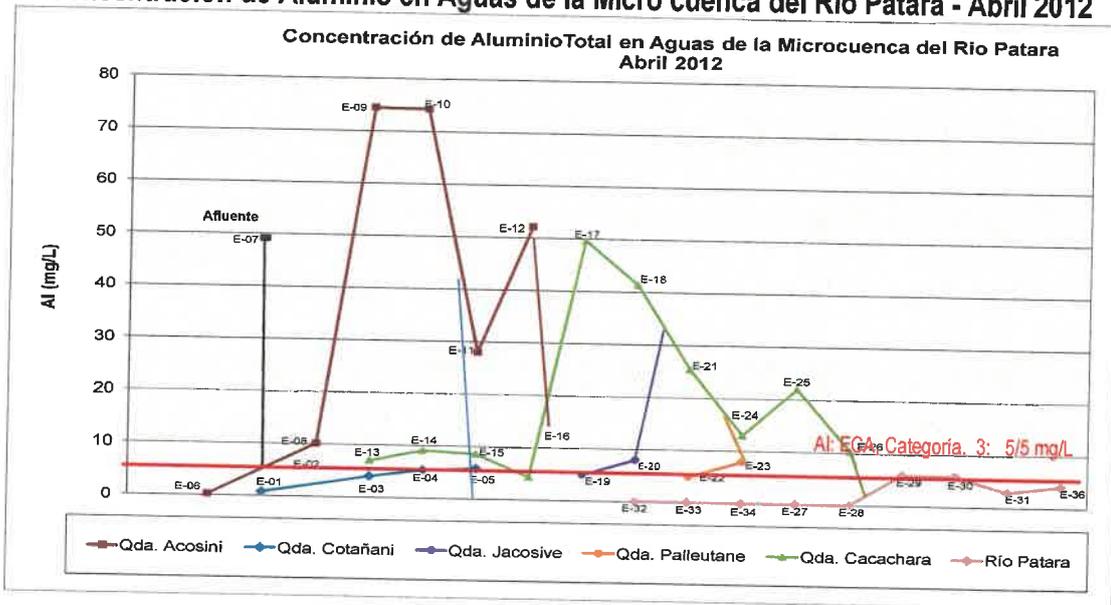
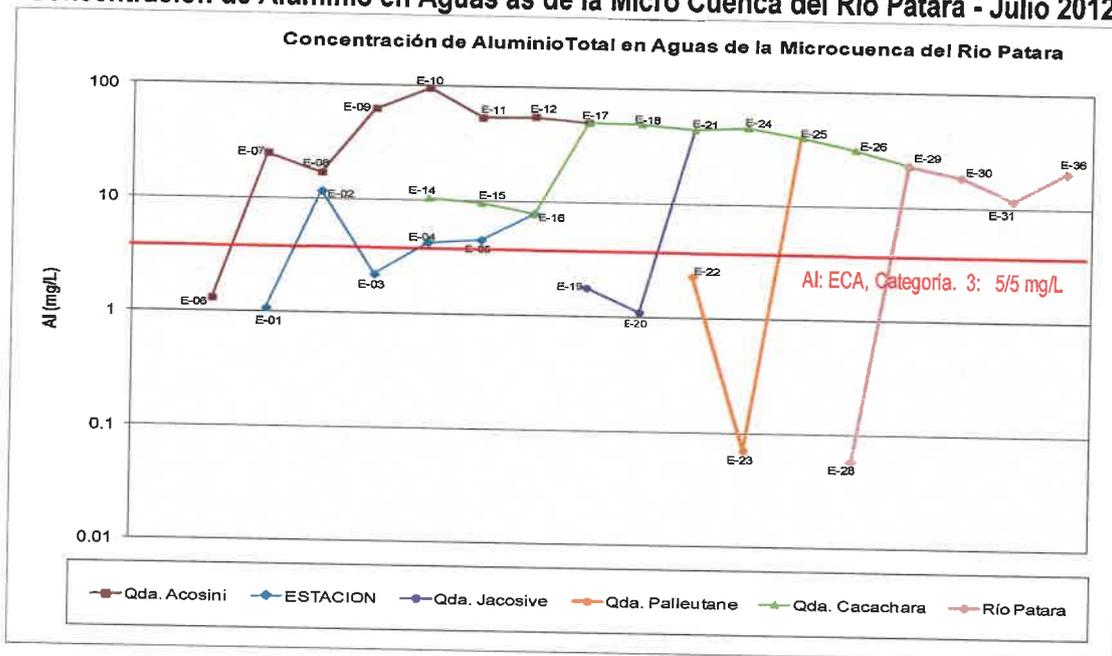


Gráfico N°A-64
Concentración de Aluminio en Aguas de la Micro Cuenca del Río Patara - Julio 2012



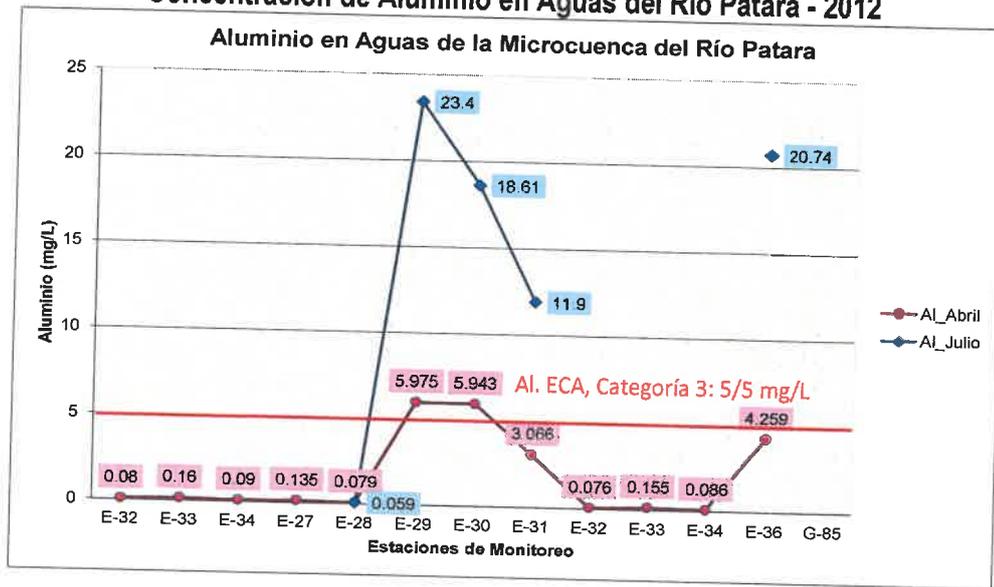
Se muestra seguidamente la variación del aluminio en la microcuenca del río Patara para los dos periodos estacionales, observándose la influencia negativa del río Cacachara en la estación E-29, que eleva considerablemente la concentración del aluminio.

CONSORCIO V-5
 Ing. Juan Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Anguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 Blg. Maydel Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-65
Concentración de Aluminio en Aguas del Río Patara - 2012



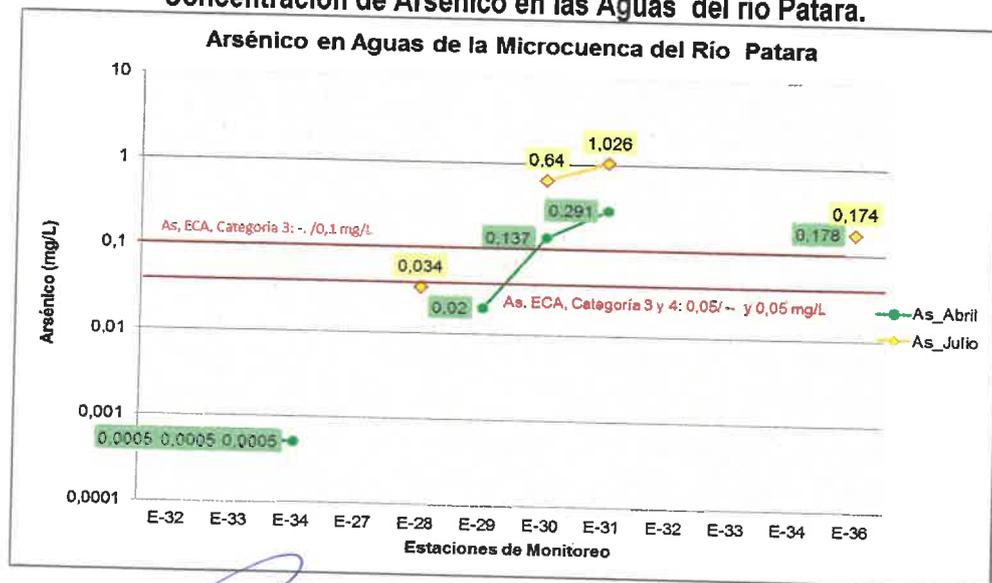
Arsénico:

Con respecto a las concentraciones de arsénico a lo largo de las aguas superficiales de la Micro Cuenca Río Patara registradas durante el evento de monitoreo de Julio 2012; son ligeramente mayores que los registros durante la periodo de estiaje (Abril 2012). Tal como se muestra el Gráfico N° A-66.

Cabe mencionar que no se tomaron muestras en ambas campañas de monitoreo en algunas estaciones de la Micro Cuenca debido a que no se tuvo acceso a la estación de monitoreo por impedimento de personas de las comunidades de la zona.

En las aguas de la **aguas en el río Patara** la presencia de arsénico sobrepasa los valores establecidos en los ECAs, superando el lineamiento establecido, cuando recibe el aporte del río Cacachara en la E-29 y de la quebrada Caironi en la E-31. Las concentraciones mayores se registraron en el mes de julio, segundo periodo de monitoreo.

Gráfico N° A-66
Concentración de Arsénico en las Aguas del río Patara.



CONSORCIO V-5

Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 34763

CONSORCIO V-5

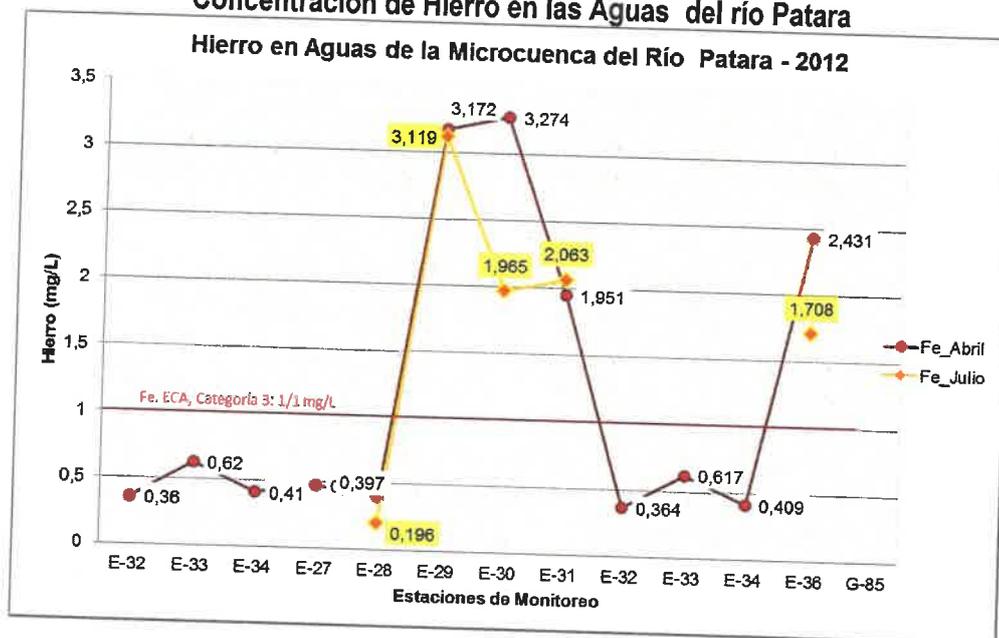
Bj. Playecé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CSP: 2531

Hierro:

El hierro en las aguas del río Patara se incrementa la concentración con el aporte de las aguas ácidas coloreadas del río Cacachara en la estación E-29, en el orden del 1491% en el periodo de avenidas y del 698% en el periodo de estiaje. En la estación E-30 después del aporte de las aguas del río Caironi, se observa en el periodo de lluvias el incremento del 3% y en el periodo de estiaje una disminución del 36%, significando el arrastre de los sedimentos con contenido de elevada concentración de hierro en el periodo de lluvias. Posteriormente en su recorrido, se observa una disminución significativa del hierro encontrándose en concentraciones menores al ECA, Categoría 3, cuando recibe los aportes de las quebradas Amani y Jachacuchajahuirá 1, 2 y 3. Se observa que en la estación E-36, antes de la descarga al embalse, nuevamente se incrementa el hierro en las aguas, en el tramo de la estación E-35, no monitoreada por impedimento de los pobladores de la zona.

Finalmente las aguas al ingreso al embalse, superan los valores establecidos en los ECAS, Categoría 3, para hierro. No existe lineamiento para la Categoría 4.

Gráfico N° A-67
Concentración de Hierro en las Aguas del río Patara



Cadmio:

Los valores de cadmio en las aguas del río Patara, superan los lineamientos de los ECAs para la Categoría 3 y 4. en los tramos de la afluencia de las aguas del río Cacachara en el periodo de estiaje. Igualmente se incrementa la concentración después de la afluencia de las quebradas Amani y de Jachacuchajahuirá 3. Las aguas río Patara llegan al embalse en concentraciones menores al valor de los ECAs.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

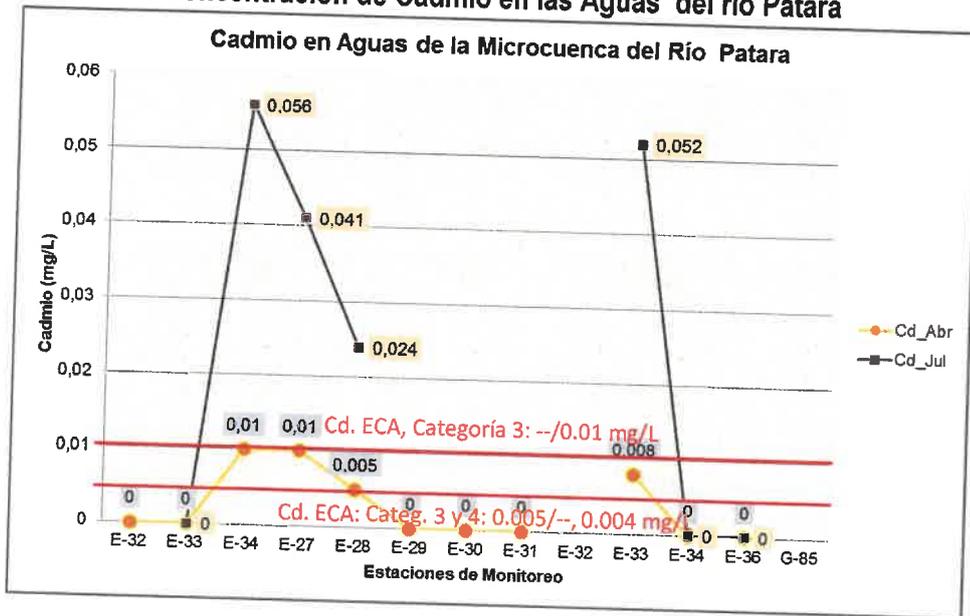
CONSORCIO V-5

Ing. Maribela Magallon Carhajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Biol. Wladimir Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

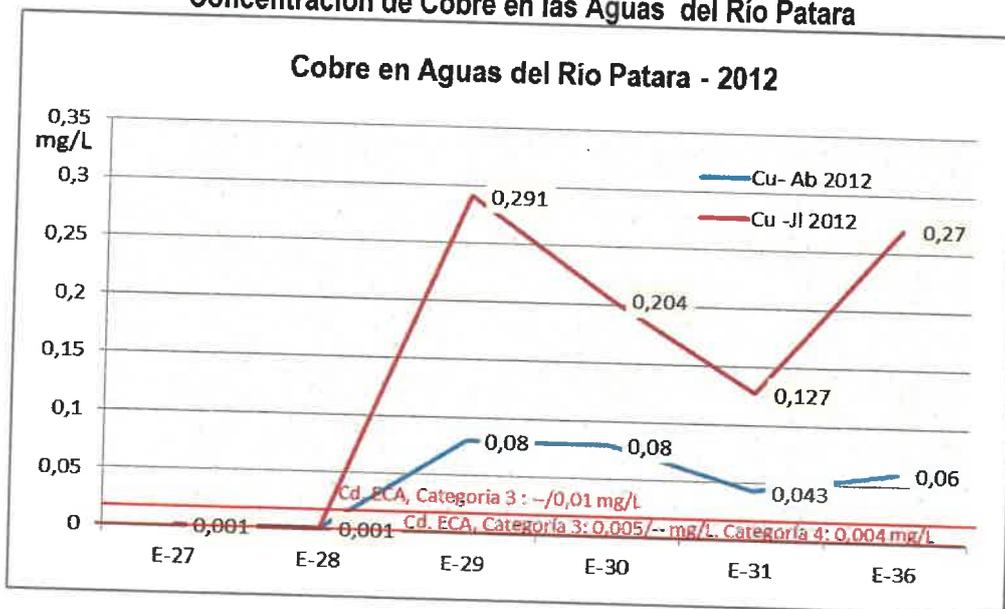
Gráfico N° A-68
Concentración de Cadmio en las Aguas del río Patara



Cobre:

La presencia de cobre en las aguas del río Patara se encuentran en concentraciones que superan los lineamientos de los ECAs en las Categorías 3 y 4. Posteriormente, se observa disminución en la concentración de los ECAs en las Categorías 3 y 4. Posteriormente, se observa incrementarse con la afluencia cuando recibe las aguas de la quebrada Caironi, para luego incrementarse con la afluencia de las quebradas Amani y Jachacuchajahuiria 1, 2 y 3, llegando al embalse en concentraciones superiores a los valores fijados en los ECAs, Categoría 3 y 4, para los dos periodos estacionales.

Gráfico N° A-69
Concentración de Cobre en las Aguas del Río Patara



CONSORCIO V-5
Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

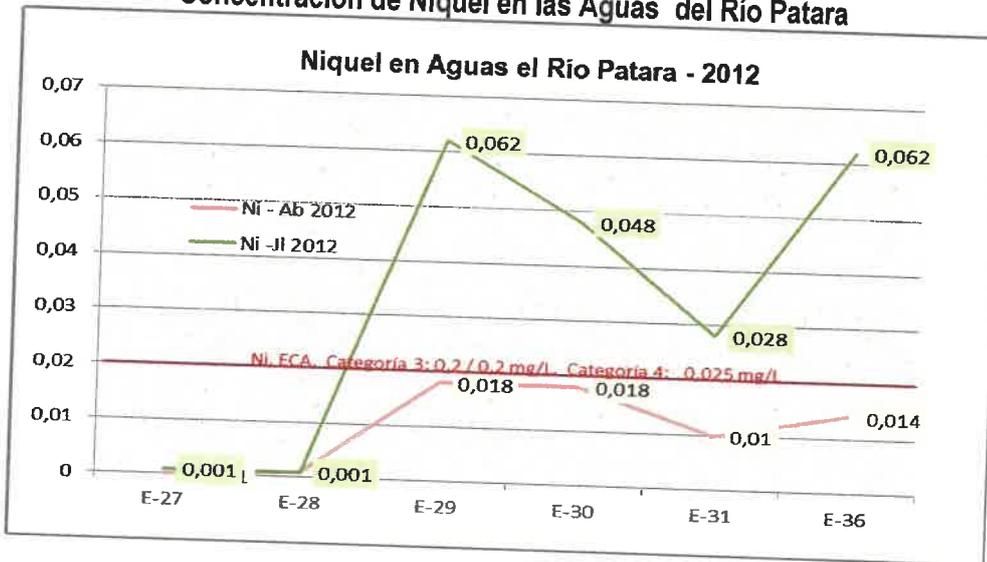
CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 94763

CONSORCIO V-5
Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Níquel:

La presencia de níquel en las aguas del río Patara, en el periodo de avenidas no supera los lineamientos para las categorías 3 y 4 de los ECAs. En el periodo de estiaje, las concentraciones de níquel sobrepasan después de la afluencia de las aguas ácidas del río Cacachara, sobrepasando los lineamientos de los ECAs para las categorías 3 y 4. Similar comportamiento a la del cobre en las aguas del río Patara en los dos periodos estacionales.

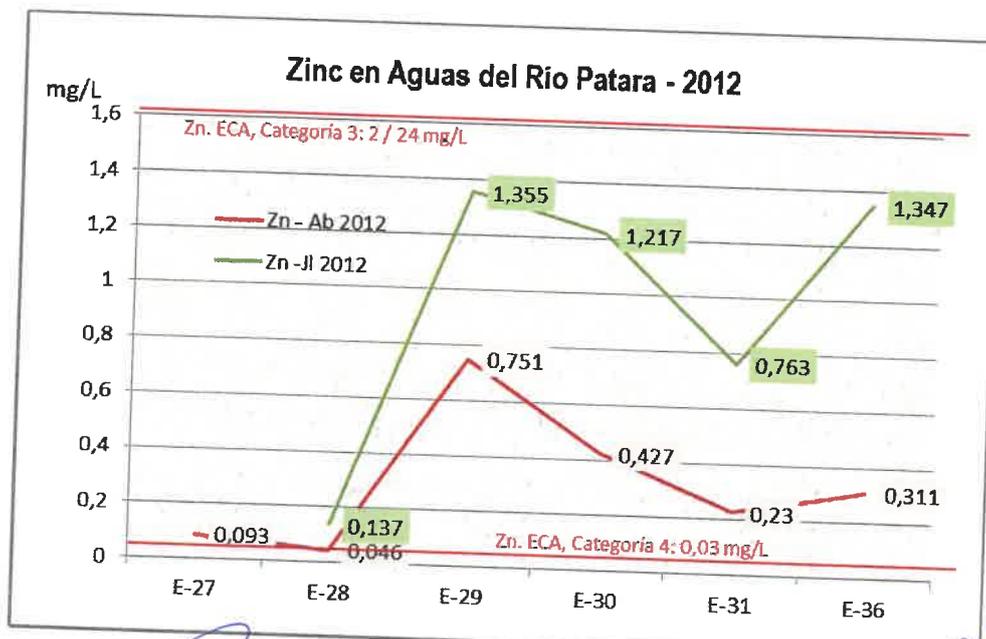
Gráfico N° A-70
Concentración de Níquel en las Aguas del Río Patara



Zinc:

La presencia de cinc en las aguas del río Patara, supera los lineamientos de la Categoría 4, sobre la Conservación del medio Acuático en los dos periodos estacionales. En el periodo de avenidas y estiaje, las concentraciones de zinc, no superan los lineamientos para la Categorías 3 de los ECAs. Se observa similar comportamiento a la del cobre y níquel en las aguas del río Patara, en los dos periodos estacionales.

Gráfico N° A-71
Concentración de Zinc en las Aguas del Río Patara



CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Blga. Haydeé Alvarado Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

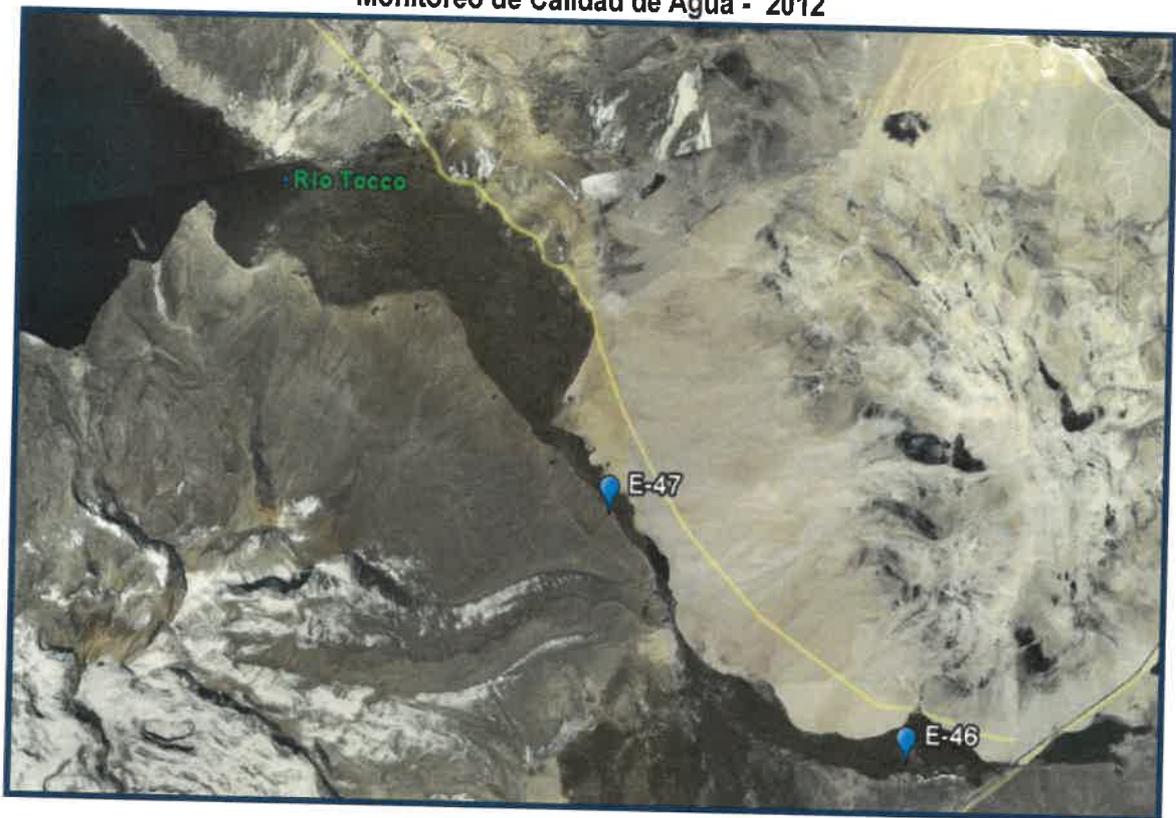
5.4 MICRO CUENCA DEL RÍO TOCCO

En la evaluación de la calidad física y química de las aguas del río Tocco, se realizaron muestreos en dos estaciones representativas: en la naciente del río (manantiales Copapujo, E-46) y en el río Tocco, antes de su ingreso al embalse Pasto Grande (estación E-47).

Para la evaluación de las aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco en la segunda campaña de monitoreo (Julio 2012), al igual que en la primera campaña; para la caracterización de las aguas superficiales del curso principal "río Tocco" se realizaron muestreos en las estaciones de monitoreo que se monitoreo en la primera campaña.

Las aguas de la Micro Cuenca han sido evaluadas con los estándares de calidad para aguas Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático - Río Costa y Sierra); debido a que ingresan a las aguas del embalse Pasto Grande y como referencia se presenta los Estándares de Calidad de Agua para la Categoría 3. Aguas Para Riego y Bebida de Animales
En la siguiente imagen satelital, Figura N° 1.4, se muestra las estaciones de monitoreo en evaluación.

Figura N° 1.4
Foto Satelital de la Micro Cuenca del Río Tocco con las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua - 2012



Las principales características de los resultados de las mediciones en campo y los reportes del laboratorio medidos en el monitoreo de la segunda campaña (época estiaje – Julio 2012) evaluados según el ECA-Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático - Río Costa y Sierra), se presenta a continuación:

CONSORCIO V-5

 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Anguara Carbajal
 INGENIERA QUIMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Bta. Haydee Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Parámetros Físicos y Químicos:

En el siguiente cuadro se resume los resultados emitidos del laboratorio, incluyendo otros parámetros como demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno respectivamente.

En el Cuadro de *Parámetros Físicos y Químicos en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco*; se muestran los resultados físicos medidos in situ en el muestreo realizado en cada estación de monitoreo.

Cuadro N°A-21
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Periodo de Avenidas – Abril 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH u.e.	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mg/L
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida Animales	6.5-8.5	—	—	<2000	—	≥4	15	40
ECA: Categoría 4	Lagos/ Ríos Costa y Sierra	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
E-46	22/04/2012	6.2	11	1.9	48.8	20	5.2	N.D.	N.D.
E-47	17/04/2012	8.1	10	2.0	450	40	5.7	N.D.	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N° A-22
Calidad Física y Química en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Periodo de Avenidas – Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal L/s	pH u.e	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Especifica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L
ECA: Categoría 3	Riego / Bebida Animales	—	6.5-8.5	—	—	<2000	—	≥4	15	40
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	—	6.5-8.5	—	—	—	—	≥5	<10	—
E-46	05/07/2012	149.0	9.2	12.2	0.7	465	<5	4.6	N.D.	N.D.
E-47	04/07/2012	1090	9.2	8	1.6	62.6	<5	5.6	N.D.	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Las evaluaciones de los parámetros se referencian a los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aguas (ECAs) para las Categorías 3 y 4.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aranzuren Corbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
Blga. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

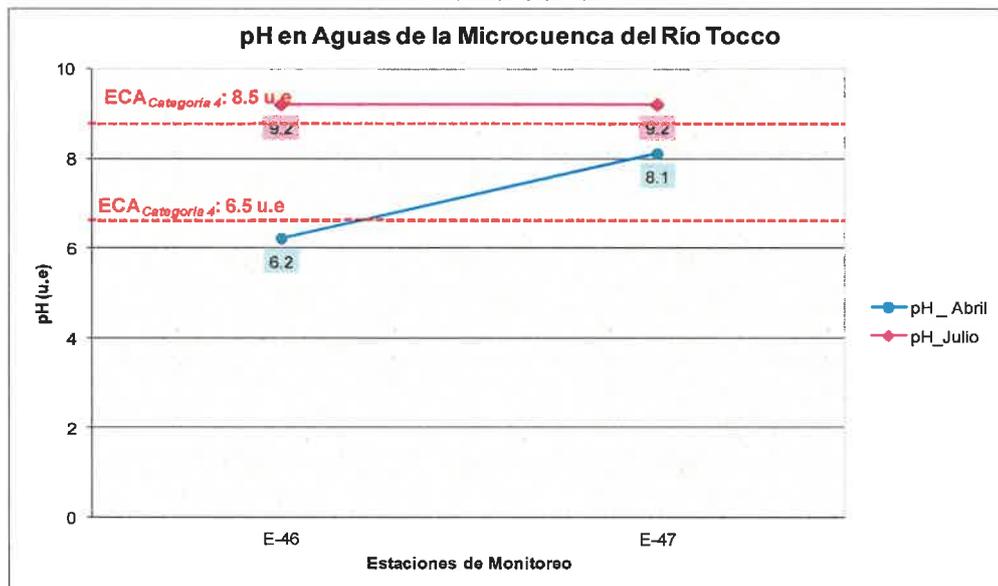
pH:

Durante la primera campaña de monitoreo, la calidad de las aguas del río Toco son afectadas por el manantial (estación E-46) que descarga sus aguas en la naciente del río Tocco, aguas que son ligeramente ácidas, con valor de pH menor al ECA – Categoría 3 y 4.

Durante el monitoreo realizado en la segunda campaña (época Estiaje – Julio 2012), las aguas superficiales de la Micro Cuenca del río Toco registraron a lo largo de su curso valores alcalinos (9.2 u.e de pH) en las aguas del manantial (estación E-46) y antes del ingreso al embalse Pasto Grande (estación E-47; encontrándose fuera del ECA establecido. Tal como se puede visualizar en el Gráfico N° A-72, pH en Aguas del Río Tocco

Las aguas del río Tocco en la estación E-47, antes del ingreso al embalse, son aguas de pH neutro con valor de 8.1 u.e., valor recuperado en su recorrido por los suelos y bofedales de la zona, alcanzando valores dentro del lineamiento establecido, tal como se muestra en el siguiente Gráfico. El monitoreo de la segunda campaña (época Estiaje) evaluado con los resultados de la primera campaña (época de Lluvias – Abril 2012) indican que las aguas han cambiado drásticamente; de valores ligeramente ácidos a alcalinos.

Gráfico N°A-72
pH en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Abril - Julio 2012



Conductividad Específica:

La conductividad eléctrica medida en las aguas de la micro cuenca, en las dos estaciones, indican que en la parte alta de la micro cuenca las aguas son poco mineralizadas con 49 μ S/cm (estación E-46) y en la parte baja (antes del ingreso al embalse) presenta la máxima concentración de 450 μ S/cm, significando que en su recorrido arrastra sales disueltas en concentraciones moderadas.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34753

CONSORCIO V-5

 Blga. Haydee Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Gráfico N°A-73
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Abril 2012

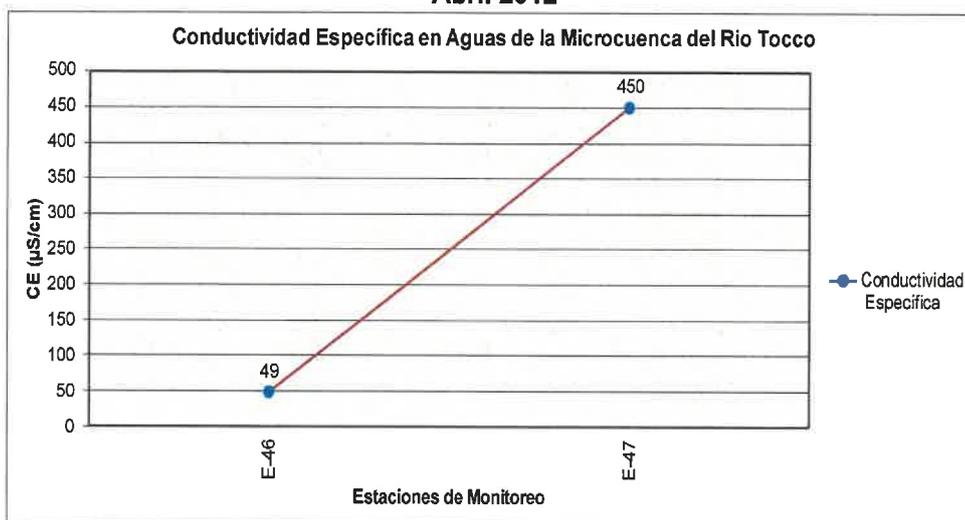
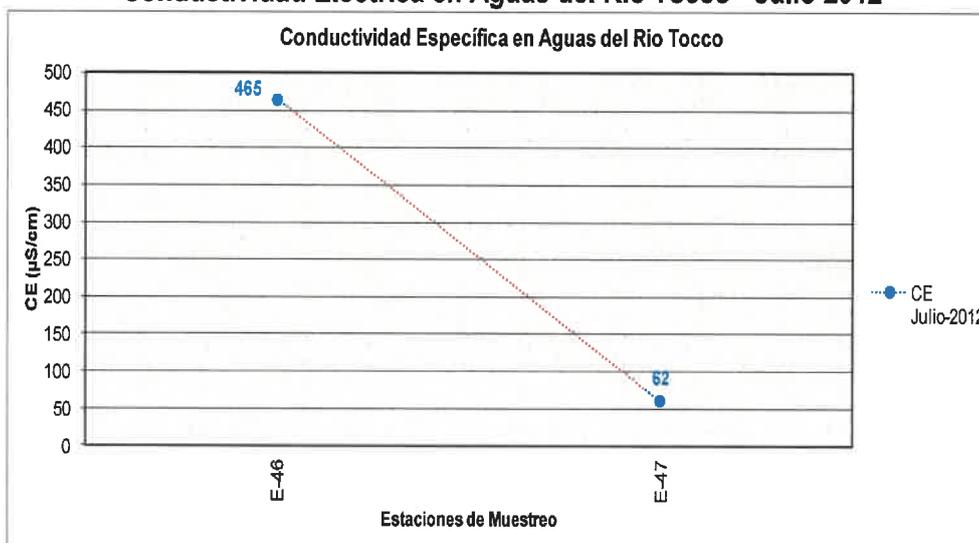


Gráfico N° A-74
Conductividad Eléctrica en Aguas del Río Tocco - Julio 2012



Según los resultados de los parámetros físicos de turbidez, son aguas claras y de los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno, indica la ausencia de materia orgánica e inorgánica que origine una demanda de oxígeno. El color medido se encuentra en rango no perceptible a simple vista.

Parámetros Inorgánicos:

En el siguiente cuadro se presenta los *Parámetros Inorgánicos en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco*.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aránguon Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Haydee Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Cuadro N°A-23
Parámetros Inorgánicos en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Periodo de Avenidas - Abril Mayo 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales Disueltos mg/L	Dureza Total mg/L	Cloruro mg/L	Sulfato mg/L	Fósforo mg/L Total	Nitrato mg/L	Fluoruro mg/L	Sulfuros mg/L	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	—	—	100-700/-	300/500	1/-	10 /50	1/2	0.05/0.05	—
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	—	—	—	0.5	10	—	—	—
E-46	22/04/2012	33	10.0	1.00	1.75	N.D.	0.09	0.06	N.D.	41.1
E-47	17/04/2012	345	18.9	1.90	6.0	N.D.	0.07	0.12	N.D.	35.7

Fuente: Envirolab Perú

Cuadro N° A-24
Parámetros Inorgánicos de la Micro Cuenca del Río Tocco - Julio 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Sólidos Totales Disueltos mg/L	Dureza Total mg/L	Cloruro mg/L	Sulfato mg/L	Fósforo mg/L Total	Nitrato mg/L	Fluoruro mg/L	Sulfuros mg/L	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA Categoría 3	Riego/ Bebida de animales	—	—	100-700/—	300/500	1/-	10 /50	1/2	0.05/0.05	—
ECA: Categoría 4	Ríos Costa y Sierra	500	—	—	—	0.5	10	—	—	—
E-46	05/07/2012	37	6.6	1	1.3	0.04	0.32	0.06	N.D.	47.8
E-47	04/07/2012	48	11.1	1.80	1.4	0.04	0.12	0.12	N.D.	40.1

Fuente: Envirolab Perú

Los resultados de la calidad de las principales sales básicas en las aguas de las dos estaciones E-46 y E-47 no superan los lineamientos establecidos en los ECAs para las Categorías 3 y 4.

Metales:

Seguidamente en el Cuadro N° A-25 y A-26, se muestran los resultados de metales en Micro Cuenca del Río Tocco.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aránguez Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34263

CONSORCIO V-5

 Blga. Hilda Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

**Cuadro N°A-25
Metales y No Metales Totales en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco**

ESTACION	Fecha de Muestreo	Aluminio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo Hexavalente	Cobre	Hierro	Magnesio	Manganeso	Niquel	Fósforo	Plomo	Zinc	Mercurio
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/L	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ECA: Categoría 3 Riego / Bebida animales		5/5	0.05/ 0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/0.05	2/24	0.001/0.001
		—	0.01/ 0.05	0.7/ 0.7	0.004/ 0.004	0.05/ 0.05	0.02/ 0.02	—	—	—	—	0.025	0.5	0.001/0.001	0.03/ 0.03
E-46	22/04/2012	0.144	0.017	0.003	N.D.	N.D.	N.D.	0.386	0.846	0.011	N.D.	0.06	N.D.	0.077	N.D.
E-47	17/04/2012	0.040	0.015	0.009	N.D.	N.D.	N.D.	0.767	1.994	0.010	N.D.	0.06	N.D.	0.013	N.D.

Fuente: Envirolab Peru

**Cuadro N° A-26
Metales y No Metales Totales en la Micro Cuenca del Río Tocco - Julio 2012**

ESTACION	Fecha de Muestreo	Aluminio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo Hexavalente	Cobre	Hierro	Magnesio	Manganeso	Niquel	Fósforo	Plomo	Zinc	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA: Categoría 3 Riego / Bebida animales	Unidad	5/5	0.05/ 0.1	0.7/—	0.005/0.01	0.1/ 1	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/0.05	2/24	0.001/0.001
		—	0.01/ 0.05	0.7/ 0.7	0.004/ 0.004	0.05/ 0.05	0.02/ 0.02	—	—	—	—	0.025	0.5	0.001/ 0.001	0.03/ 0.03
E-46	05/07/2012	0.04	0.03	0.002	N.D.	N.D.	N.D.	0.036	0.823	0.003	N.D.	0.05	N.D.	0.066	N.D.
E-47	04/07/2012	0.09	0.01	0.004	N.D.	N.D.	N.D.	0.43	1.258	0.012	N.D.	0.06	N.D.	0.057	N.D.

Fuente: Envirolab Peru

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 54763

CONSORCIO V-5

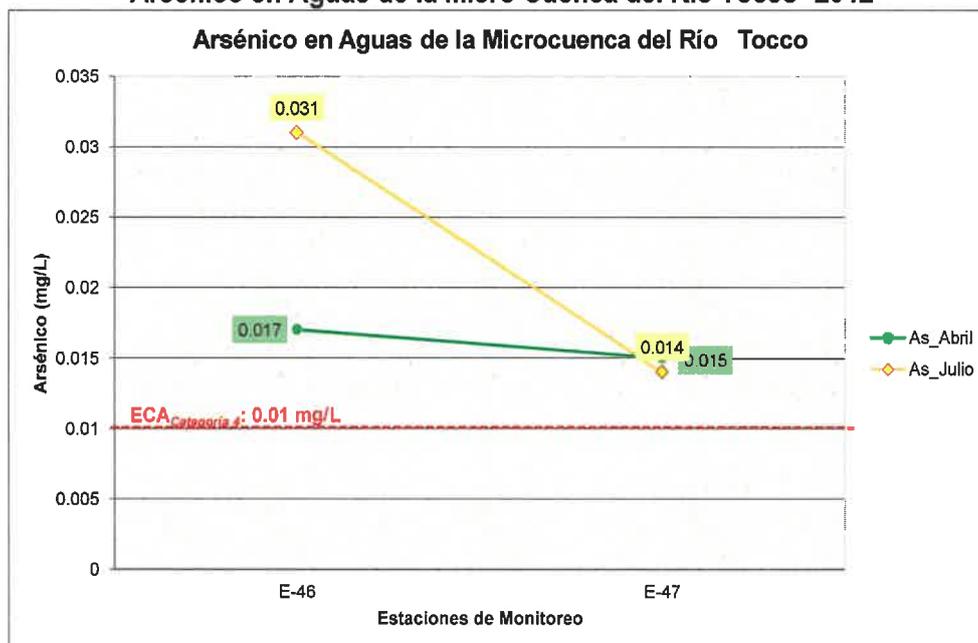
Bjgar. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP: 2991

Arsénico:

Tal como se observa en el Gráfico N° A-75, las bajas concentraciones de arsénico registradas en la parte alta de la micro cuenca, estación E-46 y en la parte baja, estación E-47, son menores a los lineamientos establecidos de 0.05 mg/L en la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático y de los valores de la Categoría 3, aguas de bebida de animales y riego de vegetales de 0.1 y 0.05 mg/L respectivamente.

Las concentraciones de arsénico reportadas en el segundo monitoreo (época Estiaje-Julio 2012), tal como se observa en el Gráfico, *Concentración de Arsénico en Aguas del Río Tocco*, registran sus máximos valores en la parte alta de la Micro Cuenca (0.031 mg/L en la estación E-46); y en la parte baja (estación E-47) registro mínimos valores de 0.014 mg/L; superando así el lineamiento establecido en el ECA-Categoría 4. Al igual que en la campaña de Abril 2012 (época de Avenidas), las máximas concentraciones de arsénico se reportaron en la estación E-46; indicando una ligera relación con respecto a la tendencia espacial a lo largo de la Micro Cuenca.

Gráfico N°A-75
Arsénico en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco -2012

**Aluminio:**

Al igual que las concentraciones de arsénico, en el periodo de lluvias, los máximos valores del aluminio se registraron en la parte alta de la micro cuenca; reportando concentraciones bajas (0.04 mg/L en E-47) en la parte baja, tal como se muestra en el Gráfico N°A-76. El valor límite para los ECAs, Categoría 3 es de 5.0 mg/L para aguas de bebida de animales y riego de vegetales. No existe valor límite para la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático. Se muestra en el siguiente gráfico las concentraciones halladas:

Evaluando las concentraciones registradas durante la segunda campaña de monitoreo (época Estiaje-2012); a diferencia de las concentraciones arsénico los máximos valores se registraron en las aguas antes del ingreso al embalse Pasto Grande (estación E-47). Tal como se muestra en el Gráfico *Concentración de Aluminio en Aguas del Río Tocco*, las aguas en la parte alta de la Micro Cuenca registraron valores mínimos de 0.043 mg/L, aumentando su concentración según el recorrido a lo largo del curso principal. Esta tendencia marcada registrada durante el muestreo

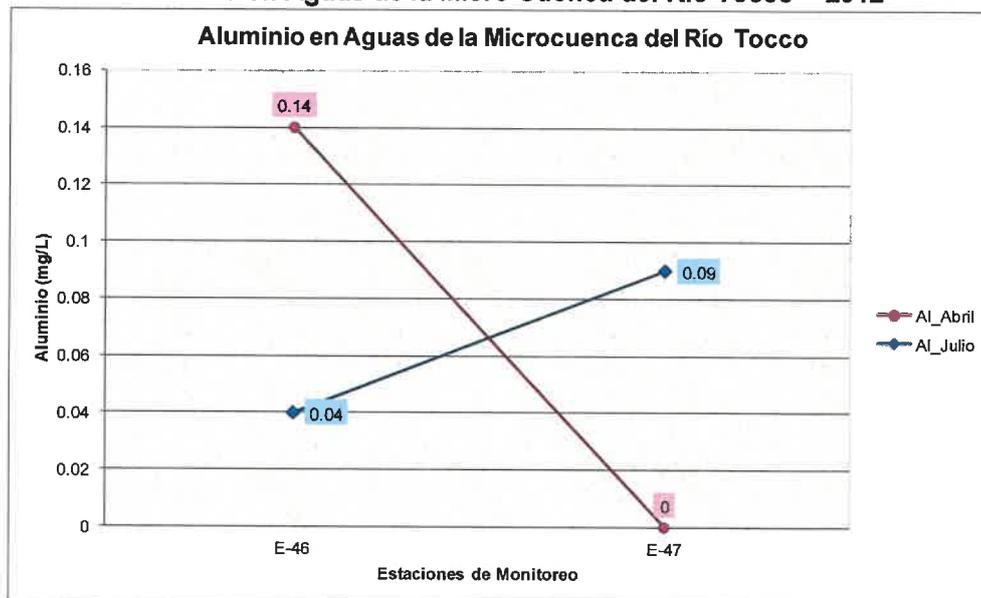
CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
Bla. Haydee Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

de época Estiaje (Julio-2012); difieren de los resultados obtenidos durante la época de Avenida (Abril-2012); por lo que se recomendaría un tercer análisis para determinar la tendencia correcta.

Gráfico N°A-76
Aluminio en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco - 2012



Hierro:

Con respecto a la presencia de hierro en las aguas de la micro cuenca del río Tocco; se encuentran en bajas concentraciones, observándose que los máximos valores se registran en la parte baja de la micro cuenca, estación E-47; mientras que los manantiales de la naciente de la micro cuenca presentaron los menores valores de hierro de 386 mg/L. El valor límite para los ECAs Categoría 3, es de 1 mg/L para aguas de bebida de animales y riego de vegetales. No existe valor límite para la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático. Se muestra en el siguiente gráfico las concentraciones halladas:

Con respecto a las concentración de hierro reportado durante el evento de monitoreo de época Estiaje (Julio-2012); indica que la concentración en la parte alta de la Micro Cuenca (estación E-46) es baja en el manantial, incrementándose la concentración en el recorrido de las aguas hasta la descarga al embalse. La concentración de hierro en las aguas del río Tocco, se encuentra por debajo de los valores de los ECAs Categoría 3. No existe límite para Categoría 4.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6536

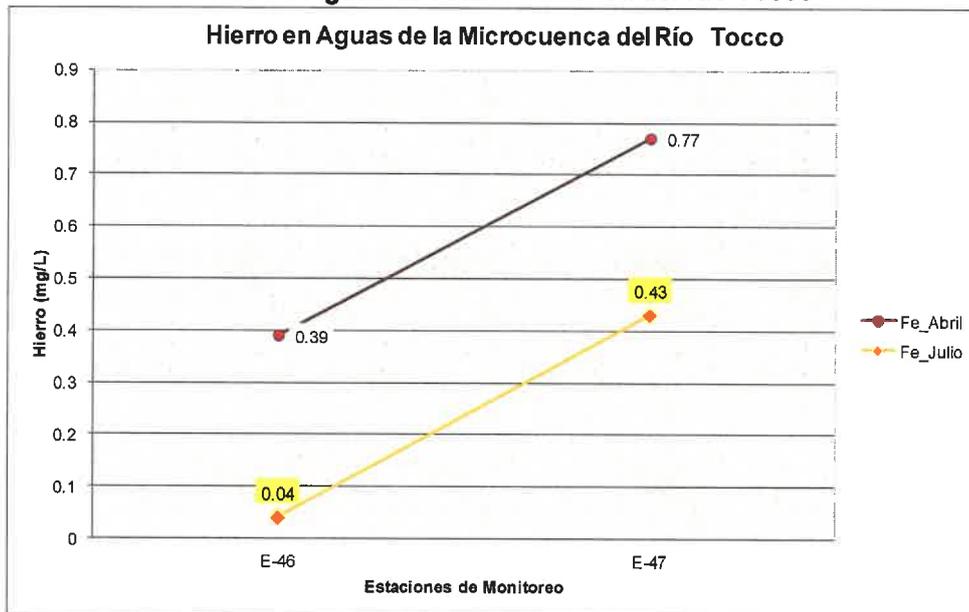
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Naydeé Alvarino Flores 107
BIÓLOGA
CBP. 2531

Gráfico N° A-77
Hierro en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco

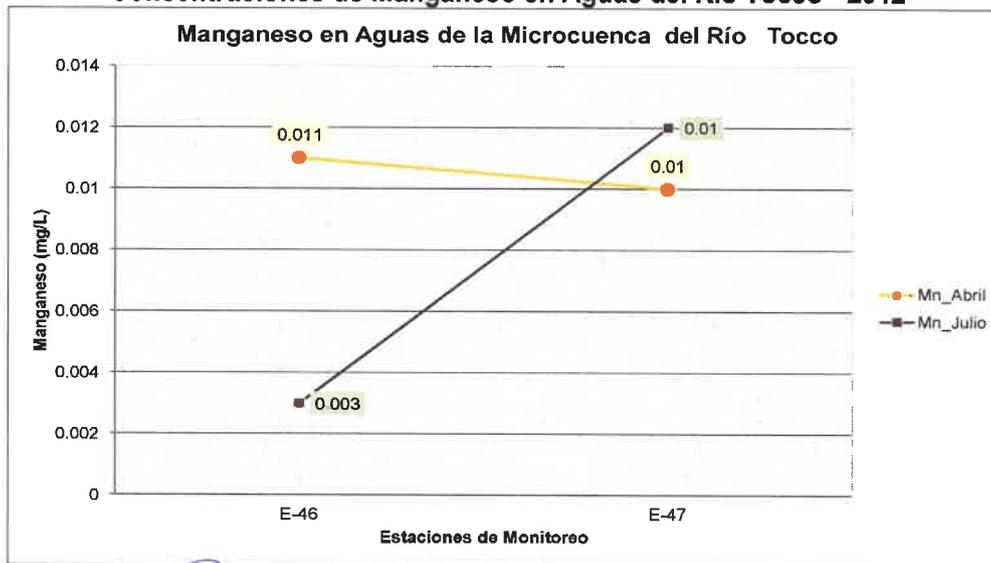


Manganeso:

Con respecto a la presencia de manganeso, se encuentra en muy bajas concentraciones. Los máximos valores se reportaron en la parte alta de la microcuenca (0.011 mg/L), disminuyendo su concentración (0.010 mg/L) antes del ingreso al embalse Pasto Grande. El valor límite para los ECAs, Categoría 3, es de 0.20 mg/L para aguas de bebida de animales y riego de vegetales. No existe valor límite para la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático. Se muestra en el siguiente gráfico las concentraciones halladas:

Con respecto en el segundo monitoreo, la presencia de manganeso, se encuentra en muy bajas concentraciones. Las concentraciones para las aguas del manantial y del río Tocco, se encuentran por debajo de los lineamientos de los ECAs, para la Categoría 3 (0.2 mg/L). No existe valores límites para la Categoría 4. Se muestra en el siguiente gráfico las concentraciones halladas:

Gráfico N° A-78
Concentraciones de Manganeso en Aguas del Río Tocco - 2012



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6539

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Magnesio:

La presencia de magnesio, componente de la dureza del agua se encuentra en bajas concentraciones en las aguas de la microcuenca del río Tocco; presentan los máximos valores en la parte baja de la microcuenca (estación E-47); mientras que los manantiales de la naciente de la micro cuenca presentaron los menores valores de magnesio (0.846 mg/L). El valor límite para los ECAs, Categoría 3 es de 150 mg/L para aguas de bebida de animales y riego de vegetales. No existe valor límite para la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático. Se muestra en el siguiente gráfico las concentraciones halladas:

En la segunda campaña de monitoreo, la presencia de magnesio, componente natural de la dureza del agua, se encuentra en bajas concentraciones en las aguas de la micro cuenca del río Tocco; presentan los máximos valores en la parte baja de la micro cuenca (estación E-47); mientras que los manantiales de la naciente de la micro cuenca presentaron los menores valores de magnesio (0.846 mg/L). El valor límite para los ECAs, Categoría 3 es de 150 mg/L para aguas de bebida de animales y riego de vegetales. No existe valor límite para la Categoría 4, Conservación del Medio Acuático. Se muestra en el siguiente gráfico las variaciones de las concentraciones halladas para los dos periodos estacionales.

Gráfico N° A-79
Magnesio en Aguas de la Micro Cuenca del Río Tocco
Abril 2012

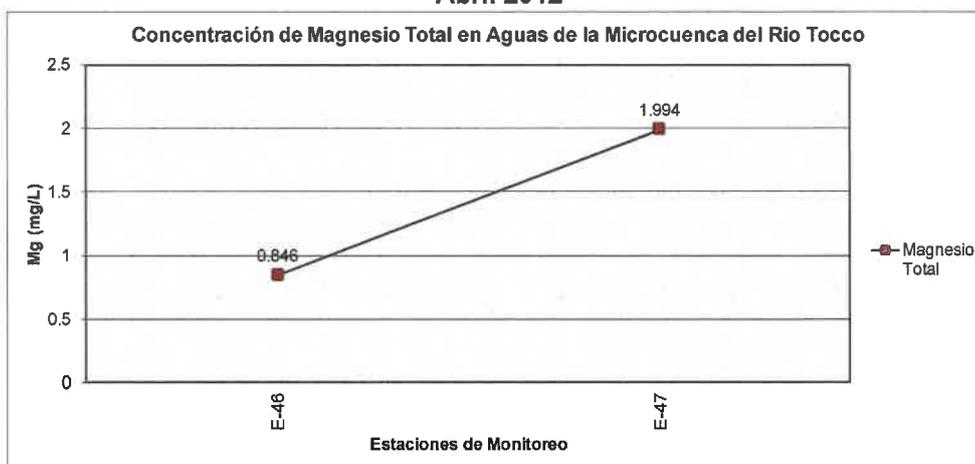
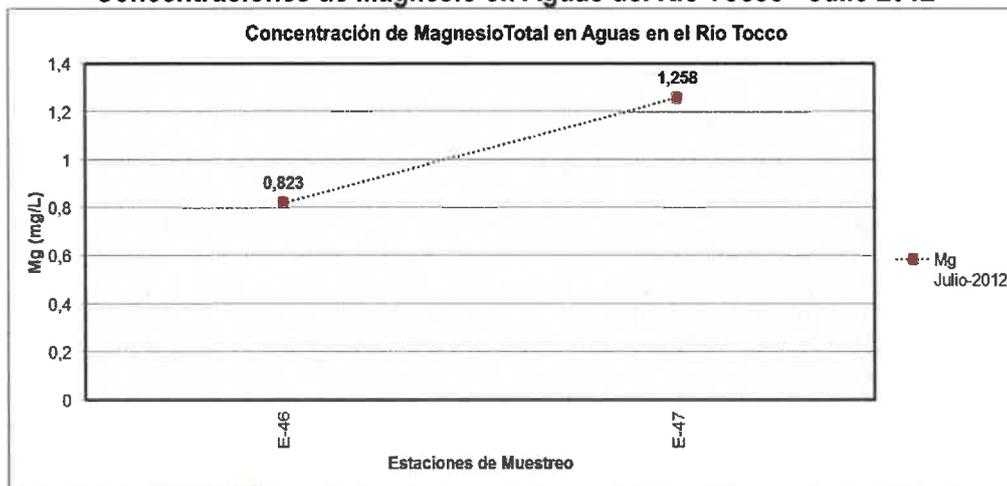


Gráfico N° A-80
Concentraciones de Magnesio en Aguas del Río Tocco - Julio 2012



CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Martha Triguero Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

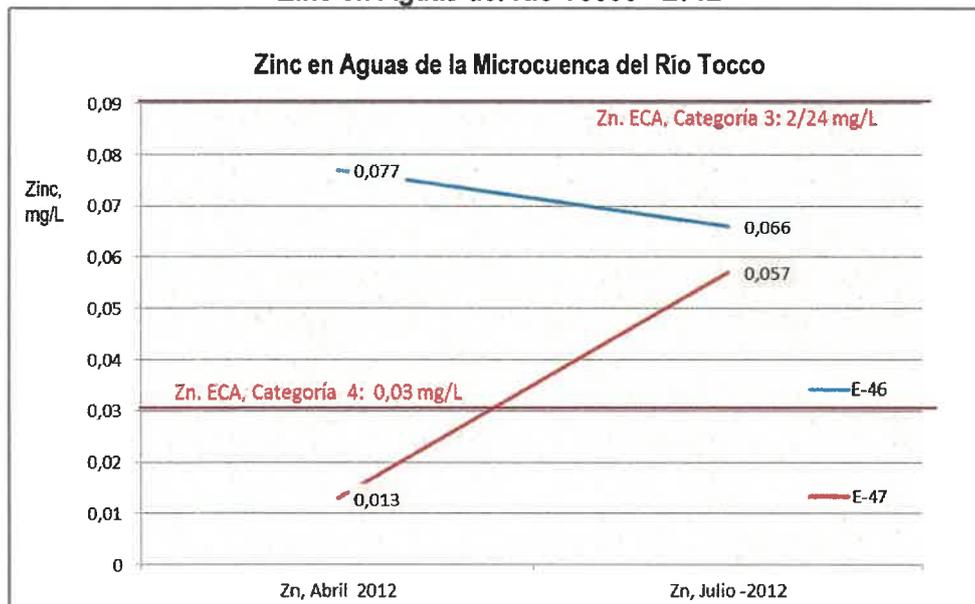
Bla. Dayde Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

Zinc:

En las aguas del río Tocco, la concentración de zinc de 0.077 mg/L, excede el lineamiento establecido del ECA - Categoría 4. Tal como se presenta en el cuadro de metales, los resultados reportados por el laboratorio indican que las aguas del manantial que forma el río Tocco, en el periodo de lluvias, la concentración de zinc excede el lineamiento establecido por ECA, Categoría 4 (valor máximo 0.03 mg/L), así como en la descarga en el embalse en un 54 y 47 % sobre el valor del ECA, Categoría 4 para los dos periodos estacionales respectivamente.

La concentración de zinc en aguas del río Tocco, no excede los lineamientos fijados para la Categoría 3 en el momento de su descarga al embalse.

Gráfico N° A-81
Zinc en Aguas del Río Tocco - 2012

**Cadmio, Cobre, cromo, Níquel, Plomo y Mercurio:**

No se detecta concentración de los metales pesados en aguas. Las concentraciones de metales totales de cadmio, cobre, cromo, níquel y plomo no reportaron valores de concentración, se expresan por debajo del límite de detección del método del laboratorio.

En conclusión; las aguas superficiales de la Micro Cuenca del Río Tocco; presentaron durante el monitoreo primera y segunda campaña concentraciones de metales que superan el lineamiento establecido (ECA – Categoría 4) en la parte baja de la Micro Cuenca los que comparados con el muestreo de la primera campaña los resultados fueron en su mayoría diferentes.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6539

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aragón Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Blg. Gladys Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

6. HIDROQUÍMICA DE LOS CURSOS DE AGUAS

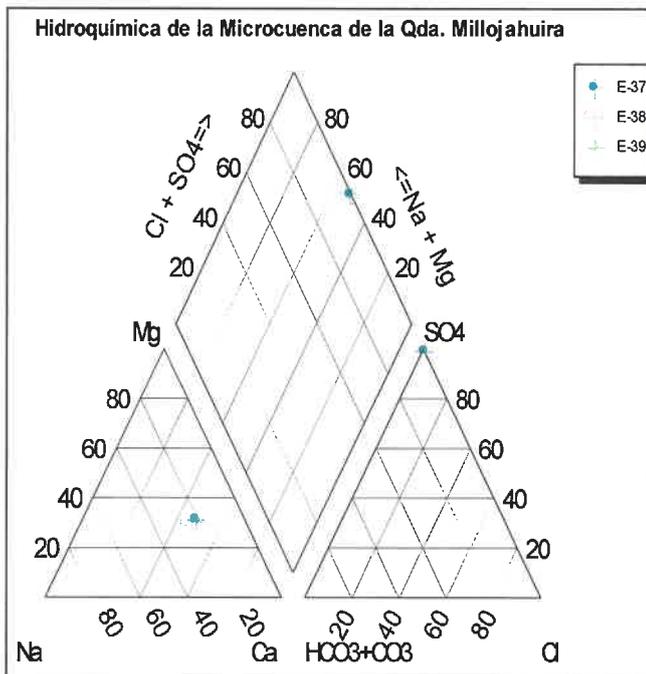
Para la evaluación hidroquímica de las aguas superficiales de las microcuencas se elaboró el diagrama Piper empleando el Software de Schlumberger Water Services "AQUACHEM 2011.1".

La clasificación del agua en función de las concentraciones de iones mayoritarios se representó en el diagrama de PIPER para toda la zona. Los diagramas Piper se define como un triángulo equilátero en el que se representa las concentraciones en mili equivalentes por litro de los cationes mayoritarios como el Ca²⁺, Mg²⁺ y Na⁺ (en ocasiones Na⁺ + K⁺) y aniones mayoritarios como el HCO³⁻, SO₄²⁻ y Cl⁻, cuya finalidad es determinar la familia química del agua. Su proporción refleja el origen e historia de residencia de las aguas superficiales y subterráneas.

Un número de diferentes factores controlan la composición química del agua, siendo los controles más importantes, la litología del lecho rocoso y la mineralización de sulfuros.

6.1 RÍO MILLOJAHUIRA

Gráfico N°A-82
Hidroquímica en el río Millojahuira
Periodos de Avenida – Abril 2012



Las aguas superficiales de la microcuenca Río Millojahuira; presentan una hidroquímica de sus aguas son entre cálcicas sulfatas y sulfatadas, con predominio del ión sulfato, tal como se aprecia en el diagrama Piper

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

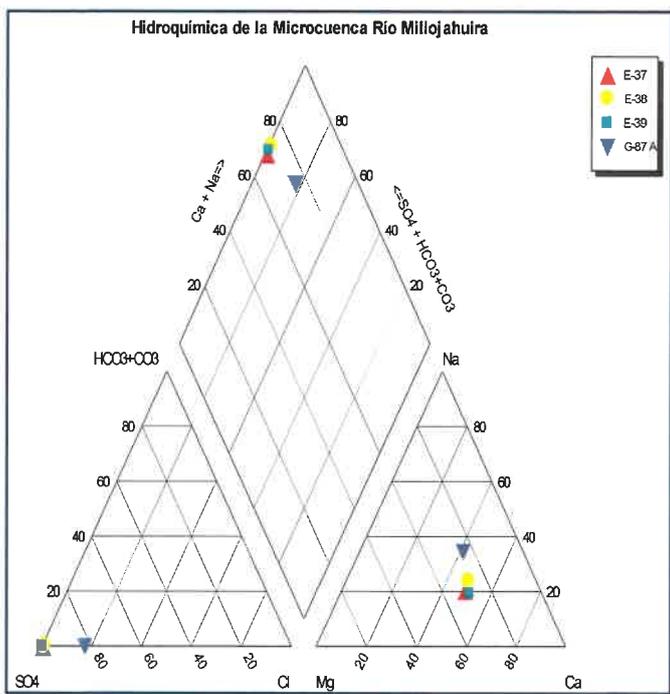
Ing. María Antonia Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Dña. Ivonne Alvarino Flores
BIOLOGA
C.I.P. 2531

Gráfico N°A-83
Hidroquímica en el río Millojahuirra
Periodos de Estiaje – Julio 2012

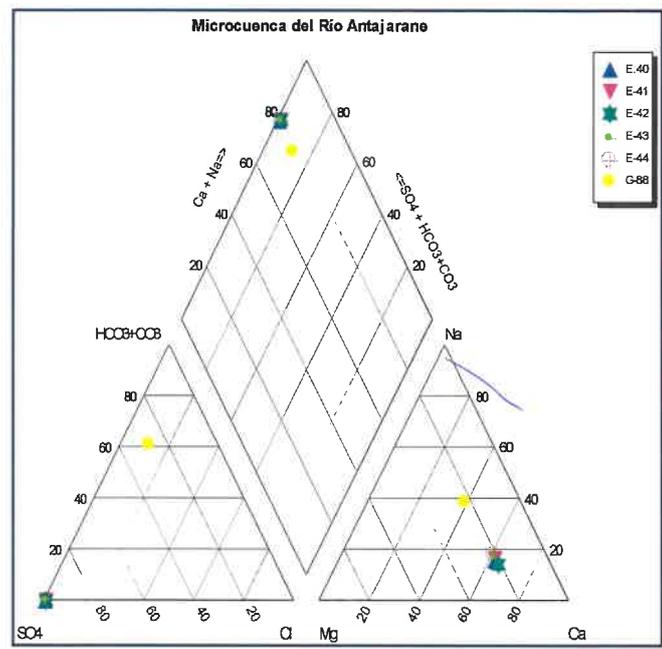
Las aguas superficiales de la microcuenca río Millojahuirra en periodo de estiaje, presentan una hidroquímica de sus aguas en periodo de estiaje, con predominio de iones calcio, sulfato. La calidad hidroquímica presenta similar comportamiento en los dos periodos estacionales tal como se aprecia en los diagramas Piper.



6.2 RÍO ANTAJARANE

Gráfico N° A-84
Hidroquímica en aguas del río Antajarane,
Periodo de Estiaje - Julio 2012

Las aguas de la microcuenca del río Antajarane; hidroquímicamente indican predominio de iones aluminio, calcio y sulfato siendo el sulfato el anión predominante en los cuerpos superficiales y el anión HCO₃ en las aguas del manantial G-88.



CONSORCIO V-5

 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUIMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blg. Gladys Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

6.3 RÍO PATARA

Con respecto a la Hidroquímica de las aguas del río Patara, según el **Diagrama Piper**, las aguas de la quebrada Cotañani son de tipo cálcica-magnésica-sulfatada; asimismo la hidroquímica de la quebrada Acosiri indican que sus aguas son cálcicas sulfatadas en las nacientes y sulfatadas aguas abajo. Las aguas de la quebrada Cacachara, presenta predominio de los iones calcio y sulfato, incrementando a solo sulfato después de su confluencia con la quebrada Acosiri. Asimismo las aguas en las nacientes del río Patara son sódicas-bicarbonatadas, variando hasta antes de ingresar al embalse con aguas cálcicas-sulfatadas

Gráfico N°A-85
Hidroquímica en Aguas del río Patara
Periodo de Avenida – Abril 2012

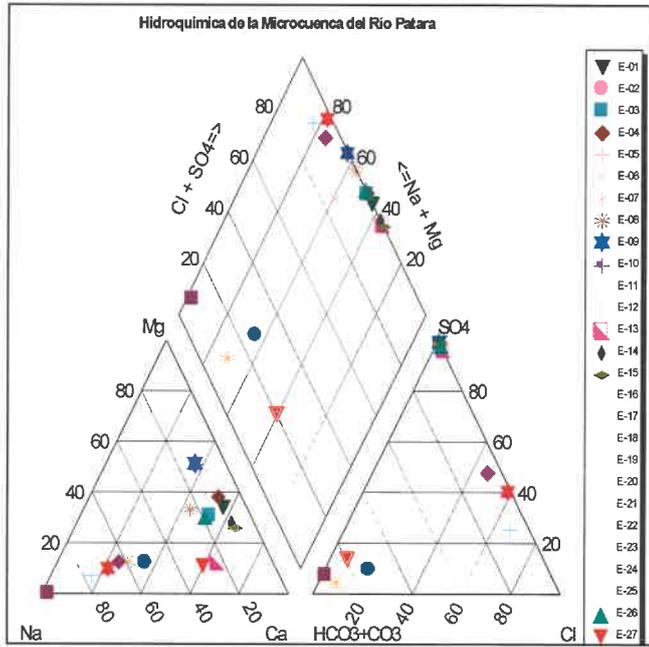
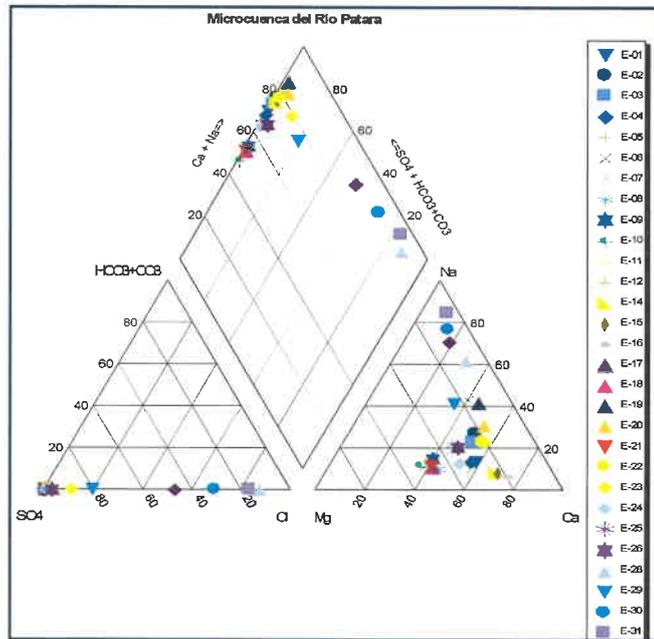


Gráfico N° A-86
Hidroquímica en Aguas del río Patara,
Periodo de Estiaje – Julio 2012

Las aguas de la microcuenca Patara; reportaron una hidroquímica cuya tendencia predominante son los cationes calcio y aluminio y los aniones mayoritarios son sulfatos y en menor proporción cloruro.



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5 113

Bla. Haydée Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

6.4 RÍO TOCCO

Gráfico N°A-87
Hidroquímica en el río Tocco
Periodo de Avenida – Abril 2012

Las aguas de la microcuenca del río Tocco presenta como ión predominante al bicarbonato y como cationes predominantes al calcio y sodio.

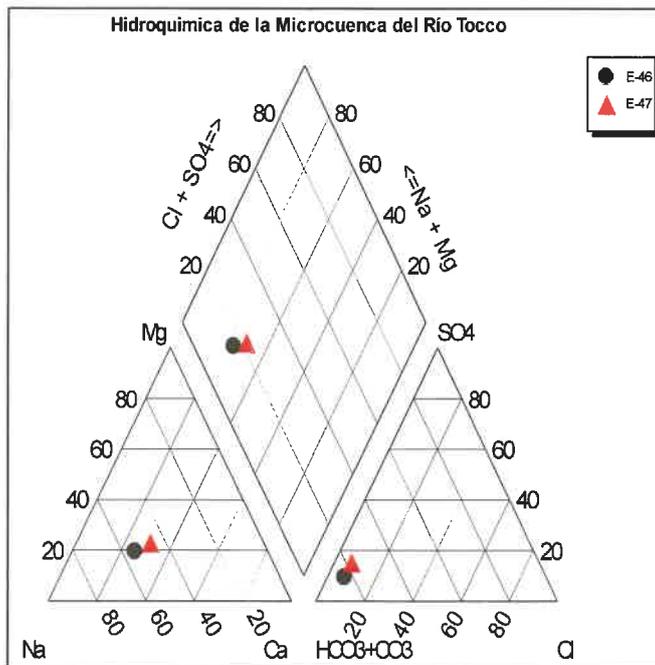
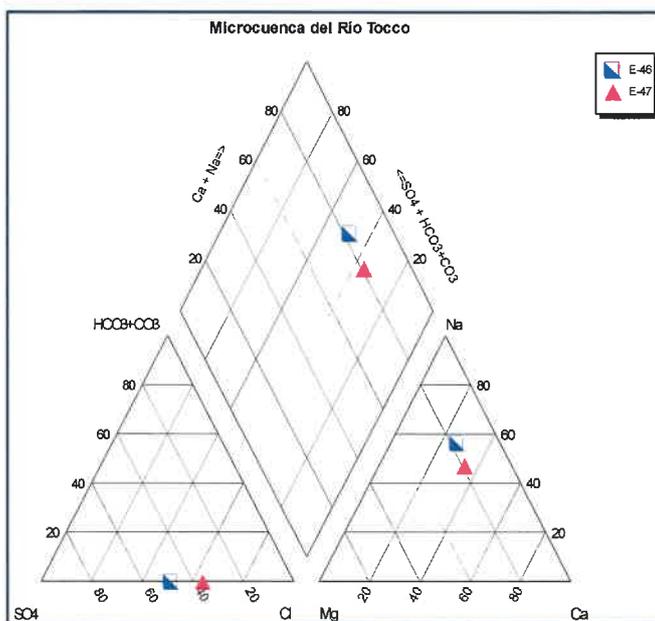


Gráfico N°A-88
Hidroquímica en el río Tocco, Afluente del
Embalse Pasto Grande - Periodo de Avenida

Las aguas de la microcuenca del río Tocco tiene como ión predominante al magnesio y como cationes predominantes al calcio y sodio. Cabe mencionar que similares predominios de cationes calcio y magnesio se presentaron en el primer monitoreo (Abril 2012).



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34703

CONSORCIO V-5

Bla. Haydee Alvarado Flores
BIOLOGA
C.M.P. 2531

7. TENDENCIA HISTÓRICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y CORRELACIÓN ACTUAL

Para la evaluación y diagnóstico del sistema Pasto Grande; se ha analizado la información histórica de los principales cuerpos de agua: Micro Cuenca Río Millojahuiria; Micro Cuenca del Río Antajarane; Micro Cuenca Río Patara, Micro Cuenca Río Tocco y a la salida del embalse en evaluación.

7.1 Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Millojahuiria

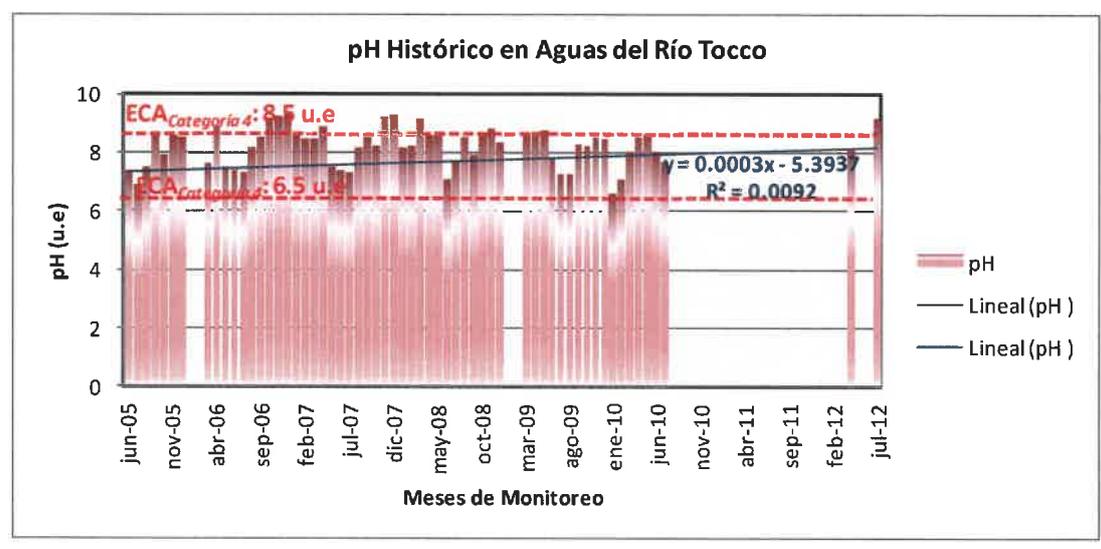
Para la evaluación temporal de la calidad del agua en la Micro Cuenca del Río Millojahuiria; se han recopilado información histórica de resultados de monitores desde enero 2005 hasta el segundo monitoreo Julio 2012.

A continuación se grafican las variaciones temporales de pH, sólidos totales disueltos, sulfato, aluminio y hierro; para las aguas de la Micro Cuenca Río Millojahuiria.

Tendencia del pH:

Con respecto a los valores de pH en las aguas superficiales del río Millojahuiria medido antes del ingreso al embalse Pasto Grande, tal como se observa en el Gráfico N° A-89, *Tendencia del pH en Aguas del Río Millojahuiria*, los valores de pH registrados desde el año 2005 se encuentran por debajo de 4 u.e, siguiendo la línea de tendencia negativa el valor reportado en el muestreo del año 2012 (tanto para la periodo de avenidas y periodo estiaje). Se presenta la ecuación correspondiente indicando una pendiente negativa.

Gráfico N°A-89
Tendencia del pH en Aguas del Río Millojahuiria - 2012



CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

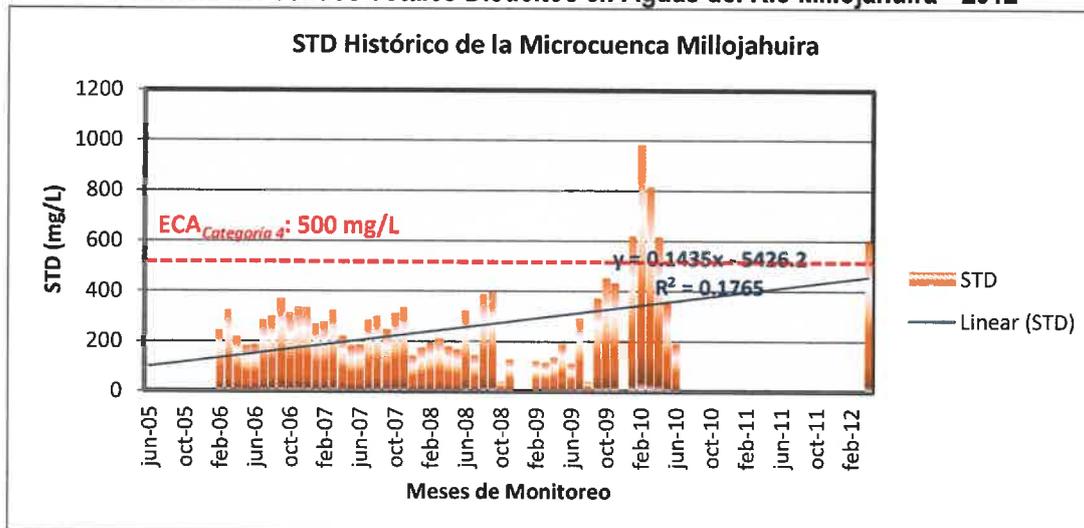
CONSORCIO V-5
Ing. Martha Arango Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5
115
Biot. Haydee Alvarado Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

Tendencia de STD:

Las agua superficiales de la Micro Cuenca en evaluación; según el Gráfico N° A-90, Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas de la Quebrada Millojahuira; indican una tendencia positiva con pendiente positiva de 0.1435 que indica que los sólidos disueltos se encuentran incrementándose. Cabe indicar que incluyendo los datos del monitoreo realizado en la periodo de avenidas y en la periodo estiaje su tendencia ascendente se sigue manteniendo.

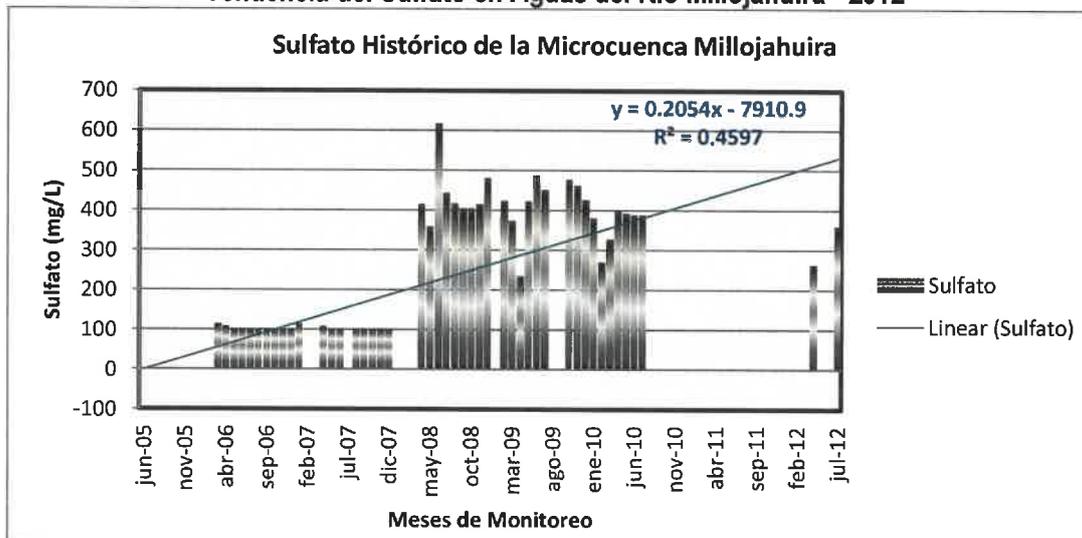
Gráfico N° A-90
Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Millojahuira - 2012



Tendencia de Sulfato:

Incluyendo en la tendencia de sulfato los resultados reportados de la primera campaña y segunda campaña (Abril y Julio 2012); las concentraciones de sulfatos registrados hasta el año 2007 es menor a 100 mg/L, mientras durante los años 2008, 2009 y 2010 son menores a 700 mg/L. Siendo la tendencia de la Micro Cuenca ascendente, con una pendiente positiva de 0.2054, indicando incremento de sulfatos en el tiempo.

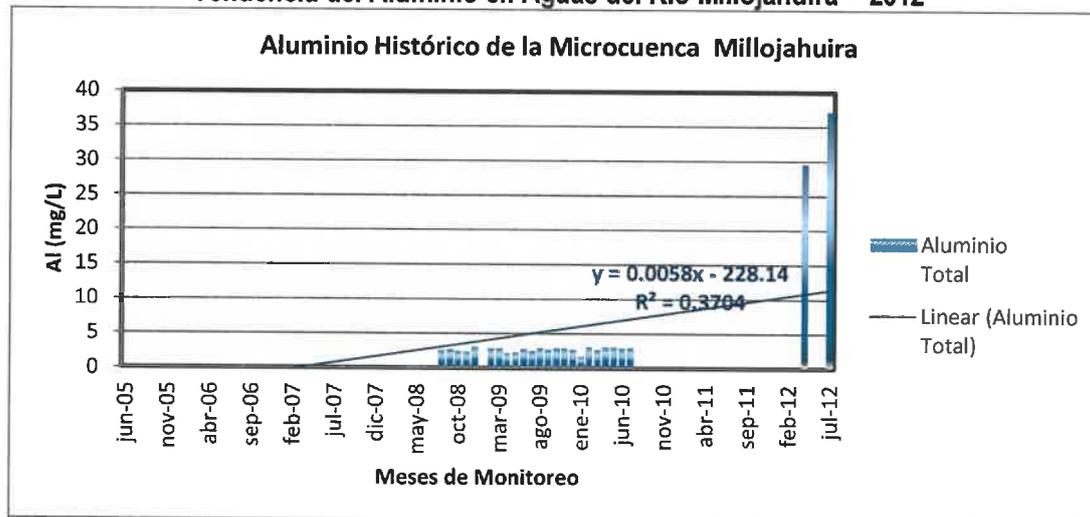
Gráfico N° A-91
Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Millojahuira - 2012



Tendencia de Aluminio:

Los resultados obtenidos durante el monitoreo realizado tanto en la periodo de avenidas (Abril 2012) y en la periodo estiaje (Julio 2012), tal como se muestra en el Gráfico N° A-92, *Tendencia del Aluminio en la Micro Cuenca del Río Millojahuirá*; muestran que los valores registrados durante los muestreos en el año 2008, 2009 y 2010 fueron menores a 5 mg/L y su tendencia es ascendente. Asimismo, se observa que los datos del monitoreo efectuados en el año 2012 influyen significativamente sobre dicha tendencia.

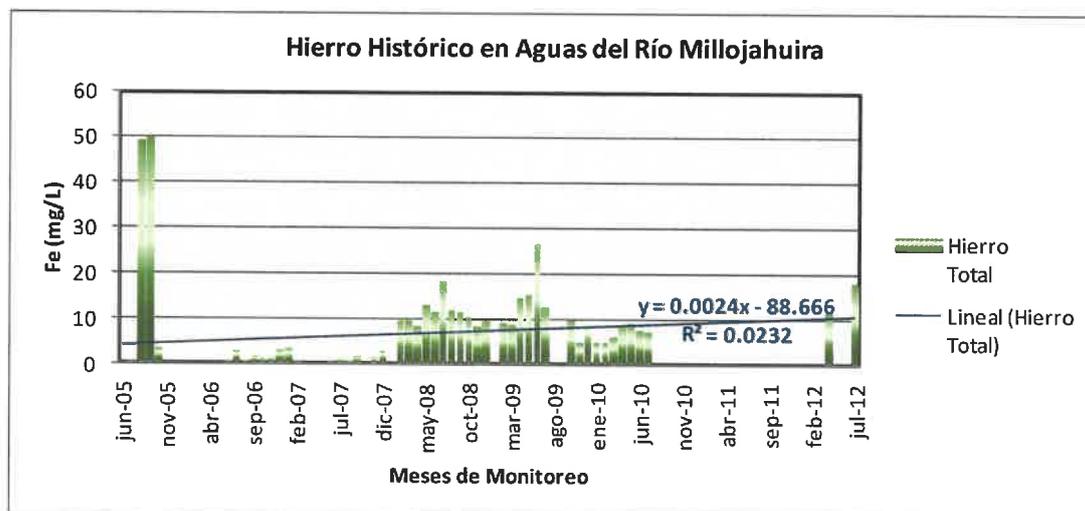
Gráfico N° A-92
Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Millojahuirá - 2012



Tendencia de Hierro:

Las aguas superficiales de la Micro Cuenca; al igual que los otros parámetros; reportaron tendencias ascendentes para la concentración de hierro, con una pendiente positiva de 0.0011. Cabe mencionar que en la Sección 1 (Tendencias Históricas y Correlación con los Datos Actuales – Abril 2012) la tendencia era negativa con una pendiente de 0.0024; lo que indica que el resultado de esta periodo influye sobre la tendencia histórica registrada a lo largo de los años.

Gráfico N° A-93
Tendencia del Hierro en Aguas del Río Millojahuirá - 2012



7.2 Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Antajarane

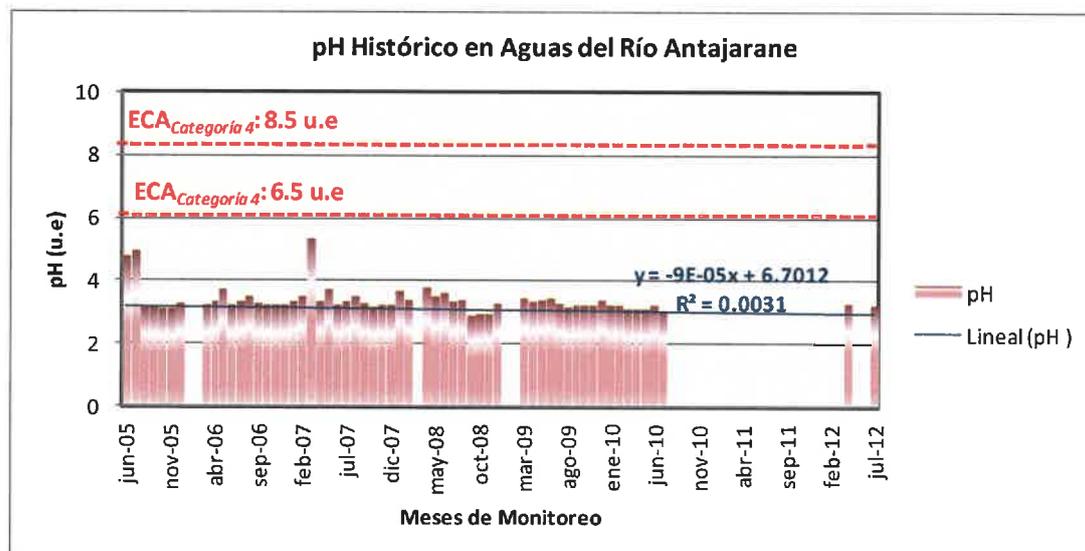
Para evaluar las variaciones temporales de pH, sólidos totales disueltos, sulfato, aluminio y hierro en las aguas superficiales de la Micro Cuenca del Río Antajarane; se han graficado los datos históricos incluyendo los últimos monitoreos realizados en el año 2012 (Abril y Julio).

Tendencia del pH:

Los valores históricos registrados e ilustrados en el Gráfico N°A-94, *Tendencia del pH en Aguas del Río Antajarane*, indican que las aguas del río Antajarane son ácidas desde los monitoreos del año 2005, por lo que se encuentra por debajo del lineamiento establecido para aguas Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático - Río Costa y Sierra). Sin embargo, su tendencia es ligeramente decreciente con pendiente negativa de 0.00009.

Cabe mencionar que la tendencia ligeramente ascendente se mantiene durante el primer monitoreo (Abril 2012) y el segundo monitoreo (Julio 2012).

Gráfico N°A-94
Tendencia del pH en Aguas del Río Antajarane - 2012



Tendencia de STD:

La información histórica con respecto a los sólidos totales disueltos (STD) en las aguas superficiales de la Micro Cuenca del Río Antajarane; indican un rango muy variado. Sin embargo, los resultados de los muestreos realizados en la periodo de Avenida y en la periodo Estiaje (Julio 2012) siguen esa tendencia ascendente; siendo la pendiente positiva de 0.1761. Tal como se visualiza en el Gráfico N° A-95, *Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Antajarane*.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6539

CONSORCIO V-5

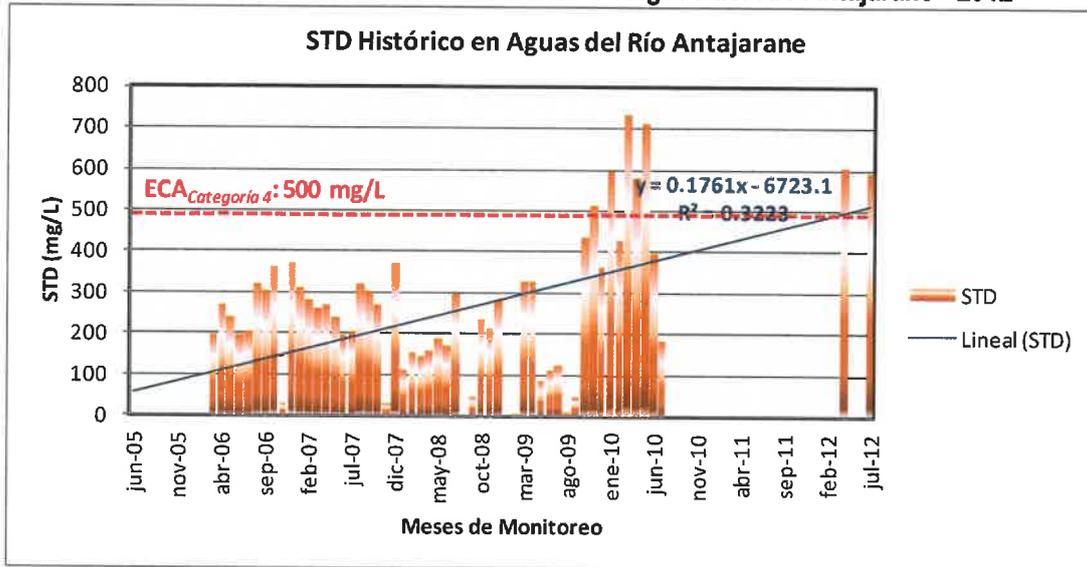
Ing. Martha Aránguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Mayelc Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

118

Gráfico N° A-95
Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Antajarane - 2012

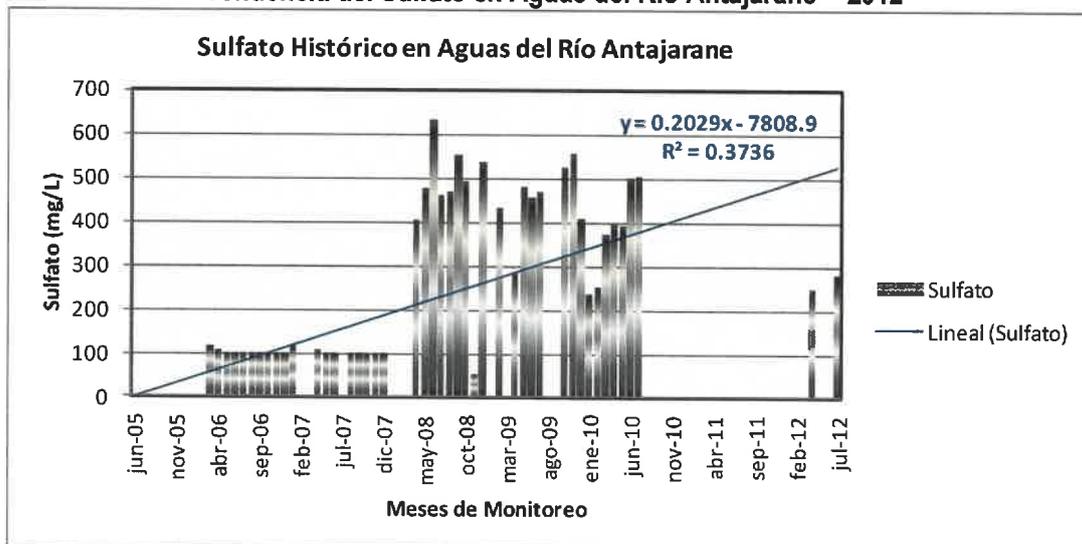


Tendencia de Sulfato:

Tal como se muestra en el Gráfico N° A-96, *Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Antajarane*, las concentraciones de sulfatos en la Micro Cuenca del río Antajarane tienden a incrementar a lo largo del tiempo, con una pendiente positiva de 0.2029.

Cabe mencionar que los reportes de los monitoreos realizados durante la primera campaña (Abril 2012) y durante la segunda campaña (Julio 2012), son valores bajos a diferencia de la mayoría de reportes que superan a 500 mg/L.

Gráfico N° A-96
Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Antajarane - 2012

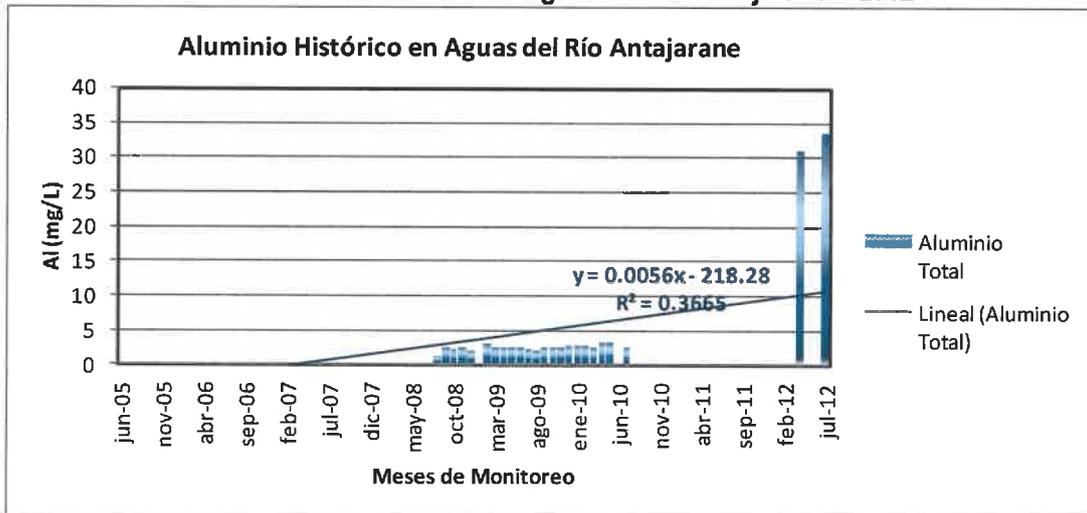


Tendencia de Aluminio:

La tendencia de los valores históricos registrados en concentración de aluminio en las aguas superficiales del río Antajarane; tal como se visualiza en el Gráfico N° A-97, *Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Antajarane* es de pendiente positiva (0.0056), indicando el incremento permanente de aluminio en las aguas del río Antajarane.

Asimismo, tal como se presenta en el gráfico, solo los reportes de los monitoreos realizados en el periodo de Avenida (Abril 2012) y en el periodo Estiaje (Julio 2012) son mayores 5 mg/L.

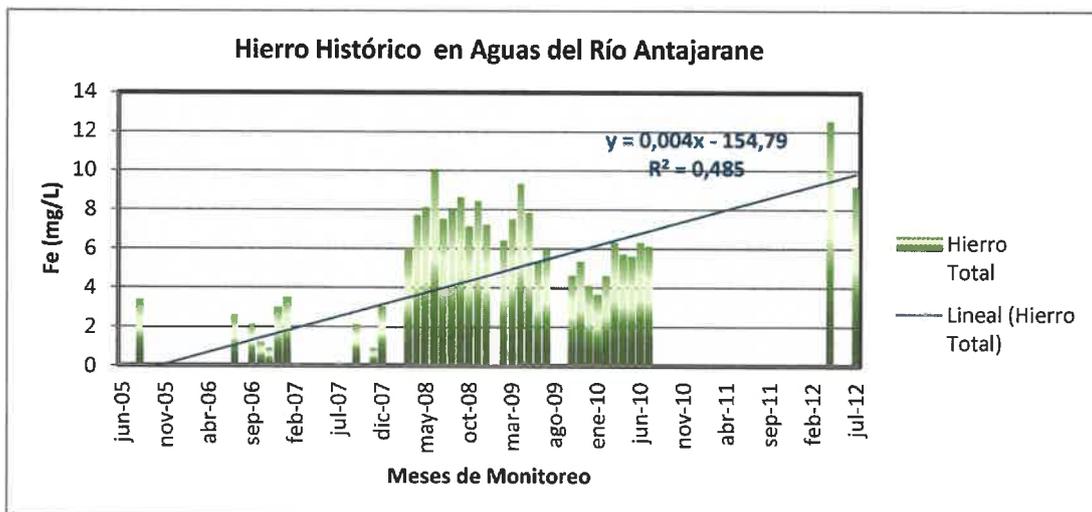
Gráfico N° A-97
Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Antajarane - 2012



Tendencia de Hierro:

Las concentraciones de hierro en las aguas de la Micro Cuenca del Río Antajarane, al igual que las demás concentraciones descritas; tienden a incrementarse a lo largo del tiempo; con una pendiente positiva de 0.004 para el hierro evaluado. Tal como se muestra en el Gráfico N° A-98, *Tendencia del Hierro en Aguas del Río Antajarane*.

Gráfico N° A-98
Tendencia del Hierro en Aguas del Río Antajarane - 2012



7.3 Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Patara

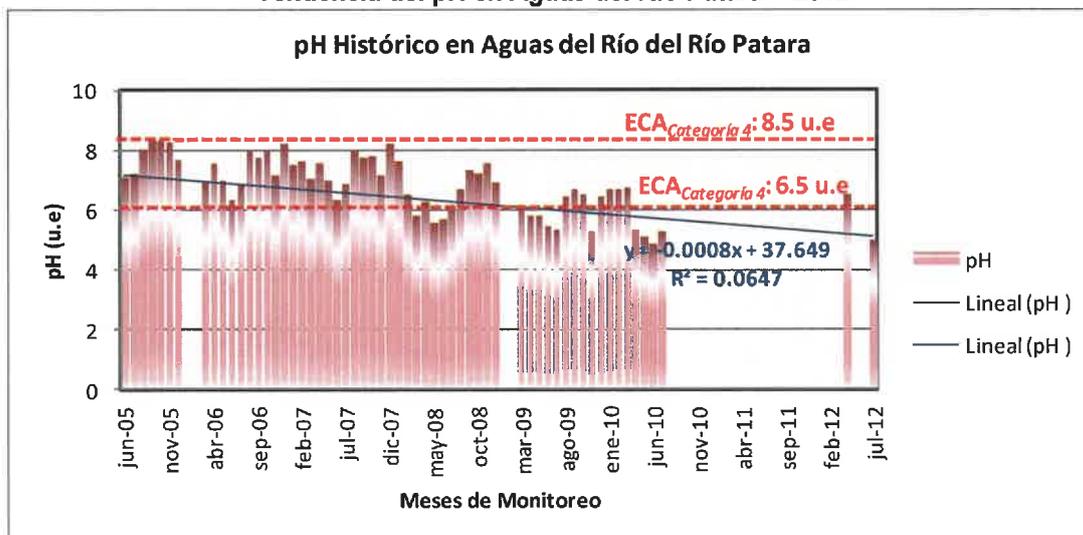
La evaluación de la tendencia histórica de la Micro Cuenca del Río Patara; evaluada con los parámetros analizados de pH, sólidos totales disueltos, sulfato, aluminio y hierro se visualizan en los gráficos temporales; donde se han insertado las ecuaciones que indican la posible tendencia a lo largo de los años.

Tendencia del pH:

El registro histórico de los valores reportados de pH a lo largo de los años en la Micro Cuenca del Río Patara; tal como se observa en el Gráfico N° A-99, *Tendencia del pH en Aguas del Río Patara*, indican que tienden a disminuir en el tiempo con pendiente negativa (-0.0008) incrementando la acides de las aguas.

Cabe mencionar que los resultados del monitoreo de periodo de Avenida (Abril 2012) y los resultados del monitoreo realizado en Julio 2012 (periodo Estiaje), solo ratifican la tendencia decreciente de los valores de pH.

Gráfico N° A-99
Tendencia del pH en Aguas del Río Patara - 2012

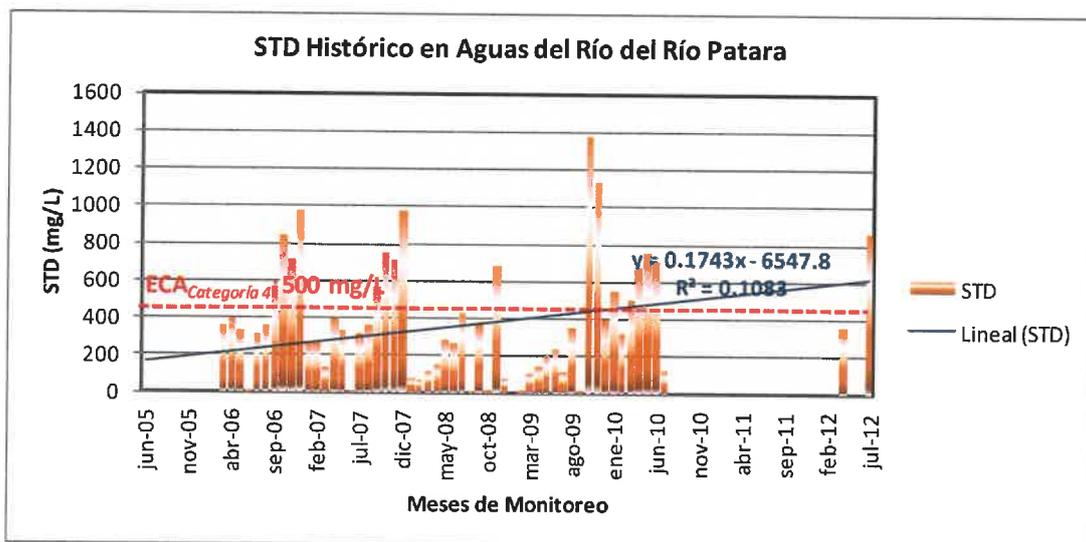


Tendencia de STD:

Las aguas de la micro Cuenca del río Patara evaluadas con los registros históricos de sólidos totales disueltos (STD); indican un rango variable a lo largo de los años; asimismo, tal como se observa en el Gráfico N° A-100, *Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Patara*, se observa que la tendencia es ascendente con una pendiente positiva de 0.1743, lo que significa que podrá incrementarse las sales disueltas en las aguas y en el tiempo.

Al igual que los valores de pH; las concentraciones de sólidos totales disueltos obtenidos durante los muestreos realizados en la periodo de Avenidas (Abril 2012) y en la periodo Estiaje (Julio 2012), solo ratifican la tendencia positiva a lo largo de los años.

Gráfico N° A-100
Tendencia del Sólidos Totales Disueltos Aguas del Río Patara - 2012

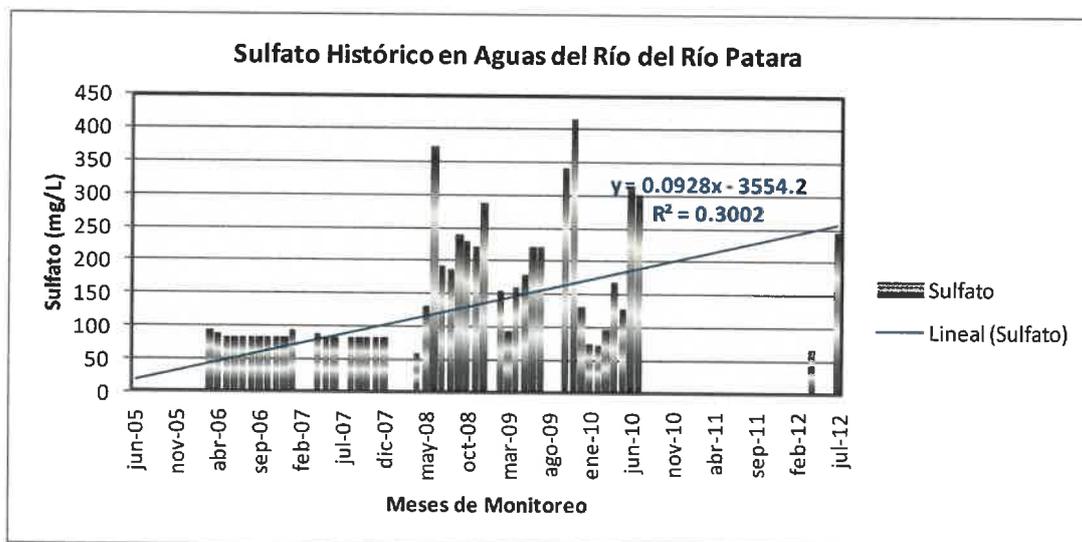


Tendencia de Sulfato:

La tendencia histórica de las concentraciones de sulfato reportadas a lo largo de los años, tal como se visualiza en el Gráfico N° A-101, *Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Patara*, presenta una tendencia ascendente de pendiente positiva (0.0928).

Asimismo, tal como se indica en la variación histórica en la Micro Cuenca del Río Patara – se incluyen los datos correspondientes a los periodos de avenida y de estiaje, 2012. La línea de tendencia al ser positiva, significa la tendencia de incremento de sulfatos a lo largo de tiempo.

Gráfico N° A-101
Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Patara - 2012

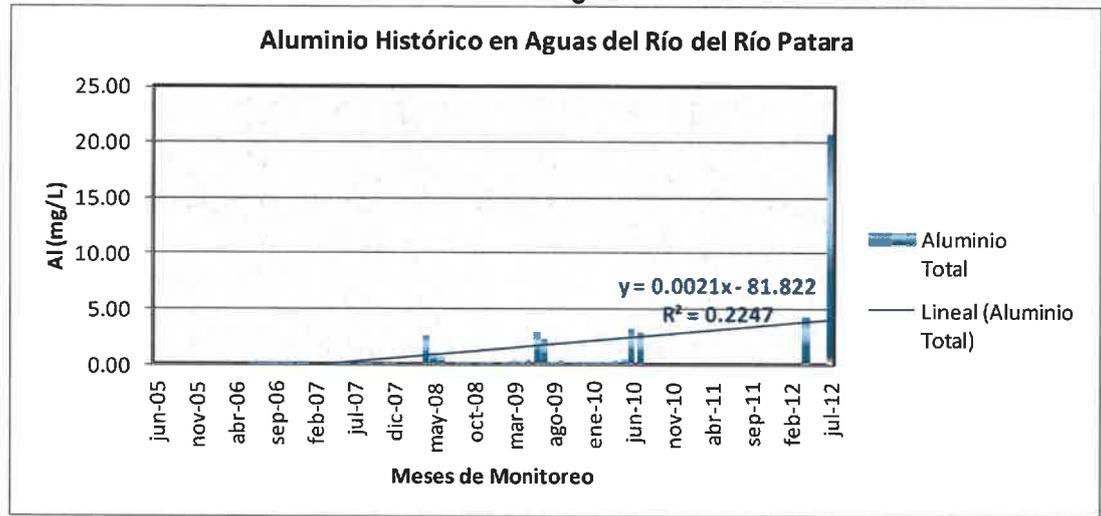


Tendencia de Aluminio:

Las concentraciones de aluminio al igual que las concentraciones de STD y sulfato, reportan a lo largo del tiempo valores con tendencia positiva y pendiente 0.0021; tal como se muestra en el Gráfico N° A-102, *Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Patara*.

Cabe mencionar que los valores de aluminio reportados durante la campaña de monitoreo de Abril y Julio 2012 evaluadas en la variabilidad temporal, indican ambas tendencia positiva a lo largo de los años.

**Gráfico N°A-102
Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Patara - 2012**



Tendencia de Hierro:

Con respecto a la variabilidad espacial de las concentraciones de hierro a lo largo de los monitoreo realizados desde el año 2008; tal como se visualiza en el Gráfico N° A-103, *Tendencia del Hierro en Aguas del Río Patara*, tienden a disminuir con una pendiente negativa de 0.0004.

Esta tendencia decreciente de concentraciones de hierro, son directamente relacionadas con la variabilidad temporal del pH.

CONSORCIO V-5



Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5



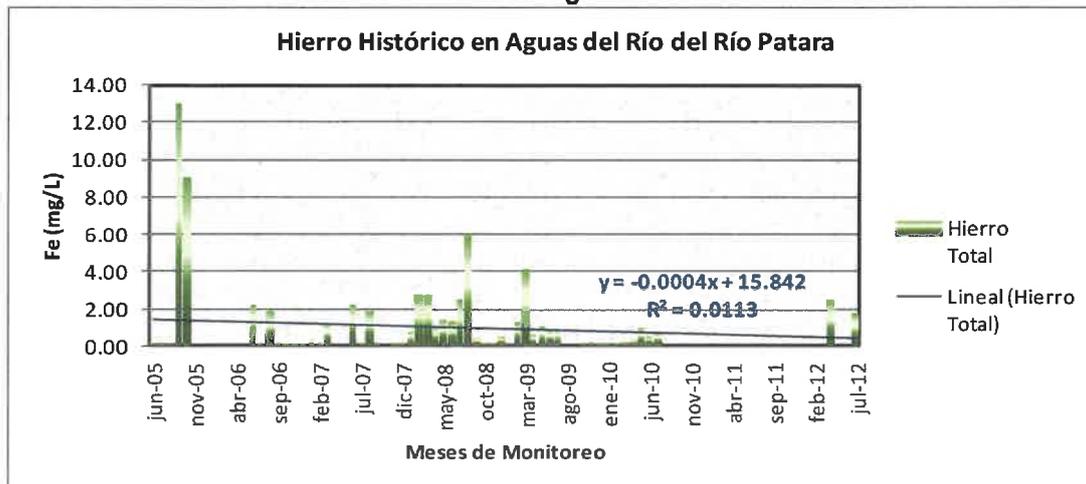
Ing. Maritza Arroyave Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5



Bla. Hayde Alvarito Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Gráfico N° A-103
Tendencia del Hierro en la Aguas del Río Patara - 2012



7.4 Variación Histórica en la Micro Cuenca del Río Tocco

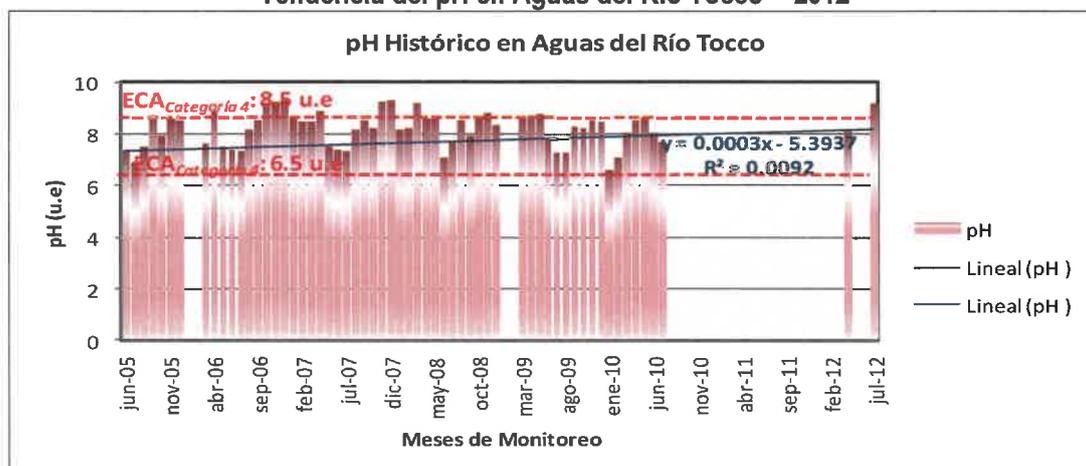
La tendencia histórica de las aguas superficiales de la Micro Cuenca del Río Tocco, correlacionada con los resultados obtenidos durante el monitoreo realizado en los periodos de Avenidas (Abril 2012) y del Estiaje (Julio 2012) se presentan en gráficos temporales de pH, sólidos totales disueltos, sulfato, aluminio y hierro.

Tendencia del pH:

La variabilidad temporal de pH en las aguas superficiales de la Micro Cuenca del Río Tocco; tal como se muestra en el Gráfico N°A-104, *Tendencia del pH en Aguas del Río Tocco* indica una pendiente positiva de 0.0003 cuya tendencia a lo largo de los años es ligeramente ascendente.

Cabe mencionar que los resultados de pH obtenidos en ambas campañas de monitoreo (Abril y Julio 2012) y correlacionados con los datos históricos indican una tendencia ligeramente ascendente y con pendiente positiva.

Gráfico N° A-104
Tendencia del pH en Aguas del Río Tocco - 2012

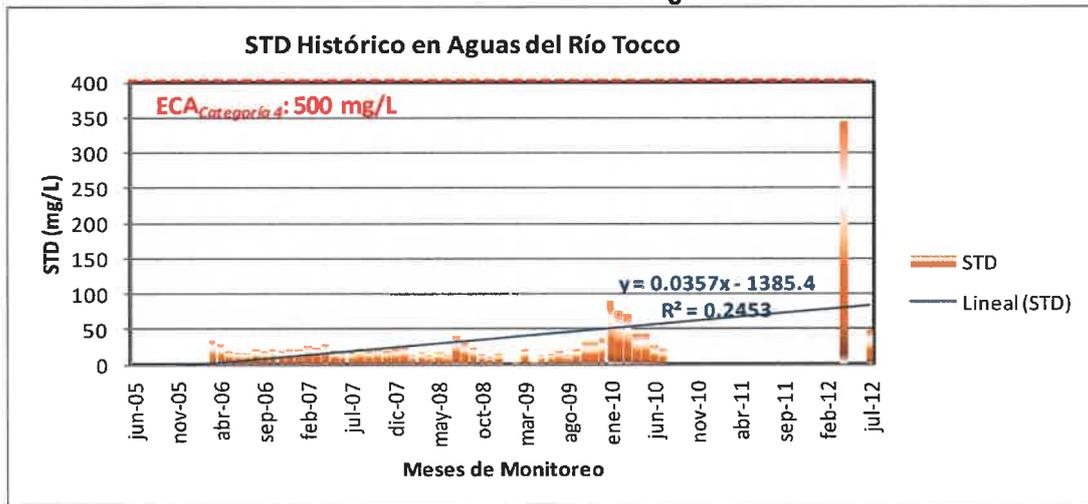


Tendencia de STD:

La tendencia histórica de las concentraciones de sólidos totales disueltos (STD) correlacionadas con la campaña de monitoreo realizada durante la periodo de Avenidas (Abril 2012) y durante el periodo Estiaje (Julio 2012) indica una tendencia positiva. Asimismo, tal como se visualiza en el Gráfico N° A-105, *Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Tocco*, la pendiente positiva de correlación es de 0.0357.

Cabe mencionar que los resultados emitidos en la campaña de monitoreo de Abril 2012 (periodo de Avenidas) evaluadas con la variabilidad temporal de las concentraciones de STD, dichos reportes se encuentran muy por encima de los datos históricos, evidenciando una posible anomalía en ese evento de monitoreo.

**Gráfico N° A-105
Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas del Río Tocco – 2012**

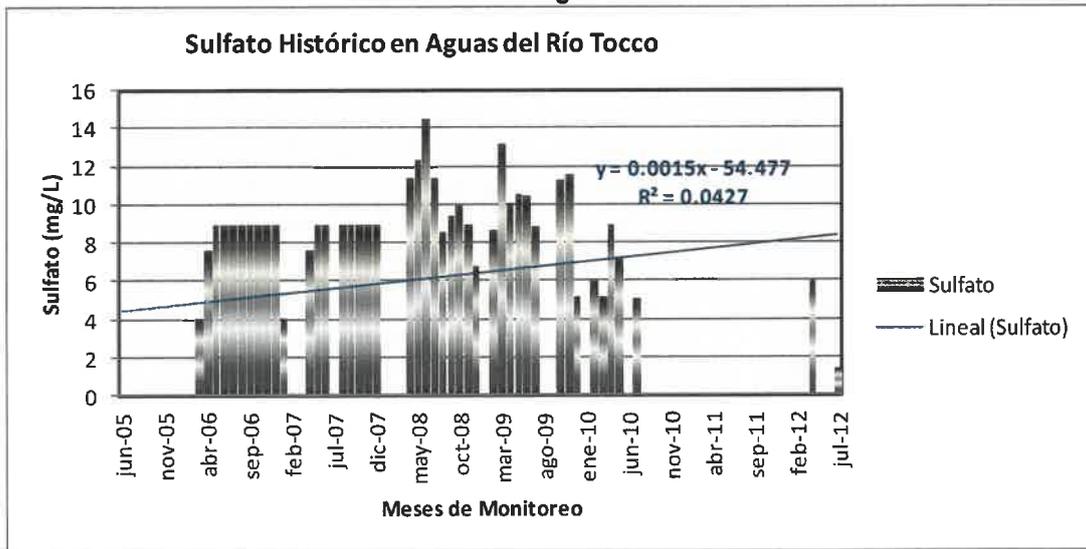


Tendencia de Sulfato:

Los valores históricos de concentraciones de sulfatos, registrados desde el año 2008 al 2012, indican una tendencia negativa con una pendiente positiva de 0.0015, tal como se visualiza en el siguiente Gráfico N° A-106, *Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Tocco*.

Cabe mencionar que los resultados de los monitoreos obtenidos durante los eventos de Abril 2012 y Julio 2012 correlacionados con la tendencia histórica reportaron por debajo de la variabilidad creciente a lo largo del tiempo.

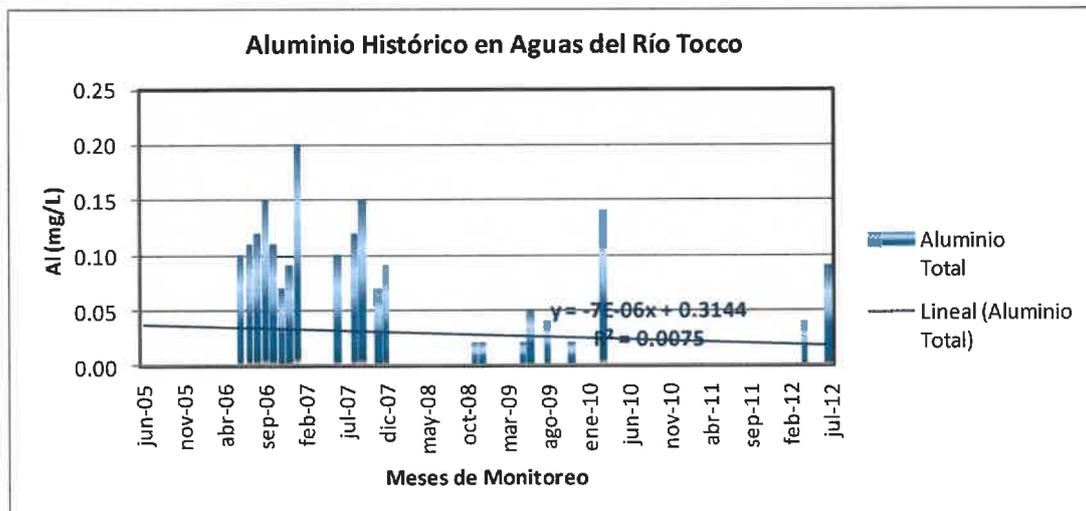
Gráfico N°A-106
Tendencia del Sulfato en Aguas del Río Tocco - 2012



Tendencia de Aluminio:

Tal como se observa en el Gráfico N°A-107, *Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Tocco*, los valores históricos de aluminio registrados desde el año 2006 al 2012 presentan una tendencia negativa con una pendiente -0.000007 . Cabe mencionar que los resultados obtenidos del monitoreo de Abril 2012 presentaron al igual que el monitoreo Junio 2012 un pendiente positiva.

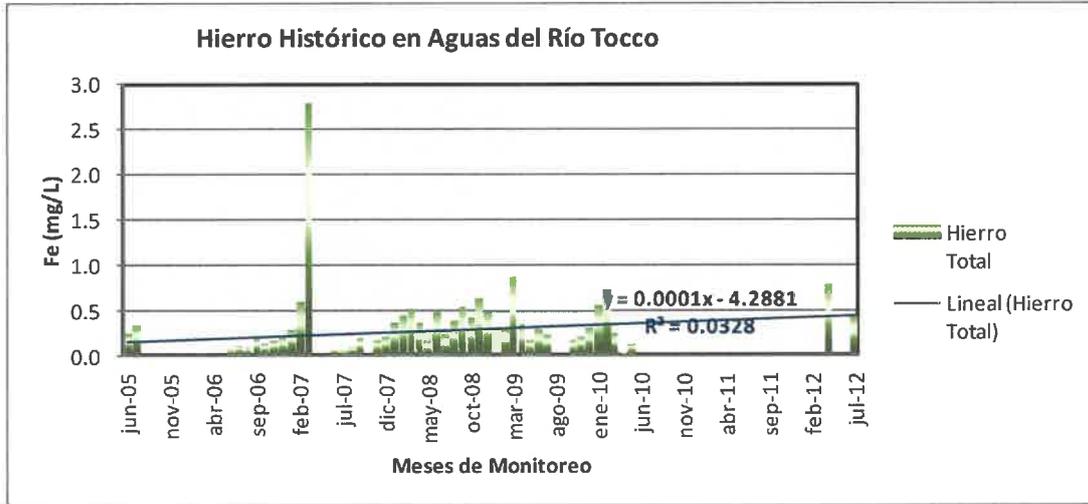
Gráfico N° A-107
Tendencia del Aluminio en Aguas del Río Tocco - 2012



Tendencia de Hierro:

La variabilidad temporal de las concentraciones de hierro; tal como se muestra en el Gráfico N° A-108, *Tendencia del Hierro en Aguas del Río Tocco*, reportan una tendencia positiva al ser correlacionado con el segundo monitoreo de Julio 2012.

**Gráfico N° A-108
Tendencia del Hierro en Aguas del Río Tocco - 2012**



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martín Sánchez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34113

CONSORCIO V-5

Blz. Nayde Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

8. CARGAS METÁLICAS DE AFLUENTES PRINCIPALES DESCARGADAS AL EMBALSE PASTO GRANDE - CÁLCULO PRELIMINAR

Las evaluaciones del cálculo de las cargas metálicas aportantes por los afluentes al embalse Pasto Grande, fue realizada en función a los datos medidos en la 2da campaña de monitoreo, en el mes de julio 2012 - periodo de estiaje.

Se considera la concentración del metal evaluado y el caudal medido en la 2da campaña. Es de entender que los resultados presentados corresponden a datos puntuales, siendo conveniente en un futuro, efectuar mediciones en todas las estaciones de monitoreo, el caudal y el contenido metálico y sales de interés, que se recomiendan en Programa de Vigilancia de las Aguas del Sistema Pasto Grande. Seguidamente se muestra la carga metálica expresada en toneladas por año para los afluentes principales.

Cuadro N°A-27

Determinación De Cálculo De Cargas Metálicas Aportantes De Los Afluentes Al Embalse Pasto Grande

Estación	Referencia	Caudal l/s	TM/AÑO										TOTAL DE CARGA ANUAL
			SO4	Al	As	Cd	Cu	Fe	Li	Mn	Ni	Zn	
E-39	Río Millojahuirá, a 50 metros de la Carretera, antes de ingresar al Embalse.	1087	12289,25	1273,15	----	----	----	616,69	0,21	11,28	1,37	7,58	1.910,27
E-44	Río Antajarane a 150 metros de la carretera aguas arriba.	1830	16135,96	1935,05	----	0,115	9,35	529,09	0,52	21,81	4,10	12,41	2.512,44
E-47	Río Tocco, a 300m de Trocha Carrozable.	1090	48,12	3,09	0,48	0,00	----	14,78	0,27	0,41	----	1,96	21,00
E-36	Río Patara a 250m de la Carretera, aguas arriba.	1220	9414,57	797,95	6,69	0,001	10,39	65,71	52,06	97,72	2,39	51,82	1.084,73

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Magdalena Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34793

CONSORCIO V-5

 Bld. Haydee Alvariano Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

De acuerdo a los resultados presentados, se aprecia que la carga metálica preliminar contaminante a las aguas del embalse Pasto Grande se produce en el siguiente orden:

Cuadro N°A-28
Aportes Preliminar De Cargas Metálicas Al Embalse Pasto Grande

CONTRIBUCIÓN DE CARGA METALICA Y OTROS				PORCENTAJES DE APORTES POR AFLUENTES
ORDEN	PROCEDENCIA	TM/AÑO	ORIGEN DE CONTAMINANTES	
1ero	Río Antajarane	2,512.44	NATURAL	45.45 %
2do	Río Millojahuira	1,910.27	NATURAL	34.55 %
3ero	Río Patara	1,084.73	NATURAL + ANTROPOGÉNICA	19.62 %
4to	Río Tocco	21	NATURAL	0.38 %

Los porcentajes obtenidos en esta etapa preliminar de evaluación indican que un 80.38 % corresponden a contaminación natural provenientes de los ríos Antajarane, Millojahuira y Tocco; y, un 19.62% corresponde a contaminación natural + contaminación antrópica proveniente del río Antajarane.

La determinación del porcentaje de contaminación antropogénica aportante de contaminación metálica, se debe principalmente a los drenajes existentes en los tramos donde se ubican las instalaciones mineras de la Unidad Minera Santa Rosa y a los pasivos ambientales; para lo cual, corresponderá efectuar una evaluación exhaustiva y permanente, de drenajes mineros, fenómeno de la autpurificación por aireación de las aguas que oxida los metales y por efecto de dilución por aguas limpias, que contribuyen a disminuir las concentraciones a lo largo de la microcuenca especialmente del río Cacachara, principal afluente contaminador de las aguas del río Patara.

9. FACTORES QUE MODIFICAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

Luego de la evaluación de los aportes metálicos de los afluentes al embalse, se considera como causas de contaminación los siguientes componentes principales:

- Las aguas ácidas provenientes de los ríos Millojahuira, contaminación de aguas de origen natural producto de los materiales mineralizados en las zonas altas y medias de las microcuencas, así como el afloramiento de aguas subterráneas ácidas ubicadas en la parte del río Millojahuira.
- Las aguas ácidas del río Antajarane, en el cual el principal contaminante es el río Hualcane, río que recibe los aportes mineralizados de la parte alta de la microcuenca, contaminación de aguas de origen natural producto de los materiales mineralizados en las zonas altas y medias de las microcuencas.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aracely Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

129

Bla. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

- La descarga de agua con contenido metálico proveniente de las aguas del río Patara, en el cual su afluente principal se inicia con afloramientos subterráneos de aguas ácidas, adicionándoles, los drenajes con contenido metálico proveniente de los pasivos ambientales e instalaciones de labores mineras (open pit) y planta concentradora en etapa de cierre de mina a cargo de la Minera Aruntani S.A. en su unidad Santa Rosa, en los tramos evaluados. evaluados en los tramos donde recorre los cursos de aguas por zonas mineras donde existen.
- La elevada evaporación que se produce en el recorrido de las aguas por su cauce definido, que para la zona de Antajarane, no presenta una pendiente que le genere velocidad al flujo.
- Incremento del agua subterránea de tipo ácido para el río Millojahuiria y Antajarane por los deshielos de la cordillera de cabecera de cuenca, lo que ha incrementado los caudales de los ojos de aguas ácidas (el hielo perpetuo bloquea el flujo en las zonas rocosas fisuradas) en periodo de lluvias.
- Exposición de zona mineralizada después del proceso de la desglaciación, que reacciona con el oxígeno del ambiente y escorrentías de agua, produciendo las aguas ácidas con contenido de ácido sulfúrico y otros componentes mineralizados.

Verificado con las inspecciones de campo y resultados de laboratorio luego de las tomas de muestras en las dos campañas de monitoreo y de los estudios de investigación in situ..

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6330

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUIMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5 130

Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

10. CONCLUSIONES

Río Millojahuirá

- ◇ La calidad de las aguas en la micro Cuenca del río Millojahuirá, se encuentran alteradas desde la naciente del río (parte alta de la micro cuenca) hasta antes del ingreso al embalse Pasto Grande, con aguas ácidas producto de los suelos mineralizados donde discurre y de los aportes de aguas ácidas sub-superficiales de características termales.
- ◇ La característica principal de las aguas del río Millojahuirá, es la acidez que varía entre 3.0 a 3.5 u.e, originada por diversas causas, una de ellas, por las formaciones de lixiviados de rocas mineralizadas existentes en la zona alta de la microcuenca, principalmente con compuestos piritosos; adicionalmente, el aporte de manantiales con aguas ácidas; se suma a la formación de aguas ácidas, el efecto climático con las variaciones de temperaturas que dan lugar a la desglaciación en la zona alta, dejando expuestas a rocas mineralizadas anteriormente estables. Las aguas ácidas formadas dan como resultado el estado de disolución de los compuestos mineralizados que se encuentran especialmente en la zona alta y a lo largo del cauce del río, con predominancia del ión hierro y aluminio en altas concentraciones, los que son descargados a las aguas del embalse afectando la calidad de sus aguas.
- ◇ Las aguas ácidas del río Millojahuirá presenta principalmente algunos metales como el hierro, aluminio, manganeso, níquel y zinc, superan los lineamientos establecidos en los ECA para aguas de Categoría 3 – Agua para Riego y Bebida de Animales y para la Categoría 4: Conservación del Medio Acuático . Ríos Costa y Sierra.
- ◇ En el recorrido de las aguas del río Millojahuirá, se produce por efecto natural, la aireación de las aguas que genera la oxidación del hierro, impartiendo la tonalidad rojiza parduzca a las aguas y cauce del río.
- ◇ La tendencia del pH en el tiempo y en función a una base de datos desde el año 2005, el pH se encuentran por debajo de 4 u.e, siguiendo la línea de tendencia de incremento de acidez en el valor reportado en el muestreo del año 2012 (tanto para la periodo de avenidas y periodo estiaje).
- ◇ La tendencia histórica del sulfato, aluminio y hierro, es de incremento para las aguas en futuros cercanos, de acuerdo a los resultados obtenidos en la información evaluada.
- ◇ Las aguas del río Millojahuirá hidroquímicamente son aguas que varían entre cálcicas sulfatas y sulfatadas, con predominio del ión sulfato.
- ◇ El río Millojahuirá aporta con contaminación metálica al embalse, en el orden de 45.45%, dato preliminar, ocupando el 1er. lugar en el orden de afluentes que deterioran la calidad de las aguas del embalse, debido a su contaminación de origen natural.

Río Antajarane

- ◇ Las aguas de la micro Cuenca del río Antajarane en la naciente, parte alta de la cabecera de la Micro Cuenca, presentan como indicador de calidad, el valor de pH alcalino; son aguas claras y de bajo contenido salino. No presenta metales que superen los Estándares de Calidad de Aguas en las Categorías 3: Riego de vegetales y Bebida de Animales y la Categoría 4- Conservación del medio Acuático
- ◇ Las aguas del río Antajarane son afectadas en su primer tramo de recorrido por aguas ácidas de fuentes desconocidas que disminuyen el pH a rangos de ligera acidez.
- ◇ Las aguas se ven muy afectadas cuando recibe el aporte de las aguas ácidas del río Hualcane, convirtiéndolas en aguas muy ácidas en valores de 3.0 u.e., aguas que son entregadas al embalse Pasto Grande.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Haydes Alvarino Flores
BIOLOGA
CBF. 2531

- ◇ Las aguas ácidas del río Antajarane, presentan contenido metálico de cobre, níquel y zinc, en cantidades no tan significativas que superan los lineamientos de los ECAs para las Categorías 3 y 4.
- ◇ Las aguas del río Antajarane en el periodo de estiaje, presentan concentraciones de metales en niveles mayores comparados con el periodo de lluvias.
- ◇ Se observa que durante el monitoreo realizado en época Estiaje (Julio 2012), las aguas superficiales del curso principal de la Micro Cuenca del Río Antajarane adoptan las características de su calidad con el aporte significativo de la quebrada Hualcane (afluente principal del río Antajarane); observándose un tendencia ascendente de sus concentraciones al igual que los resultados del monitoreo realizado en época de avenidas (Abril 2012). Asimismo, la calidad del agua del manantial que aporta aguas al curso principal no tiene influencia significativa en su calidad.
- ◇ Existe tendencia ascendente de los niveles de acides para las aguas del río Antajarane.
- ◇ La tendencia del pH en el tiempo y en función a una base de datos desde el año 2005, el pH del río Antajarane, se encuentran con tendencia a incrementarse la acidez por debajo de 3.2 u.e, siguiendo la línea de tendencia de incremento de acides en el valor reportado en el muestreo del año 2012, tanto en el periodo de avenidas y periodo de estiaje.
- ◇ La tendencia histórica del sulfato, aluminio y hierro en el río Antajarane, es de incremento debido a la contribución de las aguas del río Hualcane que presentan elevado contenido metálico.
- ◇ Las aguas de la microcuenca Antajarane; hidroquímicamente indican predominio de iones aluminio calcio y sulfato siendo el sulfato el anión predominante en los cuerpos superficiales y el anión bicarbonato en las aguas del manantial G-88.(Copapujo).
- ◇ El río Antajarane aporta con contaminación metálica al embalse, en el orden de 34.55 %, dato preliminar, ocupando el 2do. lugar en el orden de afluentes que deterioran la calidad de las aguas del embalse, debido a su contaminación de origen natural.

Río Patara

- ◇ La calidad del agua del río Patara en su nacimiento, presenta valores alcalinos de pH, aguas que son afectadas inicialmente por aguas de un manantial identificado como E-27 y por las aguas de su principal afluente, el río Cacachara, que se conforma de ríos y quebradas que reciben aguas ácidas de mala calidad y que su incrementa el deterioro, al pasar por zonas de mina.
- ◇ El río Cacachara en su nacimiento formado por bofedales, presenta aguas ácidas con valor de 3.1 u.e. de pH, manteniéndose en esos rangos al pasar pasivos ambientales como bocaminas y desmontera.
- ◇ El río Cacachara recibe como afluente al río Acosiri, que presenta aguas ácidas producto de su formación.
- ◇ Las aguas del río Acosiri, desde su nacimiento en bofedales y al recibir un afluente natural ácido en la zona, ya presenta acidez entre 4.8 y 3.0 u.e. de pH en los dos periodos estacionales respectivamente, manteniendo el valor de pH cuando pasa en su recorrido por zonas mineras en 5 estaciones de control.
- ◇ El río Cotañani afluente del río Acosiri, es formado por los bofedales en su nacimiento (E-01 y E-02) que son alimentados con aguas ácidas de pH entre 5.3 y 4.6 u.e. respectivamente, observándose que el pH disminuye aún más, en una proporción del 34.7% luego de pasar por zonas de labores mineras, llegando a valores muy ácidos de pH 3.0 u.e., cuando van a ser descargadas al río Acosiri. El río Acosiri es afluente del río Cacachara, y éste último es afluente del río Patara.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Suárez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 5530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranzburu Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

132

Blga. Haydee Alvarino Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

Tomo2: Caracterización De Los Afluentes Del Embalse Pasto Grande

- ◇ El contenido de sales disueltas expresadas también por la conductividad eléctrica, de sulfatos y fosfatos, medidos en las aguas de los ríos que conforman la Micro Cuenca del río Patara, presentan valores superiores al de los ECAs, para las Categorías 3 y 4, en algunas estaciones de control del río Acosiri.
- ◇ El contenido metálico en las aguas de la microcuenca del río Patara, es menor a lineamiento de los ECAs, a excepción del cadmio y cobre, que se origina en el río Acosiri.
- ◇ Las aguas en la micro cuenca del río Patara presentan contenido de aluminio, debido principalmente por el aporte del río Acosiri que es afectado por la presencia de aguas sub superficiales en la estación E-07 y al paso de la zona de la mina en las estaciones E-08 y E-09 en proporciones de 41 y de 6 veces respectivamente de su concentración inicial. Concentraciones que son significativamente disminuidas en un 62% por la dilución con las aguas del río Cotañani.
- ◇ En su recorrido el río Cacachara recibe el aporte de las quebradas Jacosive y Palleutane, logrando reducir la concentración de aluminio, hierro, cadmio, cobre y zinc. El níquel en el río Patara se logra diluir hasta concentraciones menores de los lineamientos de los ECAs.
- ◇ La tendencia química de las aguas del río Patara indican el progresivo y elevado incremento de la acidez del pH de las aguas antes de su ingreso al embalse y el elevado incremento de aluminio y sulfatos.
- ◇ Según la evaluación hidroquímica, las aguas de la quebrada Cotañani son de tipo cálcica-magnésica-sulfatada, de la quebrada Acosiri indican son cálcicas sulfatadas en las nacientes y sulfatadas aguas abajo; las aguas de la quebrada Cacachara, predomina los iones calcio y sulfato, incrementando a solo sulfato después de su confluencia con la quebrada Acosiri; las aguas en las nacientes del río Patara son sódicas-bicarbonatadas, variando hasta antes de ingresar al embalse con aguas cálcicas-sulfatadas.
- ◇ El río Patara aporta con contaminación metálica al embalse, en el orden de 19.62%, dato preliminar, ocupando el 3er. lugar en el orden de afluentes que deterioran la calidad de las aguas del embalse, debido a su contaminación de origen natural y antrópica.

Río Tocco

- ◇ La calidad de las aguas del río Toco son afectadas por el manantial (estación E-46) que descarga sus aguas en la naciente del río Tocco, aguas que son ligeramente ácidas, con valor de pH menor al ECA – Categoría 3 y 4.
- ◇ Las aguas del río Tocco en la estación E-47, antes del ingreso al embalse, son aguas de pH neutro con valor de 8.1u.e., valor que fue recuperado en su recorrido por los suelos y bofedales de la zona, alcanzando valores dentro del lineamiento establecido por los ECAs, Categoría 3 y 4.
- ◇ Las aguas del río Tocco, son aguas claras de mediana salinidad y con bajo contenido metálico.
- ◇ Las aguas del río Tocco tiene como ión predominante al bicarbonato y como cationes predominantes al calcio y sodio.
- ◇ El río Tocco aporta con contaminación metálica al embalse, en el orden de 0.38 %, ocupando el 4to y último en el orden de afluentes que deterioran la calidad de las aguas del embalse, debido a su contaminación de origen natural.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Arriaguen Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 133

 Bta. Hilda Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

11. RECOMENDACIONES

- ◇ Ejecutar un plan de monitoreo de vigilancia permanente de calidad física y química de aguas a nivel de afluentes, en estaciones fijas para una mejor interpretación de las variaciones de la calidad en el tiempo.
- ◇ Se recomienda realizar las mediciones de caudales en simultaneo con la toma de muestras en cada estación de monitoreo; esta medición servirá para hacer el análisis de carga de contaminantes y poder determinar los grados de afectación de los afluentes al embalse Pasto Grande.
- ◇ Realizar monitoreos continuos con el objeto de evaluar la variabilidad de la concentración de metales en el tiempo y la relación con la afectación de la calidad de las aguas del Embalse Pasto Grande.
- ◇ Implementar el Laboratorio de Vigilancia y Control a fin de que sirva en el control de la calidad de las muestras de agua y otras en tiempo oportuno para su tratamiento.
- ◇ Se deberá considerar un plan estratégico con metas en el mediano plazo a fin de implementar las distintas alternativas de soluciones, efectuar estudios de la presencia de aguas ácidos en las aguas subterráneas, degradación de rocas y en todos los aspectos para un tratamiento adecuado y continuo en la recuperación de las aguas del embalse.

...../

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Mercedes Loren Carhjal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

134

Bigo. Iván Alvarado Flores
BIOLOGA
C.I.P. 2531



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



TOMO N° 2

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA DE AGUAS DE LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

VCHI. S.A.

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

Consortio

acciona
Ingeniería

V-5

TOMO N° 2**PARTE B****CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA,
MICROBIOLÓGICA, DE AGUAS DE LOS AFLUENTES DEL
EMBALSE PASTO GRANDE****1. CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS RÍOS AFLUENTES: TOCCO, ANTAJARANE, MILLOJAHUIRA Y PATARA, DESDE SUS NACIENTES HASTA LA DESCARGA AL EMBALSE.****1.1 PERIODO DE EJECUCIÓN**

- Periodo de I Monitoreo: Abril – Mayo 2012
- Periodo de II Monitoreo: Julio-Agosto 2012

1.2 ESTACIONES DE CONTROL

Las estaciones de control fueron las establecidas en los Términos de Referencia (T d R), procediendo a su ubicación según la leyenda establecida, registrándose con datos ge referenciados, datos que se muestran en el Cuadro N°1.1 de la parte A de Físicoquímica.

En cada estación de control se tomaron muestras de aguas representativas de los cursos superficiales de los afluentes principales y otros pequeños.

Se han agrupado los Puntos de muestro en la micro cuenca de Tocco, Patara, Antajarane y Millojahuiria.

Los puntos o estaciones de muestreo correspondientes a cada Afluentes son los siguientes:

AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE	ESTACIONES DE CONTROL
Microcuenca del río Millojahuiria	E37,E38,E39
Microcuenca del río Antajarane	E40,E41,E42,E43,E44,E45
Microcuenca del río Patara	E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9,E10,E11, E12,E13,E14,E15,E16,E17,E18,E19, E20,E21,E22,E23,E24,E25,E26,E27, E28,E29,30,31,32,E33,E34,E35,E36
Microcuenca del río Tocco	E46, E47, E53

CONSORCIO V-5

Jag. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 5530

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Nuñez Carabajal
INGENIERO QUÍMICO
CIP: 34763

CONSORCIO V-5
135

Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP: 2531

1.2.1 Parámetros evaluados:

AREA	PARÁMETRO BIOLÓGICO
MICROBIOLOGICOS	Coliformes Totales
	Coliformes Termotolerantes
	<i>Escherichia coli</i>
	Bacterias Heterotróficos
	<i>Enterococos fecalis</i>
PARASITOLOGICOS	Huevos de Helmintos
TOXICIDAD	Bioensayo de Toxicidad Superficie
	Bioensayo de Toxicidad Sedimentos
HIDROBIOLÓGICOS	Fitoplacton
	Zooplacton
	Cyanobacterias (Algas Tóxicas)
	Macrobentos (Insectos)
	Identificación Macrofitas
	Perifiton
OTROS	Ficotoxinas (Microcistina y otros)
	Clorofila
	Cadena Trófica

1.3 EL PLANCTON COMO BIOINDICADOR DE LA CALIDAD BIOLÓGICA

El concepto de calidad general se refiere a la suma de la aptitud para los distintos usos, de manera que una determinada masa de agua, tiene más o mejor calidad cuantos más usos permite. Este enfoque de gestión de la calidad del agua por usos se complementa hoy en día con el concepto de estado, introducido en las normas de calidad de agua, reconocido ampliamente en muchos países tal como la Directiva Marco del Agua (DMA). Aunque en nuestro país las ECAS no han incluido aún las comunidades hidrobiológicas con límites permisibles.

El plancton: en general es un conjunto de comunidades hidrobiológicas muy importantes por ello se ha enmarcado en algunas normativas internacionales que nos puede servir de referentes. El estado y calidad de las masas de agua es el aspecto fundamental que marca la Directiva Marco del Agua, cuya información detallada, tanto de aguas superficiales como subterráneas, se puede consultar en páginas de internet de modo completo.

Dado lo amplio de la definición anterior, Hensen (1995) redefinió el plancton como el conjunto de organismos animales o vegetales que viven en suspensión, que flotan en la zona libre, inertes, sin posibilidades propias para luchar eficazmente contra los movimientos del agua, y que, además, son

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Yajaira Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

136

independientes de la ribera y del fondo. Aunque esta definición le confiere al plancton características únicas que lo diferencian ampliamente de los habitantes de la zona pelágica de los ecosistemas lacustres, en particular del necton, actualmente se conocen dos objeciones serias a la misma. La primera señala que, en general, el plancton no flota: sólo unos pocos organismos de esta comunidad pueden hacerlo, ya que casi todos son frecuentes más densos que el agua. Por consiguiente, deben presentar adaptaciones específicas que le permitan mantenerse en suspensión (Reynolds, 1984).

La segunda crítica se refiere a que para los organismos del plancton no siempre es favorable permanecer en las capas superficiales, es decir, les resulta ventajoso a veces aumentar un poco la tasa de hundimiento positivo. Por ello muchos organismos de esta comunidad no se hallan en la zona pelágica exclusivamente, sino que, por el contrario, pasan gran parte de su vida o de su ciclo vital en los sedimentos o en otras zonas del ecosistema. Puede concluirse, según esto, que muchos organismos son sólo planctónicos facultativos (Reynolds, 1984).

1.3.1 FITOPLANCTON EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

La comunidad Fitoplanctónica está presente en todos los afluentes a pesar de tener impacto de contaminación natural y antropogénica, siendo la población dominante las diatomeas es decir Bacillariophytas, algas cubiertas con una teca de sílice convirtiéndose en especies que sobreviven bajo un estrés ambiental. Lo mismo, ocurre con las Desmidiás, pero este grupo es mínimo en los afluentes de Pasto Grande.

El pH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un pH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, cuyo pH está entre 5,4 y 6,8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

Las Zygnemaphyceae consideradas como Charophytas, son algas generalmente unicelulares, formadas por dos semicélulas idénticas, con cloroplastos ocupando casi todo el volumen celular. Algunos géneros son filamentosos y muy pocos son coloniales. Esta clase habita solamente en ambientes de agua dulce y muy raramente salobres; la familia Desmidiaceae

Engloba los principales representantes: la mayoría bentónicos, pero bajo determinadas condiciones planctónicos. Los géneros verdaderamente planctónicos son pocos.

Las Desmidiaceae encuentran su hábitat principal en los lagos oligotróficos y distróficos, con pH ácido y aguas pobres en calcio. Las familias Zygnemaceae y Gonatozygaceae raramente presentan especies planctónicas, cuando ocurre, casi siempre pertenecen a los géneros *Mougeotia* y *Gonatozygon* (Esteves, 1988). En el Embalse Pasto Grande encontramos desmidiaceas pero en una cantidad no significativa.

1.4. MICROCUENCA DEL RÍO TOCCO

1.4.1 Fitoplancton en el río Tocco.

Se presenta en este Afluente de Tocco las cianobacterias, llegando en la estación 47 a un número considerable cerca a 100 000 cel/L especialmente de la especie *Oscillatoria tenuis*. Esto puede deberse a la poca corriente en ese sector en general habiendo un mínimo de altura siendo la incidencia solar significativa, además en esa zona se observó cierto nivel de ganadería lo que influye para el aporte de nutrientes, los que ocasionan que se incremente el número de especies de organismos filamentosos, con un pequeño riesgo de eutroficación que podría evidenciarse eventualmente en una suerte de formación de espumas observadas en la inspección de ese sector.

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

137

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

Bla. Evelyn Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.I.P. 2531

Sin embargo la disminución de cianobacterias en el punto Frente al Embalse es significativa siendo ligeramente mayor que 1000 cel/L.

Este afluente no tiene influencia minera y tampoco se ha evidenciado la presencia de otras industrias tal como textiles, lácteos, a ese nivel.

El pH está en niveles ligeramente alcalino, además de ser aguas claras, con materia orgánica en niveles no detectables. No hay contaminación con metales pesados por tanto hay una buena calidad abiótica; sin embargo, se nota dominancia de cianobacterias y por la ficotoxinas, que influyen en el impacto en otras comunidades tales como zooplancton, perifitón, etc.

La caracterización físico química indica un ligero incremento de zinc, en valores que no superan la Categoría 3, Aguas para Riego y Bebida de Animales.

La abundancia de Cianobacterias, grupo importante para la determinación de la calidad de aguas se ve reflejado en la estación de muestreo E-47 correspondiente a Rio Tocco, a 300 mts de trocha carrozable (Majada Tocco), mientras que en la E-46 (Rio Tocco naciente, Manantiales Copapujo) frente al río Tocco, las cantidades ya disminuyen.

La calidad del río Tocco es diferente a los 3 afluentes con los que se compara (Antajarane, Millojahaira, Patara), no obstante se ve las condiciones negativas para el crecimiento de cianobacterias.

Figura N°1.1

AFLUENTES	ESTACIONES
SECTOR TOCCO	E46, E47, E53

SECTOR TOCCO

E-46 ; E-47; E-53 (s)

- ▶ Aguas tranquilas, turbias, con muy poca profundidad, de color rojizo y verdoso, presencia de macrofitas, *Stipa ichu* (en su mayoría secos) y demás vegetación hidrofítica (área de bofedales).  ▶ E-46
- ▶ Zona de pastoreo en los alrededores. Se aprecia poco caudal de afluencia hacia el embalse.  • E-53

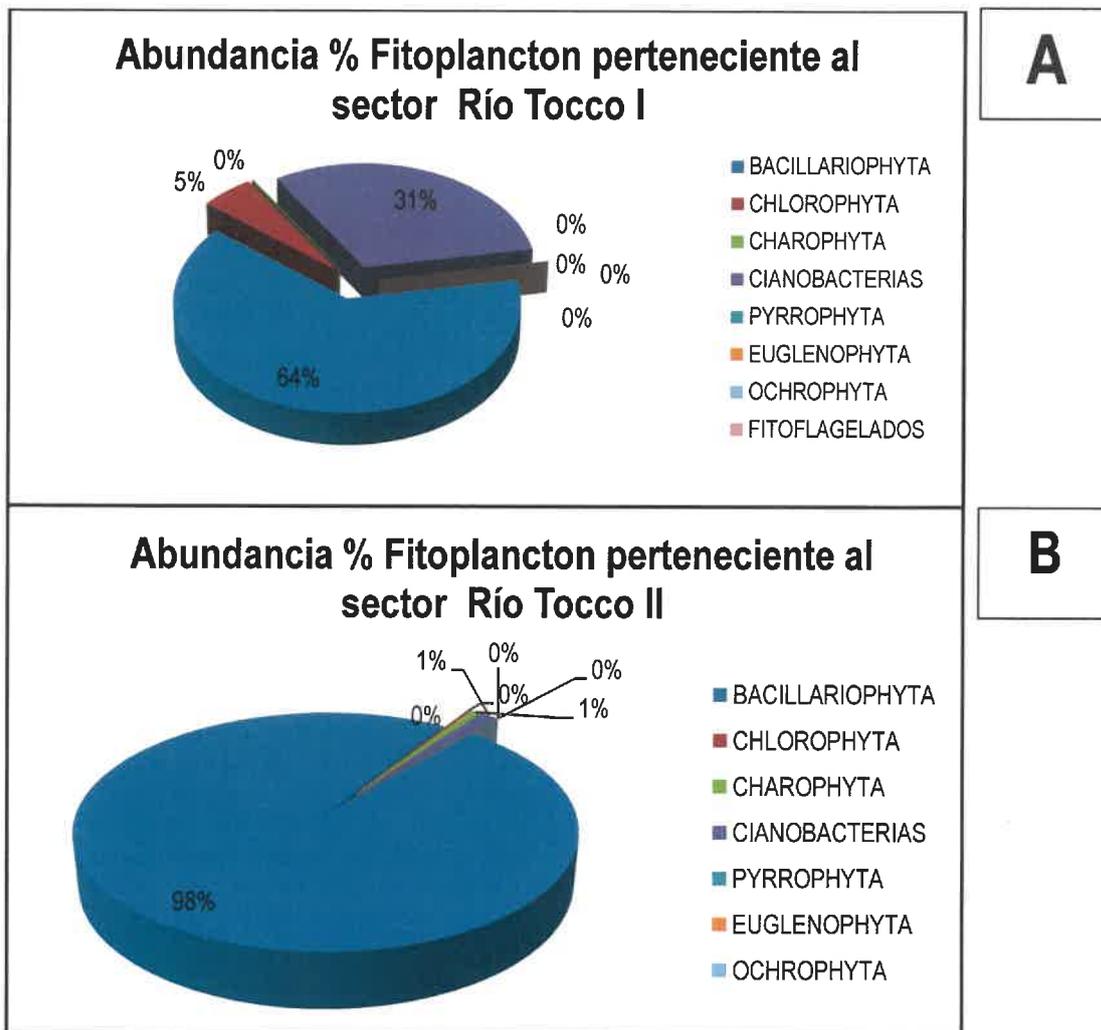


Figura 1.2: Abundancia de las taxas pertenecientes al fitoplancton en el primer monitoreo (A) y en el segundo monitoreo (B). Para ambos las *Bacillariophytas* son las más abundantes.

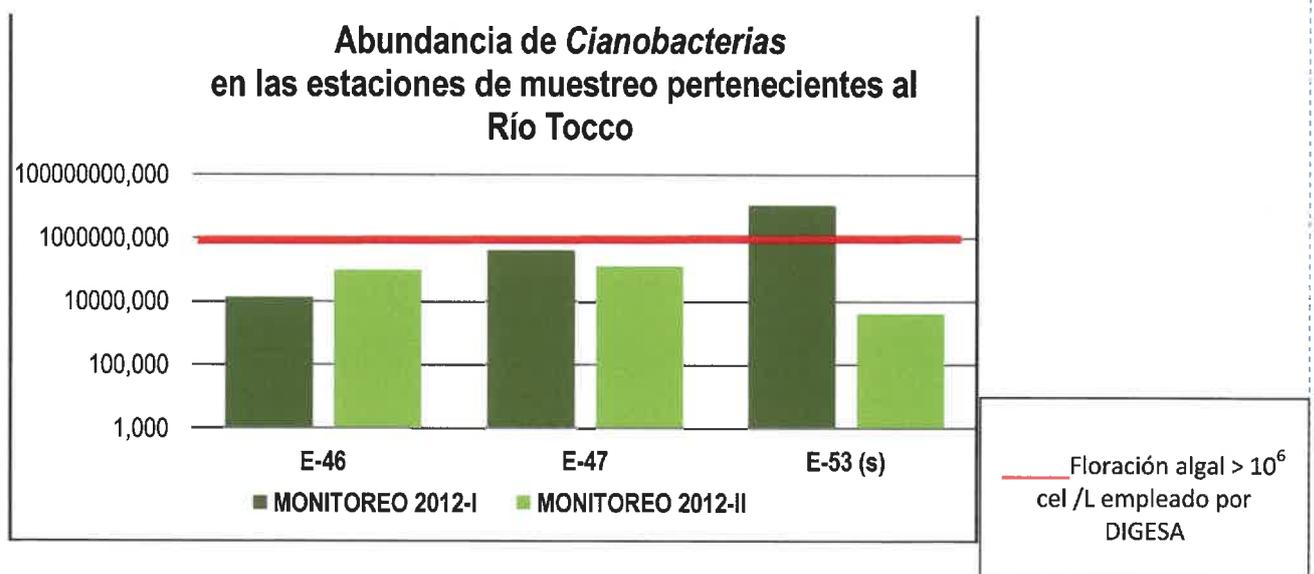


Figura 1.3: Abundancia de *Cianobacterias* en las diferentes estaciones pertenecientes al río Tocco 2012.

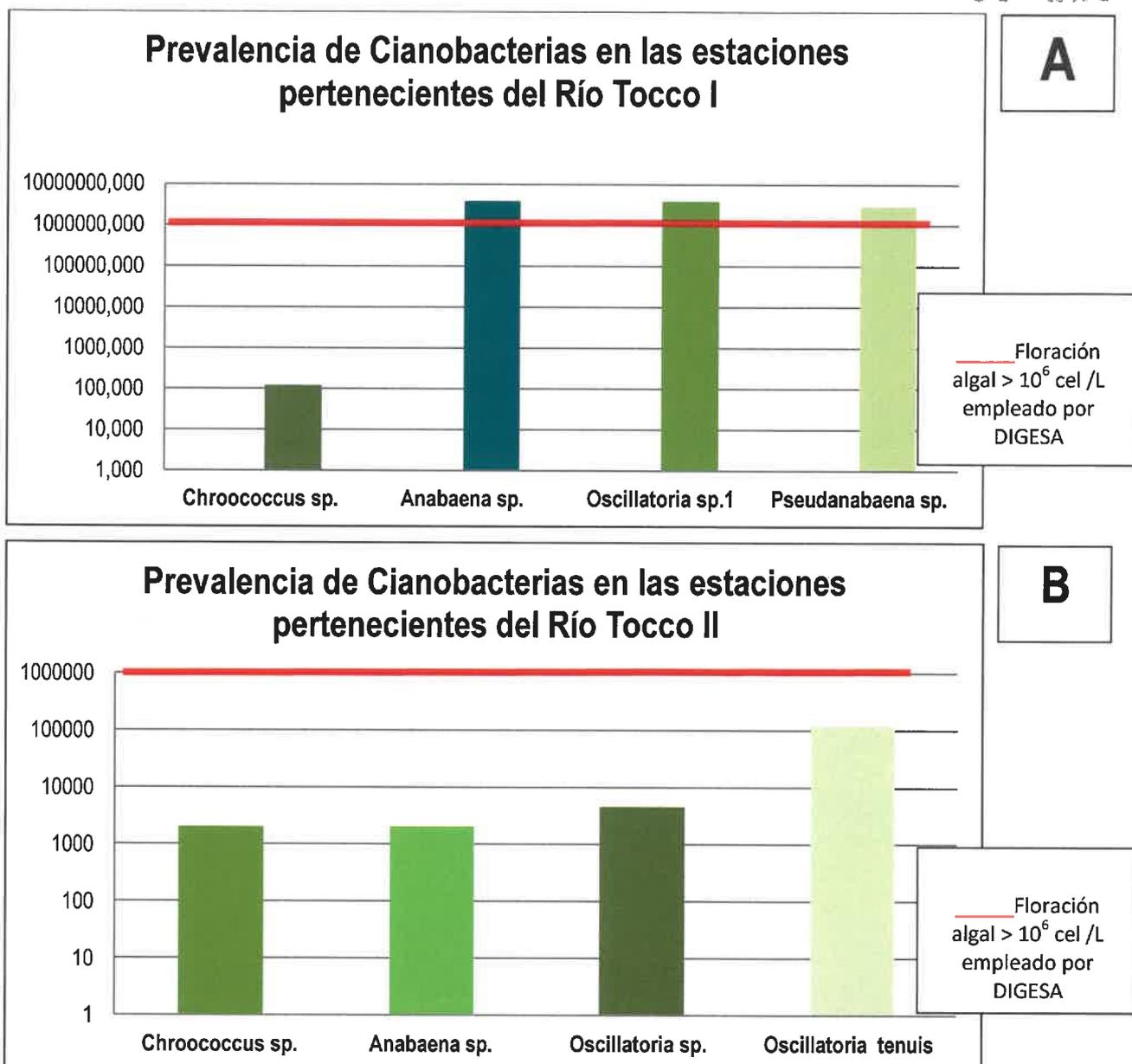


Figura 1.4: Prevalencia de Cianobacterias es las diferentes estaciones pertenecientes al Río Tocco 2012. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Dentro del fitoplancton encontramos las cianobacterias, conocidas como algas o incluso algas tóxicas, el punto es que al margen de su categorización son las que podrían producir floraciones algales dando lugar a un proceso de eutroficación, se ha seguido la referencia usada por DIGESA en base a referencias bibliográficas internacionales reconocidas tales como: Sar Eugenia; Serrario Martha; Reguera Beatriz. 2002. "Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano"

En el río Tocco, 3 especies en la época de avenida sobrepasan ligeramente las cantidades, por lo que mencionamos que habría un ligero riesgo de floración sin embargo en la época de estiaje donde podrían elevarse incluso más debido a la disminución del factor de dilución,

A su vez las especies con más prevalencia en las estaciones de muestreo pertenecen a: *Oscillatoria tenuis*, nueva especie para el segundo monitoreo, mientras que las menos preponderantes son *Chroococcus sp.* y *Anabaena sp.*

1.4.2 Zooplancton en Tocco.

Las especies zooplanctónicas pertenecientes al río Tocco son más frecuentes en la estación E-47 (Río Tocco, a 300 mts de trocha carrozable, Majada Tocco) que en la E-46 (Río Tocco, naciente, manantiales Copapujo). En cuanto a la abundancia, las especies se encuentran entre un 10^6 y 10^7 Org/L. Las especies también son organismos fuertes con tecas o lóricas a pesar de no haber aguas ácidas, pero se presentan también especies de cladóceros sensibles, lo que indica una mejor agua comparada con los demás afluentes.

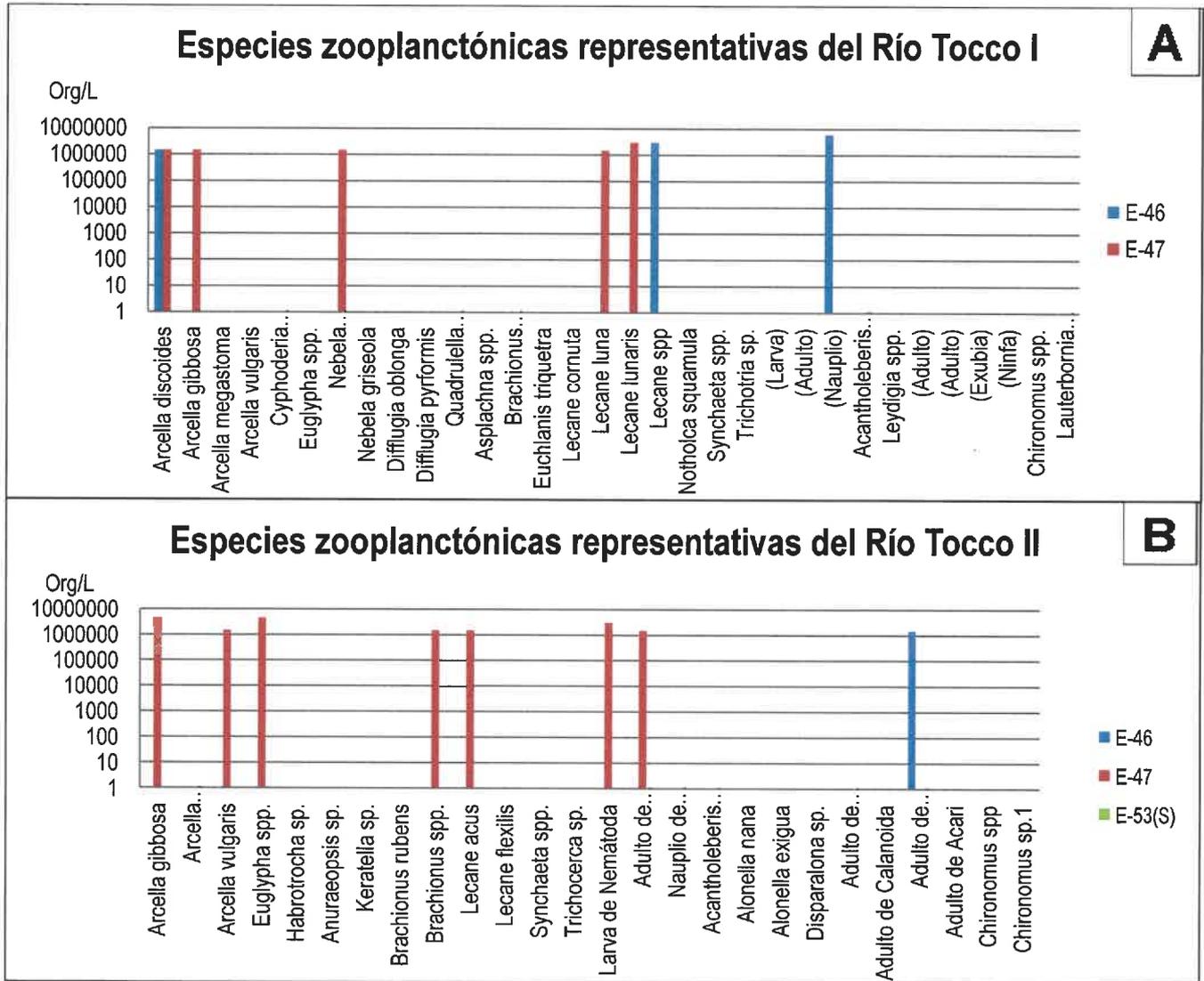


Figura 1.5: Representación de especies zooplanctónicas del Río Tocco durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

1.4.3 Perifitón en el río Tocco.

Perifitón es el complejo conjunto de organismos de bacterias, hongos, algas y protozoos embebidos en una matriz polisacárida. Se conoce también como biofilm.

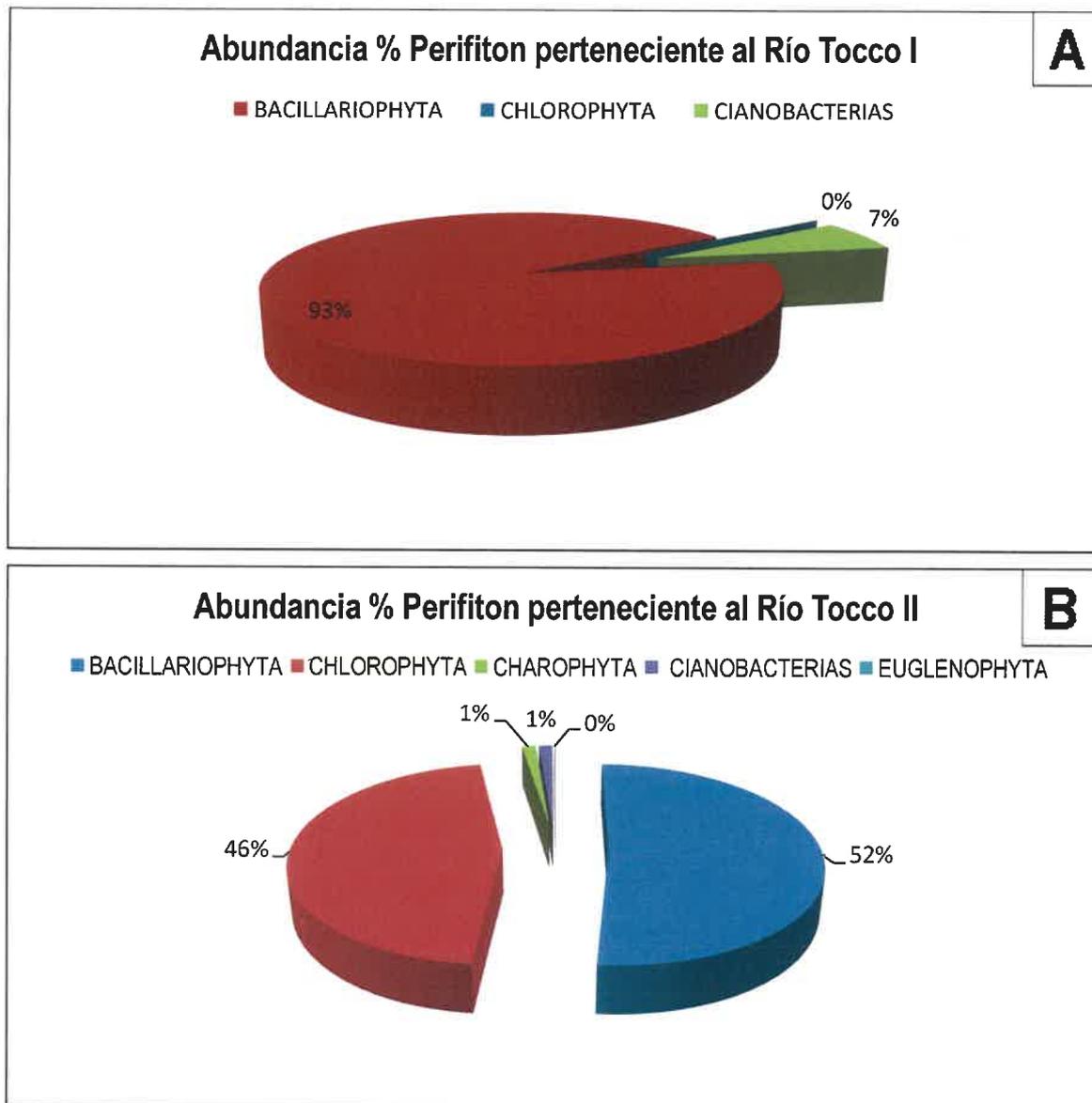


Figura 1.6: Abundancia de perifitón en las estaciones pertenecientes al Río Tocco durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

En la evaluación para Perifitón perteneciente al Río Tocco la abundancia está representada por el grupo de *Bacillariophytas* y *Chlorophytas*, y en un menor porcentaje las *Cyanobacterias*. La única estación con especies representativas para éste sector se evidencian en la estación 47 donde *Fragilaria capucina*, *Asterococcus sp* y *Oscillatoria limosa* son las más abundantes. Así mismo, se nota un cambio significativo de perifitón en la época de estiaje siendo que se recuperan algunos grupos de algas tales como las algas verdes, no siendo ya la más predominantes las cianobacterias, por ello disminuyen tal como se visualiza en las gráficas de las especies de cianobacterias, es decir por competencia de nutrientes disminuyen las cianobacterias y las diatomeas, estabilizándose el ecosistema mejor en la época de estiaje.

1.4.4 Macrofitas en el río Tocco.

La prevalencia de Macrofitas para el río Tocco es evidentemente más pronunciada en la E-47 (Río Tocco, a 300 mts de trocha carrozable -Majada Tocco). Las especies no son constantes en ambos monitoreos apareciendo nuevas en la segunda expedición como *Elatine triandra* quien tiene mayor abundancia y géneros como *Littorella sp* desaparecen o evidenciaron cantidades despreciables. Ambos casos presentaron cantidades menores a 100 Org/m². En Avenida se presenta una mayor cantidad de especies de macrofitas.

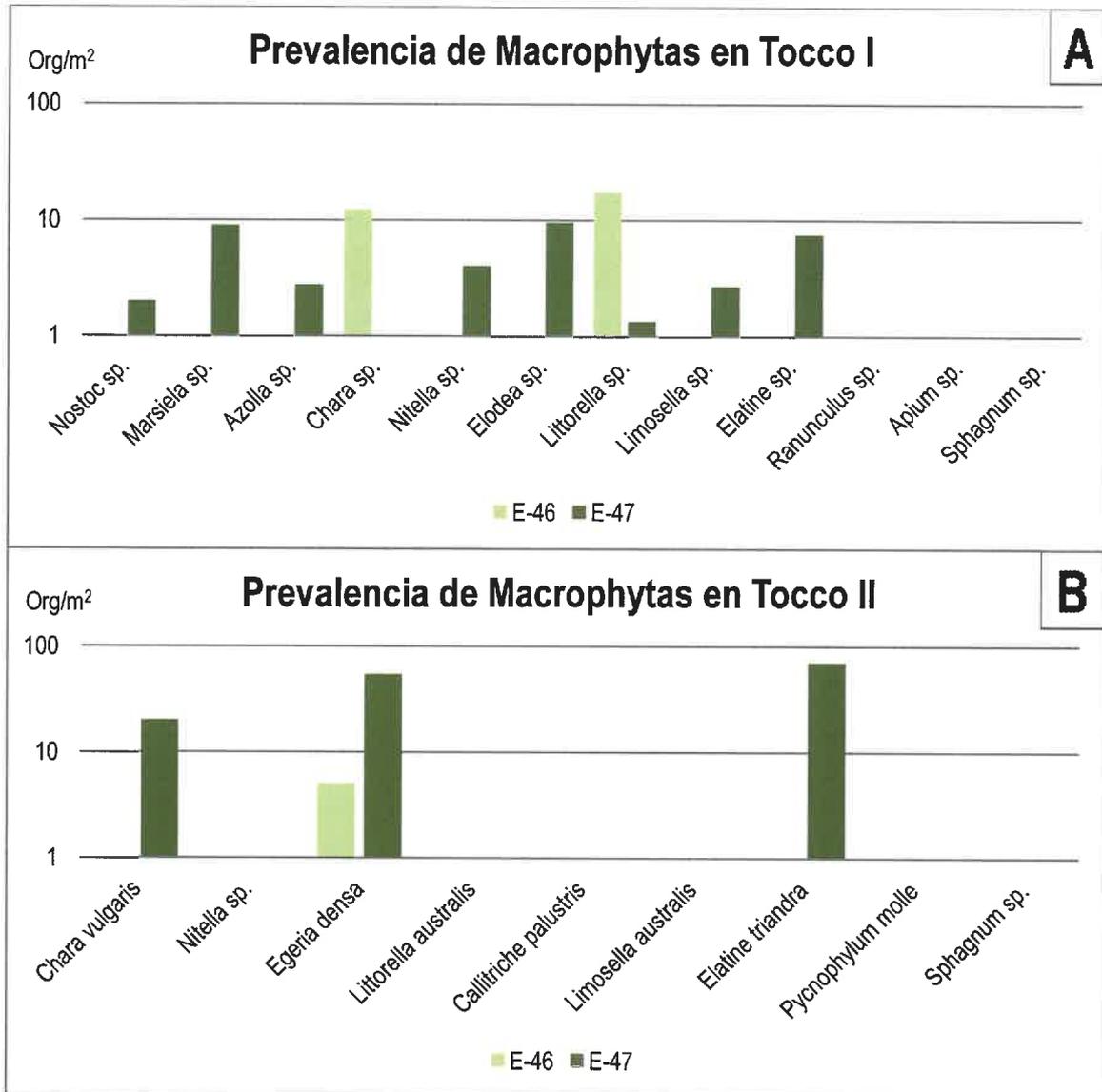


Figura 1.7: Prevalencia de especies de Macrofitas del Río Tocco durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para afluentes.

1.4.5 Macrofitas en el río Tocco.

El macrofitas es una comunidad asociada al sustrato del sistema acuático es decir la comunidad que reptan, caminan o están estáticas en el sustrato llámese específicamente especies bentónicas. Estas especies son de tal importancia que existen índices de valoración diversos que concluyen en valores que nos permiten categorizar el ecosistema superficial en función del sustrato tal como el Índice de IBF e IBMWP que se usa de continuo, siendo que en el primer monitoreo la categorización es mala con el Índice de IBD y dudosa (categoría 3) con el Índice BMWP, por tal motivo se debe evaluar otros parámetros para evaluar el tipo de categorización real.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. María Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blanca Haydee Aivarío Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Calidad Biológica basada en el BMWP para la evaluación de Macrofitos en Tocco

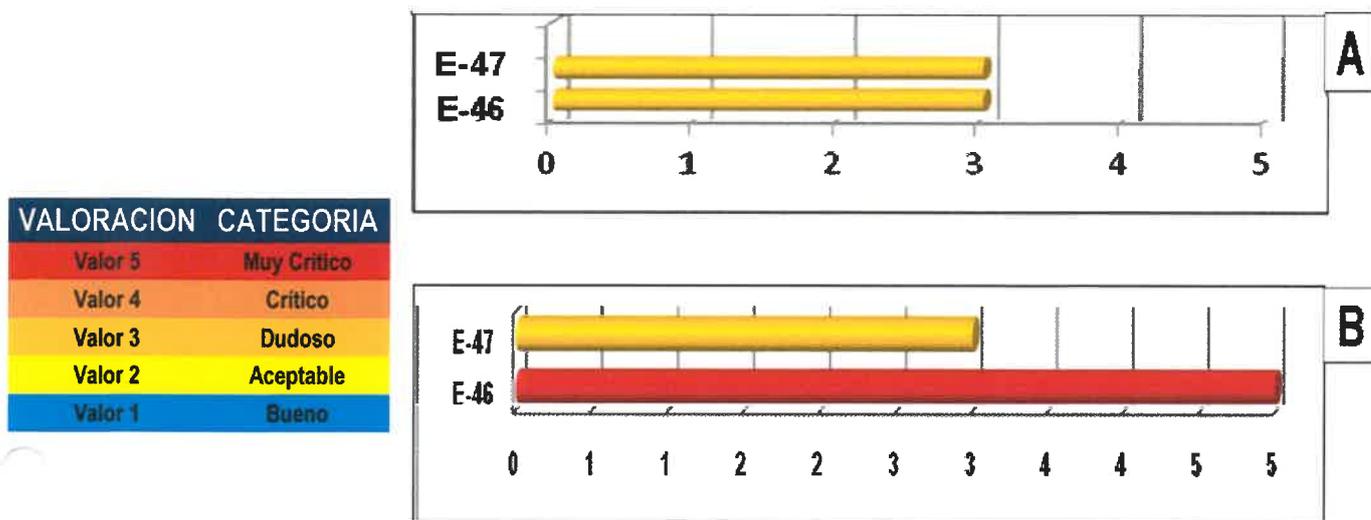


Figura 1.8 : Calidad Biológica para Macrofitos Basada en el BMWP en las estaciones pertenecientes al Río Tocco Monitoreo I (A), y Monitoreo II (B).

En la época de estiaje se mantiene o incluso con el Índice de BMWP se hace muy crítico es decir que hay más especies resistentes y más bien se evidencia ausencia de especies que contribuyen a categorizar como un cuerpo de agua limpio o no contaminado. Vale aclarar que esta categorización es para cuerpos de agua en general.

Cuadro 1 : Resultados de la evaluación con índices biológicos para el parámetro de Macrofitos durante el Monitoreo I y II en el Río Tocco.

Estación	MONITOREO I		MONITOREO II	
	46	47	46	47
Riqueza	12	14	6	11
Total de individuos (Org./90 cm ²)	3316	4736	3520	1856
Dominancia	0,465	0,283	0,4465	0,2717
Inversa de Simpson	0,535	0,717	0,5535	0,7283
Diversidad de Shannon	1,237	1,567	1,014	1,691
Equitatividad	0,498	0,594	0,566	0,7051
IBF	7,11	6,95	7,6181818	6,9051724
Calidad	Mala	Mala	Muy mala	Relativamente mala
BMWP'	48	47	9	43
Calidad	Dudosa	Dudosa	Muy crítico	Dudoso
ABI	41	37	15	41
Calidad	Moderado	Moderado	Malo	Moderado

1.4.6 Caracterización Microbiológica y Parasitológica en Tocco.

Para la mayoría de los parámetros microbiológicos determinados si hay valores guía establecido en las ECAS en el Perú a diferencia de los otros parámetros hidrobiológicos. El objetivo de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Aguas (ECA) D.S. 002-2008 es establecer el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y políticas públicas, siendo un referente en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Recursos Hídricos en vigencia, el ANA, deberá determinar y establecer el uso o los usos a que se destinen las aguas de un río. En Pasto Grande verificamos de manera prioritaria vemos el usos para aguas de consumo humano, lo que debe compararse con la categoría I Clase A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento, pero también se compara con la Categoría 3 Para Bebidas de Animales, debido a la observación de animales en algunas zonas de los afluentes, por ello es importante suplir la falta de información respecto a los usos asignados al agua, debido a que no se conoce el cumplimiento de este dispositivo, se debe tomar como criterio, monitorear todos los parámetros necesarios para asegurar la protección a los ecosistemas del río, a lo largo de todo su curso. En este caso los parámetros que establecen las ECAS 2008 son sobre todo los microbiológicos, no habiendo valores para los parámetros hidrobiológicos, ficotoxinas y clorofila A. Esto mismo es aplicable tanto a los afluentes como al Embalse y a la descarga.

Cuadro N° 2 Valores límites microbiológicos y parasitológicos de la ECAS-2008

PARAMETRO	Valores de las ECAS Categoría I Clase I A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (Descarga Final)	Valores de las ECAS Categoría 3 Para Bebidas de Animales. (Todo el ecosistema)
Coliformes Totales	3000 NMP/ 100 mL	5000 NMP/ 100 mL
Col. Termotolerantes	2000 NMP/ 100 mL	1000 NMP/ 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	0 NMP/100 mL	100 NMP/ 100 mL
<i>Enterococcus faecalis</i>	0 NMP/100 mL	20 NMP/ 100 mL
Formas parasitarias	0 Organismos /Litro	----

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blg. Haydée Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

Huevos de helmintos	-----	< 1 Huevos/ Litro
Bacterias Heterotróficas	-----	-----

MICROBIOLOGÍA.

MICROBIOLOGÍA MONITOREO I 2012	RÍO TOCCO
CT NMP/100 mL	3300
CTT NMP/100 mL	700
<i>E. coli</i> NMP/100 mL	240
<i>Enterococcus</i> NMP/100 mL	1900
<i>B. Heterotróficas</i> UFC /mL	4900
<i>Helmintos</i> HH/L	28

MICROBIOLOGÍA MONITOREO II 2012	RÍO TOCCO
CT NMP/100 mL	1901
CTT NMP/100 mL	351
<i>E. coli</i> NMP/100 mL	136
<i>Enterococcus</i> NMP/100 mL	1551
<i>B. Heterotróficas</i> UFC /mL	4900
<i>Helmintos</i> HH/L	9

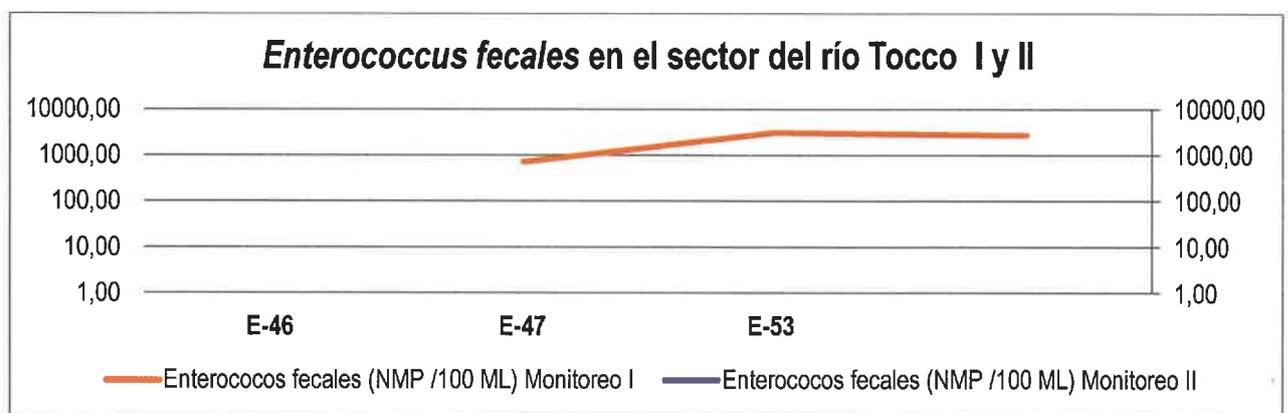


Figura 1.9: Presencia de *Enterococcus fecales* en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 34763

CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP: 2531

PARAMETRO	Valores de las ECAS Categoría I Clase I A2	Valores de las ECAS Categoría 3 Para Bebidas de Animales.
Coliformes Totales	3000 NMP/ 100 mL	5000 NMP/ 100 mL
Col. Termotolerantes	2000 NMP/ 100 mL	1000 NMP/ 100 mL

Podemos ver la disminución de las densidades promedios de los 3 puntos en el río Tocco en la época de estiaje (II Monitoreo).

Siendo 0 el nivel de las ECAs respecto a Enterococos para aguas clase 2 o 20 NMP/100 mL para aguas clase 3 donde si hay animales que beben de estas aguas no cumple en estiaje, especialmente en el punto E47. Respecto a bacterias heterotróficas están presentes en todos los puntos de Tocco, esto explica que hay un nivel de ensuciamiento que junto a la presencia de cianobacterias explica la determinación de aguas de calidad mala de los Indices, sin ser un cuerpo de agua de pH ácidos.

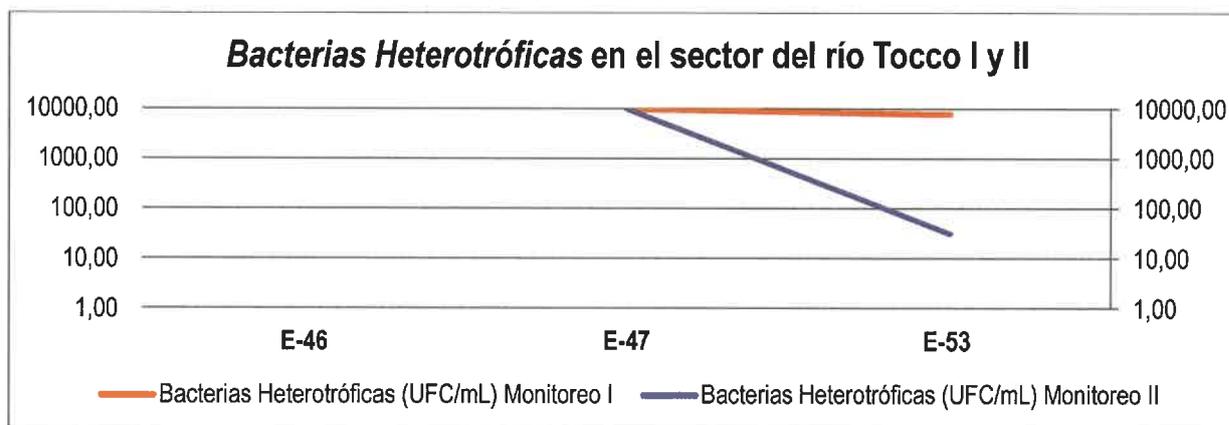


Figura 1.10: Presencia de Bacterias Heterotróficas en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

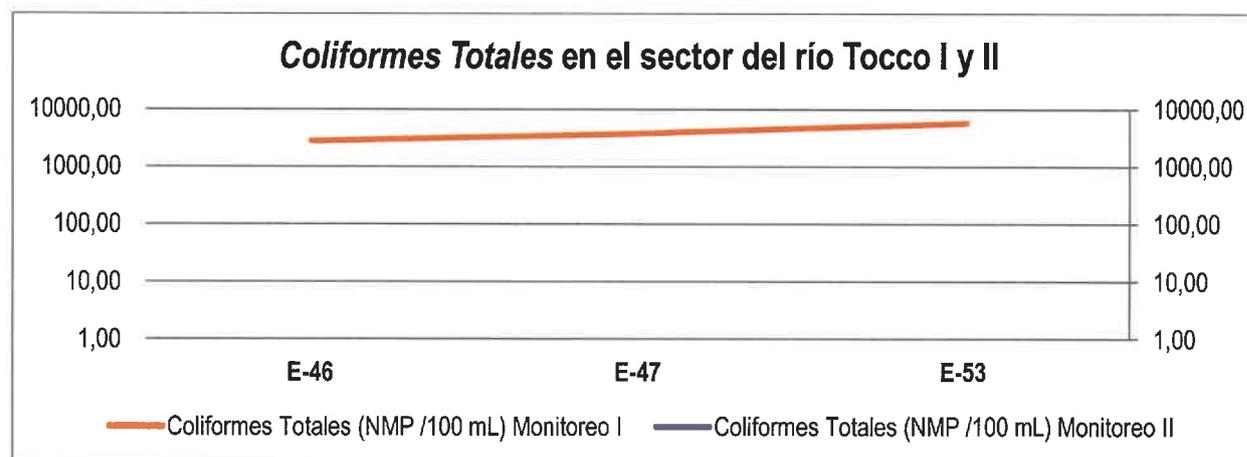


Figura 1.11: Presencia de Coliformes Totales en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo II

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.P. 6930

CONSORCIO V-5

Ing. Gloria Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.P. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Mylé Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.P. 2531

Respecto a los coliformes tanto totales como termotolerantes se nota presencia de los mismos sobrepasando los niveles tanto si vemos a Tocco como Clase 2 o como Clase 3. El origen de las Coliformes es estrictamente fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente. No se presentan en época de estiaje.

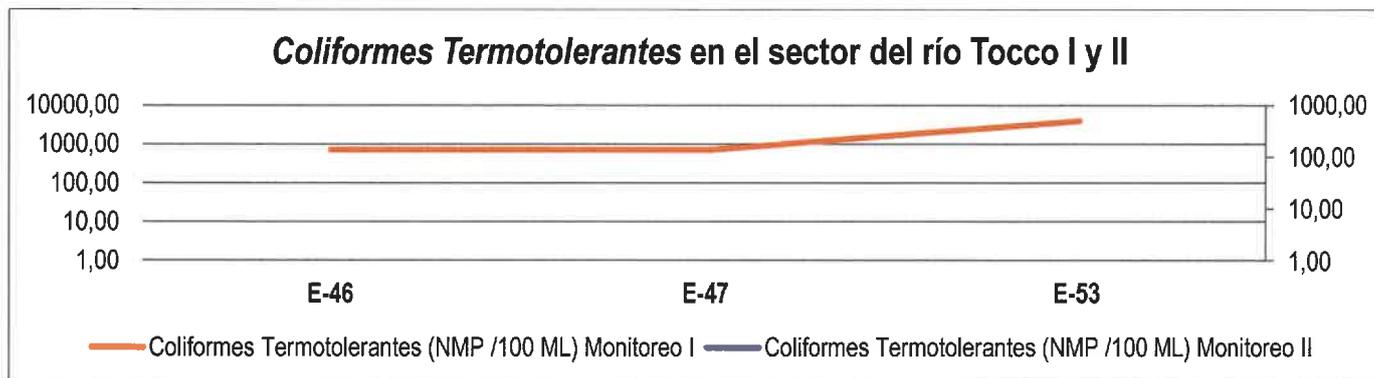


Figura 1.12: Presencia de Coliformes Termotolerantes en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

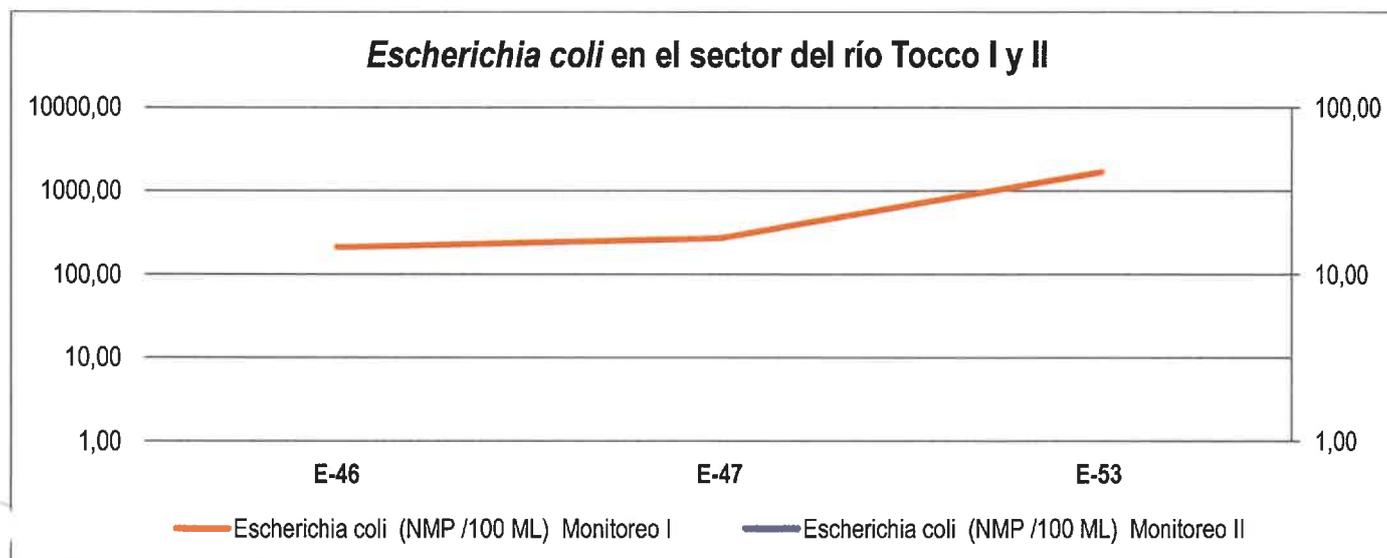


Figura 1.13: Presencia de *Escherichia coli* en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

Respecto a *Escherichia coli*, sigue el mismo comportamiento de coliformes termotolerantes se nota presencia de los mismos sobrepasando los niveles si vemos a Tocco como Clase 2 que es 0 NMP/100 mL pero no como Clase 3, donde los valores pueden ser hasta 100 NMP/100 mL. El origen de las *Escherichia coli* es estrictamente fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente, tal como los coliformes termotolerantes (Ver cuadro N° 2)

No se presentan en época de estiaje

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP-6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34783

CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CIP-2531

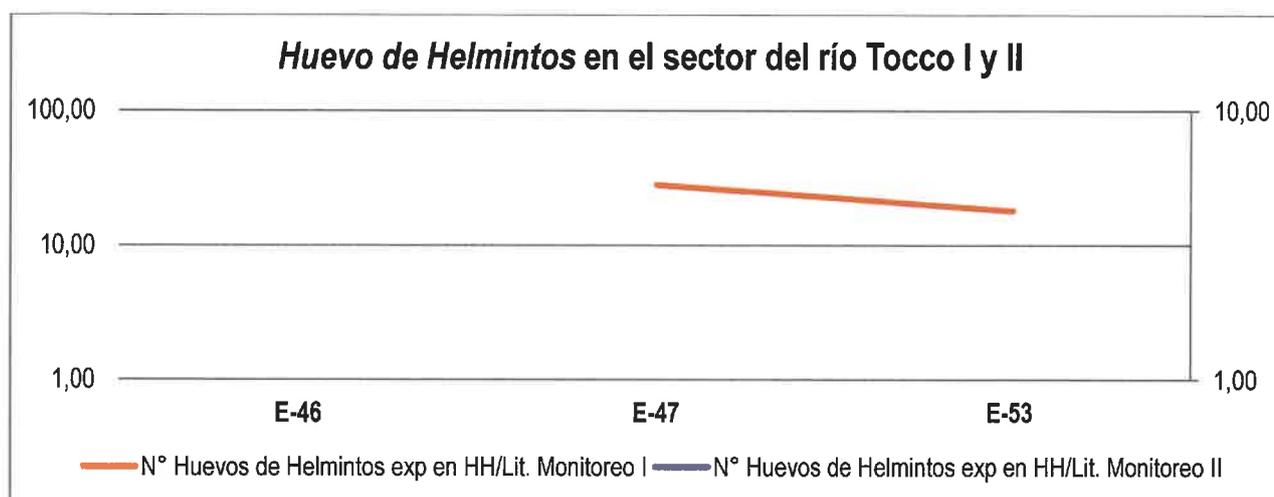


Figura 1.14: Presencia de *Huevos de Helmintos* en el sector Tocco durante el Monitoreo I y Monitoreo.

Respecto a los Huevos de Helmintos; en Tocco en época de avenida se nota presencia de los mismos sobrepasando los niveles si vemos a Tocco como Clase 2 que es 0 HH /L y también como Clase 3 en donde se establece solo < 1 HH /L. Al respecto los huevos de helmintos tienen efecto con baja cantidad de los mismos siendo que la especie reportada es *Ascaris sp.*, proviene también de origen fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente. (Ver cuadro N° 2) No se presentan en época de estiaje.

1.4.7 Ficotoxinas, Clorofila A y su relación con Cianobacterias en el río Tocco.

En Tocco las ficotoxinas son apenas superiores a 1 ug/ L siendo de mínimo riesgo. Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias las que secretan toxinas sino también las diatomeas, sin embargo las cantidades de las mismas están dentro de lo normal.

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) ug/ L	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) µg / L
TOCCO	1.223	1.353

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	CLOROFILA A mg / M3	CLOROFILA A mg / m ³
TOCCO	12.709	12.977

En Tocco la clorophylla A son apenas superiores a 12 mg/m³ siendo de mínimo riesgo. Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias sino otras algas tienen este tipo de pigmento sin embargo las cantidades de las mismas están dentro de lo normal.

Lo siguientes son niveles integrados de bibliografías existentes, más no están en normatividad.

Nivel de Riesgo Mínimo:

- <20 µg/L de Clorofila-a
- <10 000 cel/L
- **CASO EMBALSE PASTO GRANDE: AFLUENTE TOCCO**

Nivel de Riesgo Moderado:

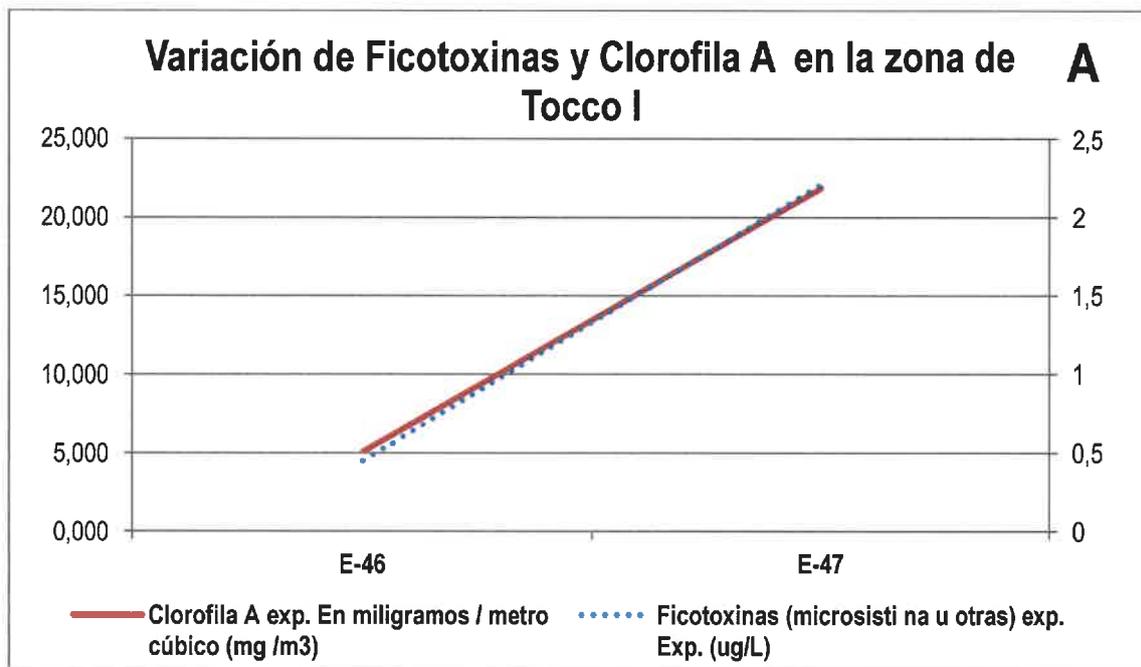
- 50 µg/L de Clorofila-a
- 100 000 cel/L
- Posiblemente 20 µg/L de microcistina en los primeros 4 metros de agua

Acumulación de 100 veces en espumas de alto nivel de riesgo:

- 5000 µg/L de Clorofila-a
- 10 000 000 cel/L
- Posiblemente 2000 µg/L de microcistina en los primeros 4 centímetros de agua.

Acumulación de 1000 veces si el viento transporta las espumas de 100 a 10 metros:

- 50 000 µg/L de Clorofila-a
- 100 000 000 cel/L
- Posiblemente 20 000 µg/L de microcistina concentrada en una bahía de agua.



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUIMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Biga. Mayte Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531

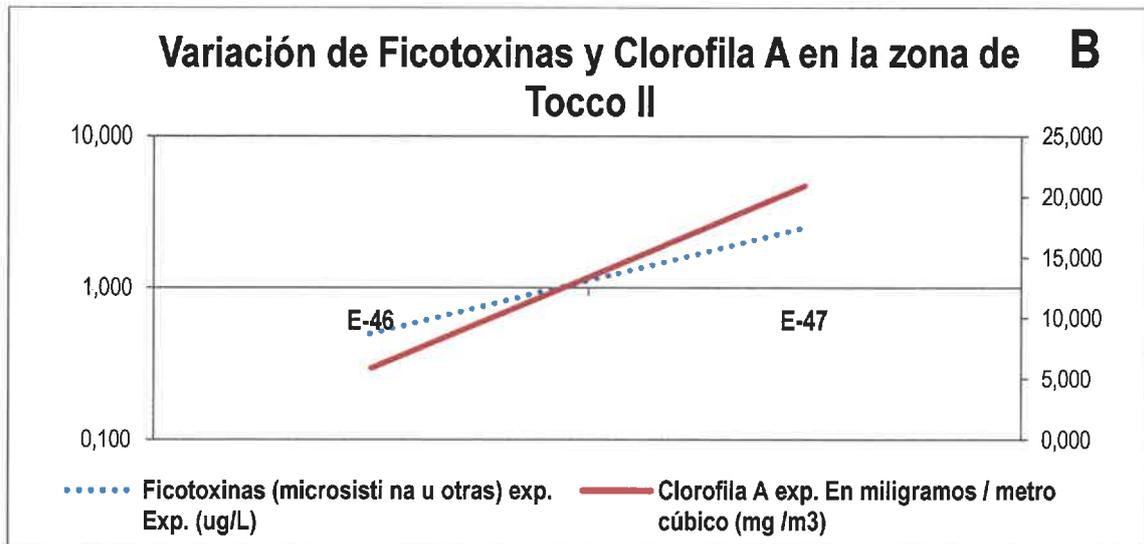


Figura 1.14: Variación de Ficotoxinas y Clorofila A en la zona de Tocco durante el Monitoreo I (A) y el Monitoreo II (B).

De acuerdo a evaluación del río Tocco, la clorophylla A y las ficotoxinas tienen estrecha relación y puede observarse en las gráficas que es en el punto E47 donde los valores son mayores.


CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Blga. Mayra Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 SP. 2531

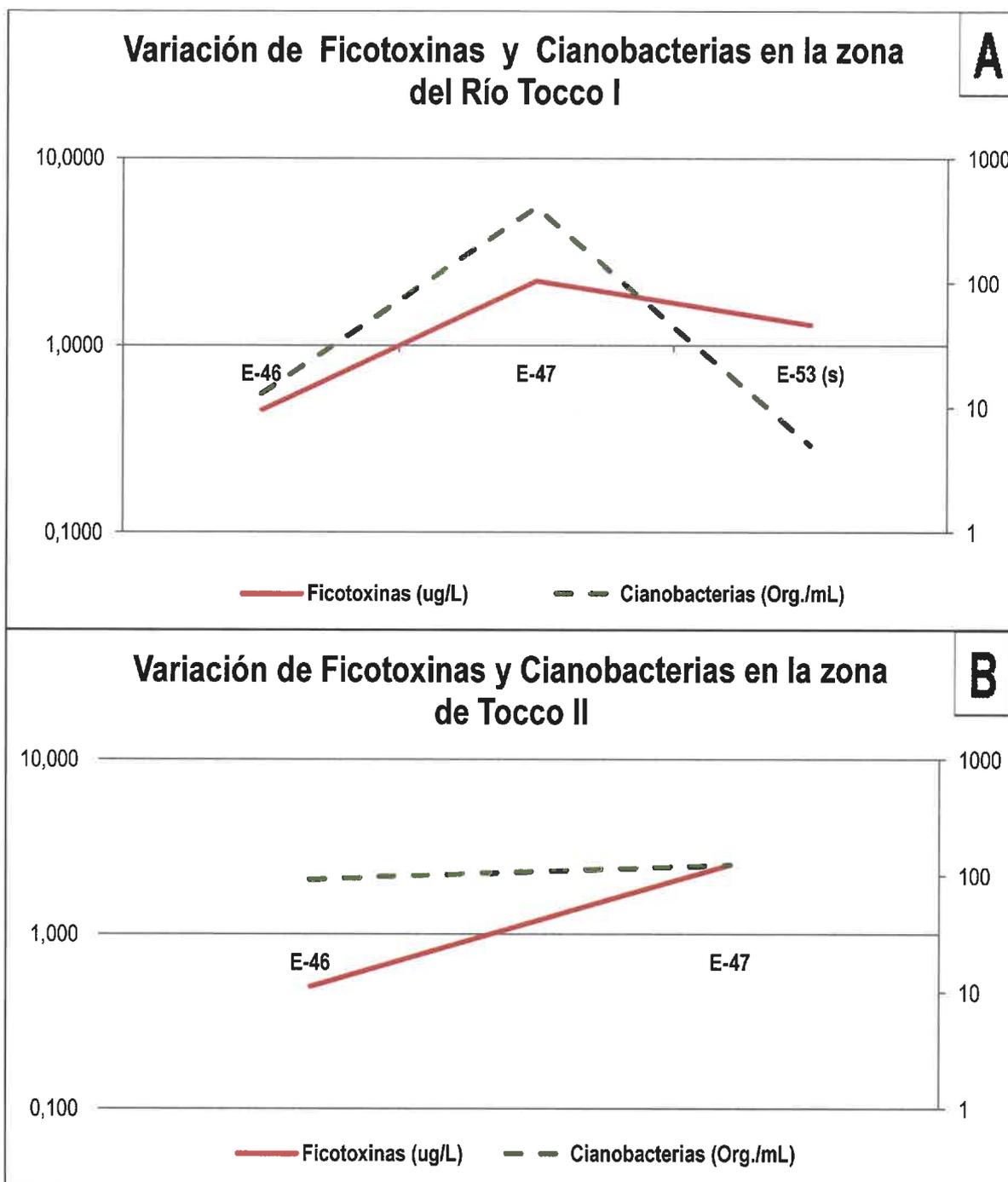


Figura 1.15: Variación de Ficotoxinas y Cianobacterias en el río Tocco durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En Tocco las cianobacterias y las ficotoxinas tienen estrecha relación y puede observarse en las gráficas que es en el punto E47 donde los valores son mayores.

1.4.8 Bioensayos de Toxicidad en el río Tocco.

Tabla N° 1: Toxicidad aguda del agua superficial de Tocco con *Daphnia magna*, Pulgas de Agua.

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO ESTIAJE		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-47	100	atóxico	27.3	tóxico XXX	Río Tocco, a 300 mts de trocha carrozable (Majada Tocco)

En cuanto a bioensayos de toxicidad de aguas superficiales en los puntos de monitoreo del río Tocco, estos permiten conocer cómo responde un organismo modelo frente a las agua de los afluentes siendo que en el I Monitoreo se detectó altos niveles de toxicidad, en la zona del Punto E47 a 300 mt de trocha carrozable con 27.3% de la LC50 (Concentración letal del 50% de la población modelo) es decir el 27.3% de este punto de muestreo elimina al 50% de la población modelo, lo que explica la predominancia de un grupo tal como las diatomeas.

Mientras que en el II Monitoreo aparecen como no tóxicas (según Arambasic Y Munkitrick estudiosos de las pruebas de toxicidad) evidenciando que los niveles del lluvia y ausencia de la misma y los caudales asociados impactan sobre la presencia y densidades de las especies y analitos de un cuerpo de agua modificando su toxicidad.

Tabla N° 2: Toxicidad agua en sedimentos de Tocco con *Chironomus calligraphus*.

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	
S-04	96.75	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Tocco

Mientras que a nivel de los sedimentos a nivel del punto Frente al río Tocco no es tóxico.

1.5 MICROCUENCA DEL AFLUENTE RIO ANTAJARANE

1.5.1 Fitoplancton en el río Antajarane.

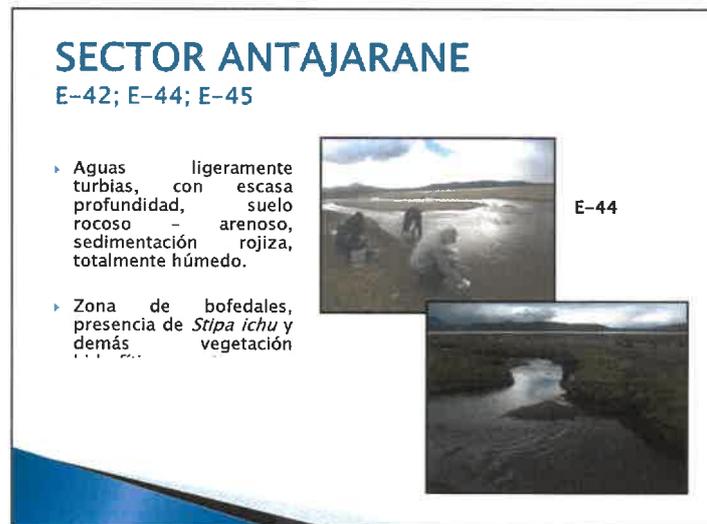
Es un afluente diferente al resto de cuerpos de agua ya que aquí no predominan las diatomeas, sino las algas verdes o chlorophytas con un 56%, seguido de diatomeas con un 33% y 10% de cianobacterias, esto a pesar que el pH también denota acidez. Lo que vale rescatar es que hay un mejor equilibrio en las comunidades de algas.

Las mayores abundancias de individuos les pertenecen a las estaciones de muestreo número 44 (Río Antajarane, 150 mts. de la carretera aguas arriba) y 45 (Río Queñuane, a 100 mts. de la carretera aguas arriba), mientras que en la estación 42 (Río Antajarane, Naciente) es menor, siendo la especie con mayor frecuencia en las estaciones: *Phormidium sp.*

En el sector del Antajarane, no se encontraron especies representativas en las comunidades zooplanctónicas, es decir la contaminación natural es mayor en este sector, debido a que en el II Monitoreo no hay especies en los puntos correspondientes.

AFLUENTES	ESTACIONES
SECTOR ANTAJARANE	E40,E41,E42,E43,E44,E45

Figura 1.16 Estaciones de Monitoreo



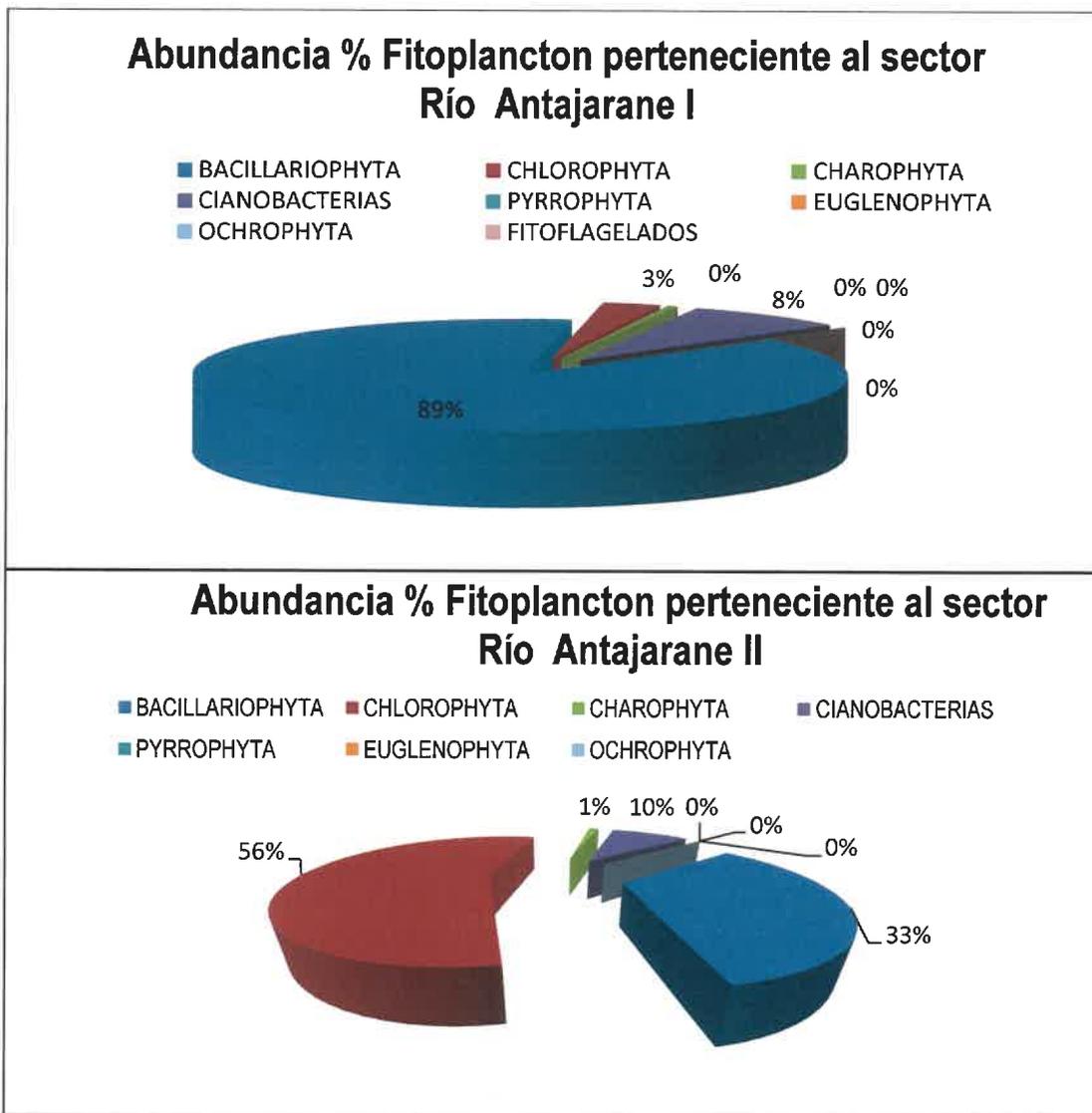


Figura 1.17: Abundancia fitoplanctónica perteneciente a las diferentes estaciones del sector Antajarane. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

La Taxa más representativa en el sector de Río Antajarane son las *Bacillariophytas* mientras que las *Chlorophytas* y las *Cianobacterias* son encontradas en menor porcentaje en el Monitoreo I-2012. Por otro lado en el Monitoreo II-2012, las *Chlorophytas* son más abundantes mientras que las *Bacillariophytas* y *Cianobacterias* se encuentran distribuidos en menor porcentaje.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUIMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Ivette Alvarino Flores
BIÓLOGA
CEP. 2531

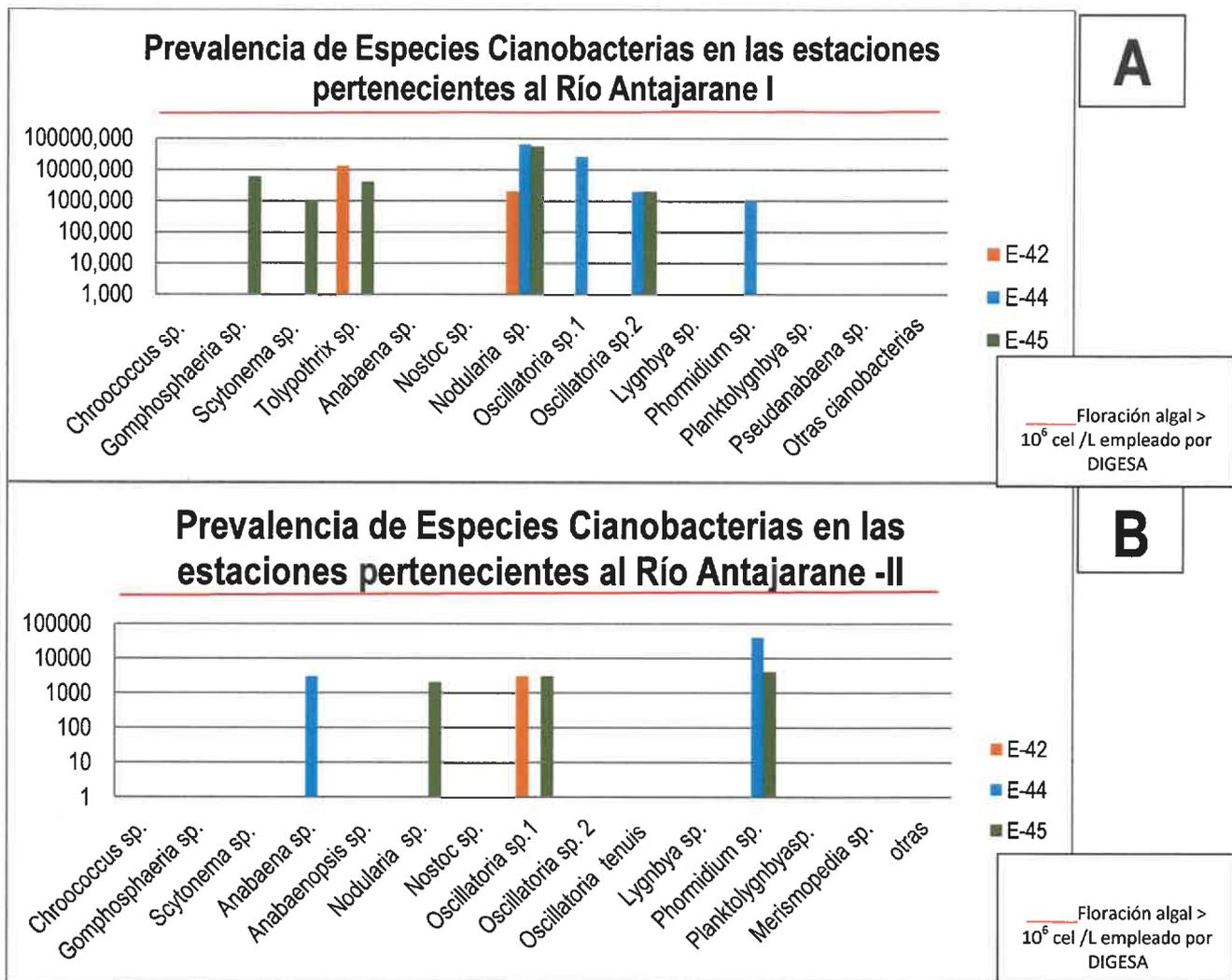


Figura 1.18: Prevalencia de Cianobacterias es las diferentes estaciones pertenecientes al Río Antajarane. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Dentro del fitoplancton encontramos las cianobacterias, conocidas como algas o incluso algas tóxicas, el punto es que al margen de su categorización son las que podrían producir floraciones algales dando lugar a un proceso de eutroficación, se ha seguido la referencia usada por DIGESA en base a referencias bibliográficas internacionales reconocidas tales como: Sar Eugenia; Serrario Martha; Reguera Beatriz. 2002. "Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano".

Las mayores abundancias de individuos les pertenecen al las estaciones de muestreo número 44 (Río Antajarane, 150 mts. de la carretera aguas arriba) y 45 (Río Queñuane, a 100 mts. de la carretera aguas arriba), mientras que en la estación 42 (Río Antajarane, Naciente) es menor, siendo la especie con mayor frecuencia en las estaciones: *Phormidium sp* y *Nodularia sp*. No hay indicios de riesgos de floraciones algales en Antajarane en ninguna época.

1.5.2 Zooplancton en el río Antajarane.

Las especies de zooplancton en Antajarane también son organismos fuertes con tecas o lóricas, esto se explica por ser un cuerpo de aguas ácidas, no se presentan especies vulnerables o débiles.

En las gráficas se nota una pobre cantidad de zooplancton en Antajarane en época de avenida y no están presentes casi en época de estiaje.

En el punto E45 no hay especies, en el punto E42 casi 2 especies y es en el punto E44 que se presentan varias especies del grupo de los resistentes protozoos tecados y rotíferos. En cuanto a la abundancia, las especies se encuentran entre un 10^6 Org/L.

CONSORCIO V-5



Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Biod. Mayra Aivarío Flores
BIOLOGA
CIP. 1531

157

Especies zooplancónicas representativas del Río Antajarane I

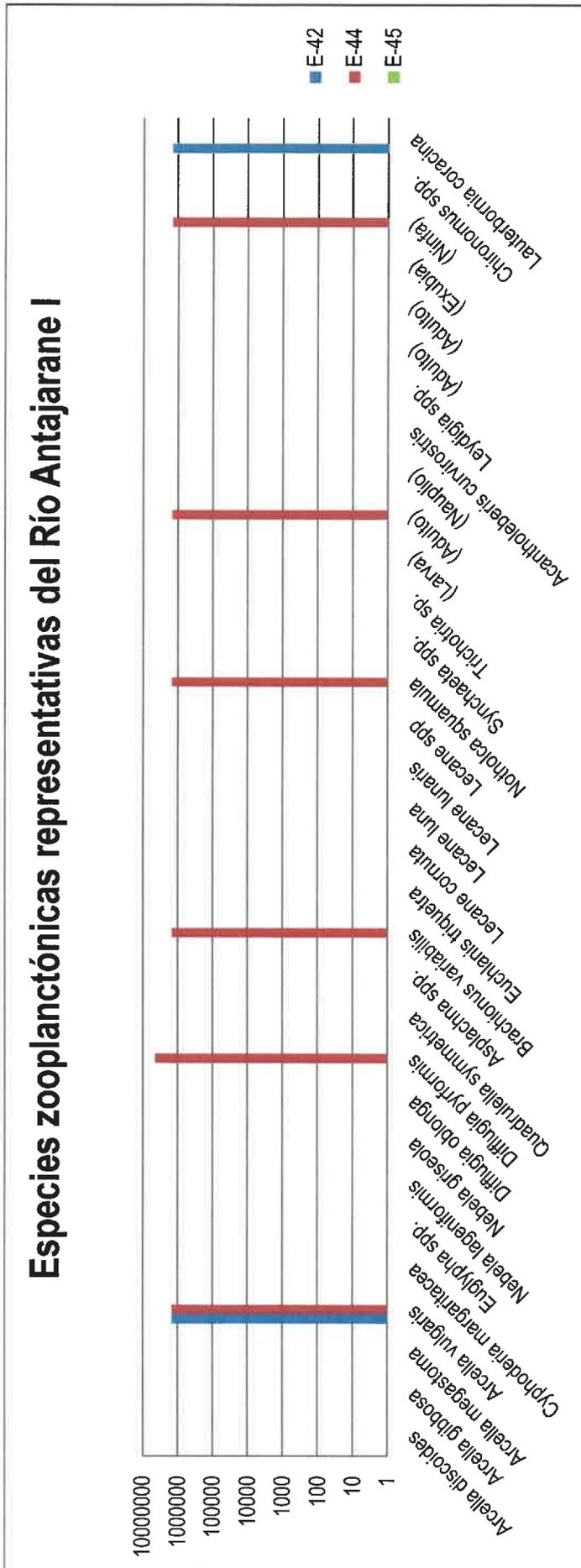


Figura 1.19: Representación de especies zooplancónicas del Río Antajarane durante el Monitoreo I.

En el sector del Antajarane, no se encontraron especies representativas en las comunidades zooplancónicas para el segundo monitoreo.

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.R. 12.520

Ing. Mercedes Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
C.R. 34763

Bla. Haydeé Avarino Flores
BIÓLOGA
C.R. 2631

1.5.3 Perifiton en el río Antajarane

Es el complejo conjunto de organismos de bacterias, hongos, algas y protozoos embebidos en una matriz polisacárida. Se conoce también como biofilm.

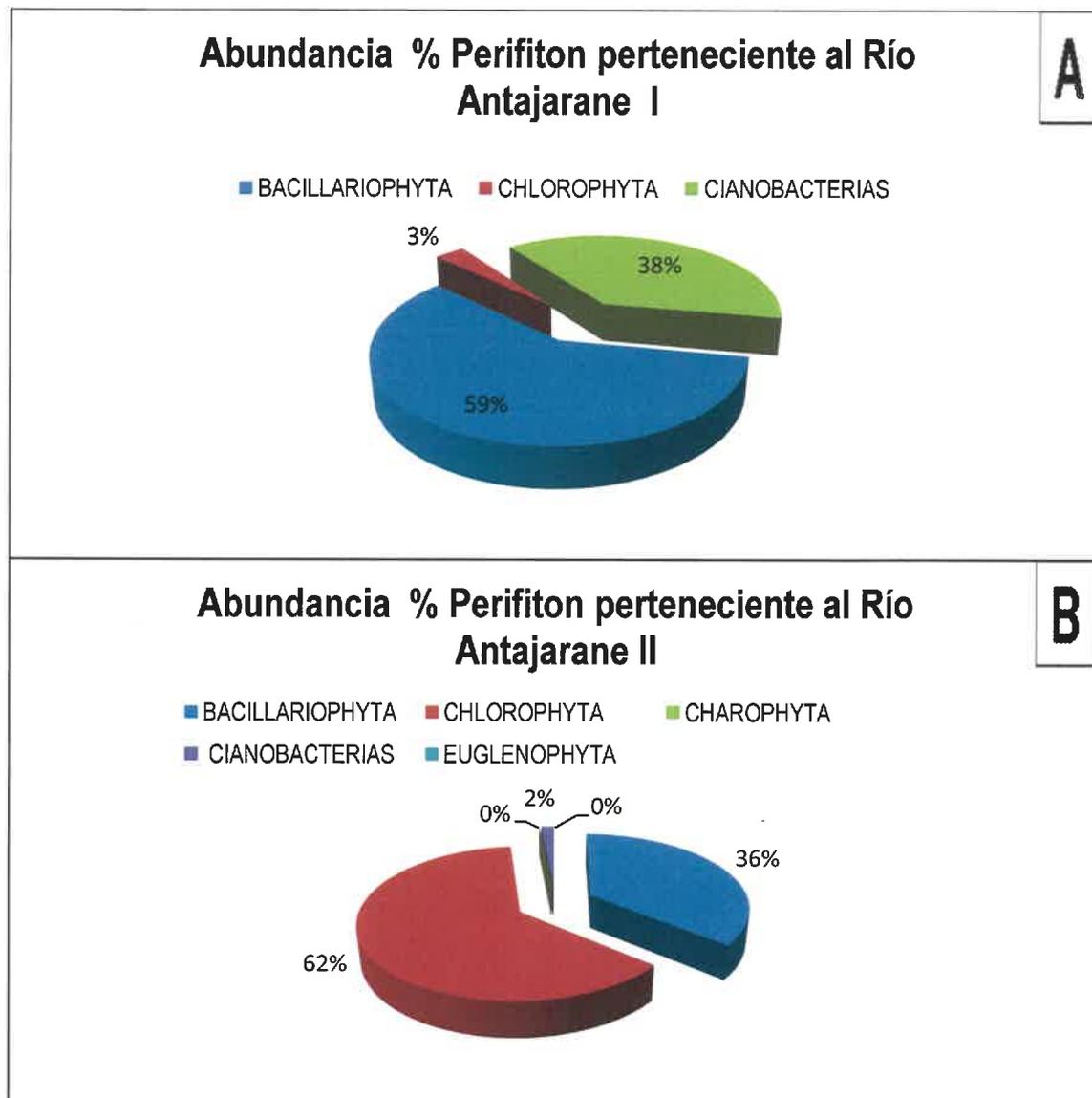


Figura 1.20: Abundancia de perifiton en el Río Antajarane durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

La abundancia en el Antajarane se ve reflejada con las Chlorophytas, junto a las Bacillariophytas con un regular porcentaje y en menor proporción las Cianobacterias.

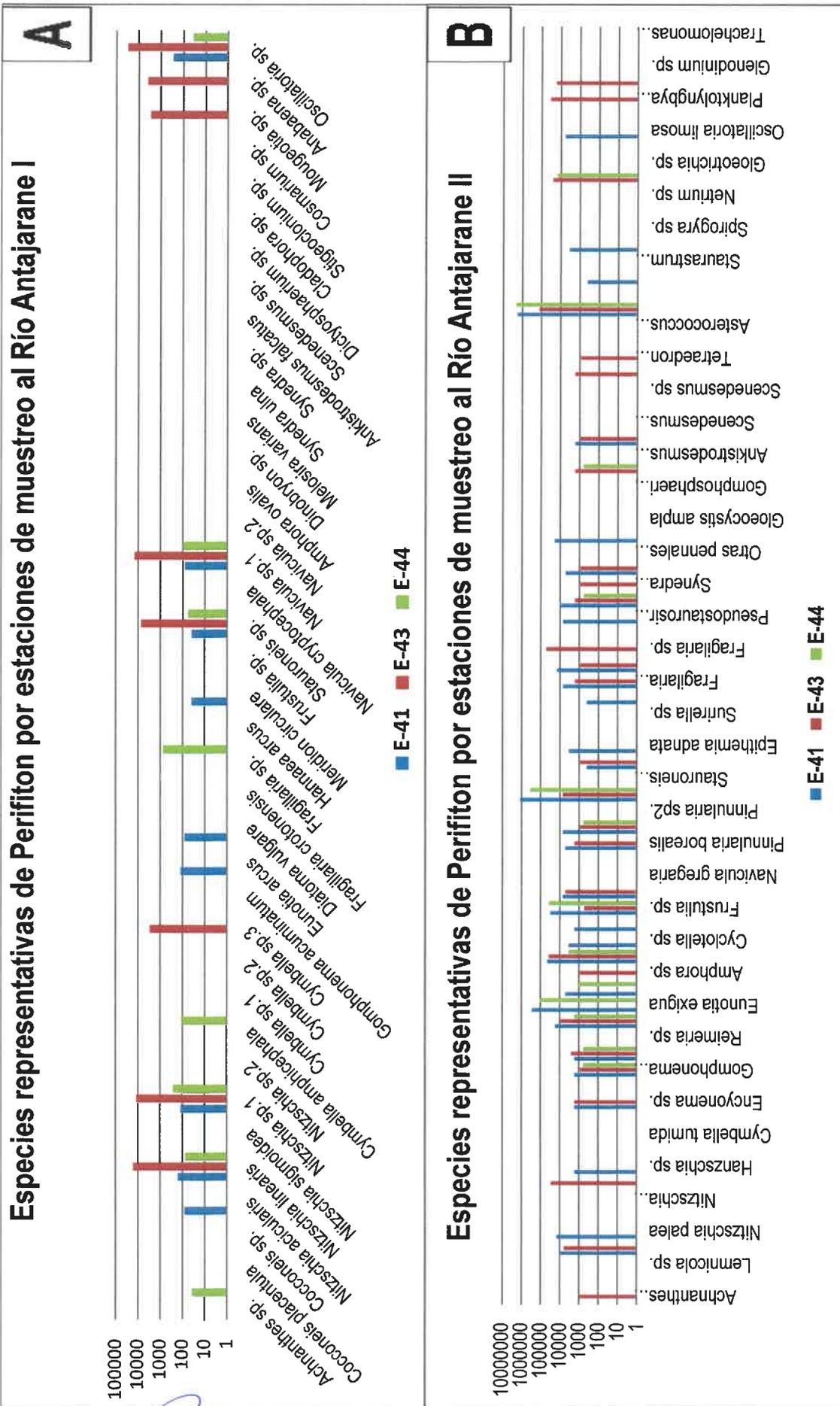


Figura 1.21: Representatividad de perifiton en el Río Antajarane durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes. Los géneros Pinnularia y Asterococcus son los más abundantes para el Río Antajarane. La estación con mayor cantidad de especies es la E-41, mientras que la E-43 es menos diversa.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

Ing. María Angélica Carbajal
QUÍMICA
CIP: 34763

Ing. Maydel Alvarino Flores
QUÍMICA
CIP: 1831

1.5.4 Macrophytas en el río Antajarane.

Los géneros con mayor prevalencia para Antajarane fue *Chara* y *Littorella* siendo la primera la única repetitiva en las 2 épocas, ya para el segundo monitoreo no permanecieron todas sus especies en total. Cabe mencionar que a pesar de los niveles ácidos de Antajarane se presentan especies mayores en el ecosistema demostrando resistencia u convirtiéndose en un refugio para otras especies tales como zooplancton y fitoplancton.

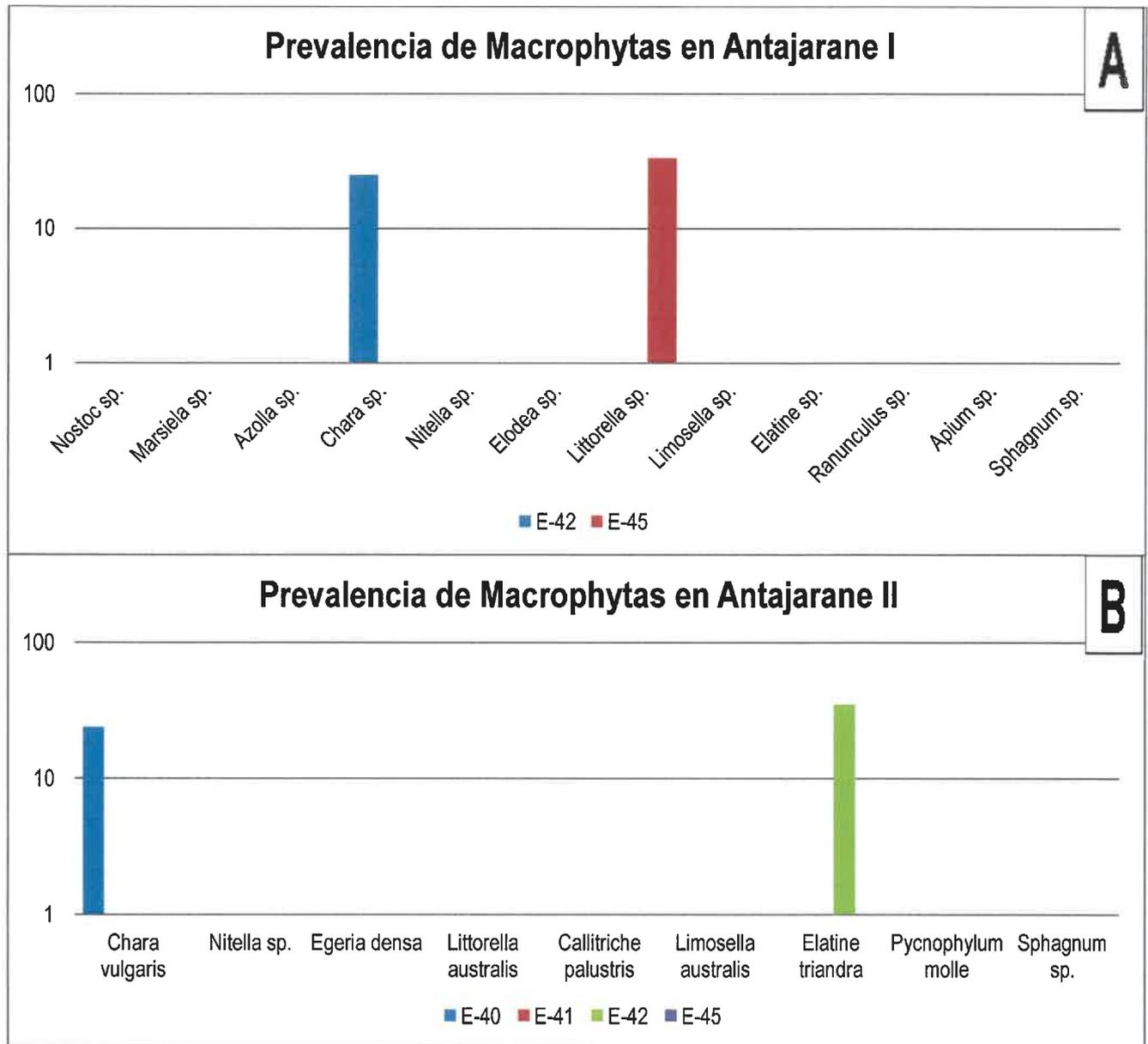


Figura 1.22: Prevalencia de especies de Macrophytas del Río Antajarane durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

1.5.5 Macrofitos en el río Antajarane

El macrofitos es una comunidad asociada al sustrato del sistema acuático es decir la comunidad que reptar, camina o esta estática en el sustrato llámese específicamente especies bentónicas. Estas especies son de tal importancia que existen Indices de valoración diversos que concluyen en valores que nos permiten categorizar el ecosistema superficial en función del sustrato tal como el Índice de IBF e IBMWP que se usa de continuo, siendo que en el primer monitoreo en Antajarane la categorización es muy crítica y crítica con el Índice BMWP y en el II Monitoreo dudosa (categoría 3) con el Índice BMWP y aceptable siendo que también con este parámetro se evidencia que en época de estiaje las condiciones de la comunidad asociada al sedimento son mejores.

Calidad Biológica basada en el BMWP para la evaluación de Macrofitos en Antajarane

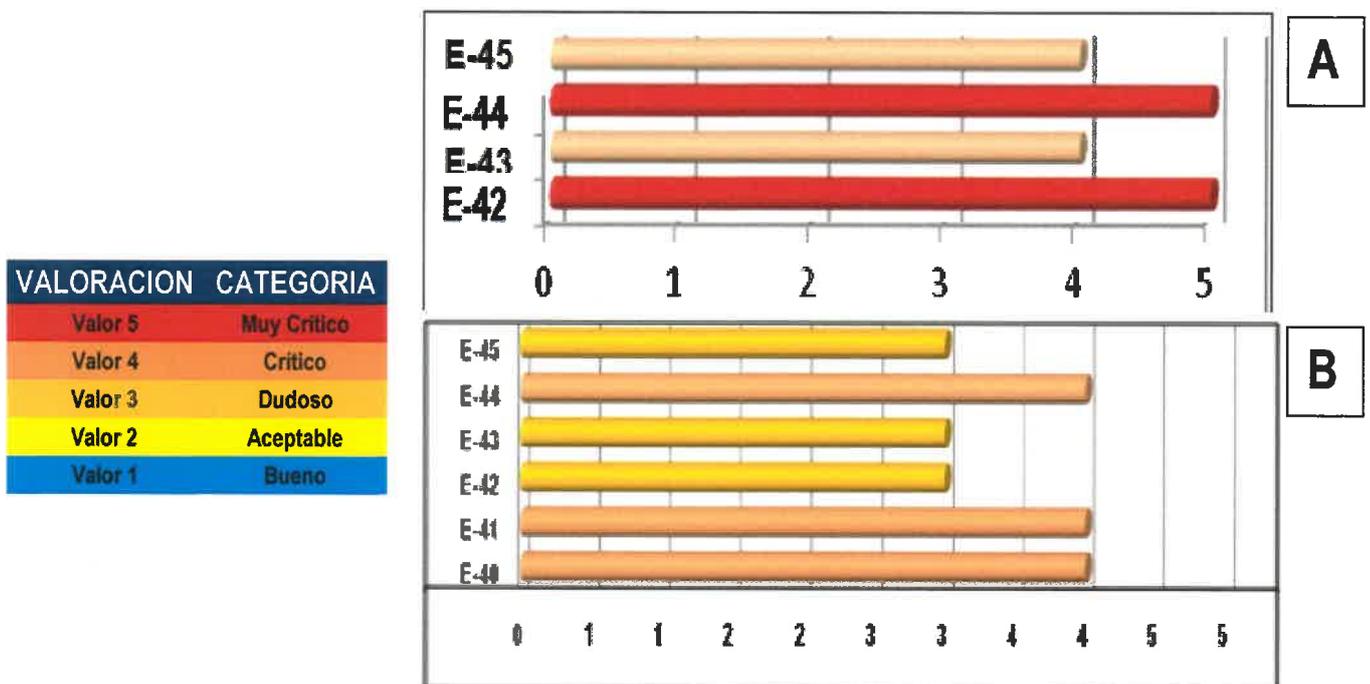


Figura 1.23 : Calidad Biológica para Macrofitos Basada en el BMWP en las estaciones pertenecientes al Río Antajarane Monitoreo I (A), y Monitoreo II (B).

En el cuadro 3 vemos una síntesis de las categorizaciones en los puntos de muestreo de Antajarane, siendo solo en el Punto E42 el punto que corresponde a la Naciente que presenta una mejor caracterización como Buena, los demás puntos oscilan entre regular y muy crítico debido básicamente al pH ácido.

La diversidad en todos los casos es menor de 2 lo que indica aguas contaminadas desde el punto de vista de abundancia.

Cuadro 3: Resultados de la evaluación con índices biológicos para el parámetro de Macrobenetos durante el Monitoreo I y II en el Río Antajarane.

Estaciones	MONITOREO I					MONITOREO II					
	E-41	E-42	E-43	E-44	E-45	E-40	E-41	E-42	E-43	E-44	E-45
Riqueza	8	7	17	6	7	7	5	12	15	8	13
Total de individuos (Org./90 cm ²)	420	384	404	552	424	216	144	132	220	668	352
Dominancia	0,2562	0,1797	0,3175	0,7866	0,2909	0,3786	0,4753	0,124	0,241	0,2995	0,1284
Inversa de Simpson	0,7438	0,8203	0,6825	0,2134	0,7091	0,6214	0,5247	0,876	0,759	0,7005	0,8716
Diversidad de Shannon	1,604	1,795	1,759	0,503	1,464	1,228	0,9925	2,264	1,994	1,505	2,249
Equitatividad	0,7716	0,9224	0,6208	0,2807	0,7522	0,6311	0,6167	0,9112	0,7364	0,724	0,877
IBF	5,62	3,77	7,15	6,89	5,2	6,83333	6,80556	4,87879	5,8727273	5,70659	6,0795455
Calidad	Regular	Muy Buena	Mala	Mala	Regular	Mala	Mala	Buena	Relativamente mala	Regular	Relativamente mala
BMWPI	20	13	29	8	26	22	16	50	47	34	42
Calidad	Crítica	Muy Crítica	Crítica	Muy Crítica	Crítica	Crítico	Crítico	Dudoso	Dudoso	Crítico	Dudoso
ABI	15	29	30	17	31	20	15	49	54	30	55
Calidad	Malo	Moderado	Moderado	Malo	Moderado	Malo	Malo	Buena	Buena	Moderado	Buena

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Mariela Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

Blga. Haydee Alvarino Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

1.5.6 Caracterización Microbiológica y Parasitológica del río Antajarane.

Para la mayoría de los parámetros microbiológicos determinados si hay valores guía establecido en las ECAS en el Perú a diferencia de los otros parámetros hidrobiológicos. El objetivo de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Aguas (ECA) D.S. 002-2008 es establecer el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y políticas públicas, siendo un referente en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Cuadro 4: Descripción y Resumen de los resultados durante la evaluación microbiológica y parasitológica en Tocco.

I MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Antajarane
CT NMP/100 mL	2950
CTT NMP/100 mL	2140
E. coli NMP/100 mL	187
Enterococcus NMP/100 mL	2465
B. Heterotróficas UFC /mL	3675
Helmintos HH/ L	37

II MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Antajarane
CT NMP/100 mL	822
CTT NMP/100 mL	620
E. coli NMP/100 mL	68
Enterococcus NMP/100 mL	683
B. Heterotróficas UFC /mL	2140
Helmintos HH/ L	12

En este caso los parámetros que establecen las ECAS 2008 son sobre todo los microbiológicos, no habiendo valores para los parámetros hidrobiológicos, ficotoxinas y clorofila A.

Valores límites microbiológicos y parasitológicos de la ECAS-2008 comentado en el sector de Tocco .A nivel de Antajarane se encuentran concentraciones donde hay evidencia de contaminación fecal especialmente en la época de avenida, mientras que en la época de estiaje disminuye pero de todas formas no cumple con los estándares de las ECAS.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.P. 9530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.P. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. María del Alvarado Flores
BIOLOGA
C.P. 2531

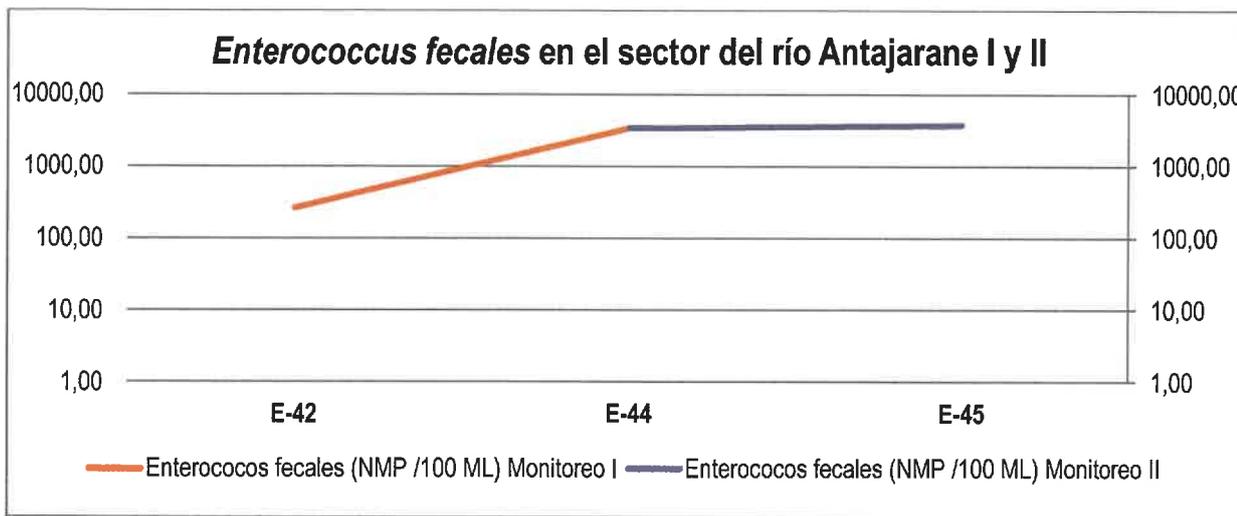


Figura 1.24: Presencia de *Enterococcus fecales* en el sector Antajarane durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

En el río Antajarane, el parámetro de Enterococos siendo 0 el nivel de las ECAs para aguas clase 2 o 20 NMP/100 mL para aguas clase 3 donde eventualmente puede haber animales que beben de estas aguas en los puntos evaluados podemos señalar, que el recuento de Enterococos se encuentra por encima de los ECAS, no cumpliendo con la norma en épocas de lluvia y estiaje, especialmente en el punto E44 y E45.

Respecto a bacterias heterotróficas están presentes en los puntos E44 y R45 de Antajarane esto explica que hay un nivel de ensuciamiento de origen fecal.

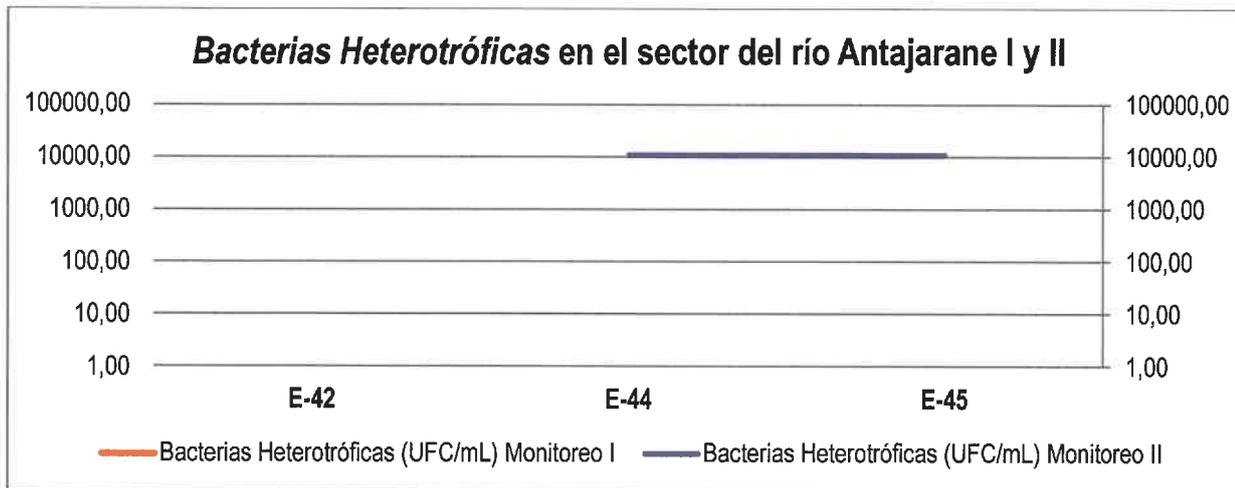


Figura 1.25: Presencia de Bacterias Heterotróficas en el sector Antajarane durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

Respecto a los coliformes tanto totales como termotolerantes se nota presencia de los mismos sobrepasando los niveles tanto si vemos al Río Antajarane como Clase 2 o como Clase 3. El origen de los Coliformes es estrictamente fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente. Se da el mismo comportamiento en las 2 épocas avenida y estiaje.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUIMICA
 C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
 Blga. Haidée Alvarino Flores 165
 BIOLOGA
 C.E.P. 2531

PARAMETRO	Valores de las ECAS Categoría I Clase I A2	Valores de las ECAS Categoría 3 Para Bebidas de Animales.
Coliformes Totales	3000 NMP/ 100 mL	5000 NMP/ 100 mL
Col. Termotolerantes	2000 NMP/ 100 mL	1000 NMP/ 100 mL

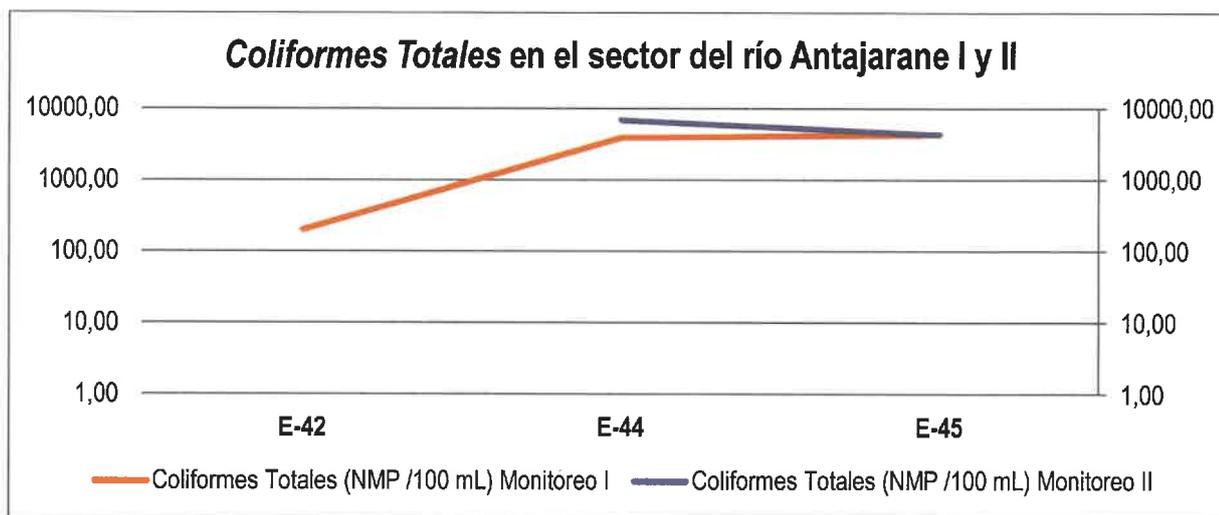


Figura 1.26: Presencia de Coliformes Totales en el sector Antajarane durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

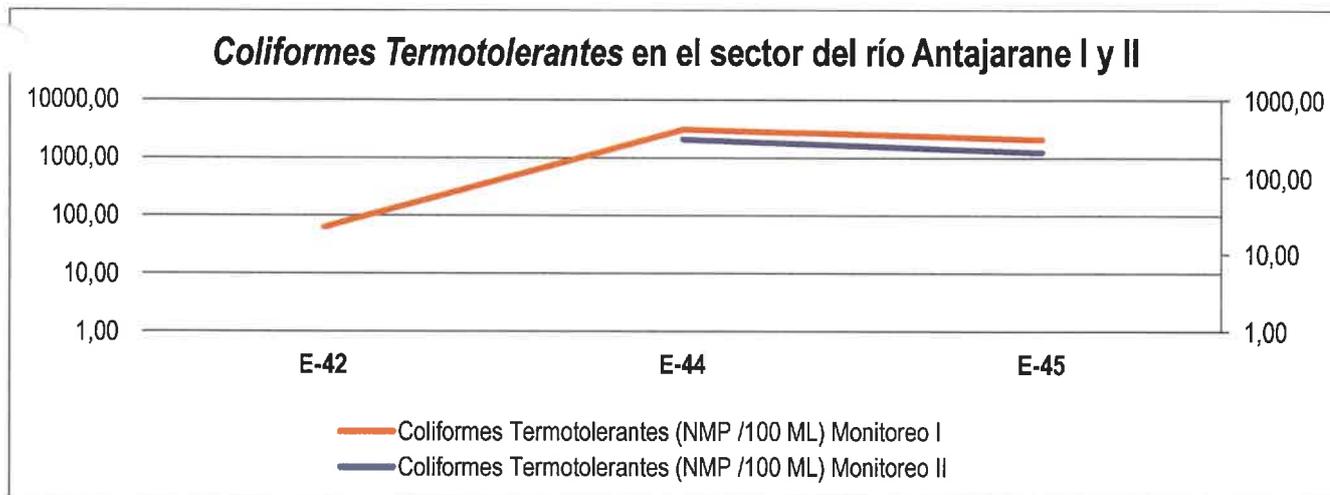


Figura 1.27: Presencia de Coliformes Termotolerantes en el sector Antajarane durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUIMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 Dña. Nancy Alvarado Flores
 INGENIERA
 CIP. 2531

Respecto a *Escherichia coli* sigue el mismo comportamiento de coliformes termotolerantes se nota presencia de las mismos sobrepasando los niveles si vemos a Antajarane como Clase 2 que es 0 NMP/100 mL y además como Clase 3, donde los valores pueden ser hasta 100 NMP/100 mL. Excepto el punto E42 el cual se presenta de modo diferente. El origen de las *Escherichia coli* es estrictamente fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente, tal como los coliformes termotolerantes (Ver cuadro N° 2 en el sector de Tocco).

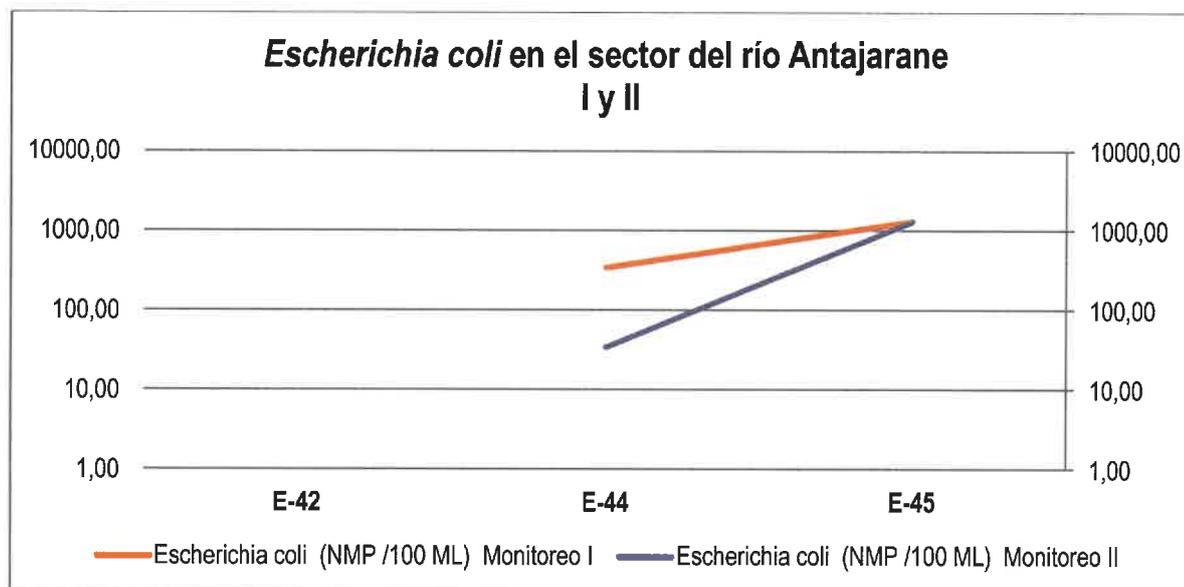


Figura 1.28: Presencia de *Escherichia coli* en el sector Antajarane durante el Monitorio I y Monitorio II.

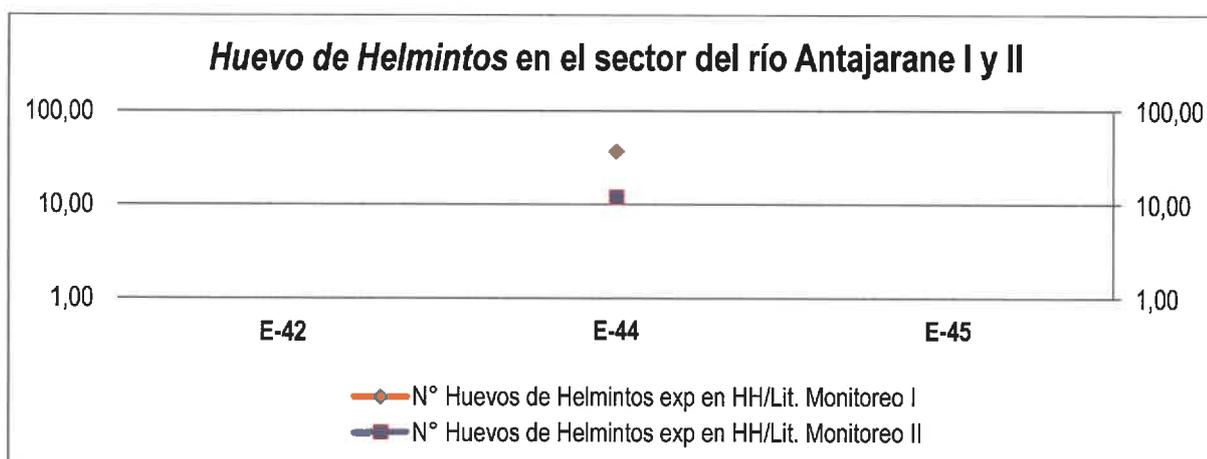


Figura 1.29: Presencia de *Huevos de Helmintos* en el sector Tocco durante el Monitorio I y Monitorio II.

Respecto a los Huevos de Helmintos; en Antajarane en el punto E44 en época de avenida se nota presencia de los mismos sobrepasando los niveles si vemos a Antajarane como Clase 2 que es 0 HH /L y también como Clase 3 en donde se establece solo < 1 HH /L. Al respecto los huevos de helmintos tienen efecto con baja cantidad de los mismos siendo que la especie reportada es *Ascaris sp.*, proviene también de origen fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente. (Ver cuadro N° 2) En ambos periodos se presentan con valores mayores de 10 HH/L.

1.5.7 Ficotoxinas, Cianobacterias y Clorofila A en el río Antajarane.

MONITOREO I MONITOREO II

AFLUENTES	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$
ANTAJARANE	0.640	0.778

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	CLOROFILA A mg/M^3	CLOROFILA A mg/m^3
ANTAJARANE	12.416	12.962

En Antajarane las ficotoxinas son muy bajas no llegan a niveles de $1 \mu\text{g/L}$ siendo de mínimo riesgo.

Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias las que secretan toxinas sino también las diatomeas, sin embargo las cantidades de las mismas están dentro de lo normal.

En Antajarane la clorophylla A son apenas superiores a 12mg/m^3 siendo de mínimo riesgo. Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias sino otras algas tienen este tipo de pigmento sin embargo las cantidades de las mismas están dentro de lo normal.

Nivel de Riesgo Mínimo:

- $<20 \mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- $<10\ 000 \text{ cel/L}$
- **CASO EMBALSE PASTO GRANDE: AFLUENTE ANTAJARANE**

Nivel de Riesgo Moderado:

- $50 \mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- $100\ 000 \text{ cel/L}$
- Posiblemente $20 \mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 metros de agua

Acumulación de 100 veces en espumas de alto nivel de riesgo:

- $5000 \mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- $10\ 000\ 000 \text{ cel/L}$
- Posiblemente $2000 \mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 centímetros de agua.

Acumulación de 1000 veces si el viento transporta las espumas de 100 a 10 metros:

- $50\ 000 \mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- $100\ 000\ 000 \text{ cel/L}$
- Posiblemente $20\ 000 \mu\text{g/L}$ de microcistina concentrada en una bahía de agua.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Biga. María del Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

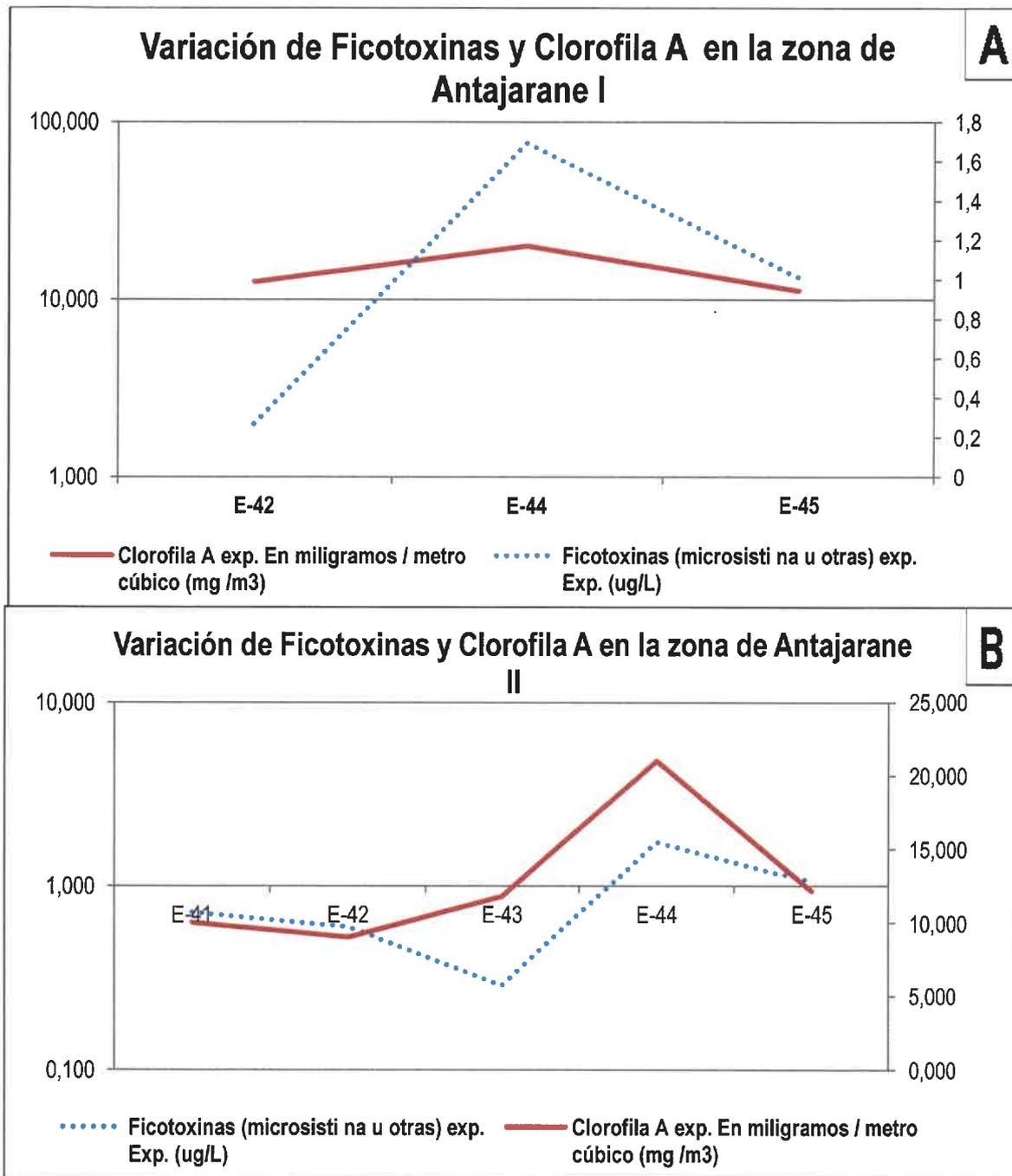


Figura 1.30: Variación de Ficotoxinas y Clorofila A en el río Antajarane durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En Antajarane la clorophylla A y las ficotoxinas tienen estrecha relación y puede observarse en las gráficas que es en el punto E44 donde los valores son mayores. Tal vez por tener relación o cercanía a la carretera (Río Antajarane a 150 metros de la carretera aguas arriba)

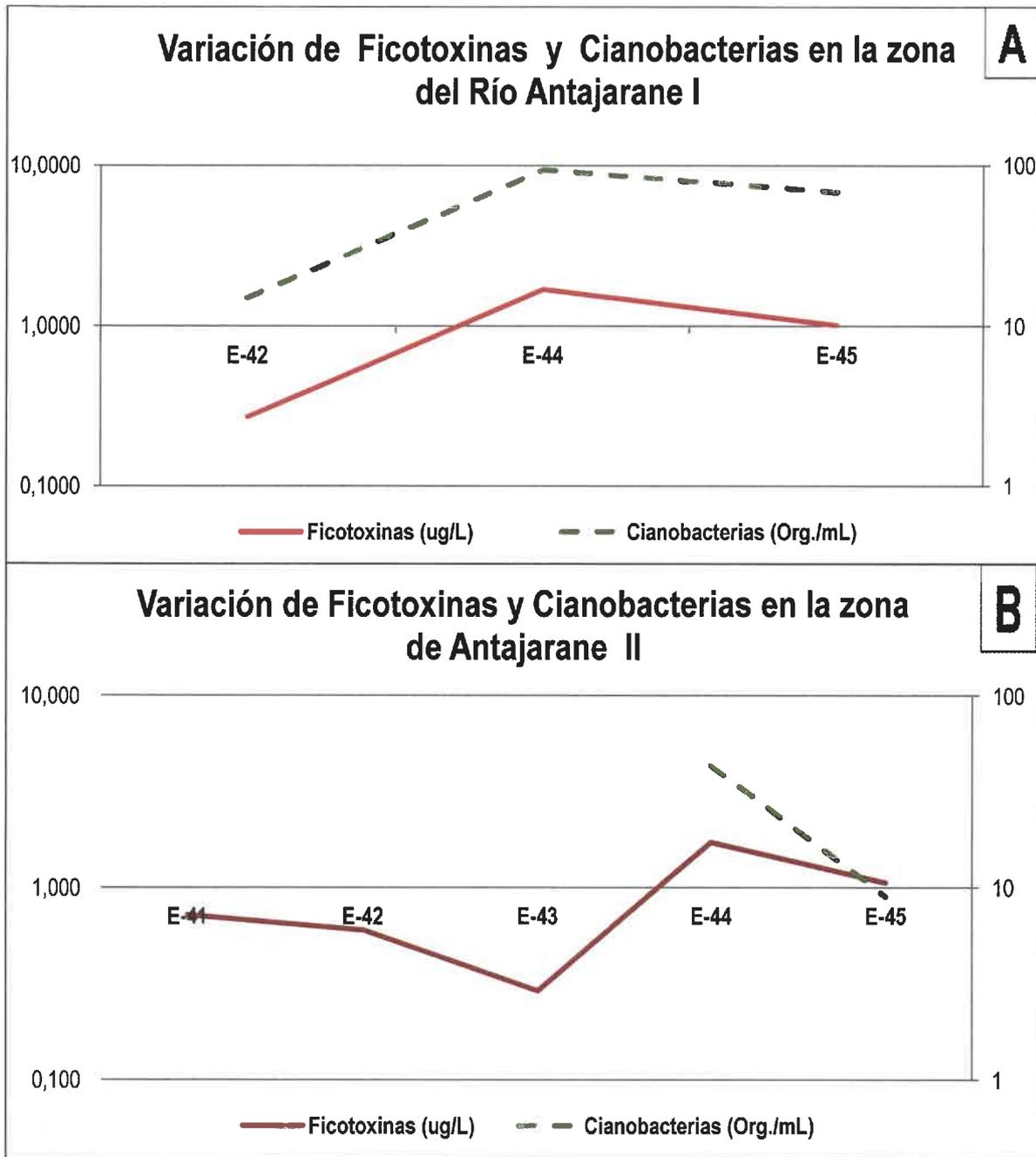


Figura 1.31: Variación de Ficotoxinas y Cianobacterias en el río Antajarane durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En Antajarane las cianobacterias y las ficotoxinas tienen estrecha relación y puede observarse en las gráficas que es en el punto E44 y E45 donde los valores son mayores.

1.5.8 Bioensayos de Toxicidad en Antajarane.

Tabla N° 3: Toxicidad aguda del agua superficial de Antajarane con *Daphnia magna*, Pulgas de Agua.

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-44	45.03	tóxico X	-	-	Río Antajarane, 150 mts. de al carretera aguas arriba
E-45	100	atóxico	11.56	tóxico XXX	Río Queñuane, a 100 mts. de la carretera aguas arriba

En cuanto a bioensayos de toxicidad de aguas superficiales en los puntos de los afluentes de Antajarane estos permiten conocer cómo responde un organismo modelo frente a las agua de los afluentes siendo que en el I Monitoreo se detectó altos niveles de toxicidad, en la zona del Punto E45 en el río Queñuane con 11.56% de la LC50 (Concentración letal del 50% de la población modelo) es decir el 11.56 % de este punto de muestreo elimina al 50% de la población modelo, lo que explica la predominancia de un grupo tal como las diatomeas.

Mientras que en el II Monitoreo aparecen con menor toxicidad con 45.04% de LC50 (según Arambasic Y Munkitrick estudiosos de las pruebas de toxicidad) evidenciando que los niveles del lluvia y ausencia de la misma y los caudales asociados impactan sobre la presencia y densidades de las especies y analitos de un cuerpo de agua modificando su toxicidad.

Tabla N° 4: Toxicidad agua en sedimentos de Antajarane con *Chironomus calligraphus*

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	
S-17/ E2	7.22	tóxico XXX	-	-	Río Antajarane
S-02	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Antajarane
S-45	100	Atóxico	100	Atóxico	Relación con E45 Río Queñuane, a 100 mts. de la carr aguas arriba
S-02	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Antajarane
S-45	100	Atóxico	100	Atóxico	Relación con E45 Río Queñuane, a 100 mts. de la carr aguas arriba

Mientras que a nivel de los sedimentos a nivel del punto E2 correspondiente a un bofedal es tóxico. Los puntos S02, S45, S02 y S45 relacionados a Antajarane no demuestran ser cuerpos tóxicos a nivel de sedimentos.

CONSORCIO V-5

Ingeniero Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ingeniera Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Biotecnóloga Nayde Alvarino Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

1.6 MICROCUENCA DEL AFLUENTE RIO MILLOJAHUIRA.

1.6.1 Fitoplancton en río Millojahuira.

El río Millojahuira no tiene muchos puntos de muestreo, se puede notar características de acidez a pesar de no existir industria minera, ni otro tipo de industria, por tanto debido a la explicación geológica se explica cómo contaminación natural por la presencia de aguas ácidas subsuperficiales la que impacta en las comunidades biológicas; en el punto E-37 (Río Millojahuira, naciente), se encuentra comunidades hidrobiológicas.

AFLUENTES	ESTACIONES
SECTOR MILLOJAHUIRA	E37, E38, E39

La abundancia está representada por las Bacillariophytas 93% en el Río Millojahuira, sin embargo el segundo grupo en abundancia son las Chlorophytas encontrándose en mayor cantidad con respecto a las Cianobacterias.

En el sector perteneciente al Río Millojahuira la estación E-37 (Río Millojahuira, Naciente) es más diversa al presentar la mayor cantidad de especies, por el contrario la E-38 (Río Millojahuira, después de bofedales) sólo presenta una especie.

SECTOR MILLOJAHUIRA E-37 E-38

- ▶ Aguas ligeramente claras, con escasa profundidad, suelo rocoso arenoso, sedimentación rojiza.
- ▶ Presencia de *Stipa ichu* y demás vegetación hidrofítica.
- ▶ Zona de pastoreo en los alrededores.



E-37



Figura.1.32

CONSORCIO V-5

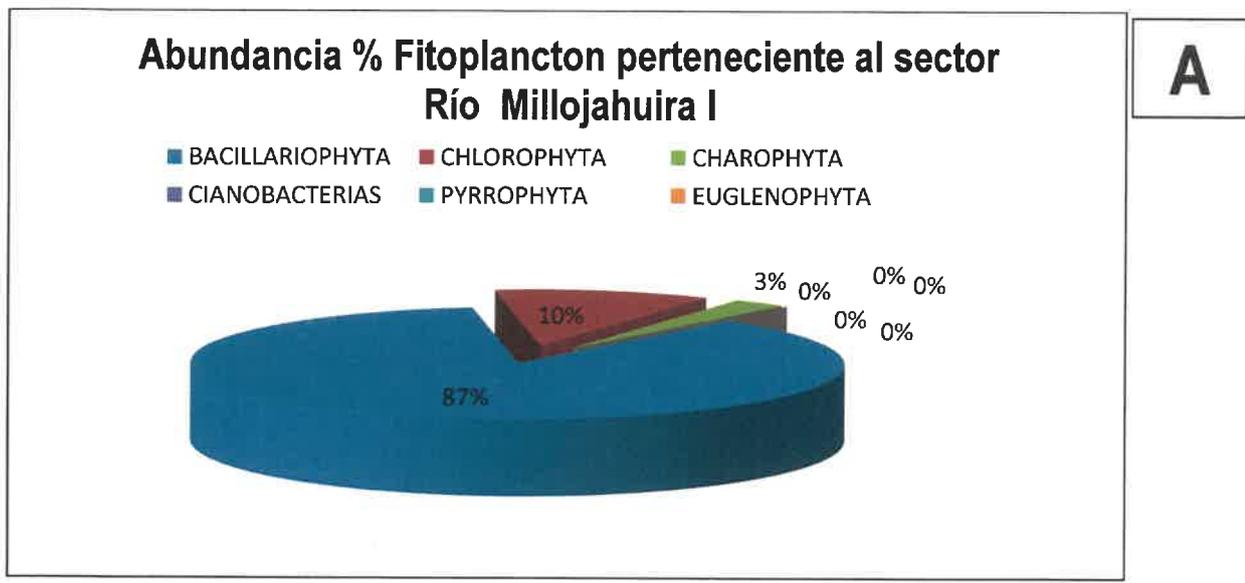
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

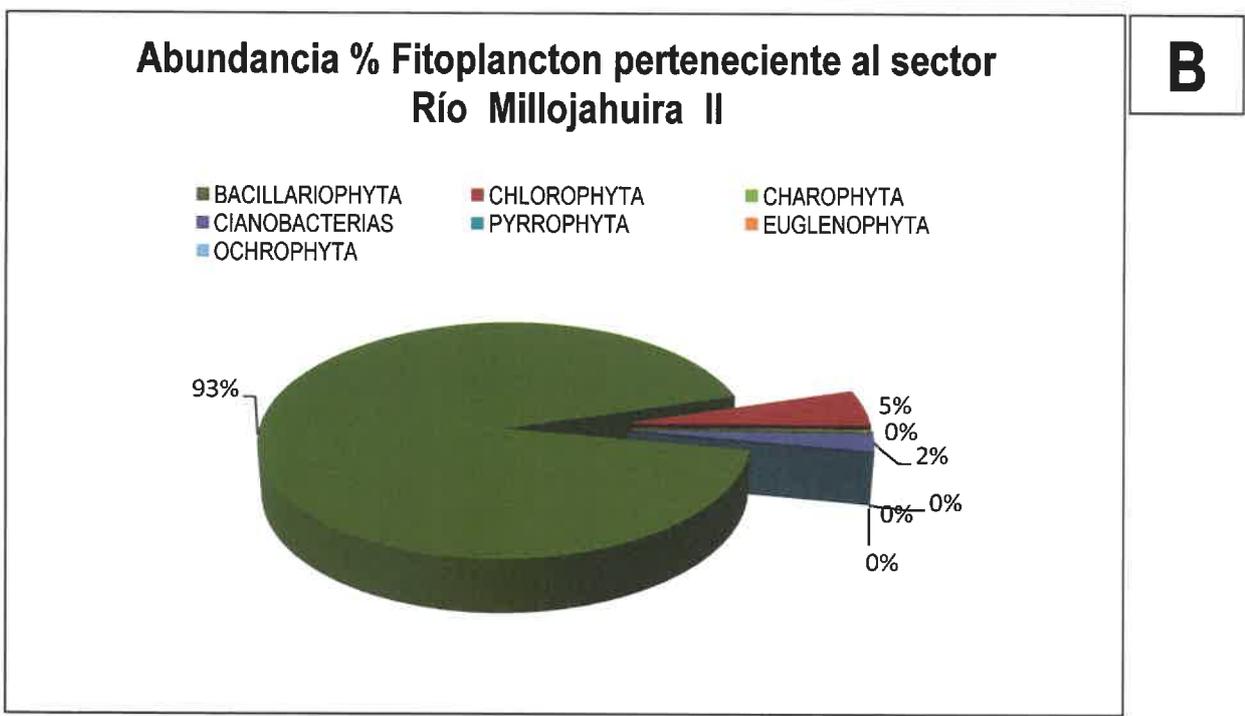
Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34783

CONSORCIO V-5

Bla. María del Alvarado Flores
BIOLOGA
CIP. 2531



A



B

Figura 1.33: Abundancia fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Río Millojahuira. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

La abundancia está representada por las Bacillariophytas en el Río Millojahuira, sin embargo el segundo grupo en abundancia son las Chlorophytas encontrándose en mayor cantidad con respecto a las Cianobacterias.

Dentro del fitoplancton encontramos las cianobacterias, conocidas como algas o incluso algas tóxicas, el punto es que al margen de su categorización son las que podrían producir floraciones algales dando lugar a un proceso de eutroficación, se ha seguido la referencia usada por DIGESA en base a referencias bibliográficas internacionales reconocidas tales como: Sar Eugenia; Serrario Martha; Reguera Beatriz. 2002. "Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano".

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP: 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Gladys Alvarino Flores
BIOLOGA
CIP: 2531

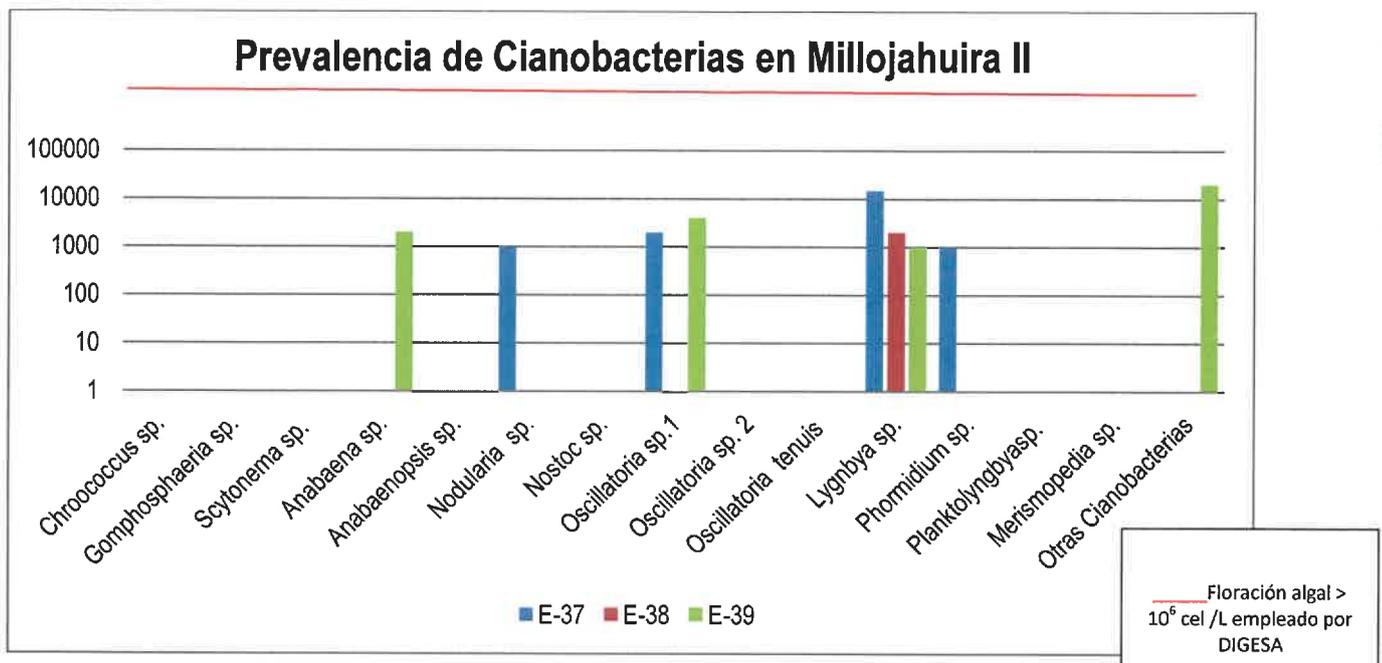


Figura: 1.34 : Prevalencia de Cianobacterias pertenecientes al Río Millojahuiria durante el estiaje.

Cabe resaltar que durante el primer monitoreo (avenida) no se encontraron especies de Cianobacterias en este río.

Existe mayor prevalencia de especies en la estación E-37 perteneciente a la naciente, y a la E-39 perteneciente a Río Millojahuiria, a 50 mts. de la carretera, antes de ingresar a embalse. Sin embargo en ningún caso sobrepasan los límites hacia una floración algal (10^6 cel /L).

1.6.2 Zooplancton en el río Millojahuiria.

Las especies de zooplancton en Millojahuiria también son organismos fuertes con tecas o lóricas, esto se explica por ser un cuerpo de aguas ácidas, no se presentan especies vulnerables o débiles.

En las gráficas la abundancia zooplanctónica es muy pobre tanto para avenida como en estiaje.

En el punto E 38 posee más especies en avenida que en estiaje, mientras que la E37 solo aumentó una especie para el estiaje. En ambos casos las cantidades oscilan entre 10^6 y 10^7 Org/L.


CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-6

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.P. 34763

CONSORCIO V-5


Blm. Mayra Alvarino Flores
BIOLOGA
C.P. 2531

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL

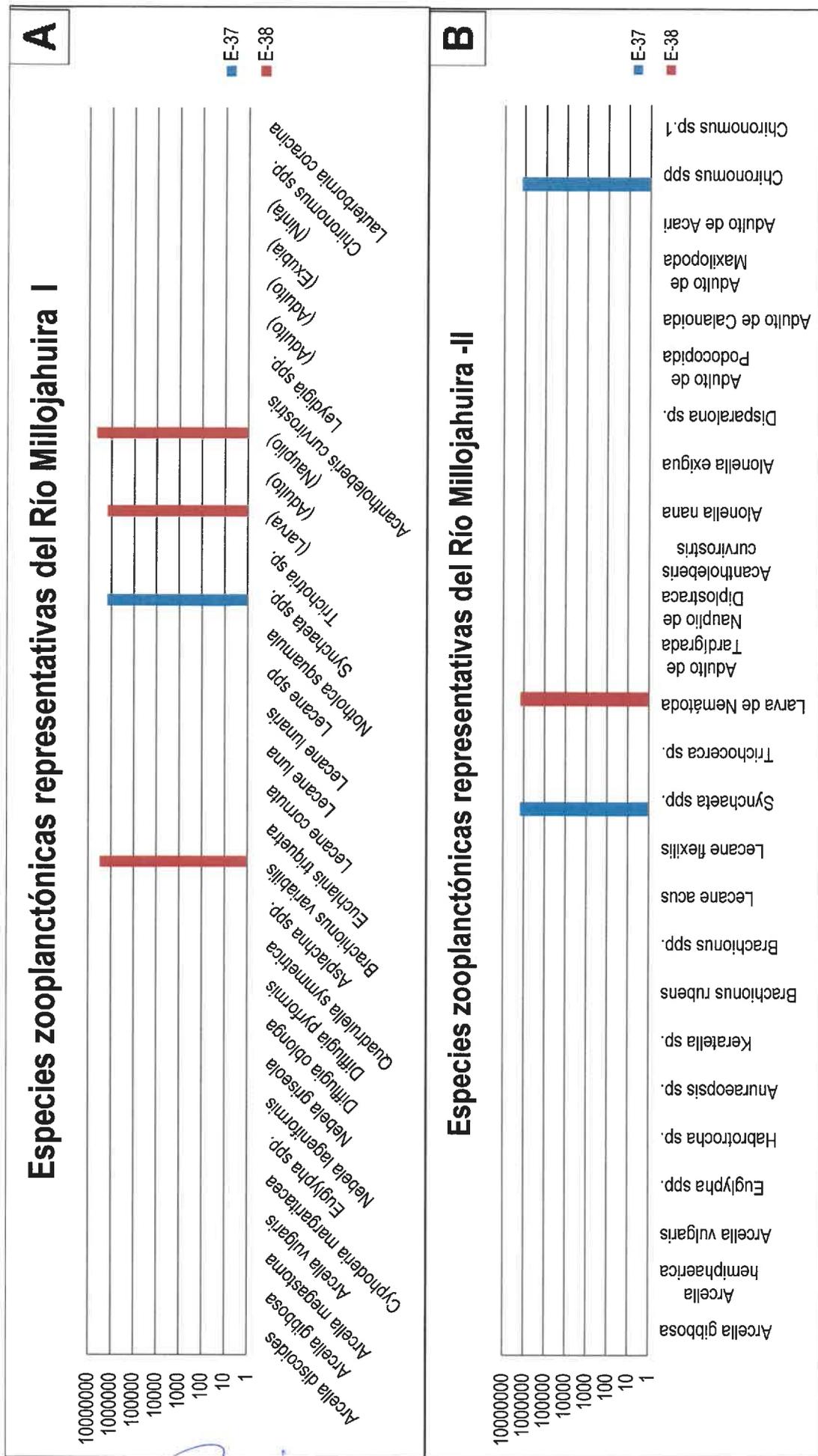


Figura 1.35: Representación de especies zooplancónicas del Río Millojahaira durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En el sector perteneciente al Río Millojahaira la estación E-37 (Río Millojahaira, Naciente) es más diversa al presentar la mayor cantidad de especies, por el contrario la E-38 (Río Millojahaira, después de bofedales) sólo presenta una especie.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Tere Angustina Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5
 Blg. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.I.P. 2531

1.6.2 Perifitón en el río Millojahuira

Es el complejo conjunto de organismos de bacterias, hongos, algas y protozoos embebidos en una matriz polisacárida. Se conoce también como biofilm.

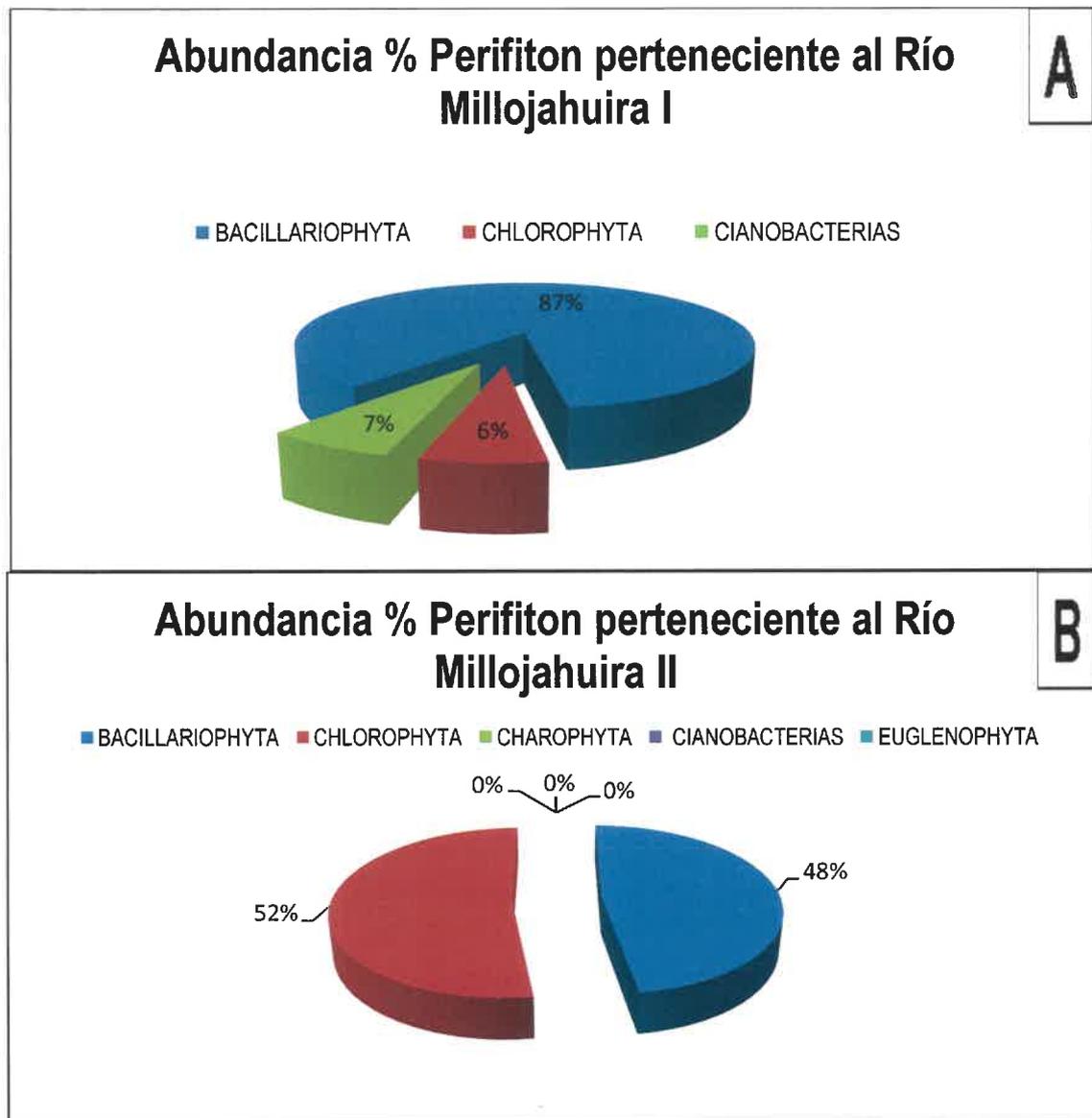


Figura 1.36: Representatividad de perifitón en el Río Millojahuira durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En el caso de Millojahuira notamos que la composición porcentual del grupo de algas que forma el perifitón cambia considerablemente en estiaje haciendo menos dominante las diatomeas, siendo positivo esta mejora, por la aparición de una mayor cantidad de algas verdes de 6% a 52%. Cabe mencionar que este resultado refuerza la necesidad de monitorear con mayor frecuencia el ecosistema para verificar los cambios de las comunidades hidrobiológicas, además se evidencia en las gráficas la menor cantidad de especies en avenida y por el contrario el incremento de la diversidad en estiaje, además de las cantidades mayores también en estiaje.

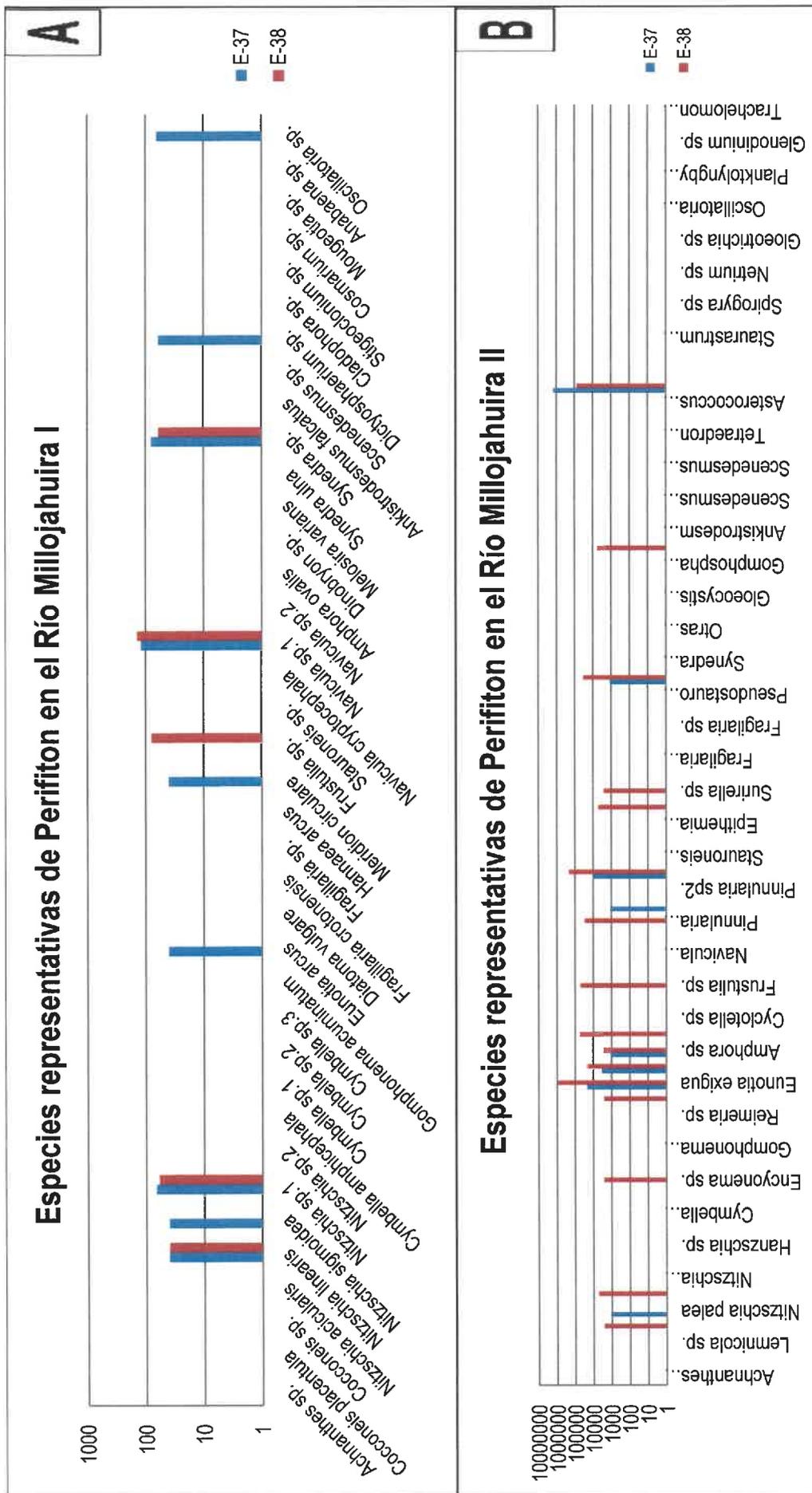
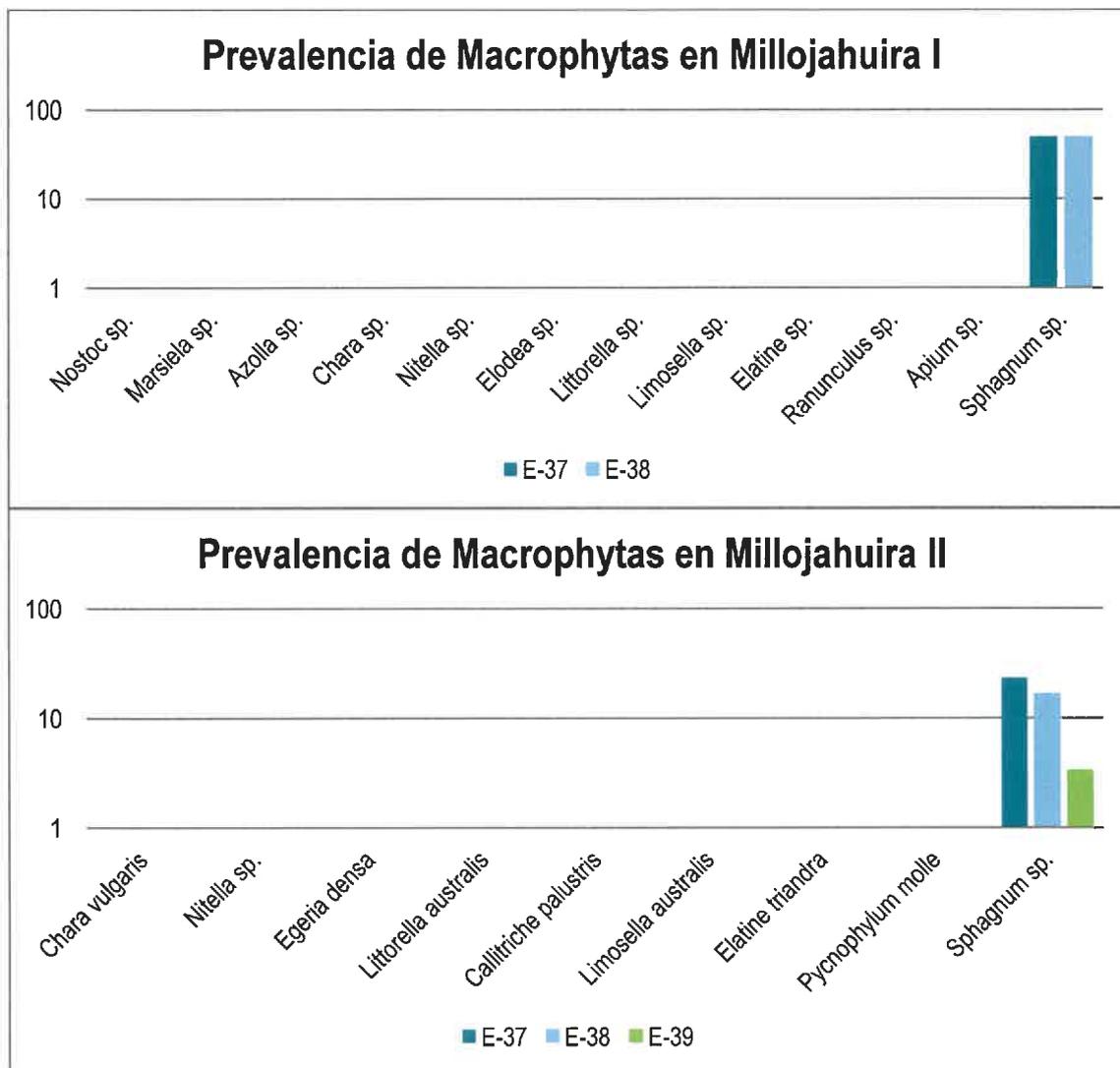


Figura 1.37: Abundancia de perifiton perteneciente a las estaciones del Río Millojahuirra durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

1.6.3 Macrofitas en el río Millojahuirá.

Tanto para la avenida como para el estiaje la especie con mayor prevalencia fue *Sphagnum* sp. en la E 37 y E 38, sin embargo; para el estiaje la estación E39 presenta a la misma especie. Notamos además la ausencia de macrofitas quienes constituyen un refugio para las comunidades de zooplancton y/o fitoplancton.



A

B

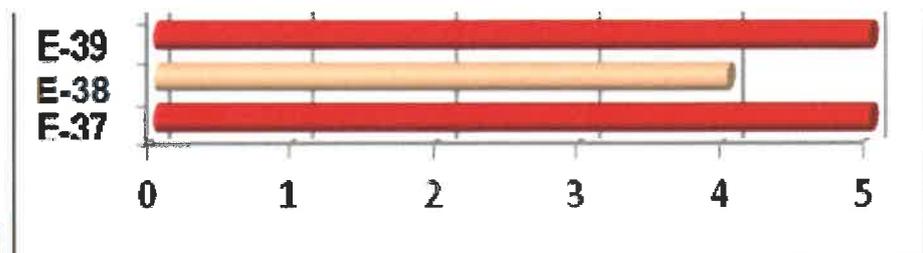
Figura 1.38: Prevalencia de especies de Macrofitas del Río Millojahuirá durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

1.6.5 Macrofitos en Millojahuirá

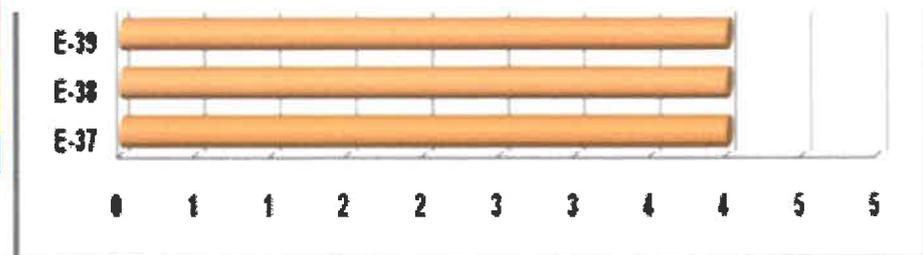
El macrofitos es una comunidad asociada al sustrato del sistema acuático es decir la comunidad que reptá, camina o está estática en el sustrato llámese específicamente especies bentónicas. Estas especies son de tal importancia que existen Índices de Valoración Diversos que concluyen en valores que nos permiten categorizar el ecosistema superficial en función del sustrato tal como el Índice de IBF e IBMWP que se usa de continuo, siendo que en el primer monitoreo en Millojahuirá la categorización es Crítica y Muy crítica con el Índice BMWP y en el II Monitoreo es Crítico (categoría 4) con el Índice BMWP.

Calidad Biológica basada en el BMWP para la evaluación de Macrofitos en Millojahuirá

VALORACION	CATEGORIA
Valor 5	Muy Crítico
Valor 4	Crítico
Valor 3	Dudoso
Valor 2	Aceptable
Valor 1	Buono



A



B

Cuadro 5: Resultados de la evaluación con índices biológicos para el parámetro de Macrofitos durante el Monitoreo I y II en el Río Millojahuirá.

Estaciones	I MONITOREO			II MONITOREO		
	E-37	E-38	E-39	E-37	E-38	E-39
Riqueza	3	9	9	7	7	10
Total de individuos (Org./90 cm ²)	44	520	408	180	1232	176
Dominancia	0,5134	0,2227	0,2586	0,4234	0,5858	0,2267
Inversa de Simpson	0,4866	0,7773	0,7414	0,5766	0,4142	0,7733
Diversidad de Shannon	0,8122	1,745	1,677	1,24	0,9137	1,888
Equitatividad	0,7393	0,7942	0,7631	0,5961	0,4695	0,7872
BMWP'	2	21	12	18	16	34
Calidad	Muy Crítica	Crítica	Muy Crítica	Crítico	Crítico	Crítico
ABI	2	28	26	18	35	51
Calidad	Pésimo	Moderado	Malo	Malo	Moderado	Buono

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Marta Arriaguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Bla. Daylé Alvarino 1795
BIÓLOGA
CIP. 2531

1.6.6 Caracterización Microbiológica y Parasitológica del río Millojahuira.

Para la mayoría de los parámetros microbiológicos determinados si hay valores guía establecido en las ECAS en el Perú a diferencia de los otros parámetros hidrobiológicos. El objetivo de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Aguas (ECA) D.S. 002-2008 es establecer el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y políticas públicas, siendo un referente en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Cuadro 5b: Valores límites microbiológicos y parasitológicos de la ECAS-2008

PARAMETRO	Valores de las ECAS Categoría I Clase I A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (Descarga Final)	Valores de las ECAS Categoría 3 Para Bebidas de Animales. (Todo el ecosistema)
Coliformes Totales	3000 NMP/ 100 mL	5000 NMP/ 100 mL
Col. Termotolerantes	2000 NMP/ 100 mL	1000 NMP/ 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	0 NMP/100 mL	100 NMP/ 100 mL
<i>Enterococcus faecales</i>	0 NMP/100 mL	20 NMP/ 100 mL
Formas parasitarias	0 Organismos /Litro	----
Huevos de helmintos	----	< 1 Huevos/ Litro
Bacterias Heterotróficas	-----	-----

Cuadro 6: Descripción y Resumen de los resultados durante la evaluación microbiológica y parasitológica en Millojahuira.

CONSORCIO V-5

 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. María Mercedes Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 30733

CONSORCIO V-5

 Blga. Nancy Alvarado
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

I MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Millojahuirá
CT NMP/100 mL	3390
CTT NMP/100 mL	2523
E. coli NMP/100 mL	903
Enterococcus NMP/100 mL	3600
B. Heterotróficas UFC /mL	3000
Helmintos HH/ L	37

II MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Millojahuirá
CT NMP/100 mL	0
CTT NMP/100 mL	0
E. coli NMP/100 mL	0
Enterococcus NMP/100 mL	10.00
B. Heterotróficas UFC /mL	6.67
Helmintos HH/ L	1

En este caso los parámetros que establecen las ECAS 2008 son sobre todo los microbiológicos, no habiendo valores para los parámetros hidrobiológicos, ficotoxinas y clorofila A.

Esto mismo, es aplicable tanto a los afluentes como al Embalse y a la descarga. **Ver Cuadro 5b**
A nivel de Millojahuirá se encuentran concentraciones donde hay evidencia de contaminación fecal especialmente en la época de avenida, mientras que en la época de estiaje disminuye a 0 NMP/ 100 mL de coliformes totales y termotolerantes; cumpliendo en estos parámetros;

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. María Carabajal
BIÓLOGA
C.I.P. 2534

CONSORCIO V-5

Ing. Haydee Alvariano Flores
BIÓLOGA
C.I.P. 2534

181

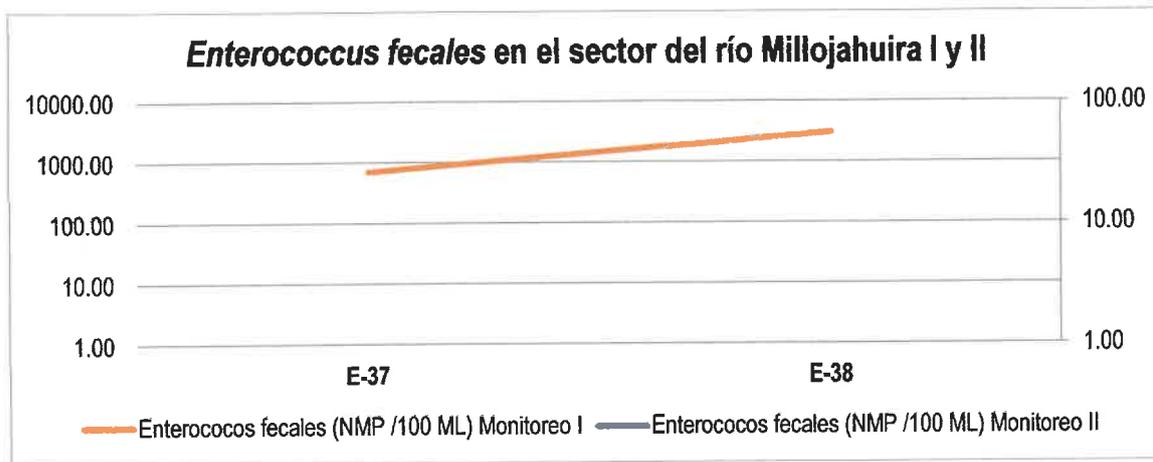


Figura 1.39: Presencia de *Enterococcus fecales* en el sector Millojahuira durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

En Millojahuira el parámetro de Enterococos siendo 0 el nivel de las ECAs para aguas clase 2 o 20 NMP/100 mL para aguas clase 3 donde eventualmente puede haber animales que beben de estas aguas no cumple en avenida, especialmente en el punto E 38.

Para Coliformes Totales los niveles no cumplen para clase 2 y si para clase 3 en avenida mientras que en estiaje cumple las ECAS para ambos casos.

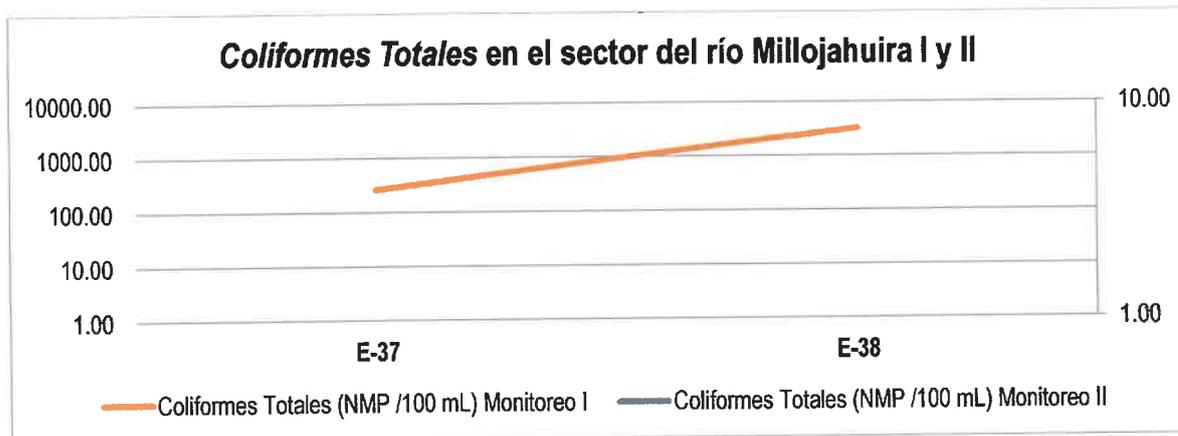


Figura 1.40: Presencia de Coliformes Totales en el sector Millojahuira durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

CONSORCIO V-5

[Signature]

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

[Signature]

Joselyn Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

182

CONSORCIO V-5

[Signature]

Bled. Maydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

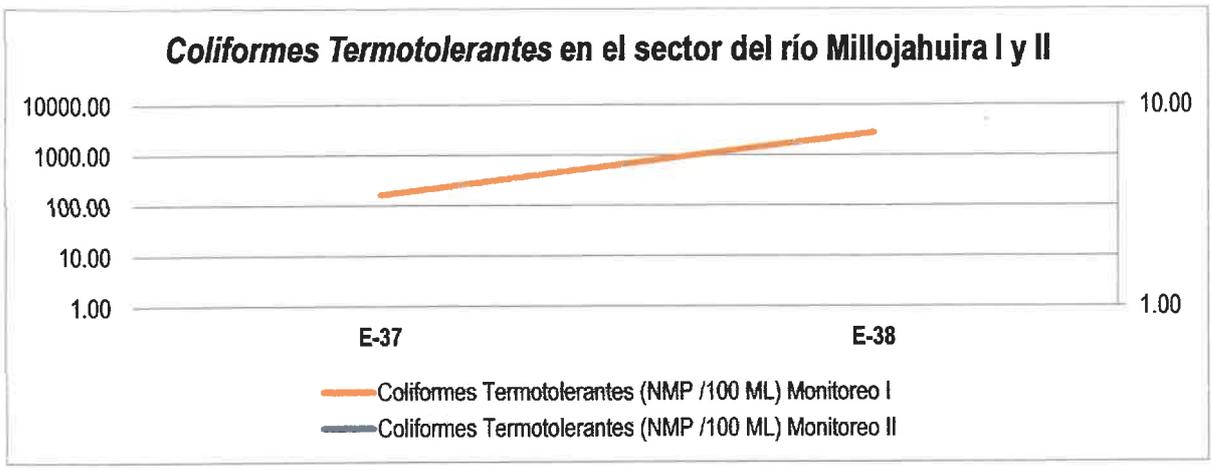


Figura 1.41: Presencia de Coliformes Termotolerantes en el sector Millojahuira durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

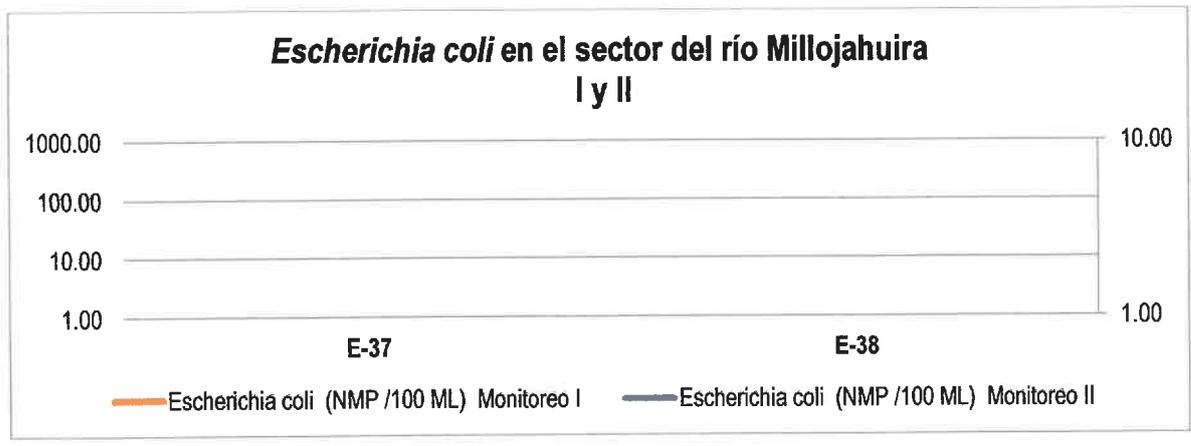


Figura 1.42: Presencia de *Escherichia coli* en el sector Millojahuira durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

Respecto a *Escherichia coli*, tanto en avenida y estiaje cumple las ECAS para clase 2 y clase 3, mientras que para estiaje cumple en ambos casos. El origen de las *Escherichia* es estrictamente fecal no solo de humanos sino de animales de sangre caliente, tal como ganado o cualquier animal de sangre caliente, tal como los coliformes termotolerantes (Ver cuadro 5b)

CONSORCIO V-5

[Signature]

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP: 6530

CONSORCIO V-5

[Signature]

Ing. Mar...
CIP: 2531

183

CONSORCIO V-5

[Signature]

Mga. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CIP: 2531

1.6.7 Ficotoxinas, Cianobacterias y Clorofila A en Millojahuirá.

En Millojahuirá las ficotoxinas son muy bajas no llegan a niveles de 1 $\mu\text{g/L}$ en avenida y apenas si pasa la unidad en estiaje siendo de mínimo riesgo.

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	FIGOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$	FIGOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$
MILLOJAHUIRA	0.820	1.223

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	CLOROFILA A mg/m^3	CLOROFILA A mg/m^3
MILLOJAHUIRA	6.543	10.177

Nivel de Riesgo Mínimo:

- <20 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- <10 000 cel/L
- **CASO EMBALSE PASTO GRANDE: AFLUENTE MILLOJAHUIRA**

Nivel de Riesgo Moderado:

- 50 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 100 000 cel/L
- Posiblemente 20 $\mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 metros de agua

Acumulación de 100 veces en espumas de alto nivel de riesgo:

- 5000 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 10 000 000 cel/L
- Posiblemente 2000 $\mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 centímetros de agua.

Acumulación de 1000 veces si el viento transporta las espumas de 100 a 10 metros:

- 50 000 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 100 000 000 cel/L
- Posiblemente 20 000 $\mu\text{g/L}$ de microcistina concentrada en una bahía de agua.

En Millojahuirá, la Clorophylla A son apenas superiores a 10 mg/m^3 siendo de mínimo riesgo. Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias sino otras algas tienen este tipo de pigmento sin embargo las cantidades de las mismas están dentro de lo normal.

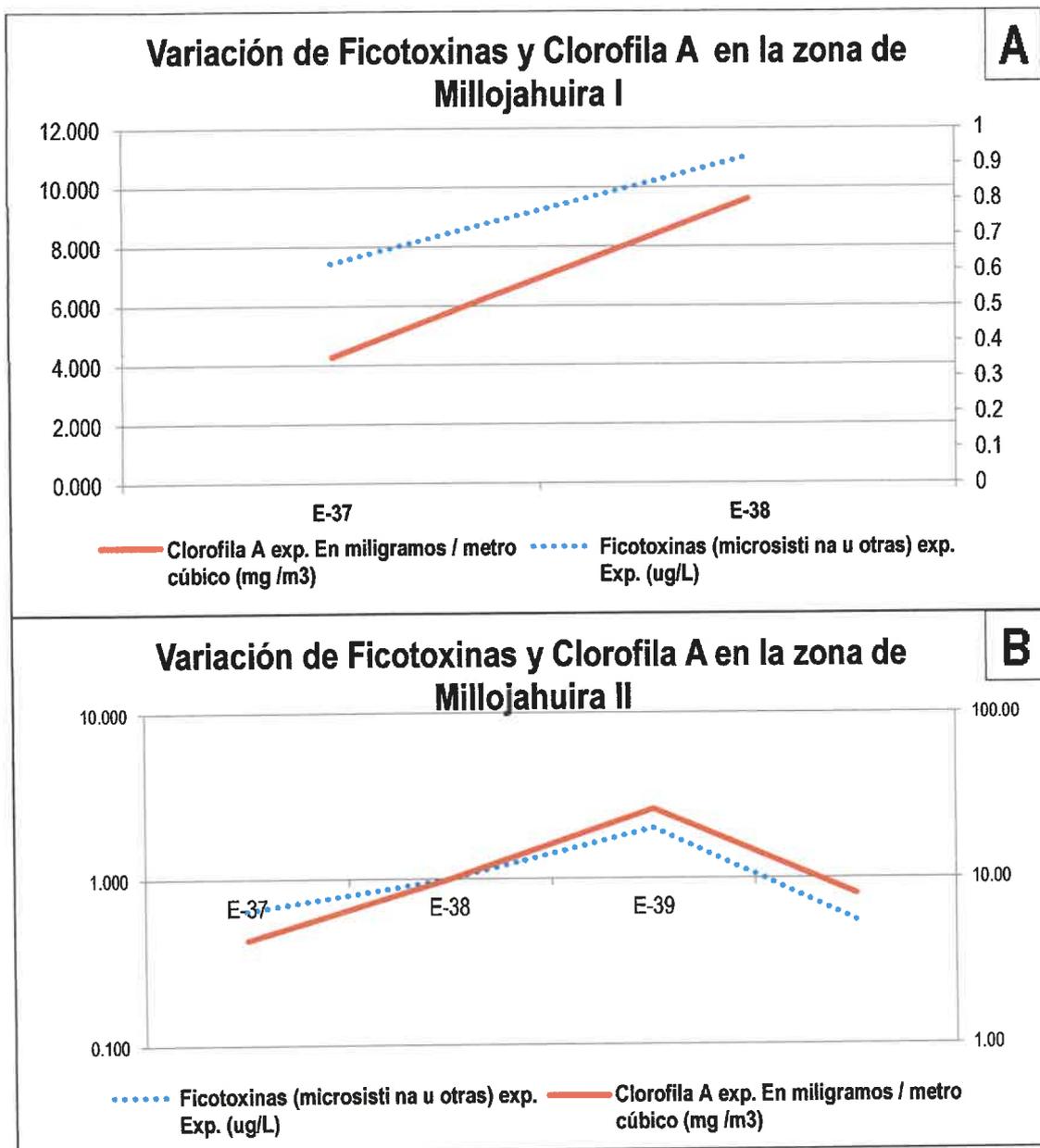


Figura 1.43: Variación de Ficotoxinas y Clorofila A en el río Millojahuiras durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En Millojahuiras la Clorophylla A y las ficotoxinas tienen estrecha relación directamente proporcional y puede observarse en las gráficas en el punto E39 donde los valores son mayores tanto para avenida como para estiaje.

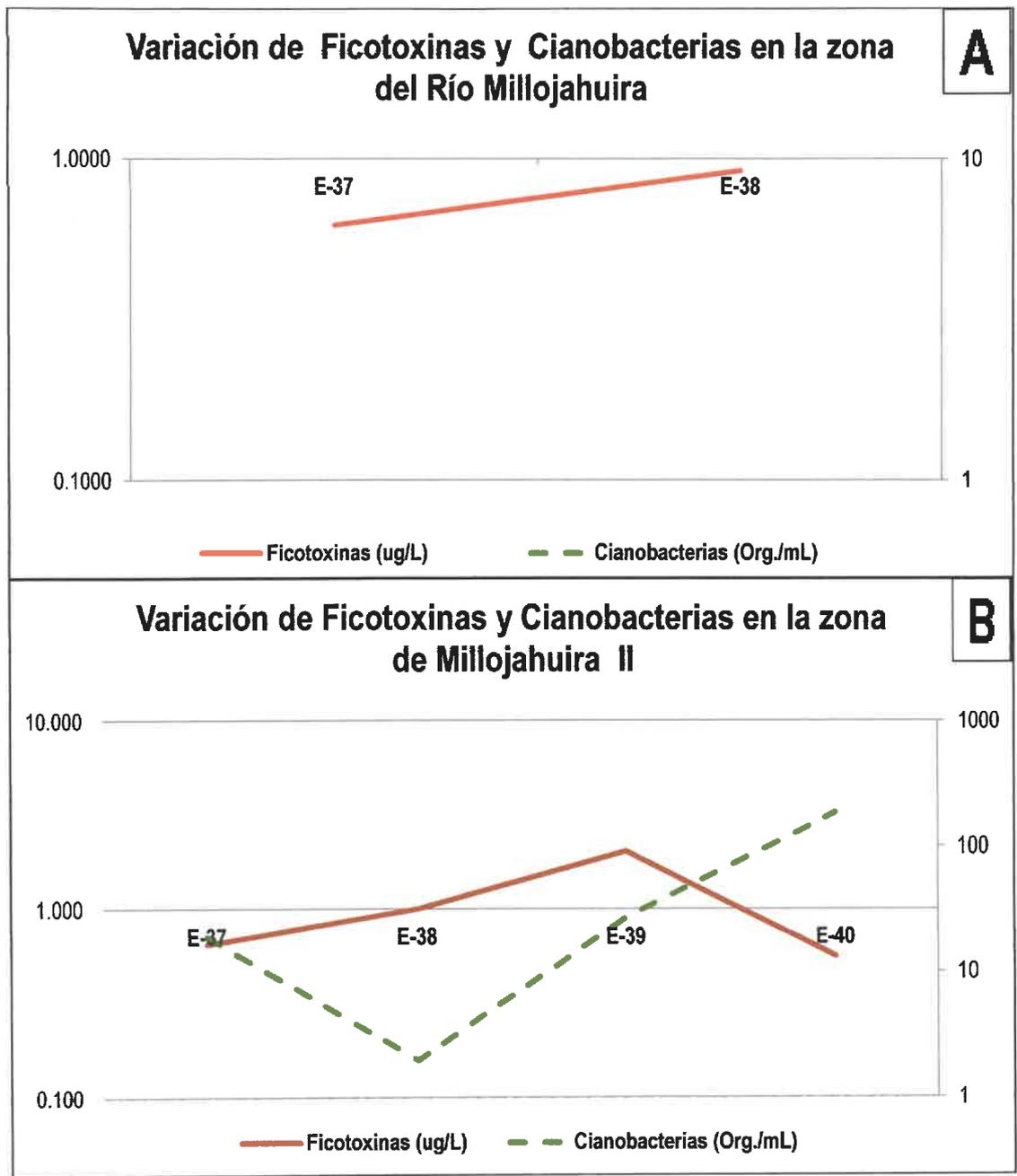


Figura 1.44: Variación de Ficotoxinas y Cianobacterias en el río Millojahuira durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Caso parecido cumple la relación de cianobacterias y ficotoxinas donde para la avenida las cianobacterias son despreciables y existe mayor cantidad de ficotoxinas en la E 38 a pesar de no haber presencia de cianobacterias es un claro ejemplo que las ficotoxinas no sólo provienen de éstas sino también de diatomeas por ejemplo ya que las Bacillariophytas ocupan el 87% del fitoplancton en Millojahuira. El mismo caso ocurre en estiaje donde las cianobacterias y las ficotoxinas son inversamente proporcionales acentuándose entre la E 38 y E 39, elevándose la cantidad de ficotoxinas cuando los niveles de cianobacterias decrecen.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5
Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

186
CONSORCIO V-5
Ing. María del Alvarado Flores
INGENIERA
CIP. 2581

1.6.8 Bioensayos de Toxicidad en Millojahuirá.

Tabla N° 5: Toxicidad aguda del agua superficial de Millojahuirá con *Daphnia magna*, Pulgas de Agua.

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-39	100	atóxico	2.9	tóxico XXX	Río Millojahuirá, a 50 mts. de la carretera, antes de ingresar a embalse

En cuanto a bioensayos de toxicidad de aguas superficiales en los puntos de los afluentes de Millojahuirá estos permiten conocer cómo responde un organismo modelo frente a las agua de los afluentes siendo que en el I Monitoreo se detectó altos niveles de toxicidad, en la zona del Punto E39 a 50 mts. de la carretera, antes de ingresar a embalse con 2.9% de la LC50 (Concentración letal del 50% de la población modelo) es decir el 2.9 % de este punto de muestreo elimina al 50% de la población modelo, lo que explica la predominancia de un grupo tal como las diatomeas.

Mientras que en el II Monitoreo aparecen con niveles atóxicos con un 100% de LC50 (según Arambasic Y Munkitrick estudiosos de las pruebas de toxicidad) evidenciando que los niveles del lluvia y ausencia de la misma y los caudales asociados impactan sobre la presencia y densidades de las especies y analitos de un cuerpo de agua modificando su toxicidad.

Tabla N° 6: Toxicidad agua en sedimentos de Millojahuirá con *Chironomus calligraphus*

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	
S-03	50	No tóxico	6.25	Muy Tóxico	Frente al río Millojahuirá

Mientras que a nivel de los sedimentos a nivel del punto frente a Millojahuirá no demuestran ser cuerpos tóxicos a nivel de sedimentos en época de estiaje mientras que en avenida sí, probablemente se remuevan algunos componentes del sedimento con mayores caudales

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Mtro. Xosé Alvarado Flores
 INGENIERO
 CIP. 3321

1.7. MICROCUENCA DEL AFLUENTE DEL RÍO PATARA (CACACHARA, ACOSIRI Y OTROS INCLUYENDO PASIVOS MINEROS).

1.7.1 Fitoplancton en Patara

Se trata de la cuenca más grande y con muchos tributarios se evaluaron los puntos establecidos a fin de caracterizar desde la naciente del Río Patara y afluentes del mismo hasta el punto que desemboca al Embalse. Para aclarar los puntos que corresponden a esta microcuenca se colocan los afluentes y las estaciones correspondientes, relacionados también con los vertimientos mineros:

AFLUENTES	ESTACIONES
COTAÑANI	E1,E2,E3,E4,E5 (Relacionado con la Mina)
ACOSIRI	E6,E7,E8,E9,E10,E11,E12 (Relacionado con la Mina)
QUEBRADA CACACHARA	E13,E14,E15,E16,E21 (Relacionado con la Mina)
CACACHARA	E17,E18, E24,E25,E26
QUEBRADA JACOVISE	E19, E20
QUEBRADA PALLEUTANE	E22, E23
PATARA	E27,E28,E29,30,31,36
CONFL. QUEBRADA AMANI Y JACHACUCHAJAHUIRA	E32,E33,E34,E35,
AFLUENTE DE PATARA	E36

La abundancia % del Fitoplancton, se tiene dominancia de diatomeas con un 96% y 3% de chlorophytas; sin embargo en los sectores de Cotañani, Cacachara y Acosiri

Se aprecia la variación poblacional de las Cianobacterias en las estaciones E-28; E-29; E-30; E-31; E-36 y E-37 confluentes al Río Patara, las especies con los valores más altos son *Anabaena sp* y *Oscillatoria sp*, evidenciándose en las estaciones: E-28 (Río Patara, antes de confluencia del río Cacachara) y E-30 correspondiente a Río Patara, antes de confluencia de quebrada Caironi, con sus mínimos valores en la E-29 (Río Patara, después de confluencia con río Cacachara).

El sector del Río Patara presenta 26 taxas representativas, de las cuales *Lecane acus*; *Neonatos de diplostraca* y *Podocopica* son las especies más frecuentes en los puntos E09 (después de la Mina) y E22 estas especies tienen una cubierta tal que los protege de manera significativa a cierto tipo de contaminación, de allí que aunque se esté en medios contaminados pueden resistir convirtiéndose en indicadores si son los que dominan. Las estaciones con mayor riqueza de especies son: E-22 y E-28, los demás puntos no son de la parte de localización de la mina.

Los gráficos presentados de las principales especies de cianobacterias *Oscillatoria*, *Anabaena*, demuestran que es aquí en el Rio Patara (Estaciones E28, 29, 30) que se recupera la cantidad de algas a diferencia de los puntos anteriores relacionados con el impacto de pasivos minerales de la Mina Santa Rosa de Aruntani; por ello se puede decir que el impacto es menor debido a los volúmenes del Rio Patara, de otro modo se vería el efecto devastador de la contaminación minera.

SECTOR PATARA

E-02 ; E-03; E-06; E-09; E-11; E-14; E-15; E-17; E-18; E-19;
E-20; E-21; E-22; E-25; E-26; E-27; E-28; E-29; E-30; E-31;
E-36

Aguas claras y turbias de flujo laminar, sedimentos rojizos (ferrosos), suelo rocoso, arcilloso-arenoso y vegetación hidrofítica, en algunos casos de difícil acceso, caudal medio, frente a bofedales, poca vegetación de *Stipa Ichu* en los alrededores. Zona perteneciente a mina.

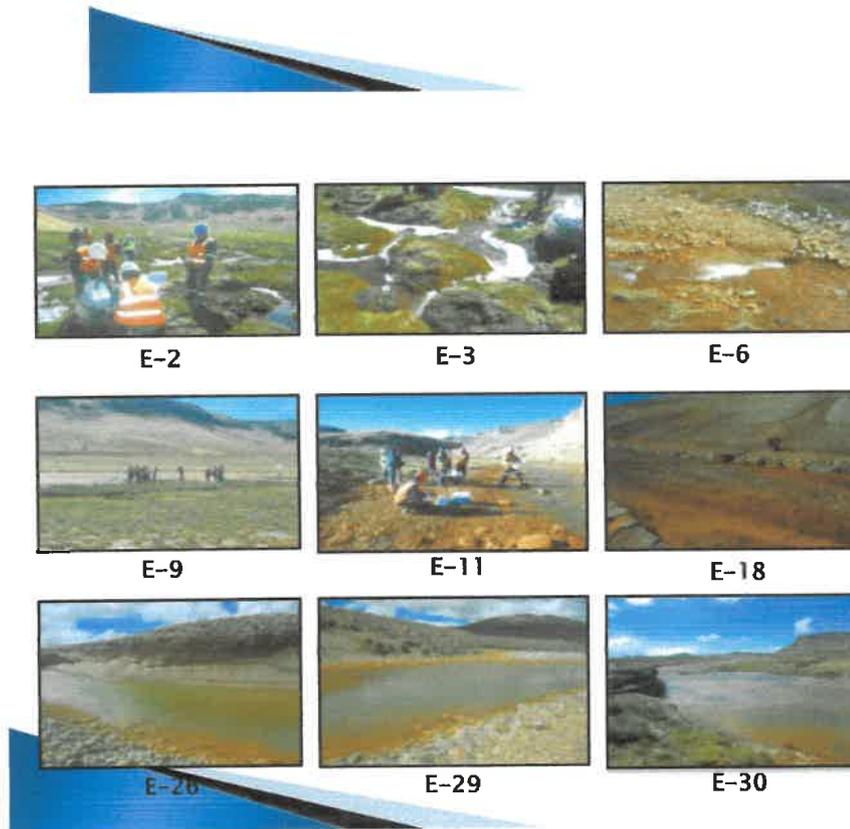


Figura 1.45

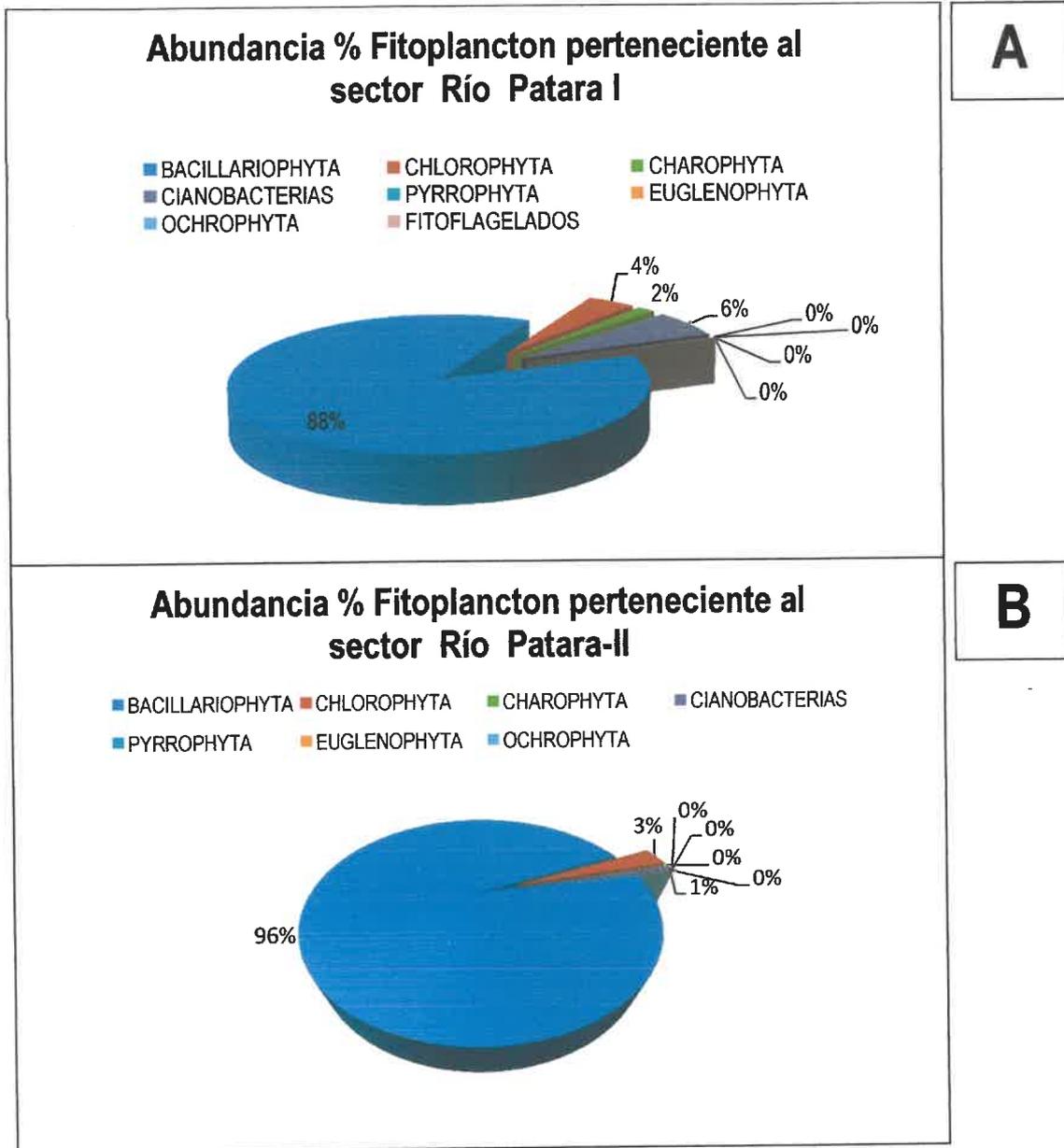


Figura 1.46: En el sector Patara la taxa más abundante pertenece a las Bacillariophytas con un 98 % en el Monitoreo I 2012 (A) y con un 96% en el Monitoreo II 2012 (B) y que junto a las Cianobacterias y las Chlorophytas viene a ser las más representativas de este sector.

La Taxa más representativa en el sector de Río Patara son las *Bacillariophytas* mientras que las *Chlorophytas* y las *Cianobacterias* son encontradas en menor porcentaje en el Monitoreo I y II 2012.

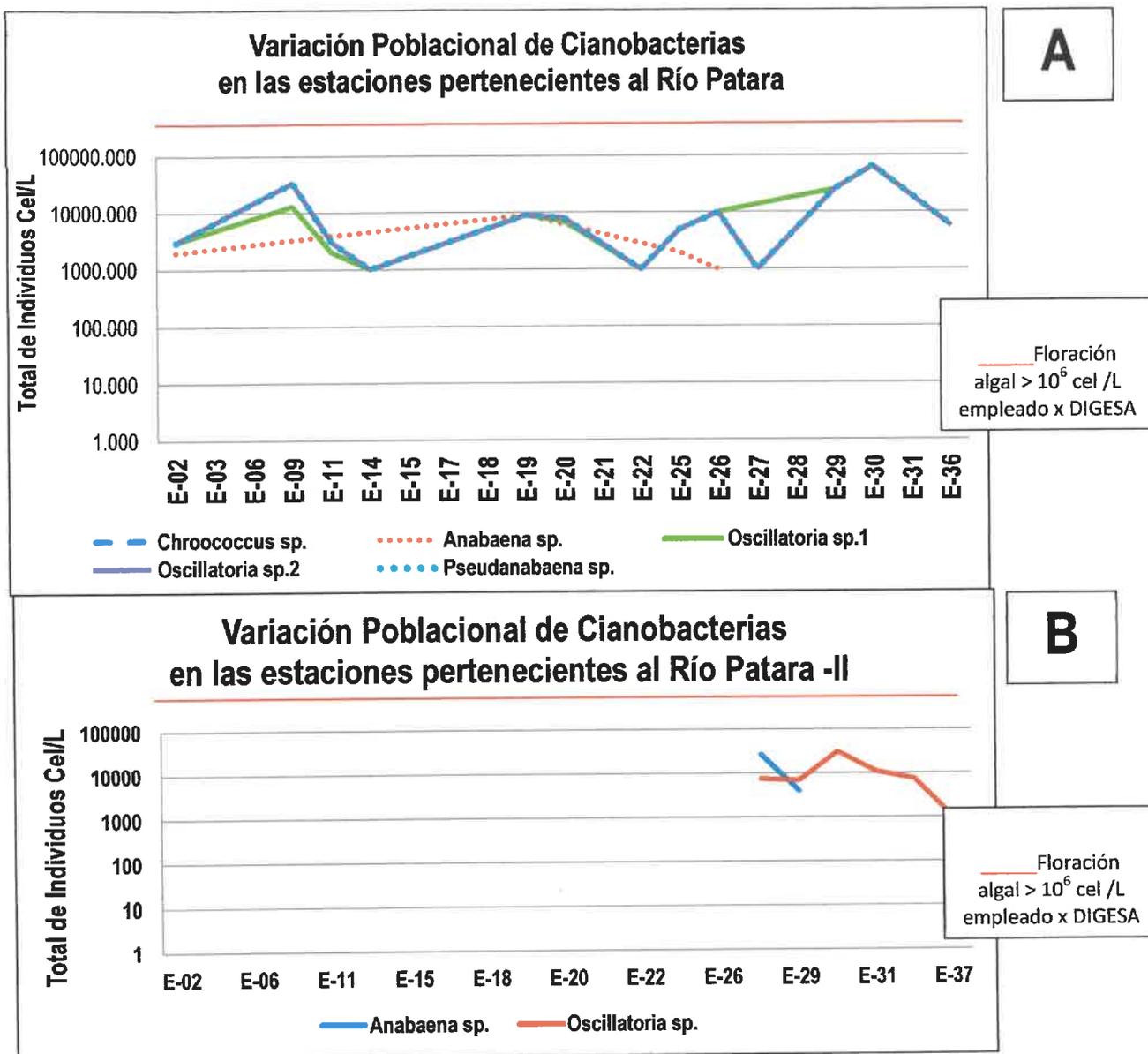


Figura 1.47: Variación Poblacional de la población de Cianobacterias en las diferentes estaciones pertenecientes al Río Patara. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Dentro del fitoplancton encontramos las cianobacterias, conocidas como algas o incluso algas tóxicas, el punto es que al margen de su categorización son las que podrían producir floraciones algales dando lugar a un proceso de eutroficación, se ha seguido la referencia usada por DIGESA en base a referencias bibliográficas internacionales reconocidas tales como el Instituto Español de Oceanografía.

La poblaciones de cianobacterias en el Río Patara tienen una variación constante encontrándose el punto más alto en la E30 en época de avenida; mientras que para el estiaje las especies de cianobacterias disminuyen drásticamente acentuándose entre las estaciones E 29 y E 30. No hay indicios de riesgos de floraciones algales en Patara en ninguna época.

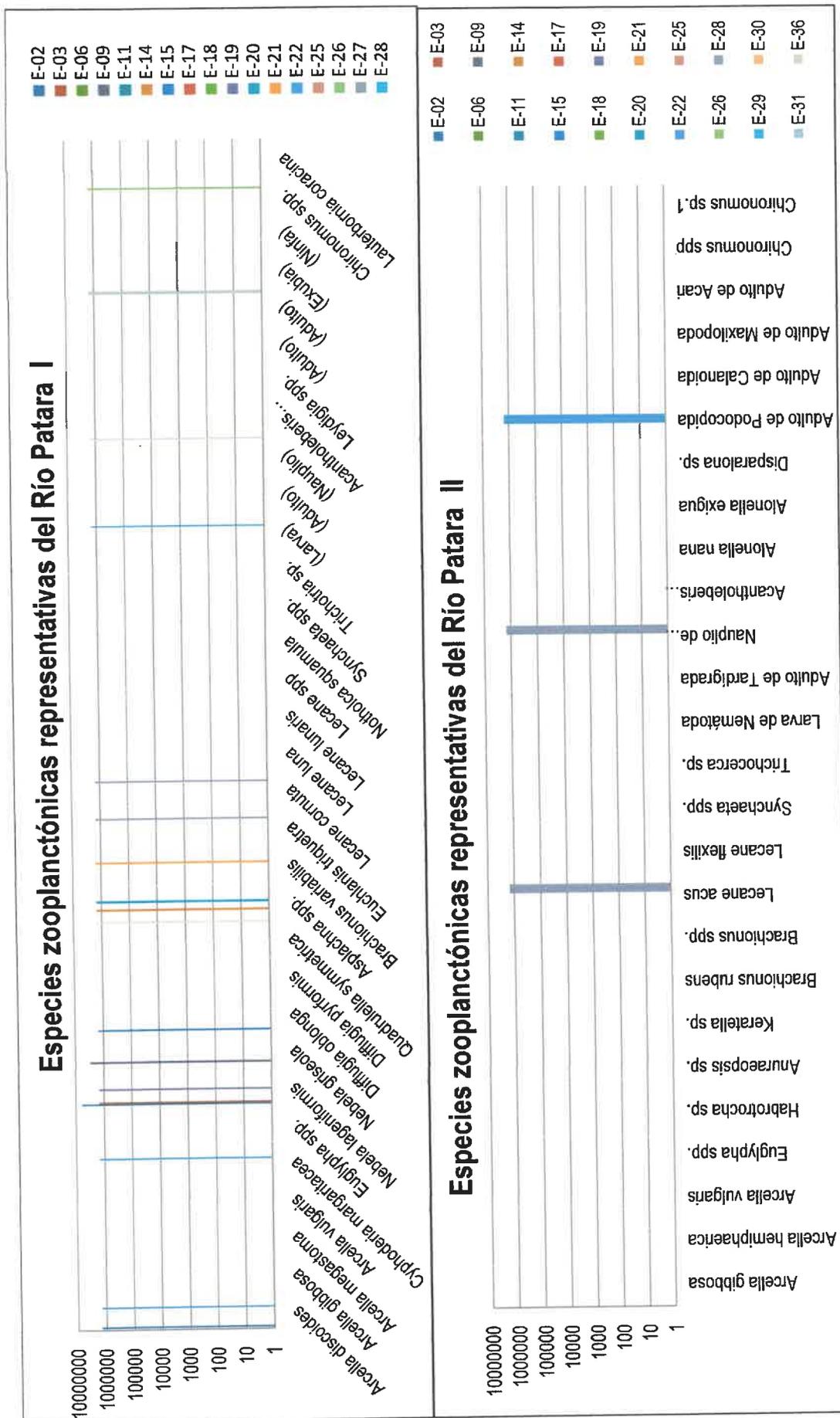
1.7.2 Zooplancton en el río Patara.

Las especies de zooplancton en Patara también son organismos fuertes con tecas o lóricas, esto se explica por ser un cuerpo de aguas ácidas, no se presentan especies vulnerables o débiles.

En las gráficas se evidencia mayor cantidad de especies zooplanctónicas en avenida especialmente en la E27 perteneciente a Río Patara, naciente y E22 perteneciente a la Quebrada Palleutane, Naciente.

Por otro lado en estiaje la abundancia predominante se reduce a tres donde la mayoría son encontradas en la E 28 perteneciente a la confluencia del río Cacachara y río Patara.

En cuanto a la abundancia, las especies se encuentran entre un 10^6 Org/L. en el segundo monitoreo la densidad disminuye significativamente.



El sector del Río Patara presenta 28 taxas representativas en el primer monitoreo, donde las estaciones con mayor riqueza de especies son: E-22 y E-28. Por otro lado el Río Patara presenta 36 taxas para el segundo monitoreo donde la E-28 presenta mayor riqueza.

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUIMICA
C.I.P. 34763

Ing. Rocío Alvarino Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

1.7.3 Perifiton en el río Patara

Es el complejo conjunto de organismos de bacterias, hongos, algas y protozoos embebidos en una matriz polisacárida. Se conoce también como biofilm.

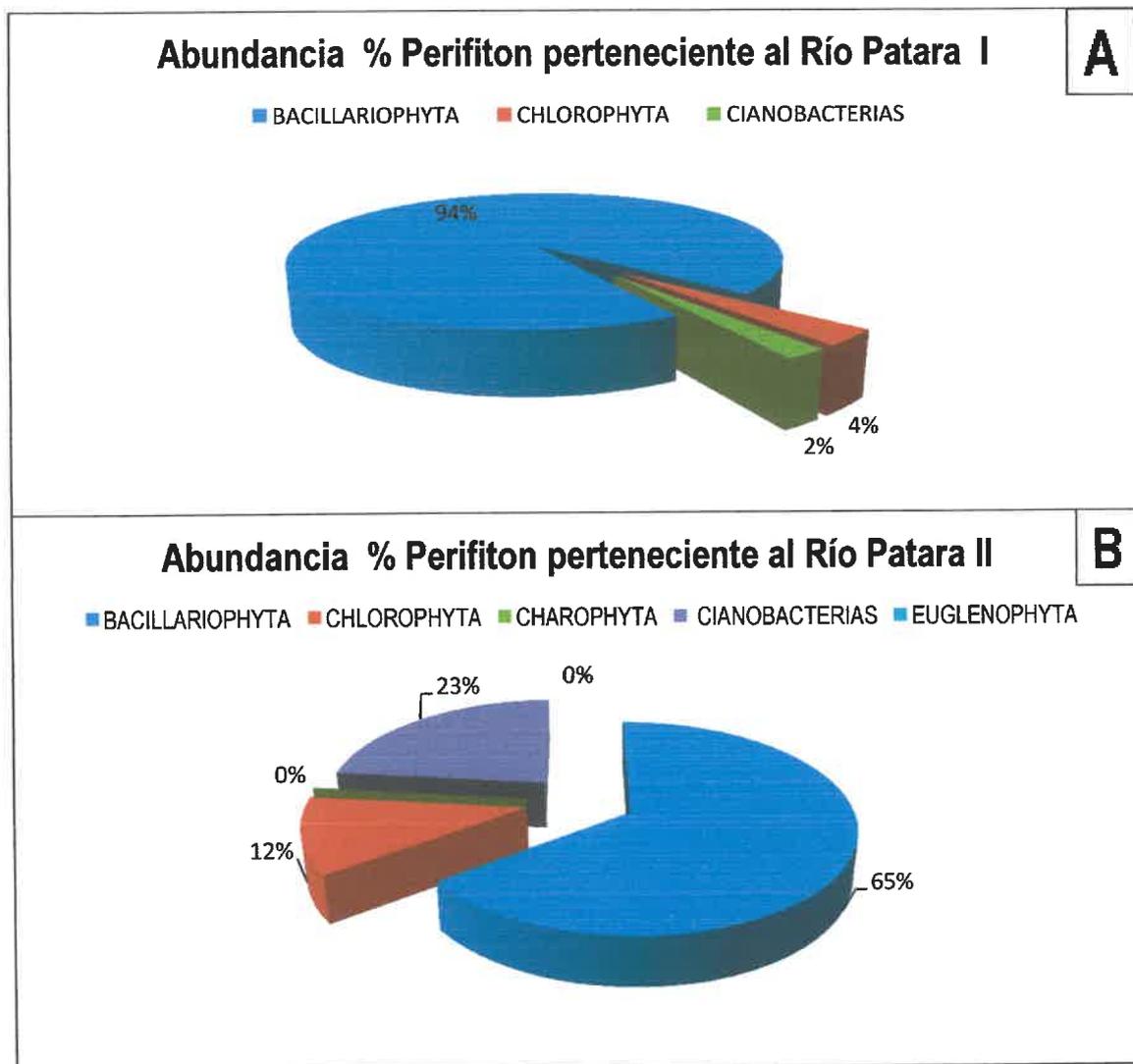


Figura 1.49: Abundancia de perifiton en el Río Patara durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En el Río Patara, el Perifiton está representado en mayor cantidad por Bacillariophytas y en menores porcentajes Chlorophytas y Cianobacterias, donde las cianobacterias son mayores en época de estiaje que en avenida.

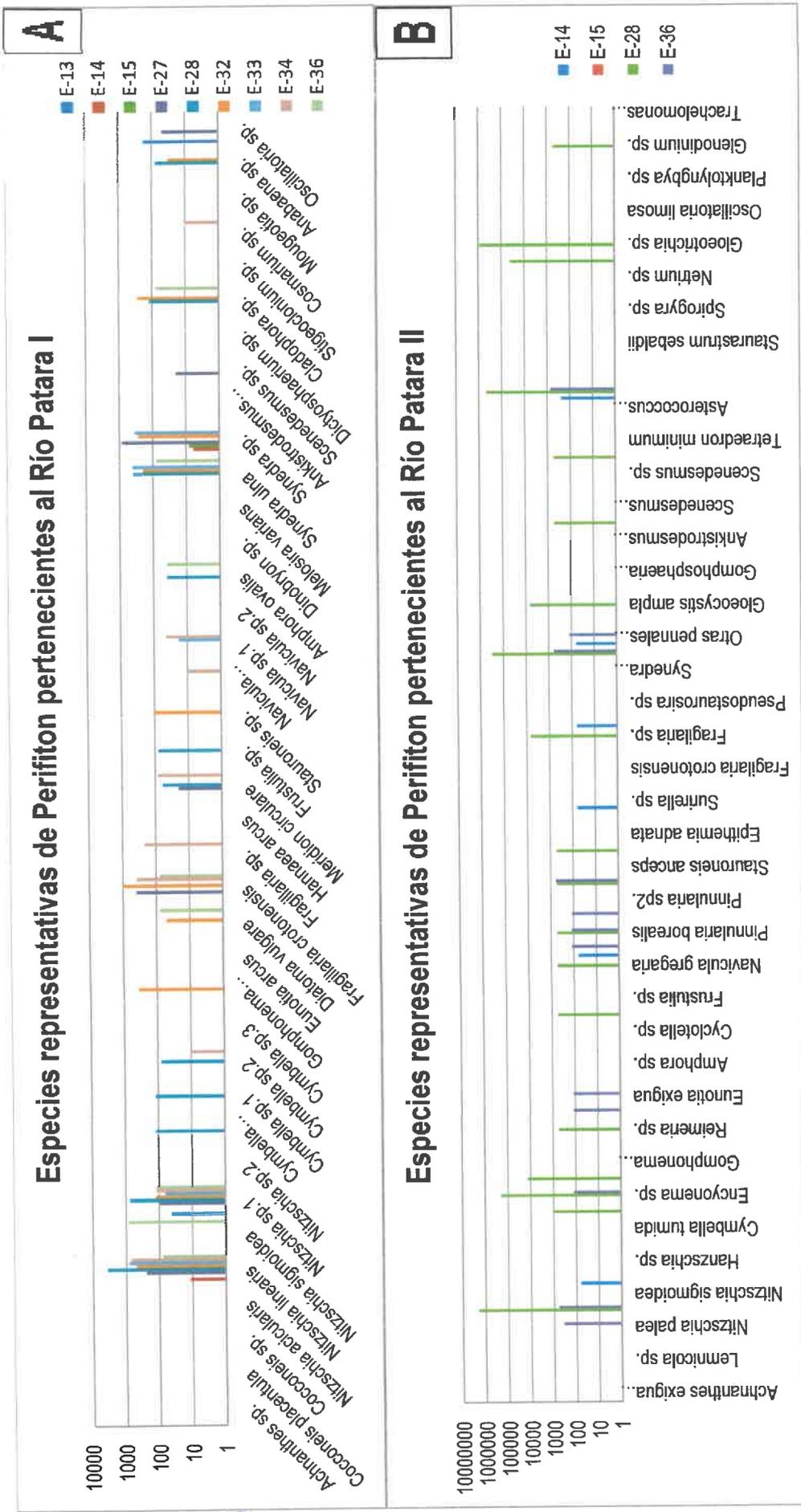


Figura 1.50: Representatividad de perifiton en el Río Patara durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B). *Nitzschia palea* y *Gloetrichia sp* son las más abundantes, y las estaciones con mayor cantidad de especies son E-28 (Río Patara, antes de confluencia del río Cacachara), E-36 (Río Patara, a 250 mts. de la carretera aguas arriba) y E-14 (Quebrada Cacachara antes de pasivos ambientales mineros).

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5
 Ing. Alvaro Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 23301

1.7.4 Macrophytas en el río Patara.

Las Macrophytas en el río Patara mantienen casi su riqueza tanto en avenida como en estiaje, sin embargo varían las especies de una época a otra siendo pocas las constantes como los géneros: *Chara*, *Nitella* y *Littorella*.

Debe mencionarse que a pesar de tener estas aguas influencia minera y ganadera existen especies resistentes que cumplen con el papel de refugio a otras especies de menor orden.

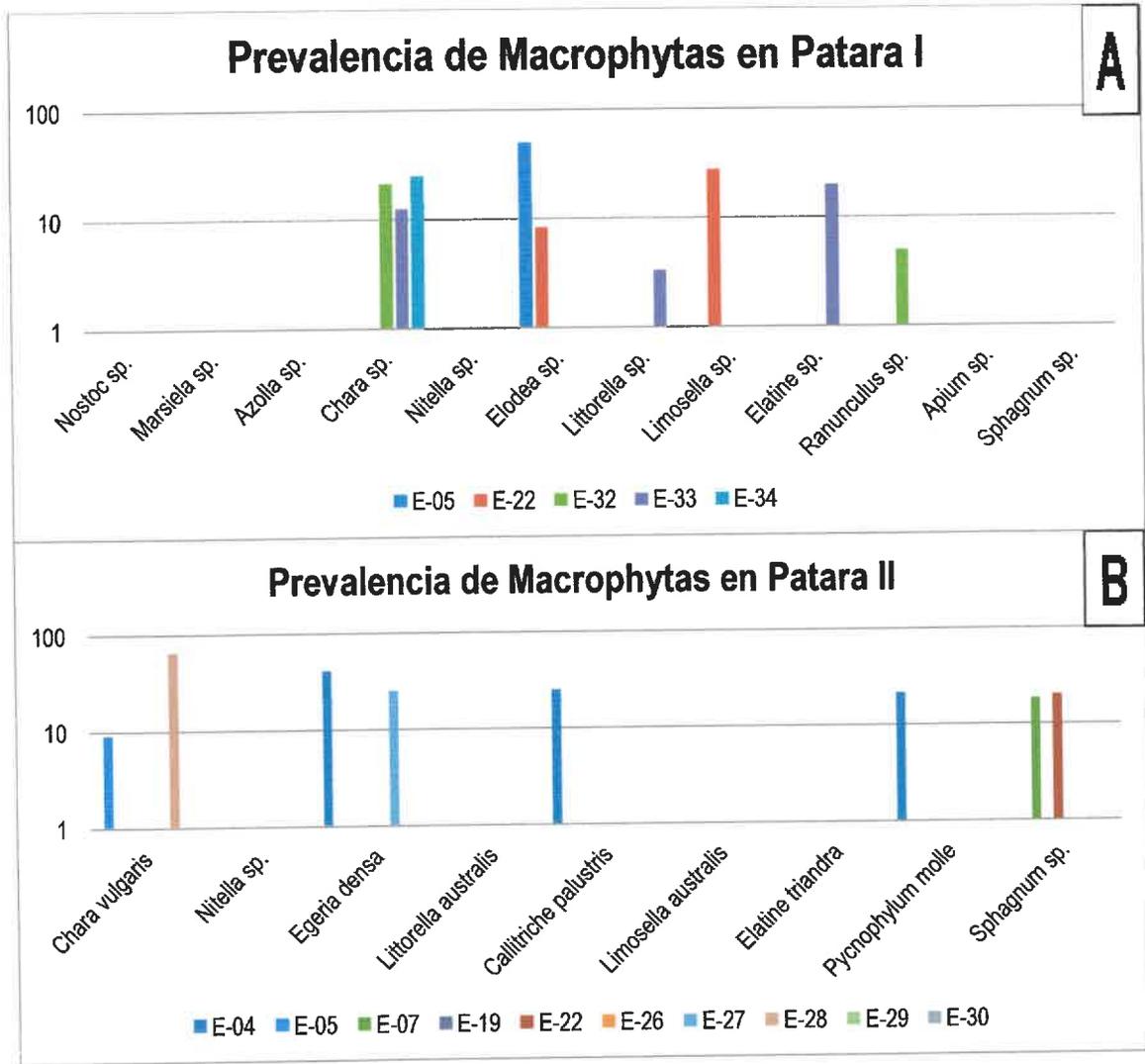
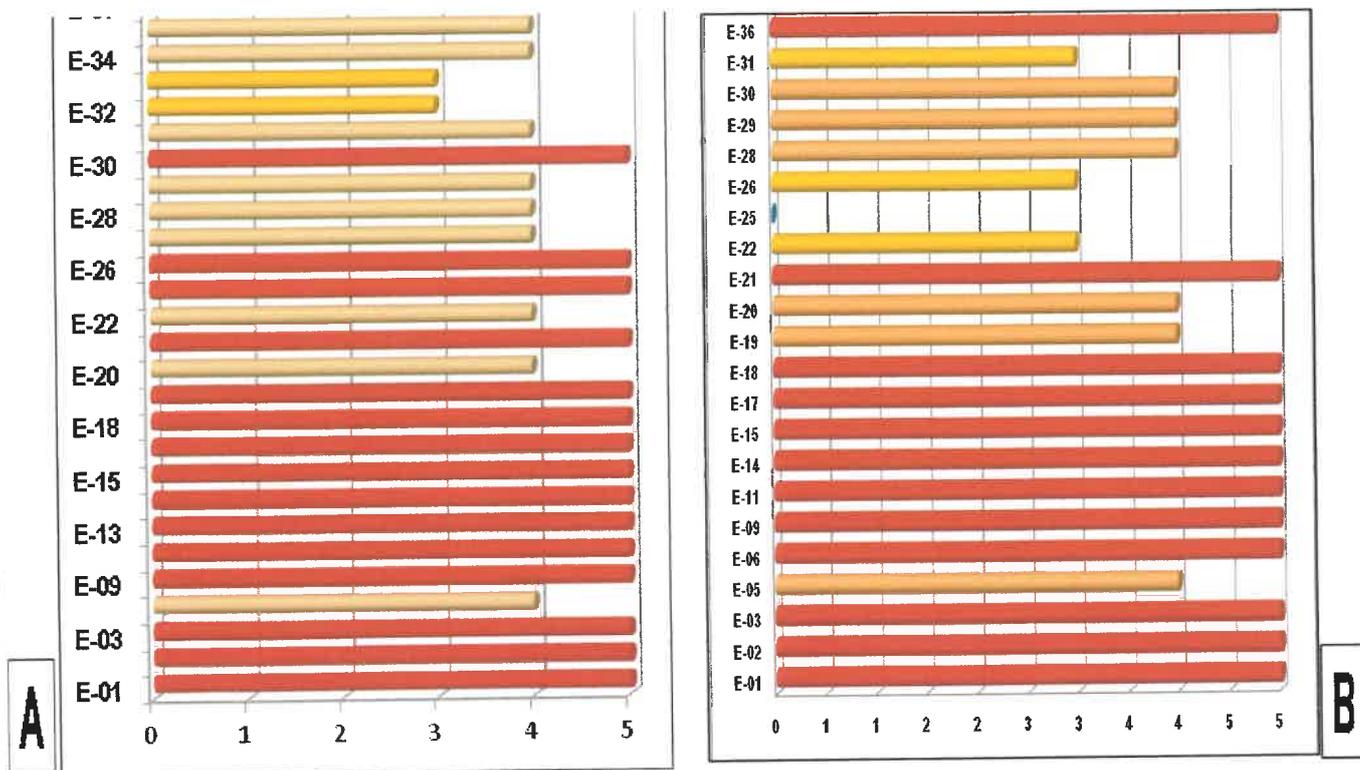


Figura 1.51: Prevalencia de especies de Macrophytas del Río Patara durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

1.7.5 Macrobenetos en el río Patara.

El macrobenetos es una comunidad asociada al sustrato del sistema acuático es decir la comunidad que reptar, camina o esta estática en el sustrato llámese específicamente especies bentónicas. Estas especies son de tal importancia que existen Indices de valoración diversos que concluyen en valores que nos permiten categorizar el ecosistema superficial en función del sustrato tal como el Índice de IBF e IBMWP que se usa de continuo, siendo que en el primer monitoreo en Patara la categorización es muy crítica y crítica con el Índice BMWP y en el II Monitoreo Crítico, Muy Crítico y dudoso con el Índice BMWP siendo que también con este parámetro se evidencia que en época de estiaje las condiciones de la comunidad asociada al sedimento no son buenas.

Calidad Biológica basada en el BMWP para la evaluación de Macrobenetos en Patara



A. Monitoreo I
B. Monitoreo II

VALORACION	CATEGORIA
Valor 5	Muy Crítico
Valor 4	Crítico
Valor 3	Dudoso
Valor 2	Aceptable
Valor 1	Bueno

En el cuadro, se observa una síntesis de las categorizaciones en los puntos de muestreo de Patara, siendo solo en los Puntos E02 y E19 para época de avenida pertenecientes a Bofedal 2, antes de confluir con el bofedal 1, Nacientes del río Cotañani antes de la Mina y Quebrada Jacosive, Naciente respectivamente los únicos categorizados como excelentes según IBF, mientras tanto para época de estiaje sólo el E 06 es calificado con la misma condición según IBF.

Para el IBMWP tanto en estiaje como avenida la calificación es prácticamente MUY CRÍTICA. La diversidad en todos los casos es menor de 2 lo que indica aguas contaminadas desde el punto de vista de abundancia, con excepción de la E27 (Río Patara, naciente formación de varios manantiales), E28 (Río Patara, antes de confluencia del río Cacachara) y E31 (Río Patara, después de confluencia de quebrada Caironi) en avenida y la E22 (Quebrada Palleutane, Naciente) y E26 (Río Cacachara, antes de confluencia con río Patara) en estiaje.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34753

CONSORCIO V-5

Bla. Haydée Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 253-11

Estaciones	E-01	E-02	E-03	E-06	E-09	E-11	E-13	E-14	E-15	E-17	E-18	E-19	E-20
Riqueza	6	6	4	10	5	4	4	6	4	5	5	3	12
Total de individuos (Org./90 cm ²)	400	76	32	84	8	22	60	25	45	58	58	92	79
Dominancia	0,8484	0,2964	0,5078	0,2608	0,25	0,5207	0,3183	0,2576	0,3946	0,3508	0,365	0,7325	0,5494
Inversa de Simpson	0,1516	0,7036	0,4922	0,7392	0,75	0,4793	0,6817	0,7424	0,6054	0,6492	0,635	0,2675	0,4506
Diversidad de Shannon	0,3897	1,43	0,9507	1,816	1,484	0,8789	1,242	1,506	1,046	1,22	1,186	0,5175	1,146
Equitatividad	0,2175	0,7982	0,6858	0,7887	0,9284	0,634	0,8957	0,8403	0,7548	0,7581	0,7367	0,4711	0,4612
IBF	6,82	3,42	7,38	2,57	6,88	6,68	7	6,8	6,84	6,76	6,76	3,48	4,28
Calidad	Mala	Excelente	Muy mala	Excelente	Mala	Excelente	Buena						
BWVP'	10	12	5	30	6	2	2	3	6	6	2	6	20
Calidad	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Crítica
ABI	11	21	5	44	6	2	2	13	6	6	2	12	24
Calidad	Pésimo	Malo	Pésimo	Moderado	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Malo	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Malo	Malo

Cuadro 7 : Resultados de la evaluación con índices biológicos para el parámetro de Macrobenos durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) en el Río Patara.

A

Estaciones	E-21	E-22	E-25	E-26	E-27	E-28	E-29	E-30	E-31	E-32	E-34	E-36
Riqueza	3	8	6	3	15	17	7	10	12	12	9	10
Total de individuos (Org./90 cm ²)	12	124	42	19	258	312	32	128	160	308	192	50
Dominancia	0,4306	0,5401	0,2789	0,4515	0,147	0,1483	0,209	0,1641	0,1659	0,2248	0,3481	0,2672
Inversa de Simpson	0,5694	0,4599	0,7211	0,5485	0,853	0,8517	0,791	0,8359	0,8341	0,7752	0,6519	0,7328
Diversidad de Shannon	0,9184	1,087	1,472	0,8629	2,103	2,362	1,695	1,999	2,005	1,822	1,521	1,783
Equitatividad	0,836	0,523	0,8214	0,7854	0,7765	0,8336	0,8711	0,8682	0,807	0,7333	0,6923	0,7745
IBF	5,17	4,21	6,6667	7	6,8	5,4	5,75	5,28	6,16	5,79	6,46	5,52
Calidad	Regular	Muy Buena	Mala	Mala	Mala	Regular	Regular	Regular	Relativamente Mala	Relativamente Mala	Relativamente Mala	Regular
BWVP'	15	17	12	2	19	29	19	14	33	51	27	20
Calidad	Muy Crítica	Crítica	Muy Crítica	Muy Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Muy Crítica	Crítica	Dudosa	Crítica	Crítica
ABI	12	16	11	2	33	23	18	20	28	45	27	11
Calidad	Malo	Malo	Pésimo	Pésimo	Moderado	Malo	Malo	Malo	Moderado	Bueno	Moderado	Pésimo

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 3478

CONSORCIO V-5
 Bg. Ricardo Arvario Flores
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 2479

TOMO 2: Caracterización Biológica de Afluentes del Embalse Pasto Grande

Estaciones	E-01	E-02	E-03	E-05	E-06	E-09	E-11	E-14	E-15	E-17	E-18
Riqueza	1	4	2	6	5	5	2	4	1	5	3
Total de individuos (Org./90 cm ²)	4	320	48	100	40	160	16	28	4	100	20
Dominancia	1	0,475	0,5556	0,4464	0,22	0,77	0,625	0,2653	1	0,4592	0,44
Inversa de Simpson	0	0,525	0,4444	0,5536	0,78	0,23	0,375	0,7347	0	0,5408	0,56
Diversidad de Shannon	0	0,9819	0,6365	1,167	1,557	0,5433	0,5623	1,352	0	1,067	0,9503
Equitatividad	0	0,7083	0,9183	0,6514	0,9675	0,3376	0,8113	0,9751	0	0,863	0,865
IBF	7	6,6	7	5,92	2,7	6,825	7	7	7	6,68	7
Calidad	Mala	Mala	Mala	Relativamente mala	Excelente	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala
BMWP'	2	8	4	16	7	10	4	8	2	14	6
Calidad	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico	Crítico	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico	Muy crítico
ABI	2	18	4	29	30	10	4	8	2	14	6
Calidad	Pésimo	Malb	Pésimo	Moderado	Moderado	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Malo	Pésimo

Estaciones	E-18	E-19	E-20	E-21	E-22	E-26	E-28	E-29	E-30	E-31	E-36
Riqueza	3	6	4	4	10	11	15	6	7	13	2
Total de individuos (Org./90 cm ²)	20	416	5	24	84	42	912	26	72	188	3
Dominancia	0,44	0,2633	0,28	0,2778	0,1701	0,1519	0,4478	0,2308	0,2284	0,1978	0,5556
Inversa de Simpson	0,56	0,7367	0,72	0,7222	0,8299	0,8481	0,5522	0,7692	0,7716	0,8022	0,4444
Diversidad de Shannon	0,9503	1,543	1,332	1,33	2,041	2,137	1,37	1,626	1,663	1,95	0,6365
Equitatividad	0,865	0,8614	0,961	0,9591	0,8864	0,891	0,5061	0,9075	0,8546	0,7602	0,9183
IBF	7	6,0769231	4,6	7	4,80952	5,42857	7,48246	5,15385	4,83333	6,617	7
Calidad	Mala	Relativamente mala	Buena	Mala	Buena	Regular	Muy mala	Regular	Buena	Mala	Mala
BMWP'	6	20	20	8	36	41	35	23	29	37	4
Calidad	Muy crítico	Crítico	Crítico	Muy crítico	Dudoso	Dudoso	Crítico	Crítico	Crítico	Dudoso	Muy crítico
ABI	6	18	17	8	33	30	39	20	21	34	4
Calidad	Pésimo	Malo	Malo	Pésimo	Moderado	Moderado	Moderado	Malo	Malo	Malo	Pésimo

B

1.7.6 Caracterización Microbiológica y Parasitológica del río Patara.

Para la mayoría de los parámetros microbiológicos determinados si hay valores guía establecido en las ECAS en el Perú a diferencia de los otros parámetros hidrobiológicos. El objetivo de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Aguas (ECA) D.S. 002-2008 es establecer el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias biológicas, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y políticas públicas, siendo un referente en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Cuadro 5b: Valores límites microbiológicos y parasitológicos de la ECAS-2008

PARAMETRO	Valores de las ECAS Categoría I Clase I A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (Descarga Final)	Valores de las ECAS Categoría 3 Para Bebidas de Animales. (Todo el ecosistema)
Coliformes Totales	3000 NMP/ 100 mL	5000 NMP/ 100 mL
Col. Termotolerantes	2000 NMP/ 100 mL	1000 NMP/ 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	0 NMP/100 mL	100 NMP/ 100 mL
<i>Enterococcus faecales</i>	0 NMP/100 mL	20 NMP/ 100 mL
Formas parasitarias	0 Organismos /Litro	---
Huevos de helmintos	----	< 1 Huevos/ Litro
Bacterias Heterotróficas	----	---

Cuadro 8: Descripción y Resumen de los resultados durante la evaluación microbiológica y parasitológica en Patara.

TOMO 2: Caracterización Biológica de Afluentes del Embalse Pasto Grande

I MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Patara	
	Río Patara antes de Confluencia con río Cacachara	Río Cacachara
	CT NMP/100 mL	3177
CTT NMP/100 mL	3027	3198
E. coli NMP/100 mL	357	359
Enterococcus NMP/100 mL	2546	4478
B. Heterotróficas UFC /mL	7860	11230
Helmintos HH/ L	25	-

II MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	Río Patara	
	Río Patara antes de Confluencia con río Cacachara	Río Cacachara (afluente del río Patara)
	CT NMP/100 mL	1160
CTT NMP/100 mL	780	0
E. coli NMP/100 mL	260	0
Enterococcus NMP/100 mL	760	0
B. Heterotróficas UFC /mL	2411	32
Helmintos HH/ L	4.5	-

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5 202


 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

Ing. Martha Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763


 Blg. Maydée Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.I.P. 2531

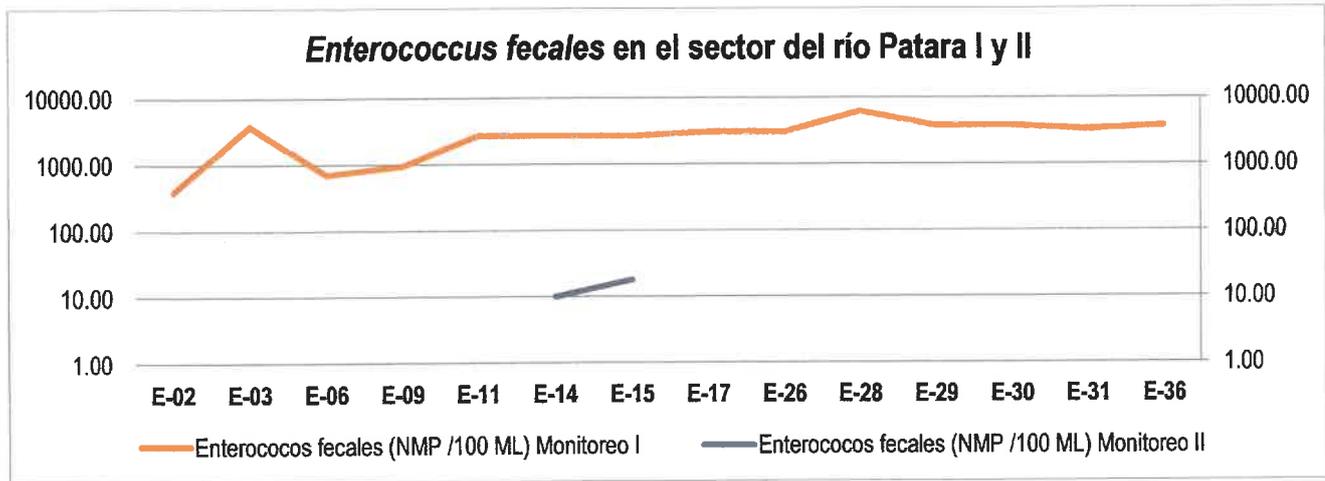


Figura 1.52: Presencia de *Enterococcus fecales* en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

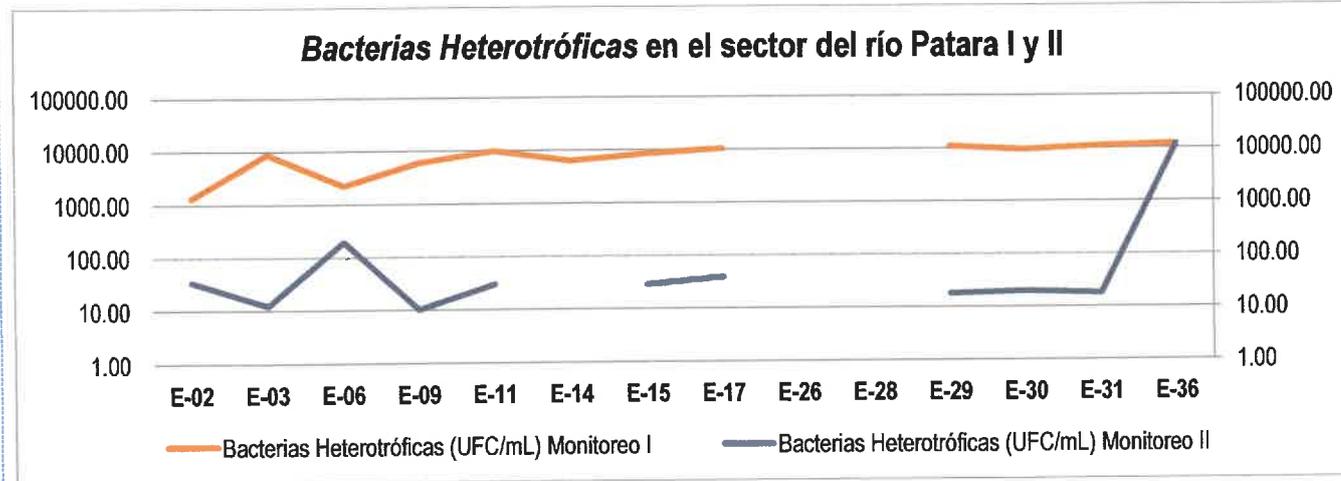


Figura 1.53: Presencia de Bacterias Heterotróficas en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

En el río Patara el parámetro de Enterococos siendo 0 el nivel de las ECAS para aguas clase 2 y es 20 NMP/100 mL para aguas clase 3 donde eventualmente puede haber animales que beben de estas aguas no cumple en avenida y estiaje salvo en el Río Cacachara en estiaje. Su número es casi constante en todas las estaciones pertenecientes a Patara, siendo más elevado en E 28 (Río Patara, antes de confluencia del río Cacachara).

Respecto a bacterias heterotróficas están presentes casi constantes en los puntos de Patara, elevándose en la E 36 (Río Patara, a 250 mts. de la carretera aguas arriba) esto explica que hay un nivel de ensuciamiento de origen fecal.

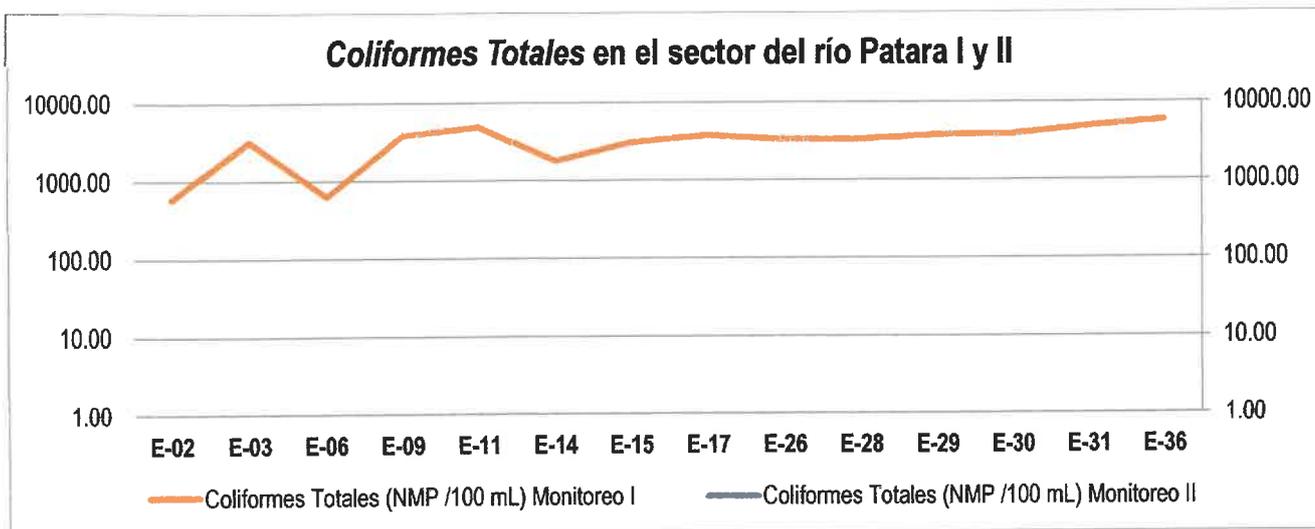


Figura 1.54: Presencia de Coliformes Totales en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

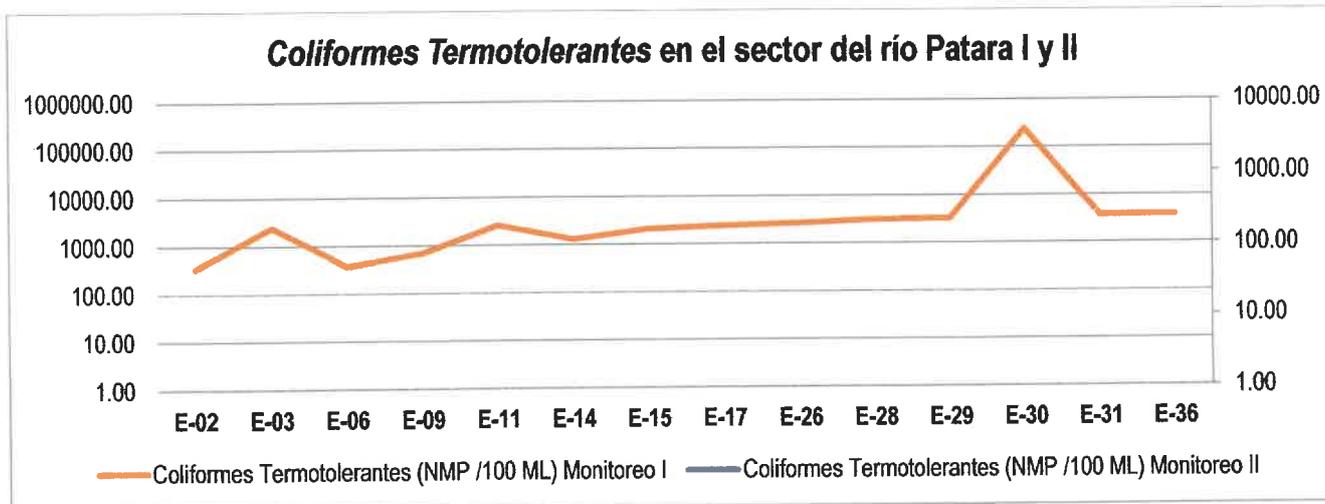


Figura 1.55: Presencia de Coliformes Termotolerantes en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

Para Coliformes totales y termotolerantes, ambas no cumplen las ECAS para clase 2 y clase 3 en época de avenida sin embargo; si cumple para estiaje tanto en Patara como para Cacachara. Ambos mantienen constancia a lo largo de las estaciones de muestreo, evidenciando sus mayores valores en la E 30 (Rio Patara, antes de confluencia de quebrada Caironi)

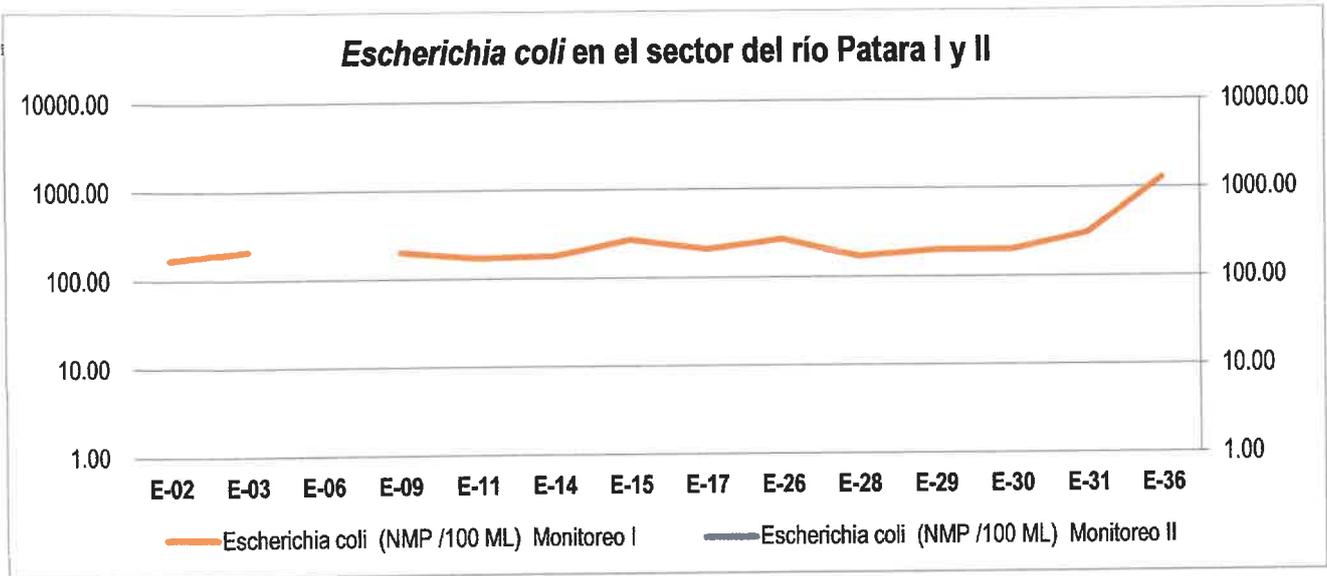


Figura 1.56: Presencia de *Escherichia coli* en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

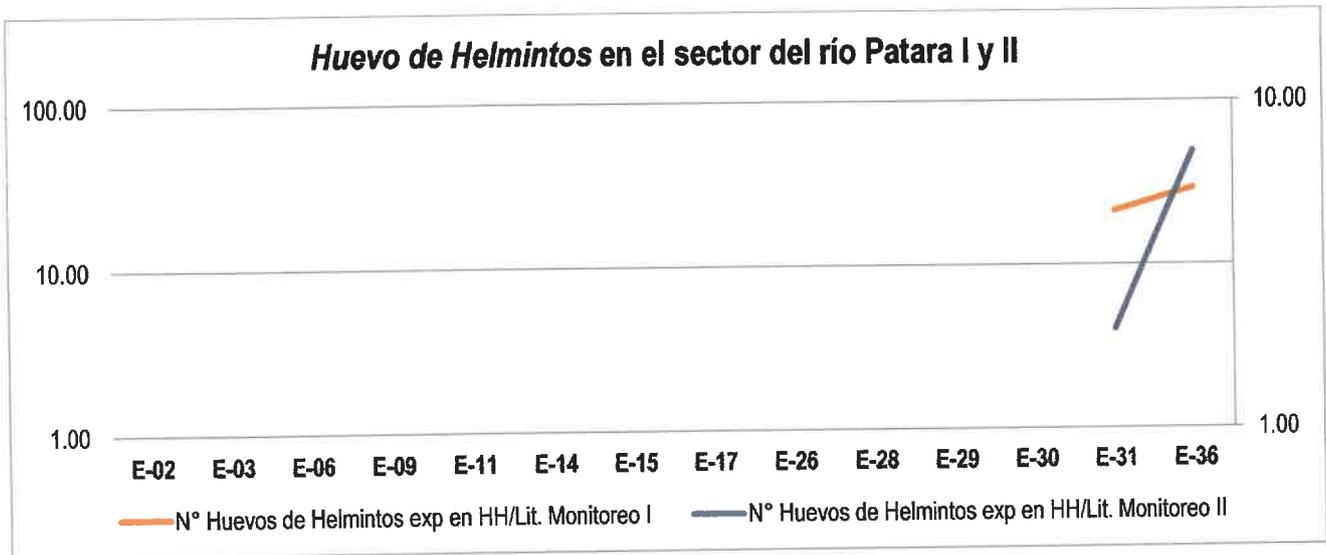


Figura 1.57: Presencia de *Huevos de Helmintos* en el sector Patara durante el Monitoreo I y Monitoreo.

En cuanto a *E.coli* sus valores no cumplen con las ECAS de clase 2 y clase 3 en avenida, sin embargo si cumple con la clase 3 en estiaje para Cacachara. Sus valores son casi constantes obteniendo el mayor de estos en la E 36 (Rio Patara, a 250 mts. de la carretera aguas arriba).

Para los huevos de helmintos en ambos caso no cumple con las ECAs para Patara en avenida y estiaje pero si los cumple para el río Cacachara.

1.7.7 Ficotoxinas, Cianobacterias y Clorofila A en Patara

En Patara las ficotoxinas son muy bajas no llegan a niveles mayores de 4,3 $\mu\text{g/L}$ siendo de mínimo riesgo. Acosiri presenta los mayores valores de ficotoxinas siendo mínima la cantidad en la quebrada y Río Cacachara.

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) $\mu\text{g/L}$
ACOSIRI; BODEFAL, COTAÑÑI	2.122	2.330
ACOSIRI DESPUES DE OPERA MINE	4.000	4.320
QUEBRADA y RIO CACACHARA	0.500	1.808
PATARA Y OTROS	1.772	1.639

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	CLOROFILA A mg / M^3	CLOROFILA A mg / m^3
ACOSIRI; BODEFAL, COTAÑÑI	13.851	14.362
QUEBRADA y RIO CACACHARA	4.853	4.834
PATARA Y OTROS	21.195	17.182
PATARA ANTES DE CAIRONI	28.836	29.362

Nivel de Riesgo Mínimo:

- <20 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- <10 000 cel/L
- **CASO EMBALSE PASTO GRANDE: AFLUENTE PATARA**

Nivel de Riesgo Moderado:

- 50 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 100 000 cel/L
- Posiblemente 20 $\mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 metros de agua

Acumulación de 100 veces en espumas de alto nivel de riesgo:

- 5000 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 10 000 000 cel/L
- Posiblemente 2000 $\mu\text{g/L}$ de microcistina en los primeros 4 centímetros de agua.

Acumulación de 1000 veces si el viento transporta las espumas de 100 a 10 metros:

- 50 000 $\mu\text{g/L}$ de Clorofila-a
- 100 000 000 cel/L
- Posiblemente 20 000 $\mu\text{g/L}$ de microcistina concentrada en una bahía de agua.

En Patara, la Clorophila A los valores están entre los 20 mg/m³ y 50 mg/m³ por lo que posee un riesgo moderado. Cabe mencionar que muchas veces no solo son las cianobacterias sino otras algas tienen este tipo de pigmento.

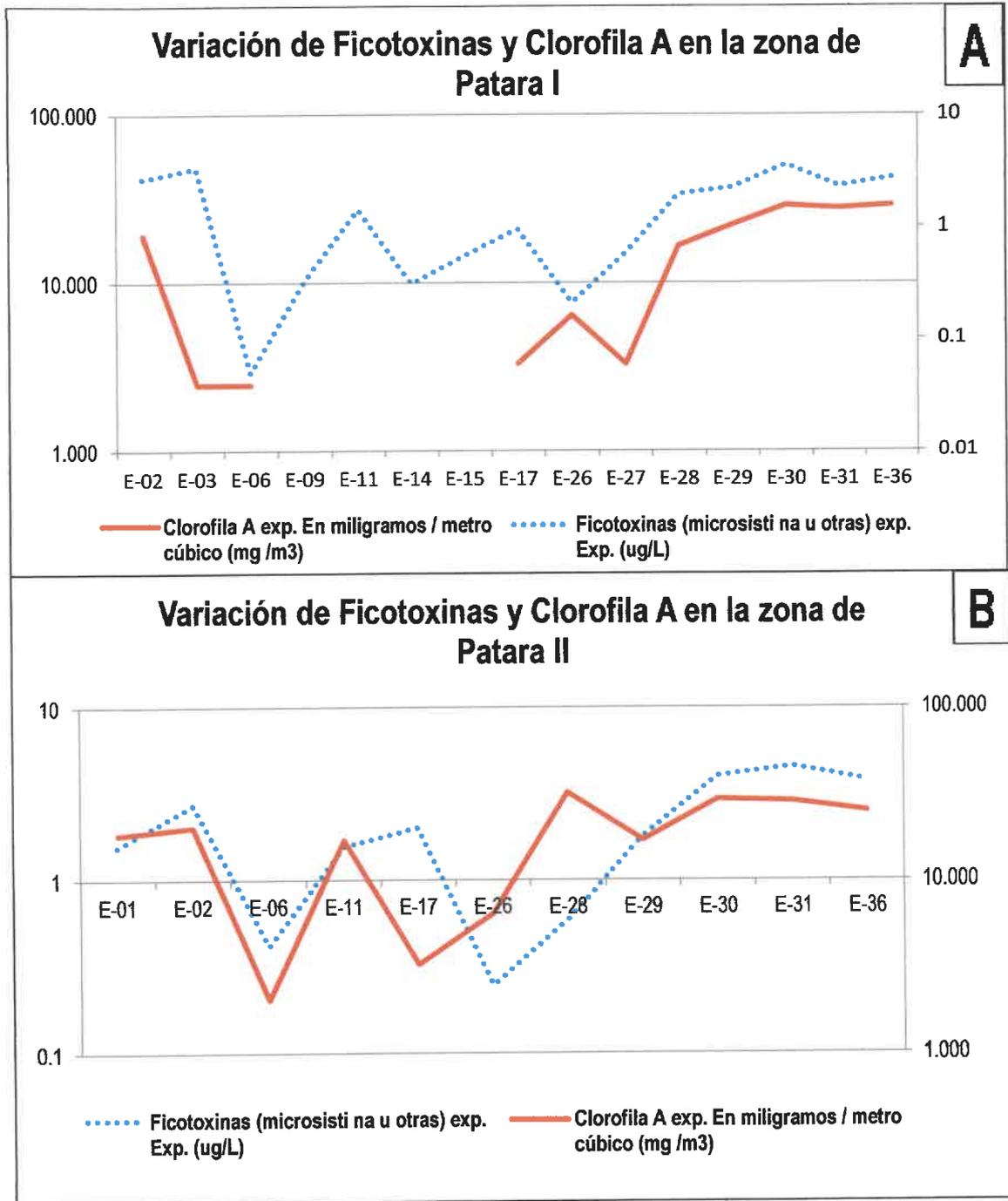


Figura 1.58: Variación de Ficotoxinas y Clorofila A en el río Patara durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B)

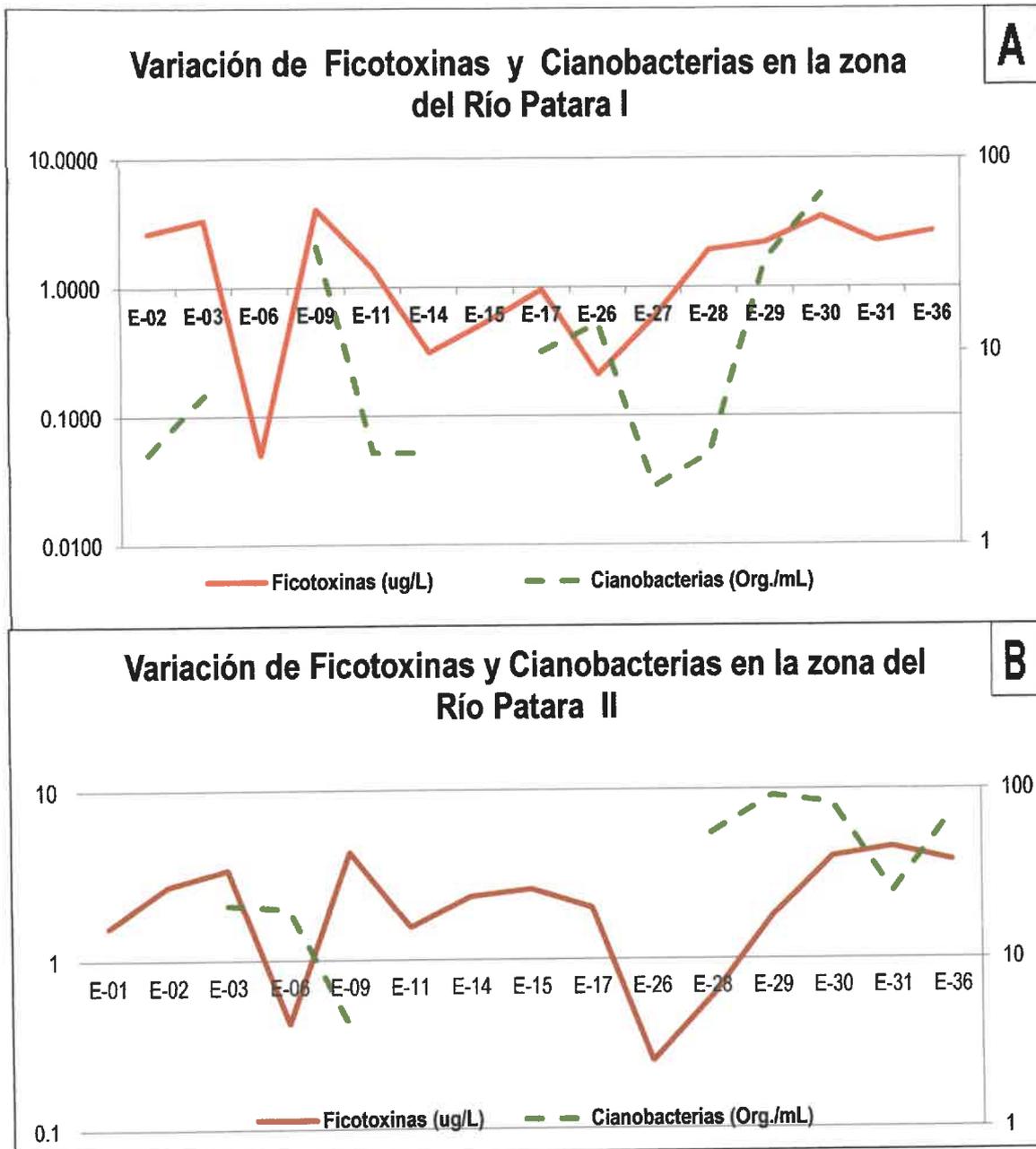


Figura 1.59: Variación de Ficotoxinas y Cianobacterias en el río Patara durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B)

La ficotoxinas y cianobacterias están nuevamente relacionadas de forma inversamente proporcional teniendo su mayores picos en la E 09 (Río Acosiri, altura de la mina después de operaciones (ref. mina EM-4)).

Muchas veces no solo son las cianobacterias sino otras algas que tienen este tipo de pigmento, por lo que puede existir relación de otras algas como las diatomeas ya que estas poseen el mayor porcentaje del fitoplancton en Patara.

1.7.8 Bioensayos de Toxicidad en Patara.

Tabla N° 7: Toxicidad aguda del agua superficial de Millojahuira con *Daphnia magna*, Pulgas de Agua.

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-09	100	atóxico	0.96	tóxico XXXX	Río Acosiri, altura de la mina despues de operaciones (ref. mina EM-4)
E-15	100	atóxico	1.07	tóxico XXXX	Quebrada Cacachara despues de desmontes
E-36	100	atóxico	1.57	tóxico XXXX	Río Patara, a 250 mts. de la carretera aguas arriba
-	-	-	1.91	tóxico XXXX	Río Antajarane, 150 mts. de al carretera aguas arriba
E-04	100	atóxico	9.42	tóxico XXX	Río Cotañani, altura de mina despues de operaciones (ref. mina EM-5)
E-29	100	atóxico	12.54	tóxico XXX	Río Patara, despues de confluencia con río Cacachara

En cuanto a bioensayos de toxicidad de aguas superficiales en los puntos de los afluentes de Patara, estos permiten conocer cómo responde un organismo modelo frente a las agua de los afluentes siendo que en el I Monitoreo se detectó altos niveles de toxicidad, en la zona de la Quebrada de Acosiri, Cacachara, Antajarane, Cotañani. Alguno de ellos relacionados con los pasivos ambientales. siendo el mayor el E9 que corresponde a un punto mayor de 0,96%, es decir 0,96% de agua del Río Acosiri elimina a más del 50% de la población modelo, lo que según Arambasic Y Munkitrick estudiosos de las pruebas de toxicidad catalogan como aguas tóxicas.

Esta toxicidad tan alta afecta a las comunidades hidrobiológicas, pero es significativo que la época de avenida se presente mayores toxicidades en general probablemente debido a que hay mayor cantidad de aguas o flujos que incrementan la toxicidad o haya mayor influencia de los sedimentos sobre las aguas libres.

Tabla N° 8: Toxicidad agua en sedimentos de Millojahuira con *Chironomus calligraphus*

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	
S-03	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Patara
S-14	100	Atóxico	100	Atóxico	Río Patara

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, DE AGUAS DE LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

INTEGRADO

FITOPLANCTON EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

La comunidad Fitoplanctónica está presente en todos los afluentes a pesar de tener impacto de contaminación natural y antropogénica, siendo la población dominante las diatomeas es decir Bacillariophytas, algas cubiertas con una teca de sílice convirtiéndose en especies que sobreviven bajo un estrés ambiental. Lo mismo ocurre con las desmídias, pero este grupo es mínimo en los afluentes de Pasto Grande.

El pH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un pH ácido, como en el caso de las desmídiáceas, cuyo pH está entre 5,4 y 6,8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

Las Zygnemaphyceae consideradas como Charophytas, son algas generalmente unicelulares, formadas por dos semicélulas idénticas, con cloroplastos ocupando casi todo el volumen celular. Algunos géneros son filamentosos y muy pocos son coloniales. Esta clase habita solamente en ambientes de agua dulce y muy raramente salobres; la familia Desmidiaceae

Engloba los principales representantes: la mayoría bentónicos, pero bajo determinadas condiciones planctónicos. Los géneros verdaderamente planctónicos son pocos.

Las Desmidiaceae encuentran su hábitat principal en los lagos oligotróficos y distróficos, con pH ácido y aguas pobres en calcio. Las familias Zygnemaceae y Gonatozygaceae raramente presentan especies planctónicas, cuando ocurre, casi siempre pertenecen a los géneros *Mougeotia* y *Gonatozygon* (Esteves, 1988). En el Embalse Pasto Grande encontramos desmídiáceas pero en una cantidad no significativa.

CONSORCIO

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6630

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Hilda Alvarino Flores
BIOLOGA
C.B.P. 2531

210

Especies de cianobacterias comparadas en todos los afluentes del Embalse Pasto Grande

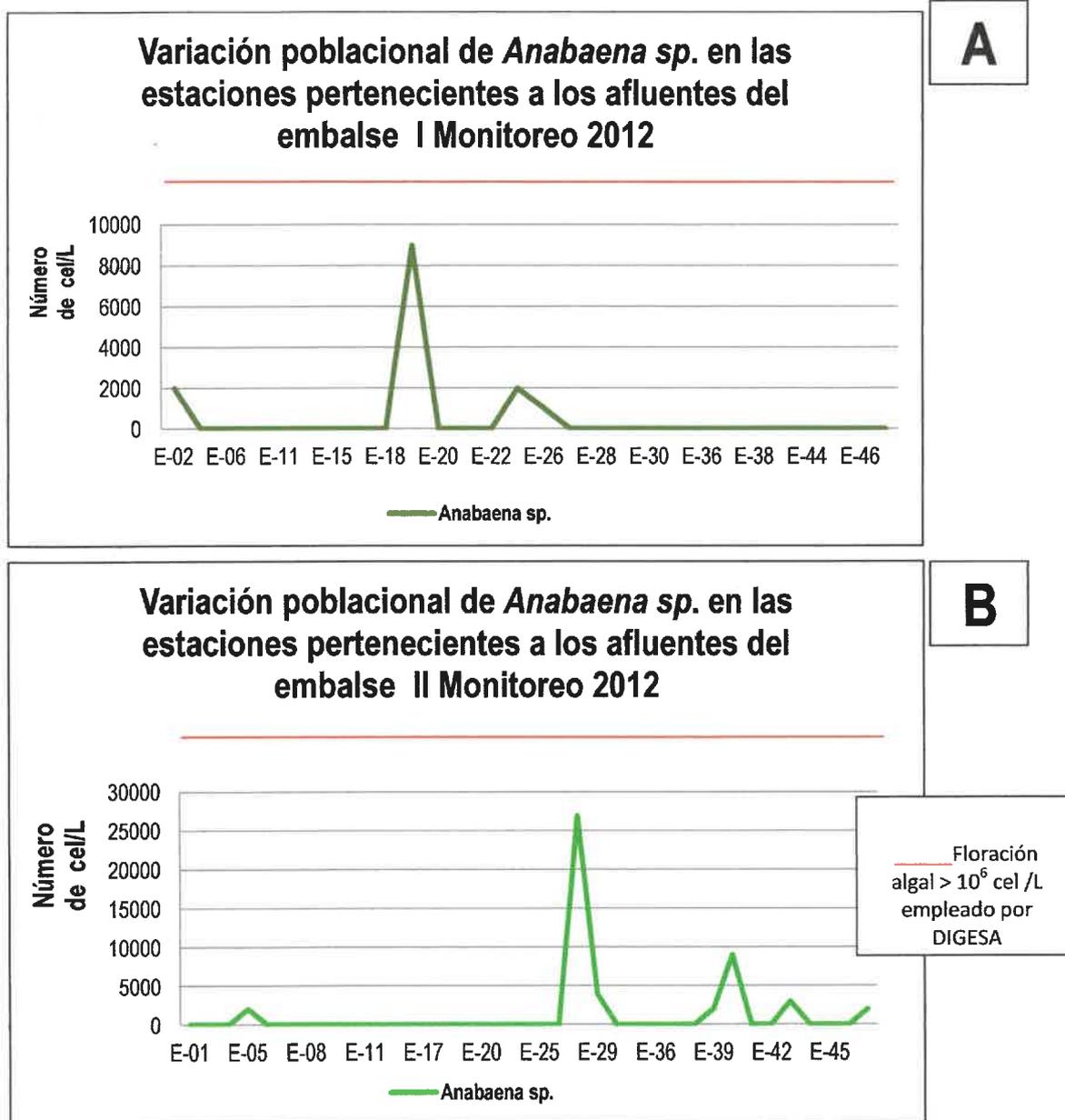


Figura 1: Variaciones de las poblaciones de *Anabaena sp.* en los afluentes. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).



Figura 2: Variaciones de las poblaciones de *Oscillatoria* sp en los afluentes. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

MACROPHYTAS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

Se determinaron en 12 especies dominantes de macrophytas en todo el ecosistema, siendo la representante de las Charophytas las que se encontraron en la mayor cantidad de puntos. En el II Monitoreo aparecen 9 especies solamente. Se encontró la especie de Azolla la cual estuvo presente en la zona de Millojahuirá

No se encuentra en este II Monitoreo la especie de Azolla sp. presente en el I Monitoreo, inicialmente recomendado para fitoremediación.

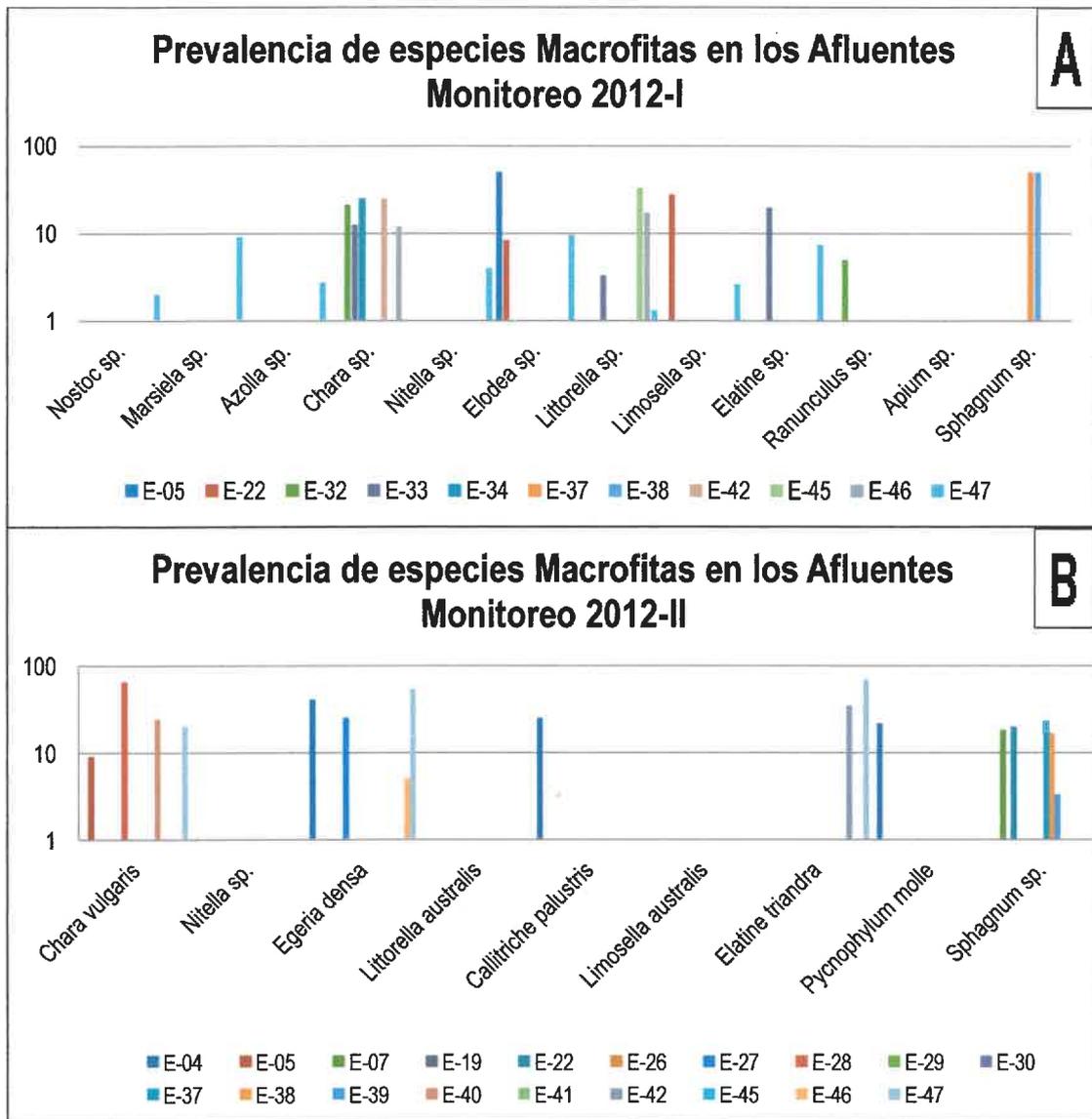


Figura 3: Prevalencia de las especies de Macrophytas en las estaciones pertenecientes a los afluentes del Embalse Pasto Grande II-2012.

En los Afluentes la prevalencia de macrofitas se ve reflejada en *Chara vulgaris*, *Egedia densa*; *Elatine triandra*, quienes son las especies de macrophytas más abundantes, mientras que las estaciones con mayor riqueza de especies son las estaciones: E-47 (Río Tocco, a 300 mts de trocha carrozable, Majada Tocco) y E-4 (Río Cotañani, altura de mina después de operaciones (ref. mina EM-5))

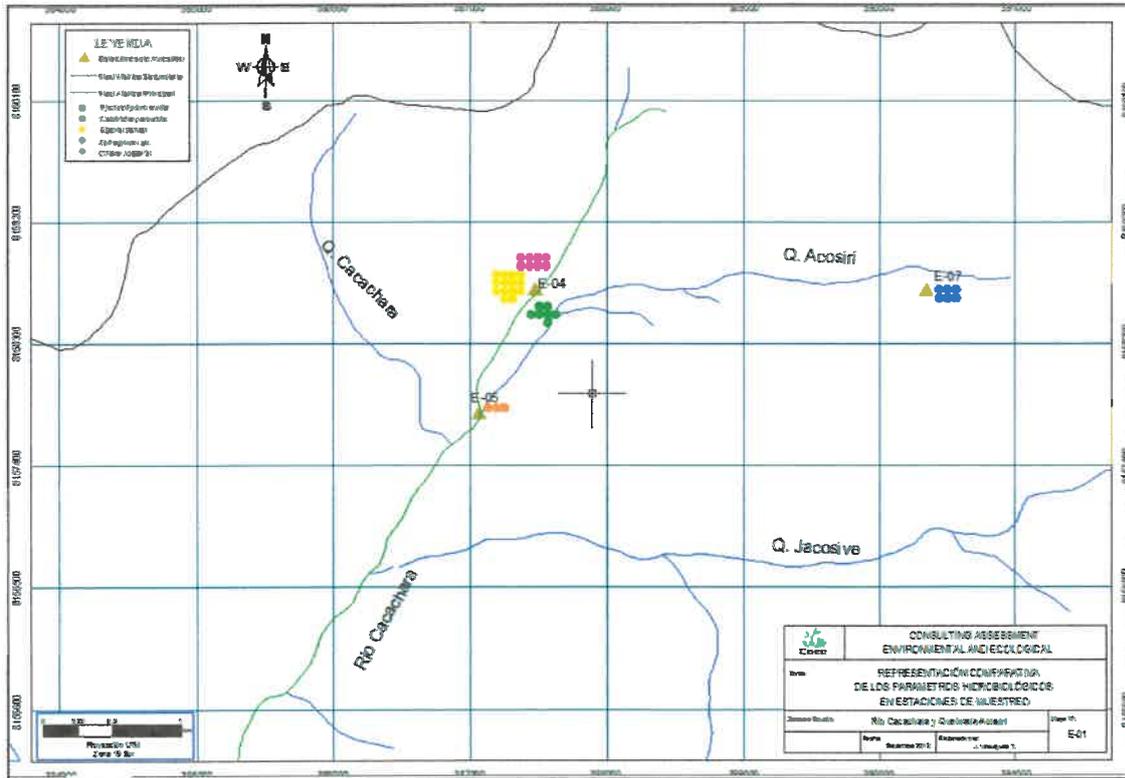


Figura 4: Mapeo comparativo de Macrofitas en la zona de las quebradas Acosiri y Cacachara.

Leyenda de colores en los mapas:

Amarillo: *Egeria densa*

Grosella: *Caltriche palustris*

Azul: *Sphagnum sp.*

Verde: *Pycnophyllum molle*

Naranja: *Chara vulgaris*

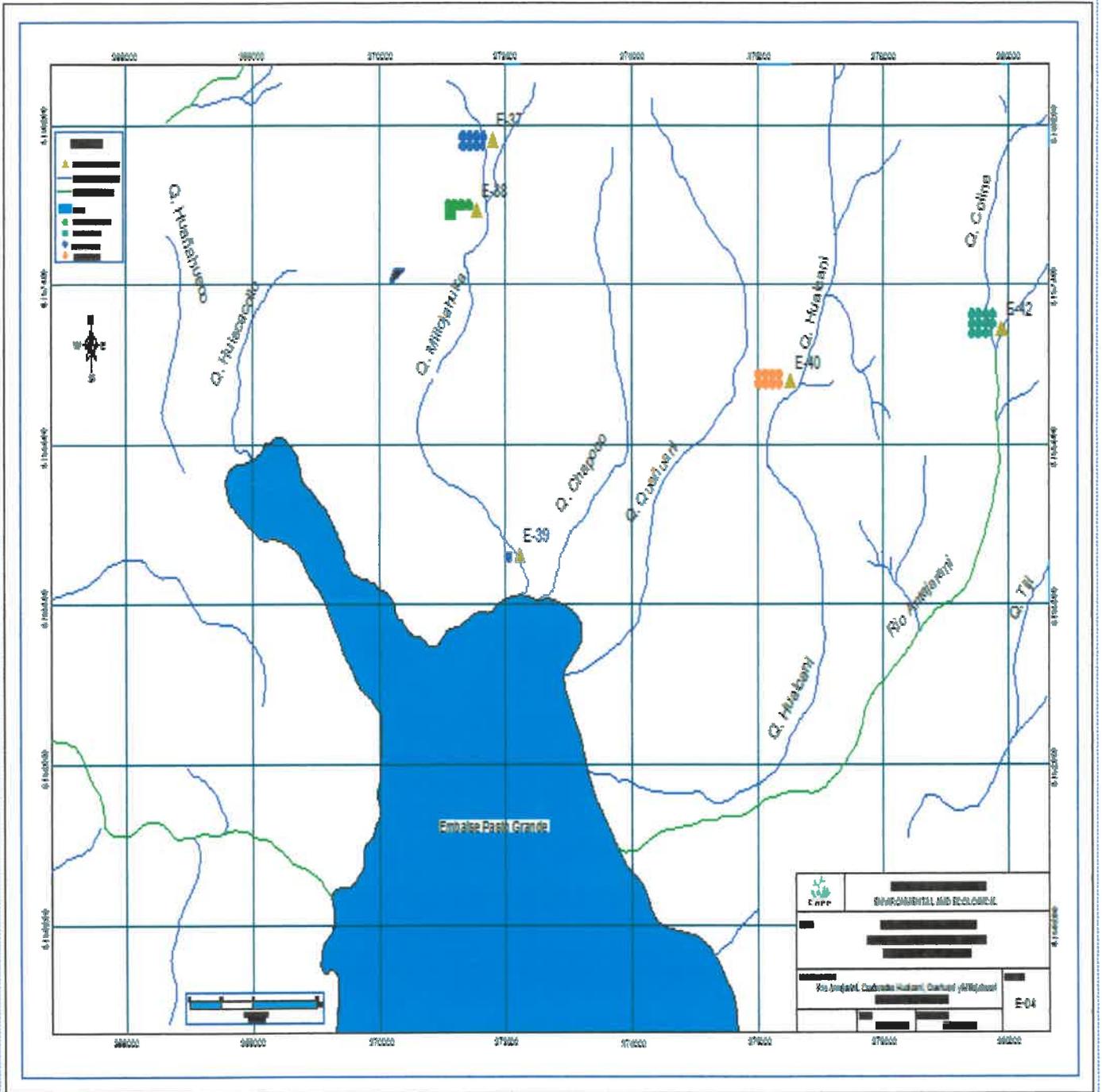


Figura 5: Mapeo comparativo de Macrofitas en la zona de los principales afluentes: Río Millojahuirá y Antajarane.

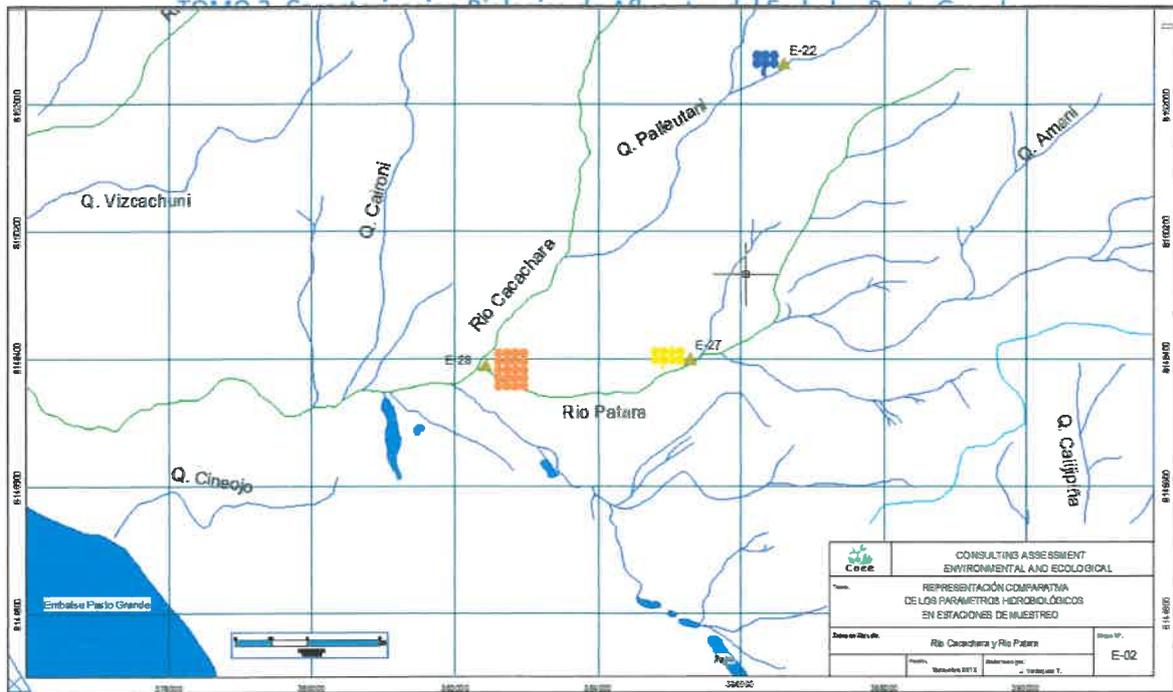


Figura 6: Mapeo comparativo de Macrofitas Rio Patara y Cacachara y Acosiri

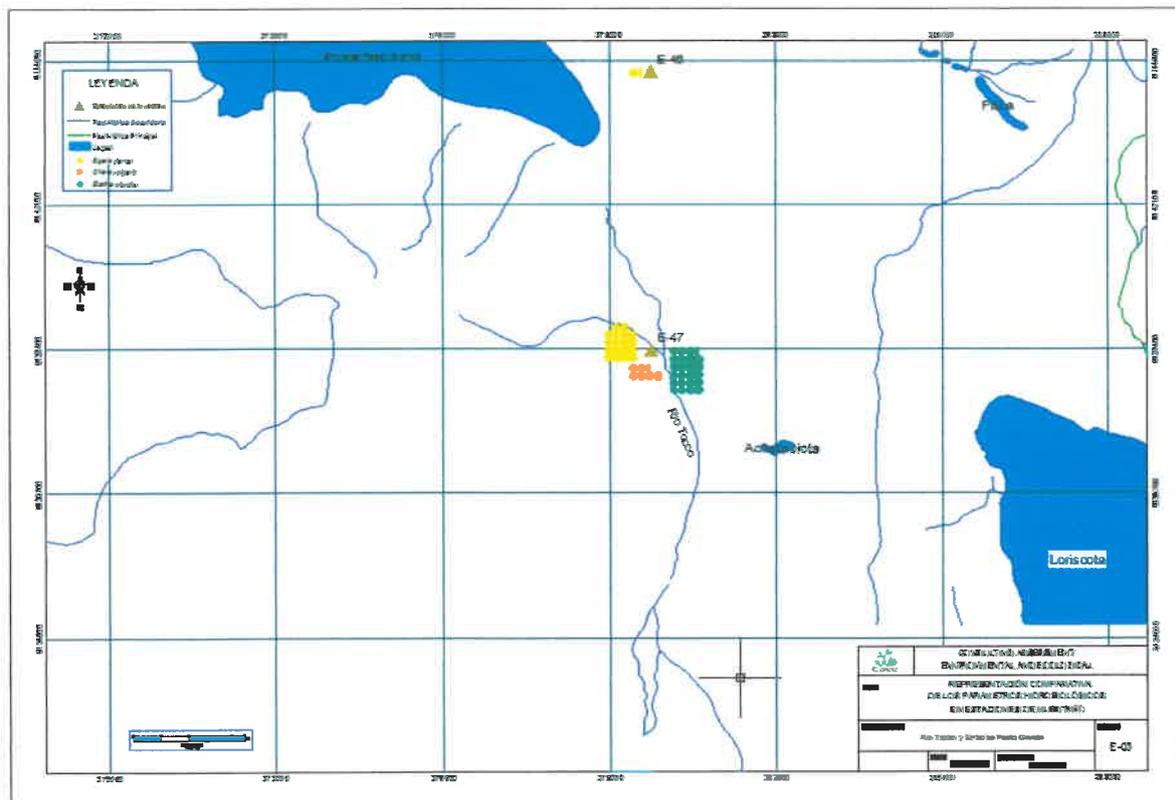


Figura 7: Mapeo comparativo de Macrofitas del Rio Tocco

ABUNDANCIA DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

Las tablas siguientes nos brindan las cantidades de acuerdo a los afluentes, siendo muy significativo notar que es Tocco la que tiene mayor cantidad de fitoplancton, seguido de Antajarane, Patara y Millojahuiria en el Primer monitoreo en el II Monitoreo se mantiene Tocco como el de mayor fitoplancton, seguido esta vez de Patara, Millojahuiria y Antajarane.

Respecto a los dinoflagelados, tal como *Amphidinium*, *Peridinium* e incluso *Gymnodinium* no se presentan en Antajarane y Millojahuiria en ninguno de los monitoreos, solo en el primer monitoreo se presentaron en cantidades muy bajas a Nivel de Tocco y Patara.

I MONITOREO 2012

COMUNIDADES	AFLUENTES			
	PATARA	TOCCO	ANTAJARANE	MILLOJAHUIRA
Fitoplancton TOTAL/L	165334	8157000	736000	37500
Diatomeas/L	145143	7902000	652000	32500
Chlorophyceas/ L	6667	15000	21333	4000
Cianobacterias/L	10572	208500	59000	0
Dinoflagelados/L	95	1000	0	0
Zooplancton/L	1642857	9750000	5000000	5250000
Macrobentos/cm ²	132	4026	441	348
Macrophytas/cm ²	37	34	29	50
Perifiton/cm ²	1544	144900	31646	788
Peces/alevines	0	0	0	0

II MONITOREO 2012

COMUNIDADES	AFLUENTES			
	PATARA	TOCCO	ANTAJARANE	MILLOJAHUIRA
Fitoplancton TOTAL/L	2598724	8122000	190000	455000
Diatomeas/L	2500676	7974500	63000	414000
Chlorophyceas/ L	75238	14000	106333	29500
Cianobacterias/L	18714	109000	18333	10500
Dinoflagelados/L	0	0	0	0
Zooplancton/L	1642857	9750000	0	2250000
Macrobentos/cm ²	121	2688	384	706
Macrophytas/cm ²	23	75	18	11
Perifiton/cm ²	1012501	13757209	6487152	2914575
Peces/alevines	0	0	0	0

El perifiton en general se incrementa en los 4 afluentes en el estiaje ya que quedan al haber disminución de altura de agua en los cuerpos de agua, las especies quedan adheridas a sustratos como piedras o macrophytas.

No se encontraron peces en los 3 afluentes debido al pH ácido, es decir en los tributarios y sector de Patara, Antajarane y Millojahuiria; mientras que en Tocco se buscó con mayor esfuerzo pero no se encontró tal vez por los niveles de ficotoxinas y la presencia de cianobacterias.

DIAGNOSTICO GRAFICADO DE LOS PARAMETROS EN EL EMBALSE DE PASTO GRANDE

Tablas de Rangos referenciales para el mapeo

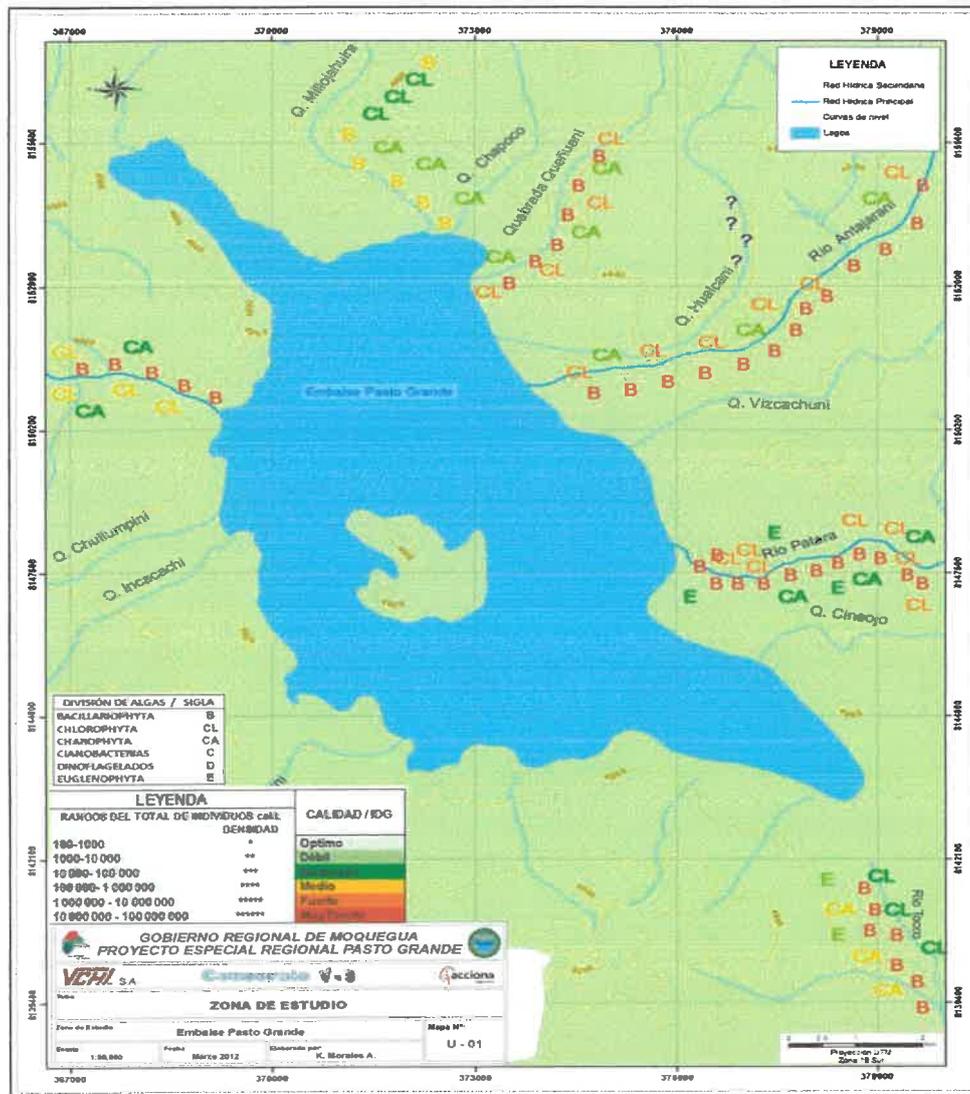
RANGOS DEL TOTAL DE INDIVIDUOS cel/L	
100-1000	
1000-10 000	
10 000- 100 000	
100 000- 1 000 000	
1 000 000 - 10 000 000	
10 000 000 - 100 000 000	

Abundancia Poblacional en los 4 sectores de afluentes y Embalse
 Abundancia Poblacional en la Descarga Inicial
 Abundancia Poblacional en la Descarga Final Parte I
 Abundancia Poblacional en la Descarga Final Parte II

FITOPLANCTON	cel/L	Area Designada
SECTOR TOCCO	11308000.00	
SECTOR PATARA	1170000.00	
SECTOR ANTAJARANI	837000.00	
SECTOR MILLOJAHUIRA	27000.00	
SECTOR EMBALSE	34532514.00	
SECTOR DESCARGA INICIAL	81302000.00	
SECTOR DESCARGA FINAL	1243000.00	

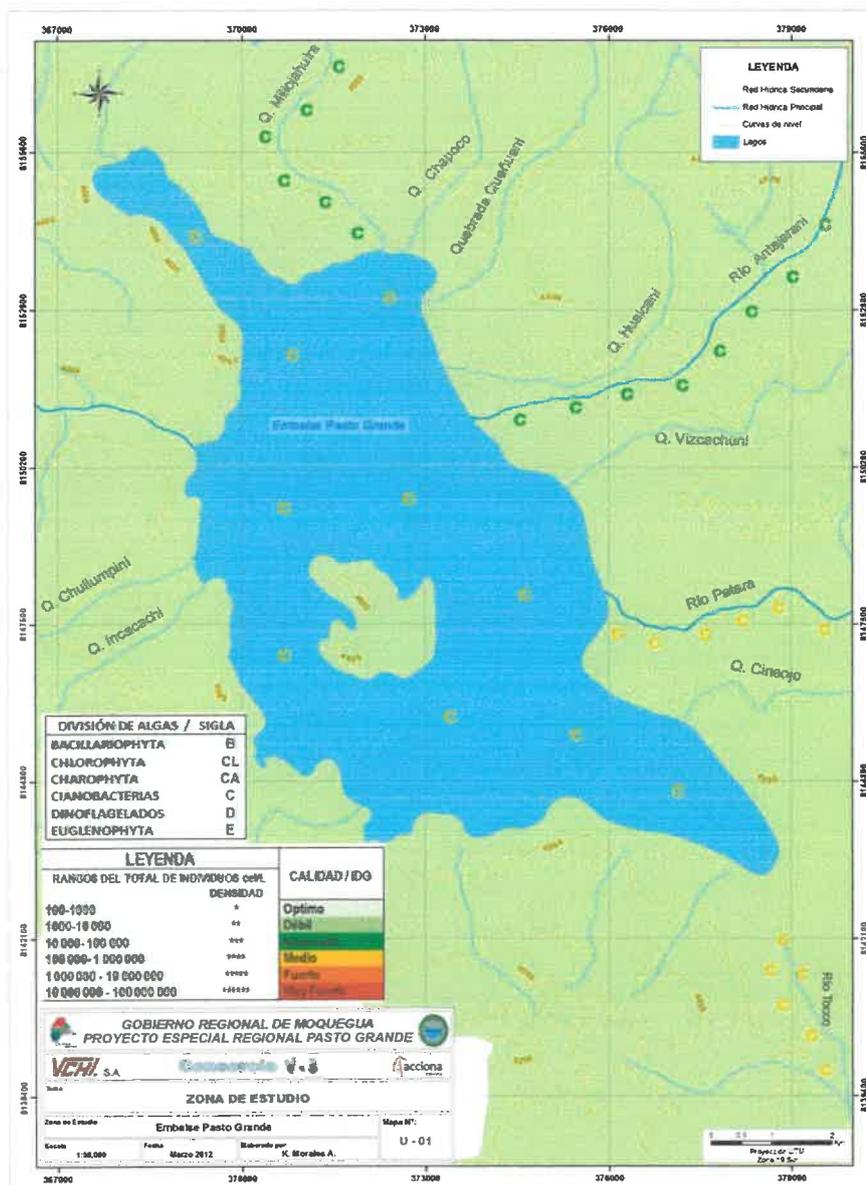
Explicación Valida para todos los mapas incluyendo Embalse y descarga de los Tomos 3 y 4

Mapa N° 1 REPRESENTACION GRAFICA DE LA DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALGAS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE



MAPA N°1: Valoración de las principales Divisiones de Fitoplancton según su abundancia en los afluentes del embalse Pasto Grande donde: (B) es *Bacillariophyta*, (CL) es *Chlorophyta*, (CA) es *Charophyta* y (E) es *Euglenophyta*. La leyenda presenta una gradiente de calidad biológica de color basado en el **Índice Diatómico General**, donde el color rojo pertenece a una polución **MUY FUERTE**, el color naranja a una polución **FUERTE**, el color ámbar a una polución **MEDIA**, el color verde es una polución **MODERADA**, el color verde oliva oscuro es una polución **DEBIL** y el color verde oliva claro un estado **OPTIMO** de calidad de aguas. La densidad de las especies por sector de muestreo se presenta según el número de letras representativas a la División Algal respectivamente; por ejemplo si se muestra una zona con alta repetitividad de la sigla que representa una división, tal es el caso de "B" y de color rojo, significa que en ese sector habrá una abundancia de especies *Bacillariophytas* entre 10^7 y 10^8 cel/L y su nivel de polución es **muy fuerte**.

Mapa N° 2 REPRESENTACION GRAFICA DE LA DISTRIBUCION DE CIANOBACTERIAS Y DINOFLAGELADOS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE



MAPA: Valoración de las Cianobacterias (C) , según su abundancia en los afluentes y embalse Pasto Grande . La leyenda presenta una gradiente de calidad biológica de color basado en el **Índice Diatómico General**, donde el color rojo pertenece a una contaminación **MUY FUERTE**, el color naranja a una contaminación **FUERTE**, el color ambar a una contaminación **MEDIA**, el color verde es una contaminación **MODERADA**, el color verde oliva oscuro es una contaminación **DEBIL** y el color verde oliva claro un estado **OPTIMO** de calidad de aguas. La densidad de las especies por sector de muestreo se presenta según el número de letras representativas a la División Algal respectivamente; por ejemplo si se muestra una zona con alta repetitividad de la sigla que representa una división , tal es el caso de “C” y de color verde , significa que en ese sector habrá una abundancia de especies *Cianobacterias* entre 10^5 y 10^6 cel/L y su nivel de contaminación es **moderada**.

00 032

Figura N°8 CLADOGRAMAS DE SIMILARIDAD DE FITOPLANCTON EN LOS AFLUENTES DE PASTO GRANDE

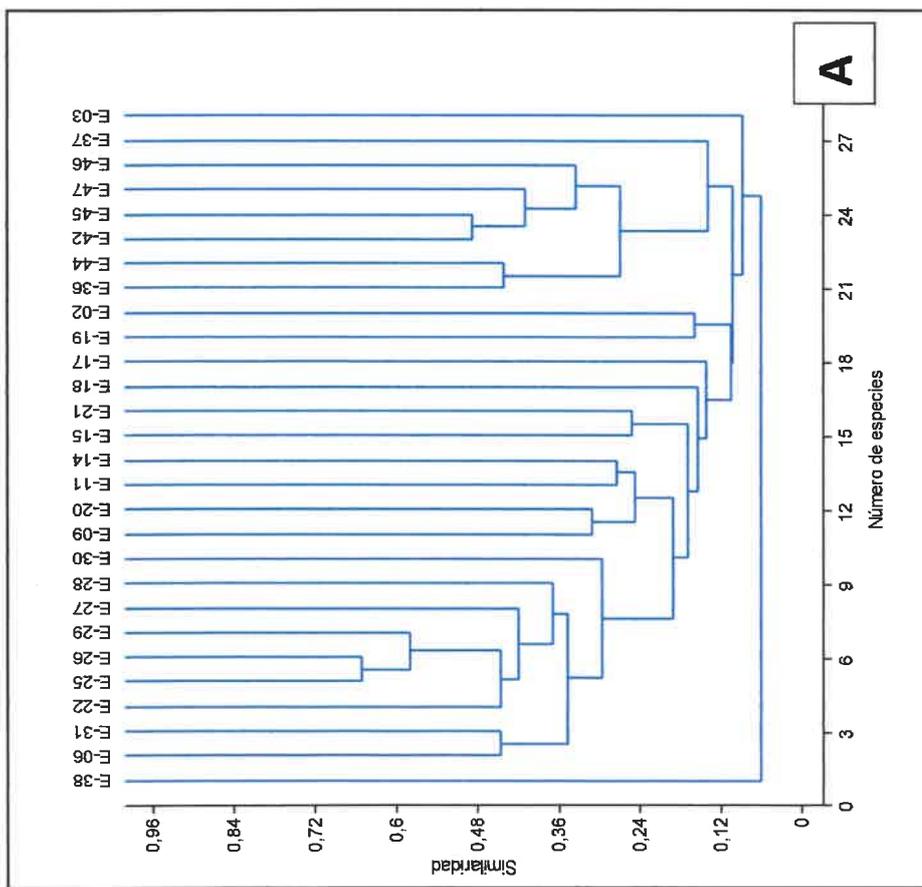
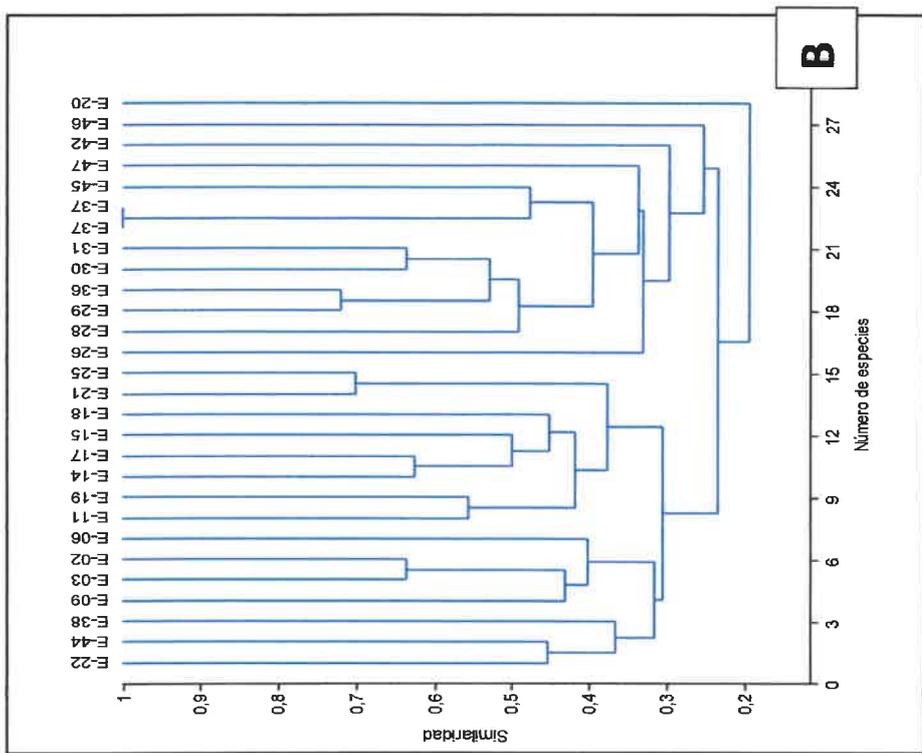


Figura 8: Cladograma del índice de Similitud según Jaccard para las comunidades fitoplanctónicas en las estaciones de muestreo pertenecientes a los afluentes del Embalse Pasto Grande Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. María Aranguren Carbajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

CONSORCIO V-5

 Bta. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Los cladogramas sirven para analizar las similitudes o diferencias de las estaciones evaluadas, en este caso se usa Jaccard para evaluar la comunidad de fitoplancton; siendo que en el I Monitoreo hay diferenciaciones del sector Patara, del sector Antajarane de los demás puntos de muestreo; siendo la estación 3 Cotañañi antes de la mina el punto de muestreo más diferentes.

Los núcleos más similares son los del río Cacachara, el sector de Patara antes de los tributarios siendo que Palleutane se diferencia notablemente.

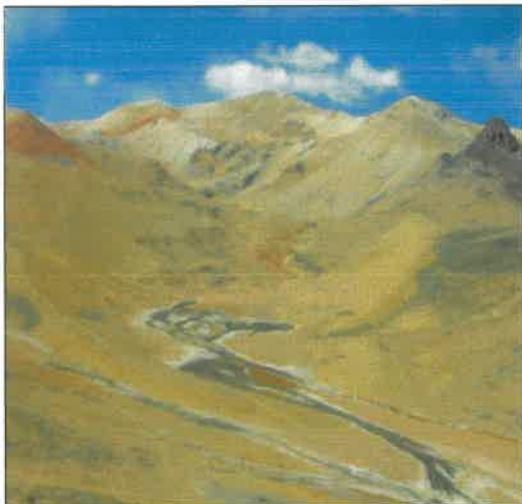
En el II Monitoreo también se diferencia las estaciones de Patara del resto de estaciones, siendo dentro de ese núcleo diferente la estación E9 Acosiri después de las operaciones de la Mina y E15 después de los Desmontes en Cacachara.

INFLUENCIA DEL pH SOBRE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS.

La Cuenca Millojahuiria en su drenaje superficial presenta afloramiento de aguas ácidas en su cabecera moviliza todos los iones metálicos de las rocas volcánicas del lecho y las paredes del valle por el cual discurre, hasta el Embalse de Pasto Grande. Existen acuíferos en los depósitos cuaternarios que captan principalmente aguas procedentes de las precipitaciones en forma de lluvia, granizo o nieve, infiltrándose y almacenándose, formándose las aguas subterráneas, las que descargan hacia el exterior a través de manantiales, los cuales incrementan su caudal principalmente durante la época de avenidas y disminuyen hacia el final del periodo de estiaje. Todo este factor influye negativamente en las comunidades hidrobiológicas principalmente en el fitoplancton siendo que la contaminación aquí se puede denominar natural ya que no hay intervención de la industria.

La Cuenca de Patara colecta las aguas de las quebradas Cotañani y Acosiri en la cabecera (Santa Rosa), sin embargo la presencia de los pasivos ambientales constituidos por las bocaminas y desmonteras de la antigua mina Cacachara, en las cercanías del Río Cacachara, ha provocado la presencia de drenaje ácido de mina (DAM), con valores que oscilan entre 3.5 y 4.5 de pH, en los puntos cercanos a la confluencia con la quebrada Cotañani, quienes a pesar de los esfuerzos de lixiviación y zanjas de coronación no hay logrado disminuir el impacto del pH ácido, siendo en este sector la contaminación de origen antropogénico. En Patara además hay afloramientos de aguas termales con alto contenido de aluminio y temperaturas que afectan a las comunidades hidrobiológicas.

Foto A: Naciente de Millojahuiria **Foto B:** Afloramientos de aguas termales en Patara.



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Venguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 35763

CONSORCIO V-5

Biga, Hilda Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Se ha evidenciado por las gráficas adjuntas que el PH determina la cantidad de fitoplancton del ecosistema en los Afluentes, por ejemplo el punto E18 correspondiente al Cacachara tiene el pH más bajo y se correlacionaron la abundancia menor de fitoplancton mientras que en Patara donde el pH se eleva ligeramente por encima de 6 el fitoplancton también se incrementa, siendo un factor influyente en el ecosistema.

El PH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un PH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, cuyo pH está entre 5,4 y 6,8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

Las Desmidiaceae encuentran su hábitat principal en los lagos oligotróficos y distróficos, con pH ácido y aguas pobres en calcio. Las familias Zygnemaceae y Gonatozygaceae raramente presentan especies planctónicas, cuando ocurre, casi siempre pertenecen a los géneros *Mougeotia* y *Gonatozygon* (Esteves, 1988). En el Embalse Pasto Grande encontramos desmidiáceas pero en una cantidad no significativa.

Efectos de los niveles de pH en la vida acuática

Efecto 3.0 – 3.5

Poco probable que los peces sobrevivan por más de unas pocas horas en este rango, aunque se pueden encontrar algunas plantas e invertebrados a niveles de pH tan bajos como éstos. Esto es cierto para las truchas de Pasto Grande.

3.5 – 4.0

Se conoce que es letal para los salmónidos, si los hubiera, no es el caso en Pasto Grande.

4.0 – 4.5

Ausentes todos los peces, muchas ranas e insectos.

4.5 – 5.0

Muchos insectos ausentes. La mayoría de los huevos de peces no madurarán.

5.0 – 5.5

Bacterias que viven en el fondo de los cuerpos de agua (descomponedores) comienzan a morir. Desechos de hojas y detritus se empiezan a acumular, encerrando nutrientes esenciales e interrumpiendo los ciclos químicos. El plancton empieza a desaparecer. Moluscos ausentes. Alfombras de hongos comienzan a reemplazar a las bacterias en el sustrato. Aún hay perifiton en Pasto Grande.

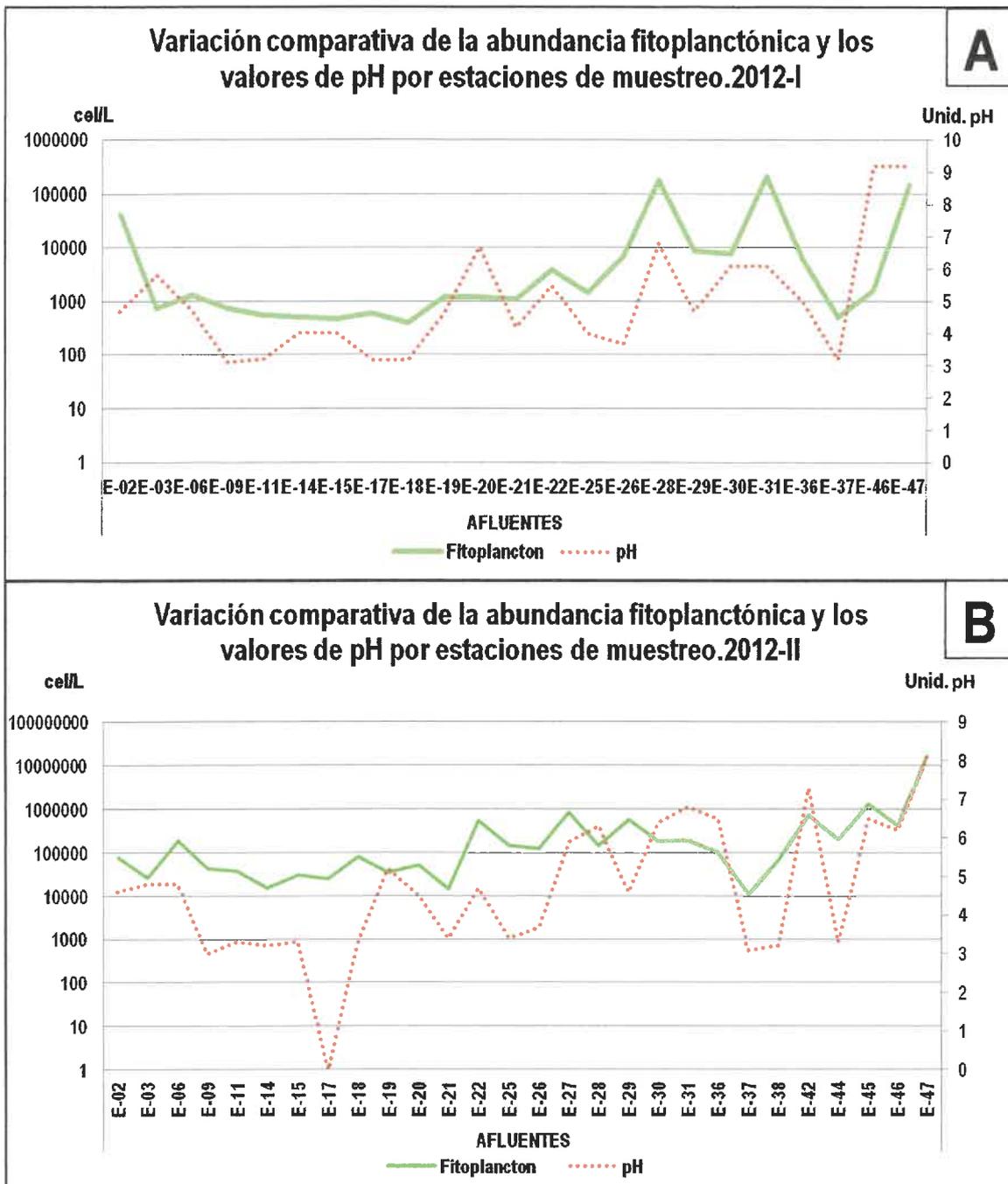


Figura 9 : Comparación de las abundancias fitoplanctónicas junto a la variación del pH durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

Lo mismo sucede en el II Monitoreo siendo en los puntos del Rio Acosiri después de las minas, E09 y el Los mismo sucede en el II Monitoreo siendo en los puntos del Rio Acosiri después de las minas, y en el punto E37 y E44 que corresponden a Antajarane y Millojahuira tienen también tendencia a disminuir la cantidad del fitoplancton.

El zooplancton si esta disminuido y es una comunidad más afectada, debido a que en varios puntos de Patara y Antajarane en el I Monitoreo no aparecen especies de zooplancton y en el II Monitoreo.

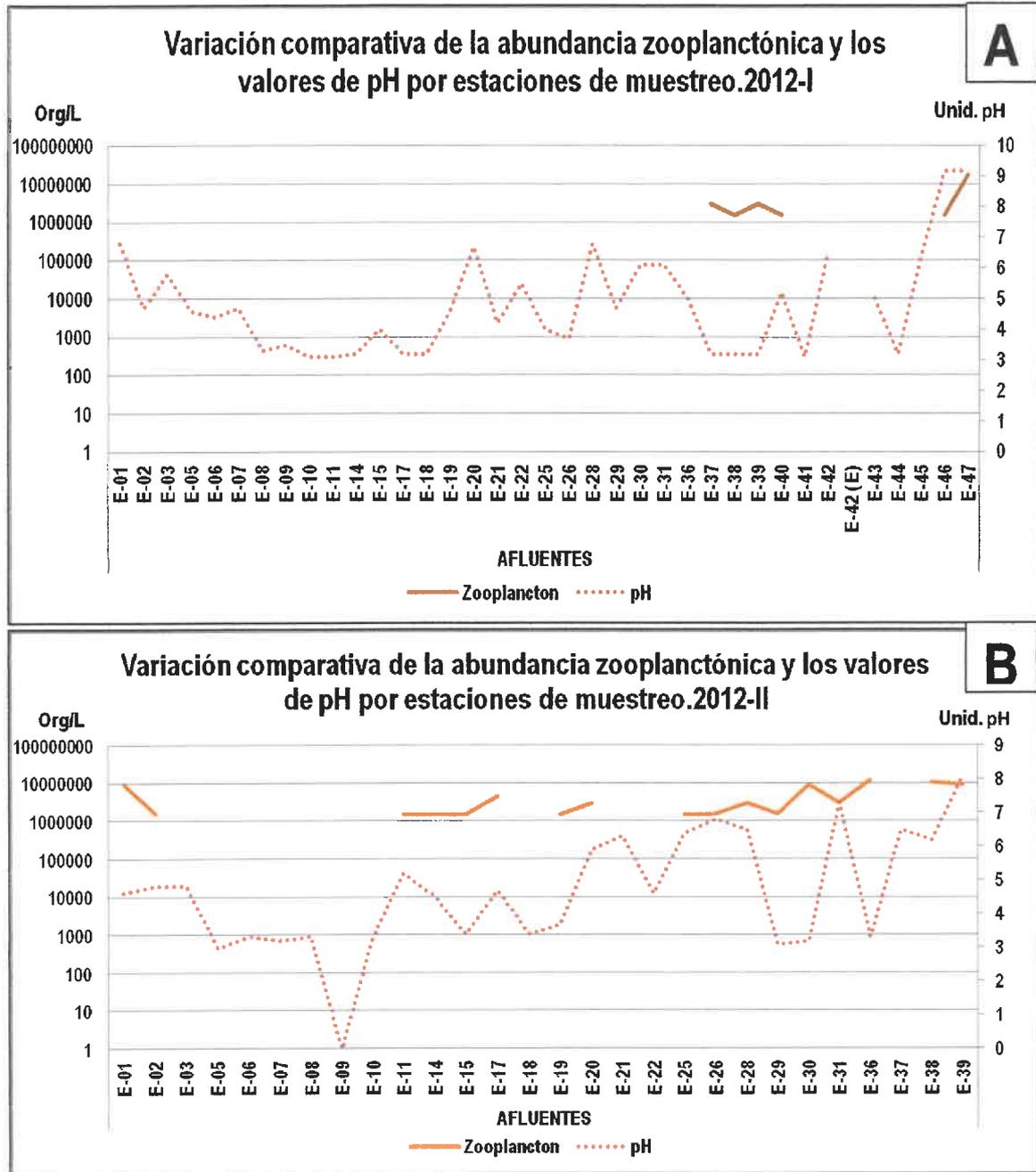


Figura 10: Comparación de las abundancias zooplanctónicas junto a la variación del pH durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

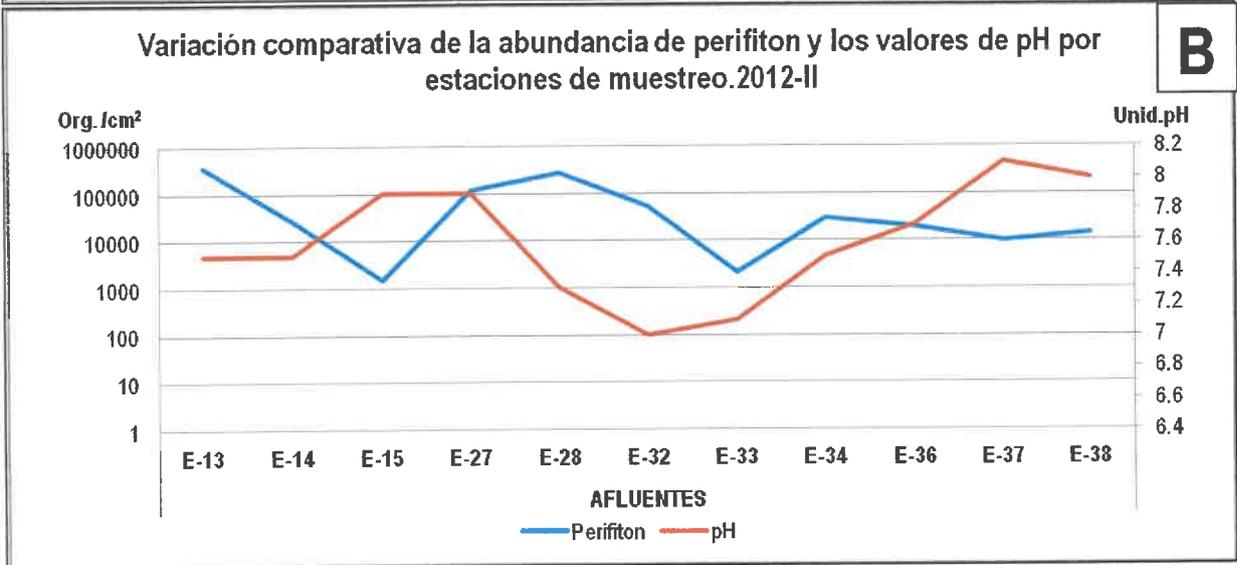
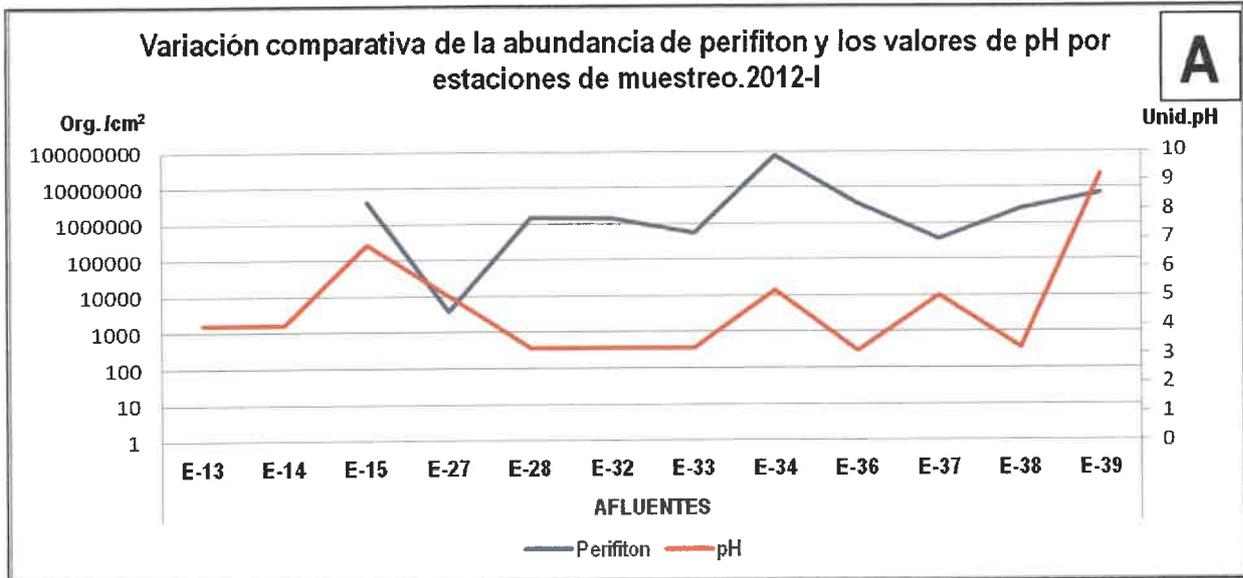


Figura 11: Comparación de las abundancias de perifiton junto a la variación del pH durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

El perifiton y macrobentos que en términos concretos nos hablan del sedimento o sustrato de los afluentes, nos menciona también la relación estrecha con el pH, cabe mencionar de manera especial la diferencia en cantidades de la zona de los afluentes con la zona de descarga la cual tiene una recuperación natural del pH, gracias a la caída de zonas altas, y formación de pequeños floculadores naturales donde se generan oxígeno, es decir recuperación de la acidez que incluso incluye la biota que vive asociada al sustrato y sedimentos sea perifiton o macrobentos.

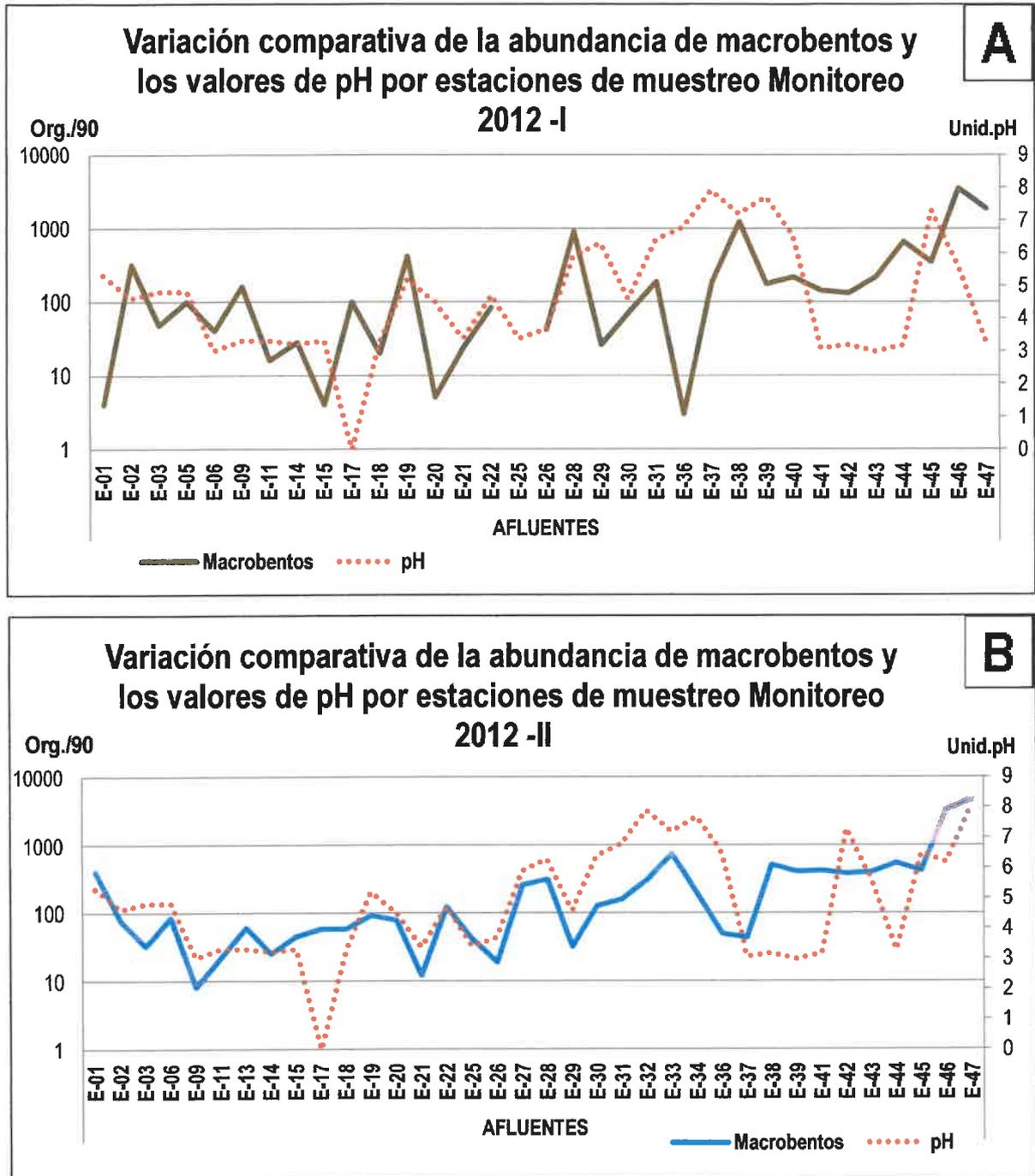


Figura 12: Comparación de las abundancias de macrobentos junto a la variación del pH durante el Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B) para Afluentes.

DETERMINACION DE FICOTOXINAS Y CLOROPHYLA A EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

No hay efecto de las microcistinas sobre bacterias acuáticas hay informes de que no tiene efecto bactericida sobre *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas hydrophila*. De allí que en el I Monitoreo pudimos encontrar en presencia de cierto nivel de ficotoxinas, presencia de bacterias en los afluentes, en el periodo de estiaje cambia y si desaparecen las bacterias en toda la zona de afluentes.

Las ficotoxinas en los afluentes, tienen el valor mayor en Acosiri y también Patara con algo más de 4 ug/L, siendo en la mayoría de los casos existen valores incluso menores de 1 ug/L, sobre todo en las nacientes de los afluentes. A pesar que en Tocco y Antajarane se encuentran la mayor cantidad de cianobacterias, no son los puntos de mayor cantidad de ficotoxinas.

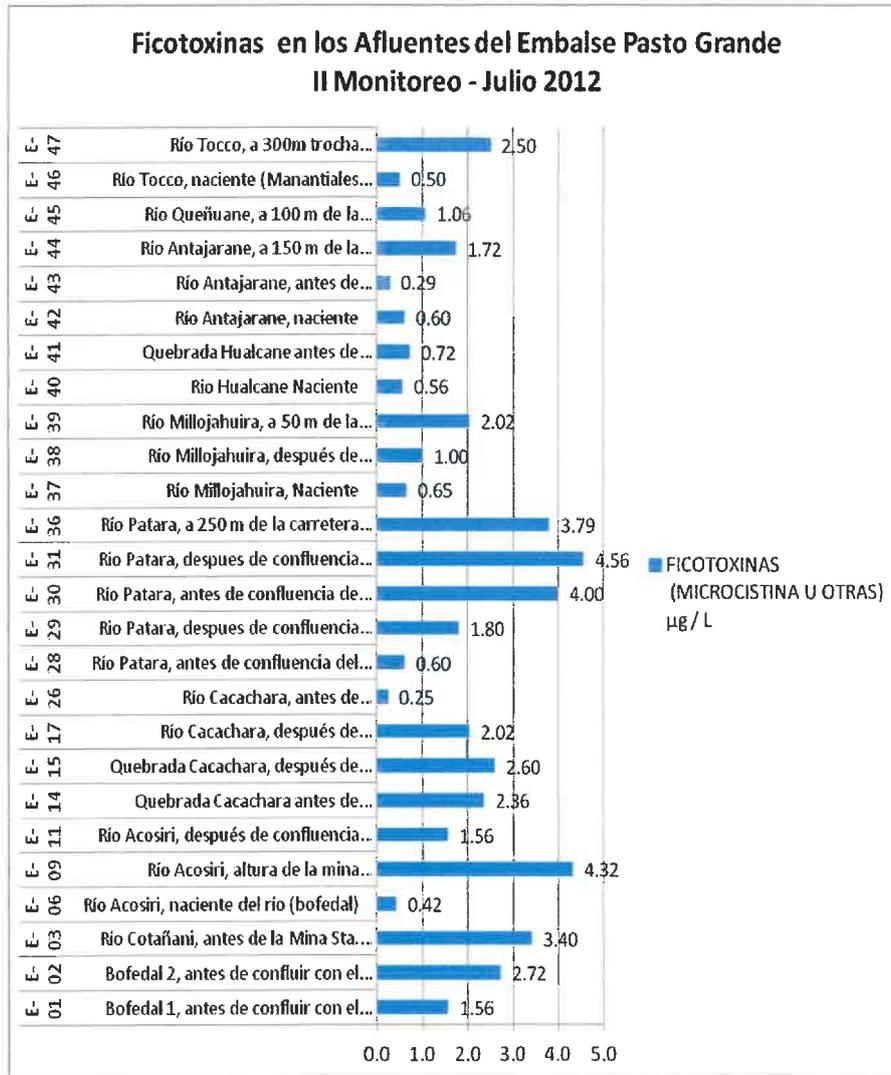
AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) ug/ L	FICOTOXINAS (MICROCISTINA U OTRAS) µg / L
TOCCO	1.223	1.353
ACOSIRI; BODEFAL, COTAÑAÑI	2.122	2.330
ACOSIRI DESPUES DE OPERA MINE	4.000	4.320
QUEBRADA y RIO CACACHARA	0.500	1.808
PATARA Y OTROS	1.772	1.639
ANTAJARANE	0.640	0.778
MILLOJAHUIRA	0.820	1.223

AFLUENTES	AVENIDA	ESTIAJE
	CLOROFILA A mg / M3	CLOROFILA A mg / m ³
TOCCO	12.709	12.977
ACOSIRI; BODEFAL, COTAÑAÑI	13.851	14.362
QUEBRADA y RIO CACACHARA	4.853	4.834
PATARA Y OTROS	21.195	17.182
PATARA ANTES DE CAIRONI	28.836	29.362
ANTAJARANE	12.416	12.962
MILLOJAHUIRA	6.543	10.177

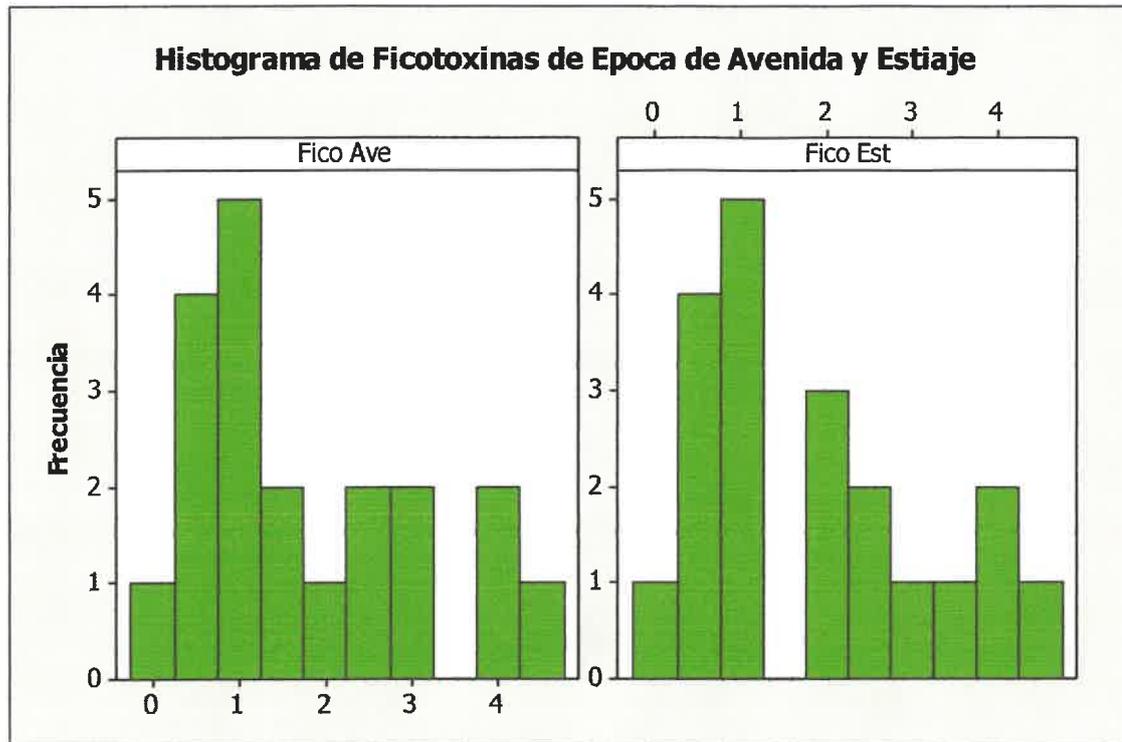
En cuanto a Clorophylla A el Rio Patara es el que tiene los valores mayores, siendo en este periodo ligeramente menor que en el primer monitoreo con 17 mg/m³, los puntos de menor cantidad de clorofila A esta frente al Rio Chapioco: Punto 2 del Embalse y Frente al Rio Antajarane, señalando un nivel trófico mesotrófico, debido a que los valores van entre 7 mg/m³ y 17 mg/m³. Según el sistema de clasificación de la OCDE (1982). El valor máximo de clorophylla se da en el punto de Patara antes de la confluencia con Caironi con 29 mg/m³.

A nivel de Millojahuira el nivel de clorophylla es el más bajo en el I Monitoreo

Figura 24: Resultados de la valoración de ficotoxinas en los Afluentes del Embalse Pasto Grande



Las ficotoxinas en los afluentes, tienen el valor mayor en Acosiri y también Patara con algo más de 4 ug/L, siendo en la mayoría de los casos existen valores incluso menores de 1 ug/L, sobre todo en las nacientes de los afluentes.



Estadísticas descriptivas: Ficotoxinas en Afluentes Pasto Grande en época de Avenida y Estiaje

Variable	N	N*	CumN	Porcentaje	CumPct	Media	estándar	Desv.Est.
Fico Ave	20	0	20	100	100	1.770	0.298	1.332
Fico Est	20	0	20	100	100	1.878	0.308	1.379

Variable	Varianza	CoefVar	Suma	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Fico Ave	1.775	75.30	35.390	0.170	0.610	1.295	2.692	4.430
Fico Est	1.902	73.43	37.560	0.150	0.630	1.600	2.920	4.690

En este histograma se nota la semejanza de los datos de ficotoxinas cuyos valores menores a 1 ug/L constituye la barra mayor, es decir la mayor cantidad de datos en el Ecosistema Pasto Grande, habiendo en determinadas estaciones valores de 2 y 3 ug/L y algunos pocos por encima de 4 ug/L en la Estación E09 en el Afluente Río Acosiri a la altura de la mina y en los puntos E30, E31 y E32 en el caso del II Monitoreo el valor de 4.56 ug/L en el Río Patara después de la confluencia de la quebrada Caironi. El histograma nos grafica que el acúmulo de datos está más hacia la izquierda es decir valores mínimos cercanos a 1 ug/L.

CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y PARASITOLÓGICA EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE

Los parámetros que permiten caracterizar la parte microbiológica de los afluentes comparando con normativa legal, teniendo valores guía en las ECAS 2008 para las aguas tipo Clase A2. Se nota que los coliformes totales y coliformes termotolerantes se presentaron de modo constante en todos los afluentes y en el II monitoreo casi siempre es cero. Las bacterias heterotróficas en Tocco se encuentran más constantes con valores de hasta 4900 UFC/ mL y Antajarane 3600 UFC/mL mientras que en Millojahuira no aparece nada de bacterias y valores sumamente menores 10 UFC/100 mL de Enterococcus en el II Monitoreo, sin embargo en el I Monitoreo se presentó en un promedio de 3000 UFC/100 mL. Vale mencionar que este parámetro no solicitado en los TdR ayuda a verificar la presencia de bacterias que aunque heterotróficas no necesariamente vienen del tracto digestivo, por lo tanto es señal de ensuciamiento de las aguas por diversos motivos, incluyendo aire.

Es interesante verificar que a nivel de Acosiri, la quebrada de Cacachara y Río Cacachara, se presenta ciertas cantidades de coliformes totales, termotolerantes y E. coli pero en el II monitoreo no aparecen.

Los helmintos que son parásitos provenientes de tractos digestivos humanos y de animales de sangre caliente, están presentes en todos los afluentes. Mientras que disminuyen en el II Monitoreo especialmente en Millojahuira. Los helmintos reportados son Ascaris e Hymenolepis sp. para el II monitoreo.

I MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	AFLUENTES				
	Río Patara		Río Tocco	Río Antajarane	Río Millojahuira
	Río Patara antes de Confluencia con río Cacachara	Río Cacachara			
CT NMP/100 mL	3177	5276	3300	2950	3390
CTT NMP/100 mL	3027	3198	700	2140	2523
E. coli NMP/100 mL	357	359	240	187	903
Enterococcus NMP/100 mL	2546	4478	1900	2465	3600
B. Heterotróficas UFC /mL	7860	11230	4900	3675	3000
Helmintos HH/ L	25	-	28	37	37

II MONITOREO 2012

MICROBIOLOGIA	AFLUENTES				
	Río Patara		Río Tocco	Río Antajarane	Río Millojahuira
	Río Patara antes de Confluencia con río Cacachara	Río Cacachara (afluente del río Patara)			
CT NMP/100 mL	1160	0	1901	822	0
CTT NMP/100 mL	780	0	351	620	0
E. coli NMP/100 mL	260	0	136	68	0
Enterococcus NMP/100 mL	760	0	1551	683	10.00
B. Heterotróficas UFC /mL	2411	32	4900	2140	6.67
Helmintos HH/ L	4.5	-	9	12	1

231

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

Blga. Ivette Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Los valores de *Enterococcus fecales* si están presentes en el ecosistema en ambos monitoreos, ya que las ECAS 2008 de modo sumamente estricto menciona 0 para este tipo de aguas, lo mismo que para *Escherichia coli*, lo que realmente es irreal, sin embargo en el caso de *Enterococcus fecalis* se presenta de modo perenne de modo comparativo llegó a 9000 NMP/100 mL a nivel de Tocco en el I monitoreo mientras que en el II Monitoreo llega a 3, 100 NMP/100 mL en Tocco trocha carrozable.

En los puntos de muestreo correspondiente a los afluentes en los 2 monitoreos se nota que los coliformes totales son mayores en la época de avenida, mientras que el estiaje baja significativamente o casi cero, es decir no sobrepasa los niveles de 3000 NMP/100 mL y los coliformes termotolerantes cumplen con el valor de 2000 NMP/100 mL a nivel de los afluentes. En cuanto a las bacterias heterotróficas se tiene valores aunque también bajos va teniendo por ejemplo en el E06 Acosiri un valor de 190 UFC/mL, el cual está dentro de lo normal siendo lugares abiertos.

En algunos puntos por ejemplo E-44 correspondiente a Antajarane a 150 m de la carretera, si sobrepasa el nivel teniendo de bacterias heterotróficas por encima de 10, 000 UFC/mL, también E45, E47 correspondientes a Queñuane y Tocco,

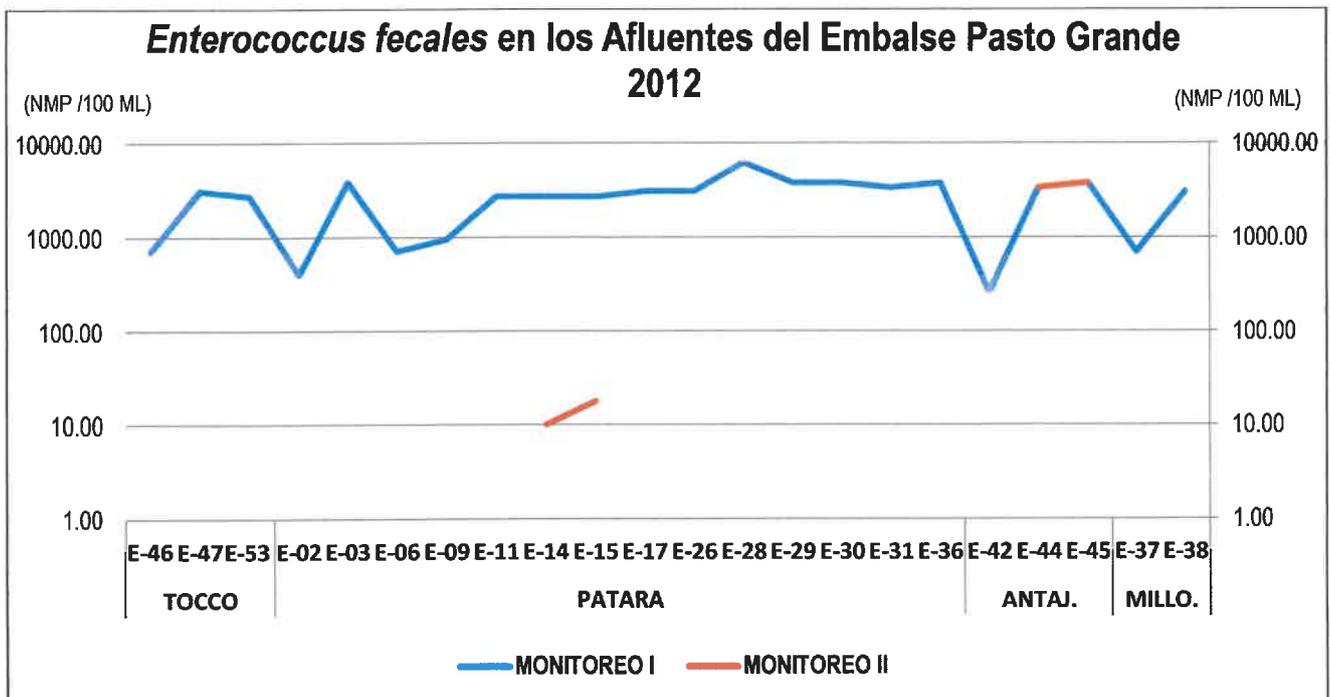


Figura 33: Evaluación microbiológica para *Enterococcus fecales* en los afluentes del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

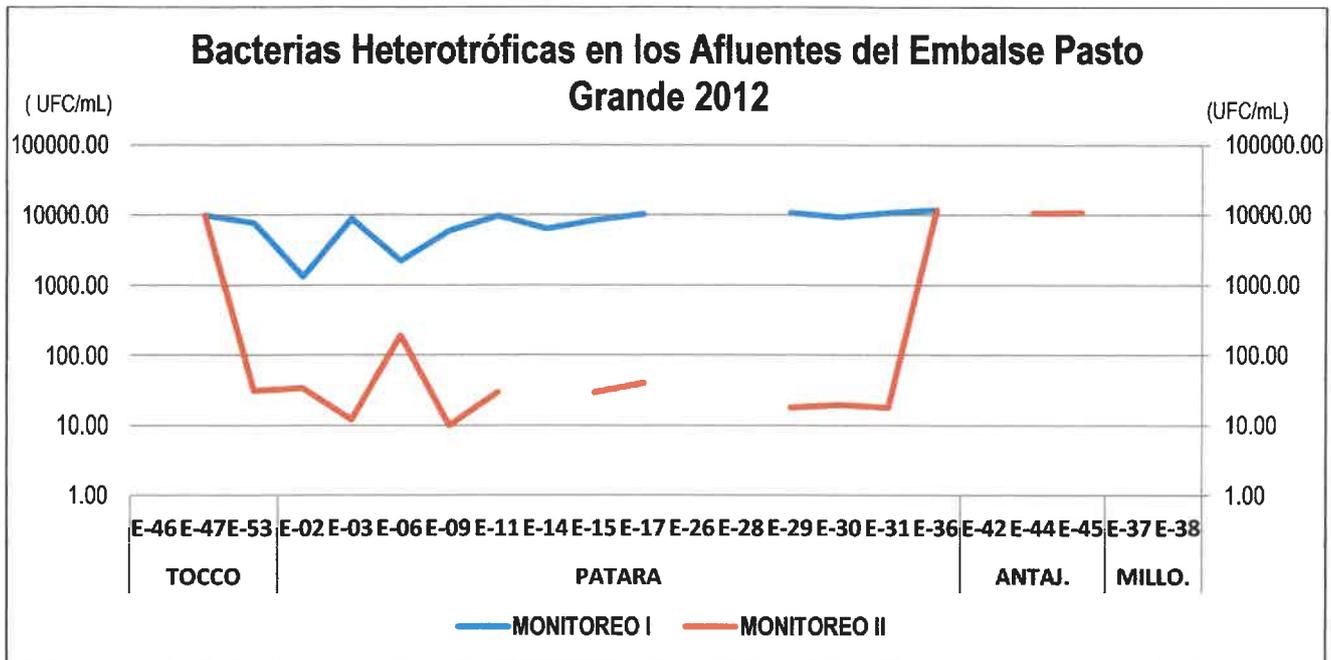


Figura 34: Evaluación microbiológica para *Bacterias heterotróficas* en los afluentes del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

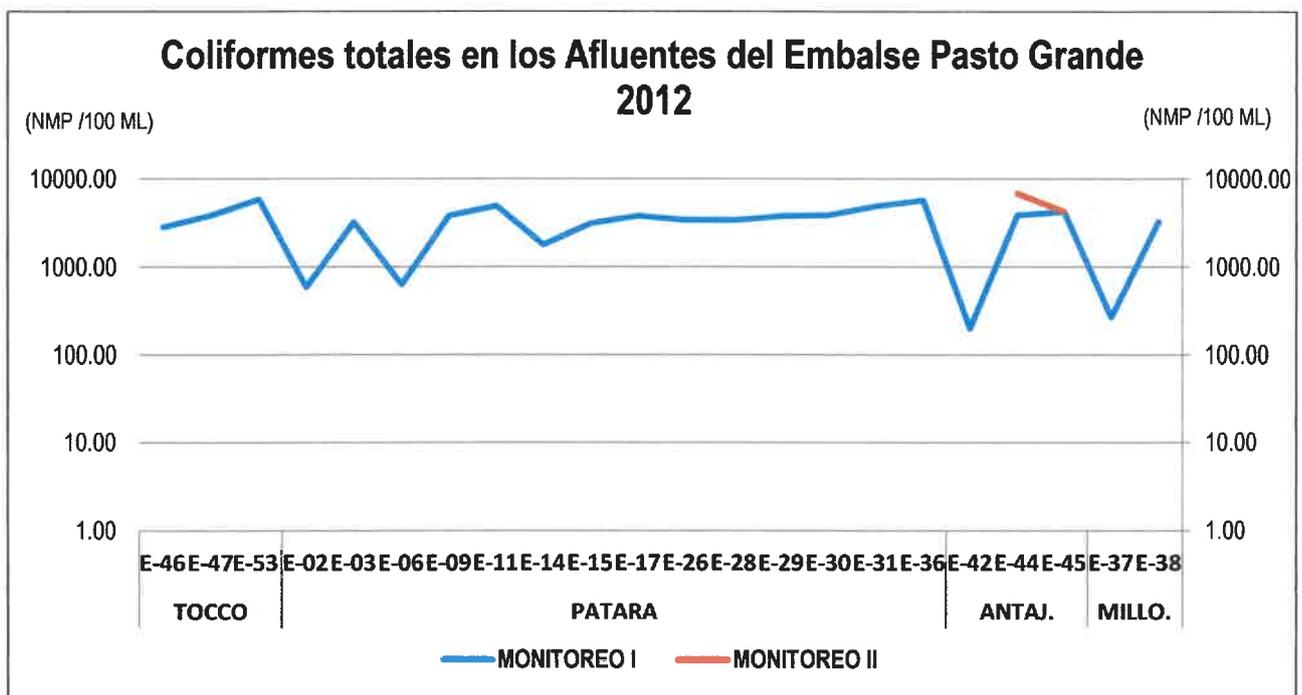


Figura 35: Evaluación microbiológica para *Coliformes Totales* en los afluentes del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

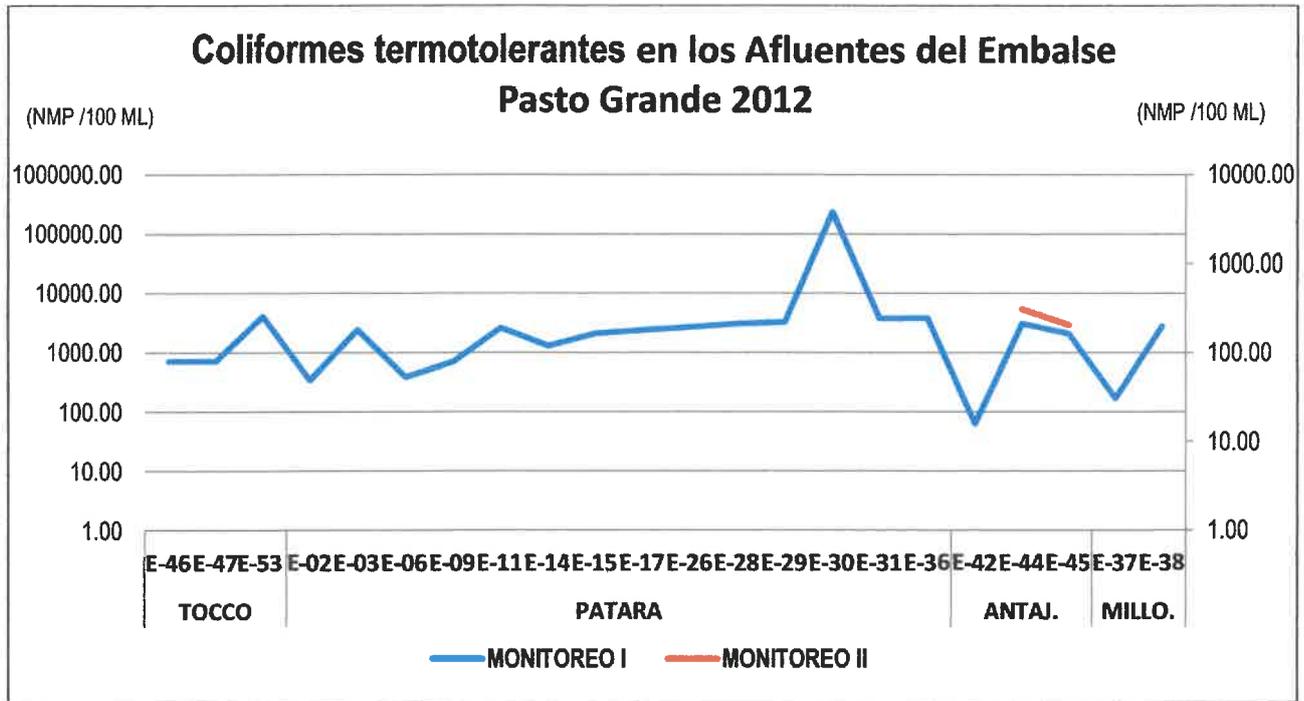


Figura 36: Evaluación microbiológica para *Coliformes Termotolerantes* en los afluentes del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

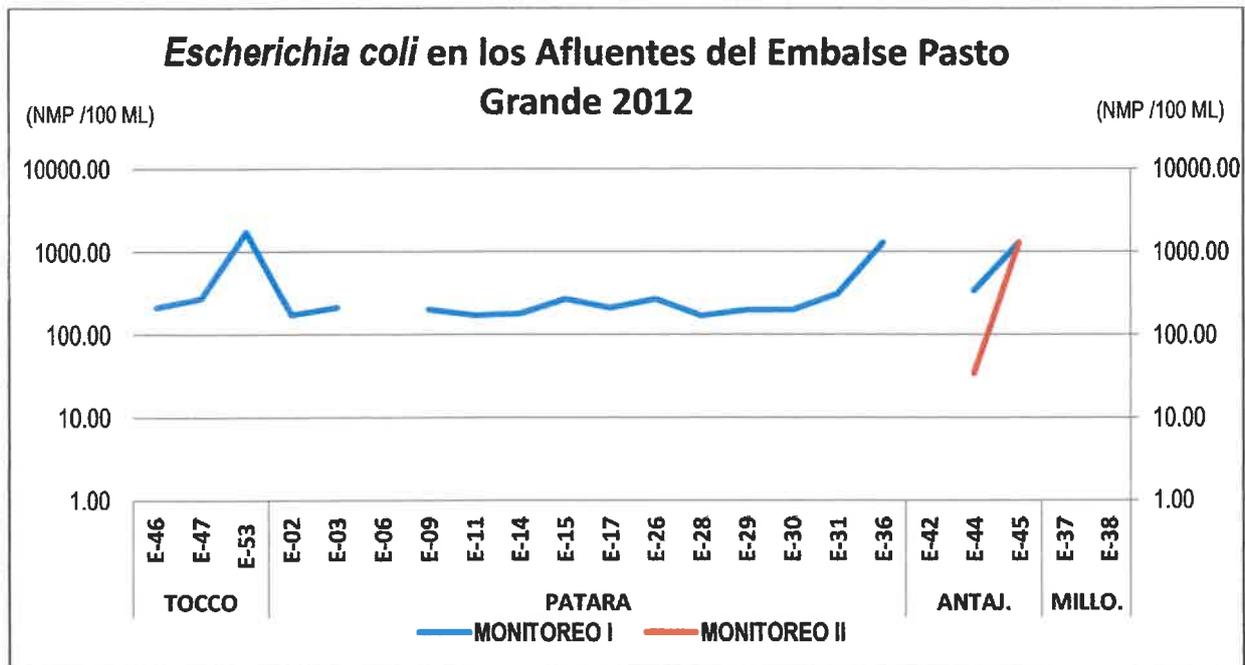


Figura 37: Evaluación microbiológica para *Escherichia coli* en los afluentes del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

En los puntos de muestreo correspondiente a los afluentes (II Monitoreo) se nota que los coliformes totales son 0 o casi cero, es decir que cumple con los niveles como afluente o curso de agua no sobrepasa los niveles de 3000 NMP/100 mL y los coliformes termotolerantes cumplen con el valor de 2000 NMP/100 mL a nivel de los afluentes; esto probablemente a las bajas temperaturas, debido a que la disminución de lluvias y/o caudal podría haber aumentado las concentraciones pero se observa un comportamiento diferente. En cuanto a las bacterias heterotróficas se tiene valores aunque también bajos va teniendo por ejemplo en el E06 Acosiri un valor de 190 UFC/mL, lo cuál está dentro de lo normal siendo lugares abiertos.

Sin embargo en algunos puntos por ejemplo E-44 correspondiente a Antajarane a 150 m de la carretera, si sobrepasa teniendo de bacterias heterotróficas por encima de 10, 000 UFC/mL, también E45, E47 correspondientes a Queñuane y Tocco,

CONSORCIO V-5



Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5



Hilda Alvarado Flores
BIÓLOGA
CEIP. 2531

BIOENSAYOS DE TOXICIDAD EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE.

Tabla N° 1 TOXICIDAD AGUDA DEL AGUA SUPERFICIAL DE LOS AFLUENTES CON *Daphnia magna* PULGAS DE AGUA

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-44	45.03	tóxico X	-	-	Río Antajarane, 150 mts. de al carretera aguas arriba
E-09	100	atóxico	0.96	tóxico XXXX	Río Acosiri, altura de la mina despues de operaciones (ref. mina EM-4)
E-15	100	atóxico	1.07	tóxico XXXX	Quebrada Cacachara despues de desmontes
E-36	100	atóxico	1.57	tóxico XXXX	Río Patara, a 250 mts. de la carretera aguas arriba
-	-	-	1.91	tóxico XXXX	Río Antajarane, 150 mts. de al carretera aguas arriba
E-04	100	atóxico	9.42	tóxico XXX	Río Cotañani, altura de mina despues de operaciones (ref. mina EM-5)
E-29	100	atóxico	12.54	tóxico XXX	Río Patara, despues de confluencia con río Cacachara
E-39	100	atóxico	2.9	tóxico XXX	Río Millojahuira, a 50 mts. de la carretera, antes de ingresar a embalse
E-45	100	atóxico	11.56	tóxico XXX	Río Queñuane, a 100 mts. de la carretera aguas arriba
E-47	100	atóxico	27.3	tóxico XXX	Río Tocco, a 300 mts de trocha carrozable (Majada Tocco)

La toxicidad de los sedimentos relacionados a los afluentes, se observan resultados más confiables por la inmovilidad del sedimento y la fotografía histórica de la toxicidad. Siendo que el Río Antajarane presenta una toxicidad alta debido a la reducida LC50% que se necesita para eliminar el 50% de población. Otros puntos del Embalse incluyendo la salida de Patara y la Salida del Embalse están como Ligeramente tóxicas.

Este nivel de toxicidad no está aún en las normas nacionales lo ideal es que sea Atóxico, o aceptable, pero es una manera de medir de modo conjunto todo el impacto del agua y sus características bióticas y abióticas sobre un organismos biológico que es criado en el laboratorio y sometido a diversas concentraciones del agua que se está analizando. Sin embargo la aceptabilidad no significa que sea aceptable para beber sino es una valoración ecológica.

Tabla N° 2 TOXICIDAD AGUA EN SEDIMENTOS DE LOS AFLUENTES con *Chironomus Calligraphus*

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO AVENIDA		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	CL50 (%)	Catalogación Toxicológica	
S-17/ E2	7.22	tóxico XXX	-	-	Río Antajarane
-	-	-	100	Atóxico	Relacionado con punto E60 Salida del Embalse
S-12/ E51	18.97	tóxico XXX	94.98	tóxico X	Relacionado con punto E60 está en el Canal Salida
S-05A/E60	46.14	tóxico X	75.7	tóxico X	Frente al río Millojahuira
S-04	96.75	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Tocco
S-02	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Antajarani
S-03	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Patara
S-45	100	Atóxico	100	Atóxico	Relación con E45 Río Queñuane, a 100 mts. de la carr aguas arriba

S-06	100	Atóxico	100	Atóxico	Centro del embalse - 1
S-09	100	Atóxico	100	Atóxico	Centro del embalse - 4
S-10	100	Atóxico	100	Atóxico	Centro del embalse - 5
S-14	100	Atóxico	100	Atóxico	Río Patara
S-02	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Antajarane
S-03	100	Atóxico	100	Atóxico	Frente al río Patara
S-45	100	Atóxico	100	Atóxico	Relación con E45 Río Queñuane, a 100 mts. de la carr aguas arriba

INDICES BIOLÓGICOS EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE.

El uso de los Índices Biológicos, nos resume las conclusiones de acuerdo a situaciones convencionales estandarizadas a nivel del agua superficial la contaminación es moderada o media; tanto en el monitoreo I y II.

Los indicadores biológicos que se consideran para el cálculo del estado ecológico son flora acuática (fitoplancton, fitobentos y macrofitas) y fauna macro invertebrada bentónica y si la hubiera fauna ictiológica.

Con el propósito de unificar criterios y facilitar el cálculo de índices que permitan establecer el estado ecológico de las masas de agua, surge la necesidad de evaluar que índices podríamos usar a fin de evaluar el ecosistema de Pasto Grande, basados en los taxones presentes en los afluentes, en el Embalse y en la descarga.

En primer lugar se usan los Índices básicos de diversidad alfa y beta: En el caso de Diversidad alfa basados en la Riqueza específica, específicamente en Riqueza de especies. En segundo lugar basado en la Estructura específicamente Índices de abundancia proporcional: tanto Índices de Dominancia tales como Simpson e Índices de Equidad, tales como Shannon Wiener, como se nota no es que este último índice este mal sino que no se debe presentar de modo aislado ya que puede perder sentido. A continuación se comparte un esquema de las formas de evaluación alfa.

Índices de estado trófico y calidad de agua.

A partir del tipo de organismos fitoplanctónicos presentes en un ambiente particular, así como de su abundancia y densidad, pueden hallarse una serie de índices que permiten determinar el estado trófico y la calidad del agua.

Existen, en general, dos tipos de enfoques al respecto. En el primero se identifican todos los tipos de organismos presentes en la muestra de agua y se establecen sus abundancias y/o frecuencias relativas. Este es el método directo o ecológico y puede referirse a todos los organismos presentes en el ambiente, a algún grupo de ellos en particular o apenas a uno o algunos tipos de individuos. El segundo es el método indirecto o fisiológico, utilizado para estimar la actividad viva de los organismos. Este método se basa generalmente en una especie particular, la cual es cultivada en el laboratorio e inoculada en la muestra de agua que va a ser analizada.

Otros índices como el estado trófico de Carlson no utilizan ninguno de los dos enfoques mencionados. Vale la pena mencionar que dentro del método directo o ecológico se hará mayor énfasis en los índices basados en la abundancia proporcional de los taxones, por ser de amplio uso en la ecología del fitoplancton.

Riquezas de especies

Se considera que existe un mayor número de especies en los ambientes menos eutróficos en comparación con los más eutrofizos. Sin embargo, los resultados dependerán principalmente del lugar donde se efectúe el muestreo, pues, a distintos sitios de un cuerpo de agua pueden corresponder diferentes tiempos de residencia y otras variables que inciden en la determinación de la riqueza de especies: como ejemplo se tiene que los lagos eutróficos con región litoral amplia y rica en macrofitas presentan generalmente un número de especies que puede llegar a ser mayor que el de los lagos oligotróficos (Esteves, 1988).

Así mismo, el número de especies halladas se verá afectado por el tamaño de la unidad muestral, ya que generalmente existe una variación lineal entre ambos factores.

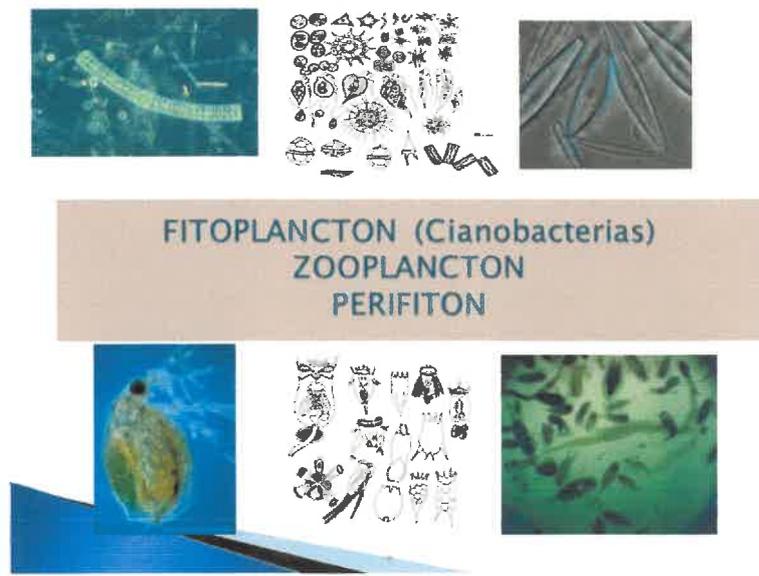
Los tres primeros índices dan resultados menores que uno en ecosistemas lacustres de carácter oligotrófico y mayores que uno en ecosistemas eutróficos. El índice compuesto parece brindar una separación más clara entre los ecosistemas más productivos y los menos productivos.

Además, Nygaard reporta que los lagos que contienen asociaciones cuyo índice compuesto resulte menor que 1,0 son oligotróficos, mientras que aquellos un índice mayor que 3,0 son eutróficos. Los valores intermedios implican mesotrofia o eutrofia débil (Hutchinson, 1967).

En lo que respecta a la universidad de estos índices, deben tenerse en cuenta ciertas restricciones de su uso en los trópicos, pues allí las diatomeas centrales son relativamente más abundantes que las penales, sin que ello signifique que los lagos sean forzosamente oligotróficos. Además, las algas verdeazules son, en general, más abundantes en lagos tropicales (González, 1988).

En general, los valores menores de estos índices se dan en lagos distróficos ricos en desmiáceas y enriquecidos con compuestos húmicos y orgánicos disueltos. El valor del índice compuesto puede ser cercano a cincuenta en lagos eutróficos enriquecidos con muchos nutrientes (Wetzel, 1981).

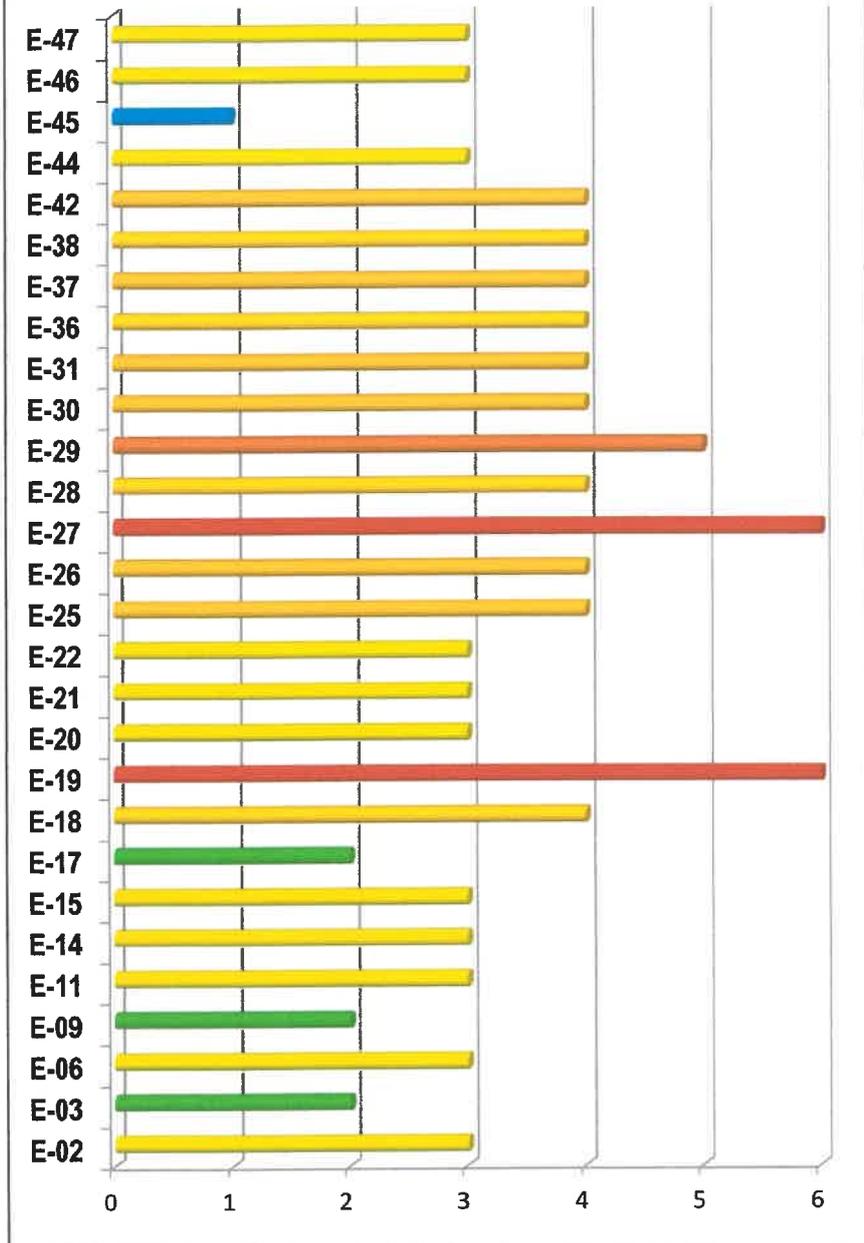
Indices para evaluar comunidades hidrobiológicas.



Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación de Índice Biótico de Familias (IBF) (adaptada de Hauer & Lamberti, 1996).

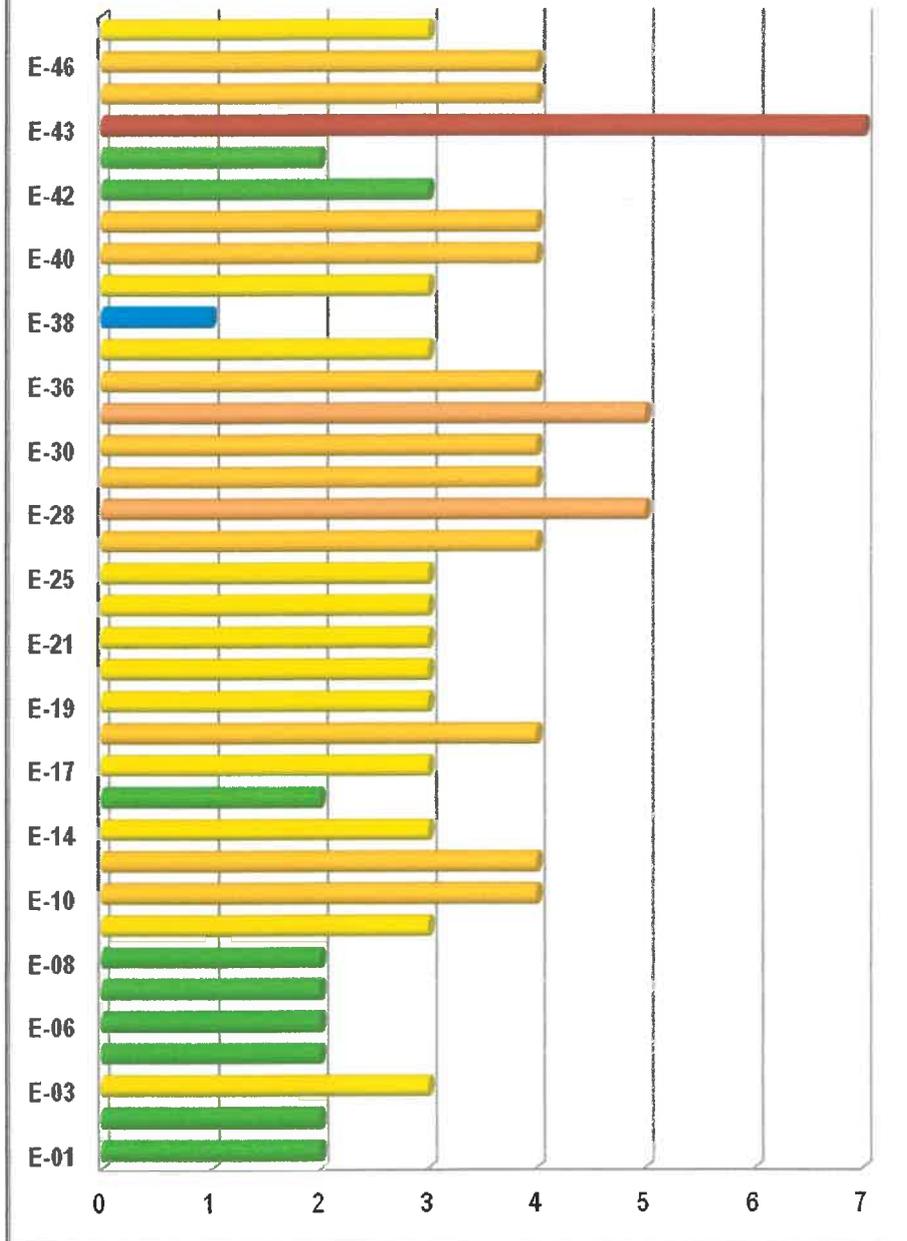
Orden (o Clase)	Familia	Valores de tolerancia	Orden (o Clase)	Familia	Valor de tolerancia
Plecoptera	Gripopterygidae	1	Megaloptera	Corydalidae	0
	Notonemouridae	0		Sialidae	4
	Perlidae	1	Lepidoptera	Pyralidae	5
	Diamphipnoidae	0		Platyhelminthes	Turbellaria
	Eustheniidae	0	Acarí		4
	Austroperlidae	1	Decapoda		6
Ephemeroptera	Baetidae	4	Coleoptera	Elmidae	4
	Caenidae	7		Psephenidae	4
	Leptophlebiidae	2	Diptera	Athericidae	2
	Siphonuridae	7		Blephariceridae	0
	Oligoneuridae	2		Ceratopogonidae	6
	Ameletopsidae	2		Chironomidae	7
	Coloburiscidae	3		Empididae	6
	Oniscigastridae	3		Ephydriidae	6
Odonata	Aeshnidae	3		Psychodidae	10
	Calopterygidae	5		Simuliidae	6
	Gomphidae	1	Tipulidae	3	
	Lestidae	9	Amphipoda	Gammaridae	4
	Libellulidae	9		Hyalellidae	8
	Coenagrionidae	9	Mollusca	Amnicolidae	6
	Cordulidae	5		Lymnaeidae	6
	Petaluridae	5		Physidae	8
Trichoptera	Calamoceratidae	3		Sphaeriidae	8
	Glossosomatidae	0	Chiliniidae	6	
	Helicopsychidae	3	Oligochaeta		8
	Hydropsychidae	4		Hirudinea	10
	Hydropsilidae	4			
	Leptoceridae	4			
	Limnephilidae	2			
	Ecnomidae	3			
	Helicophidae	6			
	Polycentropodidae	3			
	Philopotamidae	2			
	Hydrobiosidae	0			
	Sericostomatidae	3			

Calidad Biológica basada en el Índice Diatómico General (IDG) para la evaluación fitoplanctónica en Afluentes 2012-I



VALORACION	CATEGORIA
Valor 7	Polución Tóxica
Valor 6	Polución muy Fuerte
Valor 5	Polución Fuerte
Valor 4	Polución Media
Valor 3	Polución Moderada
Valor 2	Polución Débil
Valor 1	Calidad Biológica Óptima

Calidad Biológica basada en el Índice Diatómico General (IDG) para la evaluación fitoplanctónica en Afluentes 2012-II



VALORACION	CATEGORIA
Valor 7	Polución Tóxica
Valor 6	Polución muy Fuerte
Valor 5	Polución Fuerte
Valor 4	Polución Media
Valor 3	Polución Moderada
Valor 2	Polución Débil
Valor 1	Calidad Biológica Óptima

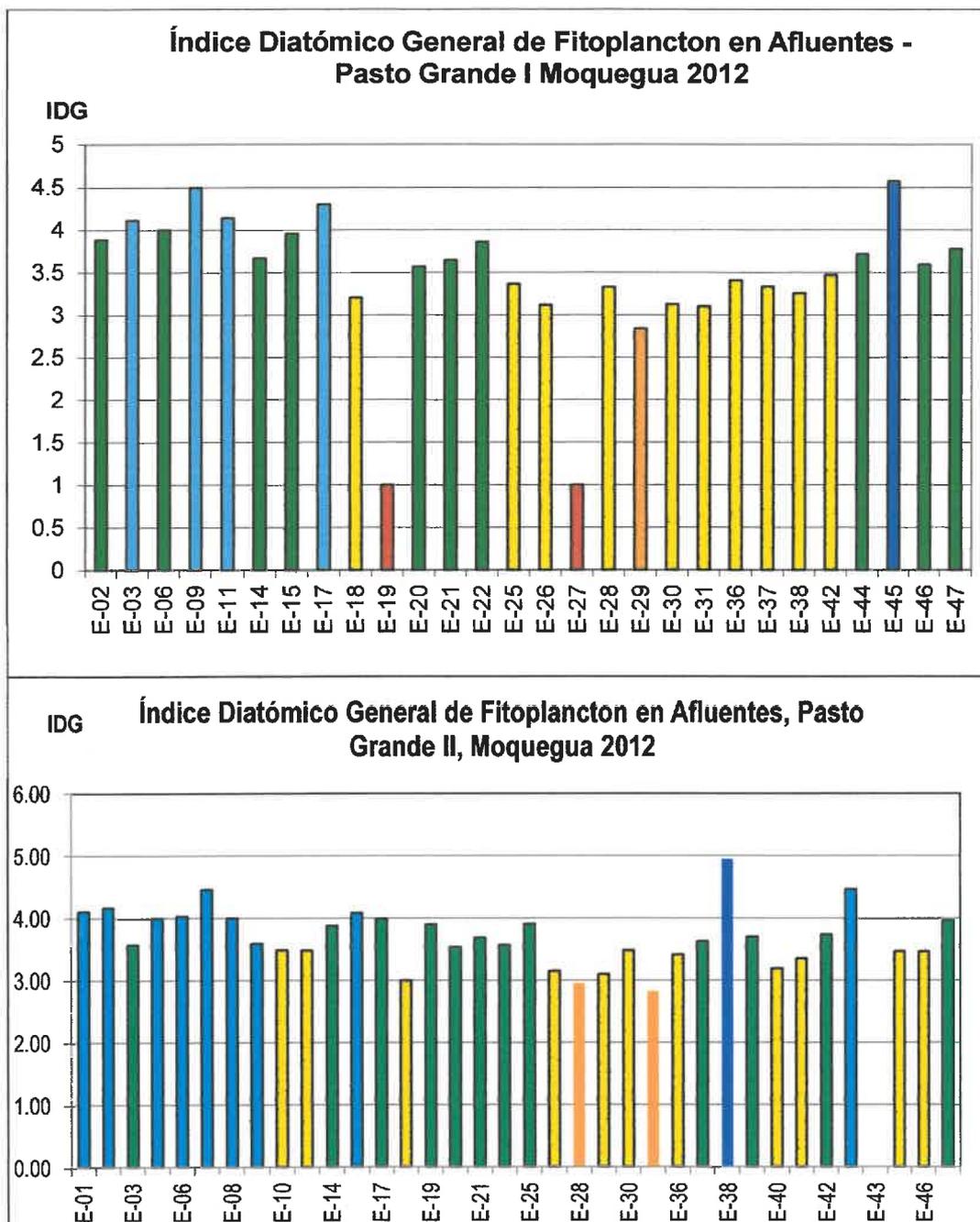


Figura 38: Comparación de los valores de IDG (Índice Diatómico General) en las estaciones correspondientes a los afluentes. En el primer monitoreo (A) se aprecia que la estación con mayor IDG es la E-45 perteneciente al Sector Antajarane, mientras que en el segundo monitoreo (B), la estación que presenta mayor IDG es la E-38, perteneciente al Sector Millojahuirá.

MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS Y LOS INDICADORES ABI Y BMWP

Los macroinvertebrados forman un grupo faunístico, de gran diversidad e importancia ecológica. Está constituido por invertebrados de tamaño macroscópico, normalmente de más de 1mm, que viven, de manera constante o en ciertas fases de su ciclo vital, ligados al entorno acuático. Incluye insectos, crustáceos, anélidos, moluscos y turbelarios, entre otros. También denominados ZOOPLANCTON.

Dentro de los indicadores biológicos, los MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS son uno de los grupos de organismos más empleados. Sus características biológicas los hacen especialmente adecuados para valorar la calidad del agua, por lo que constituyen uno de los elementos biológicos que permiten determinar, junto con otros datos, el estado ecológico de una masa de agua. Cuando algunos de los factores abióticos de las aguas se alteran o modifican, las comunidades de invertebrados reaccionan intentando restablecer nuevamente la situación de equilibrio perdida y, según sea la perturbación del medio acuático, así será la modificación de la composición y estructura de las comunidades, desapareciendo algunas de las especies y apareciendo otras distintas, mejor adaptadas a las nuevas condiciones.

Los valores de abundancia, riqueza y diversidad de este grupo para los diferentes medios acuáticos permiten que sean utilizados como indicadores de la salud del ecosistema y de su biodiversidad. Son además, un componente imprescindible en la cadena trófica, lo que implica su gran importancia en la transformación de la materia orgánica.

El término "macroinvertebrados" engloba al conjunto de individuos con un tamaño superior a 3 mm que viven durante todas o alguna de sus fases del ciclo vital en medios acuáticos. Son por lo tanto un grupo taxonómicamente muy diverso en el que se incluyen grupos como los arácnidos, crustáceos, oligoquetos, hirudíneos, moluscos y, principalmente, insectos en su fase larvaria.

La heterogeneidad del grupo se corresponde con una elevada variabilidad de adaptaciones morfológicas, de requerimientos alimenticios y de grados de tolerancia a la contaminación. Dicha variabilidad, es la razón principal por la que el grupo de macroinvertebrados constituye uno de los bioindicadores más fiables a la hora de valorar la calidad de las aguas de los sistemas continentales. Sobre todo los macroinvertebrados bentónicos es decir en el fondo de los ecosistemas.

Se evaluaron, para macroinvertebrados bentónicos:

- Índice Andean Biotic Index (ABI)
- Índice Biótico de Familias (IBF)
- Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP' modif) .

A continuación se describen los valores de tolerancia, en base a la valoración de Familias para el índice ABI. El sistema de clasificación por descripción y colores.

Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación de Andean Biotic Index (ABI) (Acosta et al. 2009).

Orden	Familia	Valoración	Orden	Familia	Valoración	
Turbellaria		5	Trichoptera	Helicopsychidae	10	
Hirudinea		3		Calamoceratidae	10	
Oligochaeta		1		Odontoceridae	10	
Gasteropoda	Ancylidae	6		Leptoceridae	8	
	Physidae	3		Polycentropodidae	8	
	Hydrobiidae	3		Hydroptilidae	6	
	Limnaeidae	3		Xiphocentronidae	8	
	Planorbidae	3		Hydrobiosidae	8	
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Glossosomatidae	7	
Amphipoda	Hyalellidae	6		Hydropsychidae	5	
Ostracoda		3		Anomalopsychidae	10	
Hydracarina		4		Philopotamidae	8	
	Ephemeroptera	Baetidae	4		Limnephilidae	7
		Leptophlebiidae	10	Lepidoptera	Pyrilidae	4
		Leptohyphidae	7	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Oligoneuridae		10	Lampyridae		5	
Odonata	Aeshnidae	6	Psephenidae		5	
	Gomphidae	8	Scirtidae (Helodidae)		5	
	Libellulidae	6	Staphylinidae		3	
	Coenagrionidae	6	Elmidae		5	
	Calopterygidae	8	Dryopidae		5	
	Polythoridae	10	Gyrinidae		3	
Plecoptera	Perlidae	10	Dytiscidae		3	
	Gripopterygidae	10	Hydrophilidae		3	
Heteroptera	Veliidae	5			Hydraenidae	5
	Gerridae	5	Diptera		Blepharoceridae	10
	Corixidae	5			Simuliidae	5
	Notonectidae	5			Tabanidae	4
	Belostomatidae	4		Tipulidae	5	
	Naucoridae	5		Limoniidae	4	
				Ceratopogonidae	4	
				Dixidae	4	
				Psychodidae	3	
				Dolichopodidae	4	
				Stratiomyidae	4	
				Empididae	4	
				Chironomidae	2	
				Culicidae	2	
				Muscidae	2	
				Ephydriidae	2	
				Athericidae	10	
				Syrphidae	1	

Sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del Índice Andean Biotic Index (ABI). (Acosta *et al.* 2009).

Calidad	Ecuador	Perú	Color
Muy Bueno	>96	>74	Azul
Bueno	59 - 96	45 - 74	Verde
Moderado	35 - 58	27 - 44	Amarillo
malo	14 - 34	11 - 26	Anaranjado
pésimo	<14	<11	Rojo

Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de MIB para la obtención del índice BMWP' modif. (Zúñiga de Cardoso *et al.*, 1997).

	Puntuación 10	Puntuación 7	Puntuación 4	Puntuación 3	
	Blepharoceridae	Calopterygidae	Belostomatidae	Glossiphoniidae	
	Calamoceratidae	Corixidae	Ceratopogonidae	Gyrinidae	
	Euthyplocidae	Glossosomatidae	Chrysomelidae	Hydrometridae	
	Gomphidae	Leptohyphidae	Curculionidae	Hydrophilidae	
	helicoptychidae	Scirtidae	Dolichopodidae	Lymneidae	
	Lampyridae	Puntuación 6	Empididae	Nepidae	
	Leptophlebiidae	Aeshnidae	Haliplidae	Physidae	
	Odontoceridae	Ancyliidae	Mesoveliidae	Planorbidae	
	Oligoneuridae	Coenagrionidae	Naucoridae	Puntuación 2	
	Perlidae	Dryopidae	Psychodidae	Chironomidae	
	Plythoridae	Elmidae	Pyralidae	Culicidae	
Valoración calidad de la del BMWP' (Zúñiga de <i>et al.</i>,	Psephenidae	Libellulidae	Scarabaeidae	Muscidae	de la agua para obtención modif. Cardoso 1997).
	Ptilodactylidae	Luthrochidae	Stratiomyidae	Puntuación 1	
	Puntuación 8	Noteridae	Tabanidae	Oligochaeta*	
	Baetidae	Staphylinidae	Tipulidae		
	Corydalidae	Puntuación 5			
	Hyalellidae	Dugesidae			
	Hydrobiosidae	Gelastocoridae			
	Hydroptilidae	Hydropsychidae			
	Leptoceridae	Notonectidae			
	Lestidae				
Philopotamidae					
Pleidae					
Polycentropidae					
Pseudothelpusidae					
Saldidae					
Simuliidae					
Xiphocentronidae					

CALIDAD	VALOR	SIGNIFICADO	Color
Muy buena	> 120	Aguas muy limpias	Azul
Buena	101 - 120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
Aceptable	61 - 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
Dudosa	36 - 60	Aguas contaminadas	Amarillo
Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Anaranjado
Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Es interesante contrastar los índices de especies que están en superficie de los afluentes con los índices que tienen que ver con los sedimentos es decir el impacto del sedimento sobre la comunidad específica de los sedimentos que son los macroinvertebrados en su mayoría larvas de insectos, anélidos, etc. Los gráficos son de todo rojo denotando contaminación del sedimento de los afluentes que influyen finalmente en el sedimento del propio Embalse. La desglaciación no ayuda que se mantengan estos sedimentos in situ más bien podrían en un determinado momento resuspenderlos llegando al embalse como puede darse en los cambios estacionales.

MACROBENTOS EN LOS SEDIMENTOS DE LOS AFLUENTES DE PASTO GRANDE

246

CONSORCIO V-5

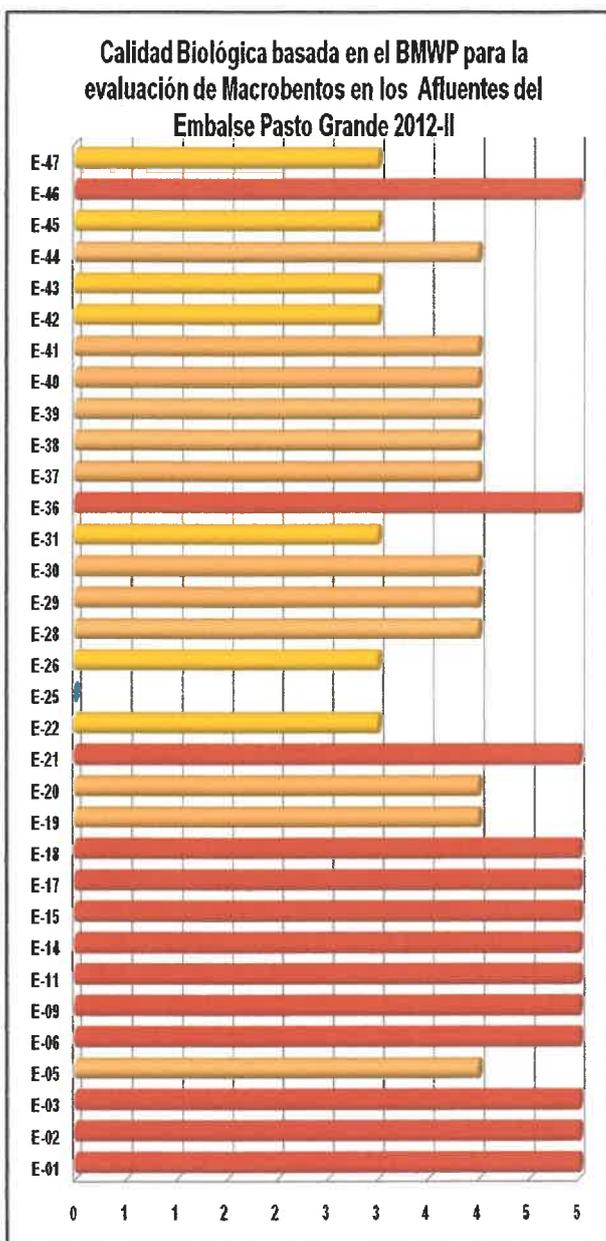
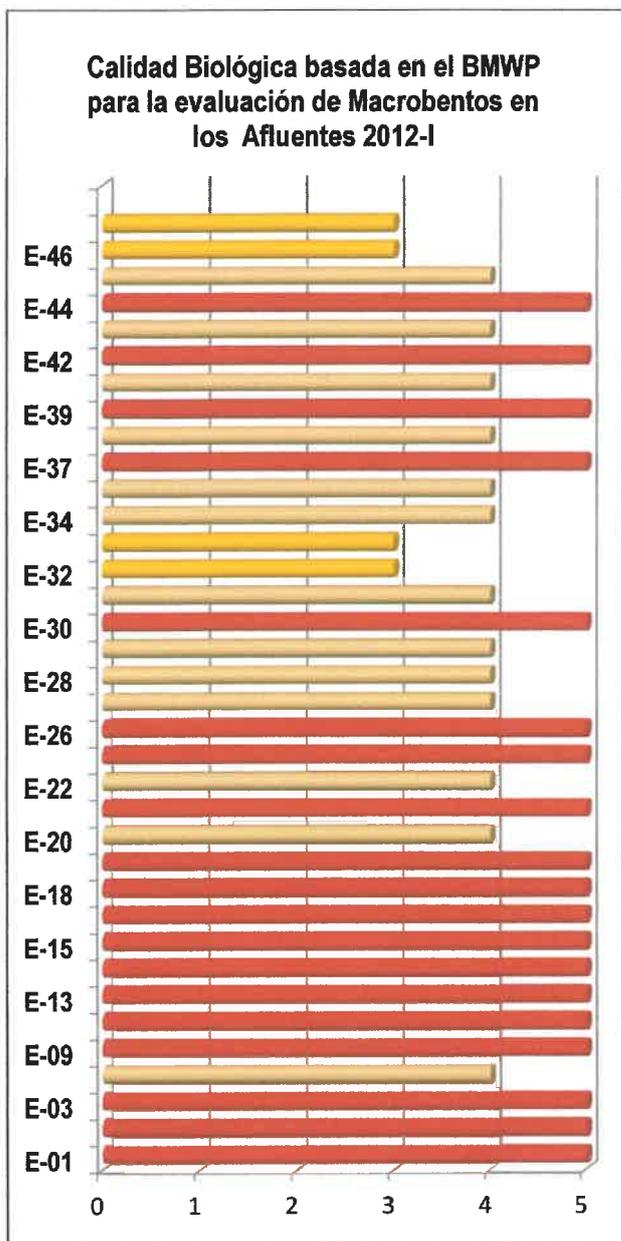
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

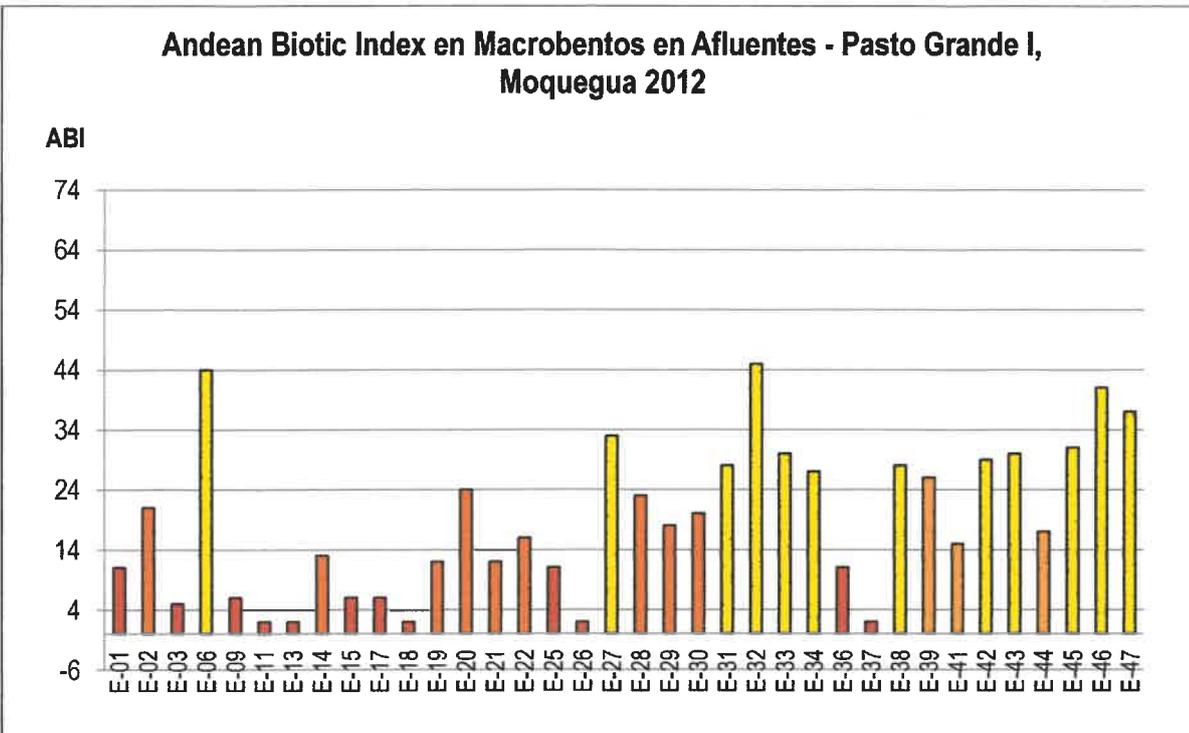
Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

CONSORCIO V-5

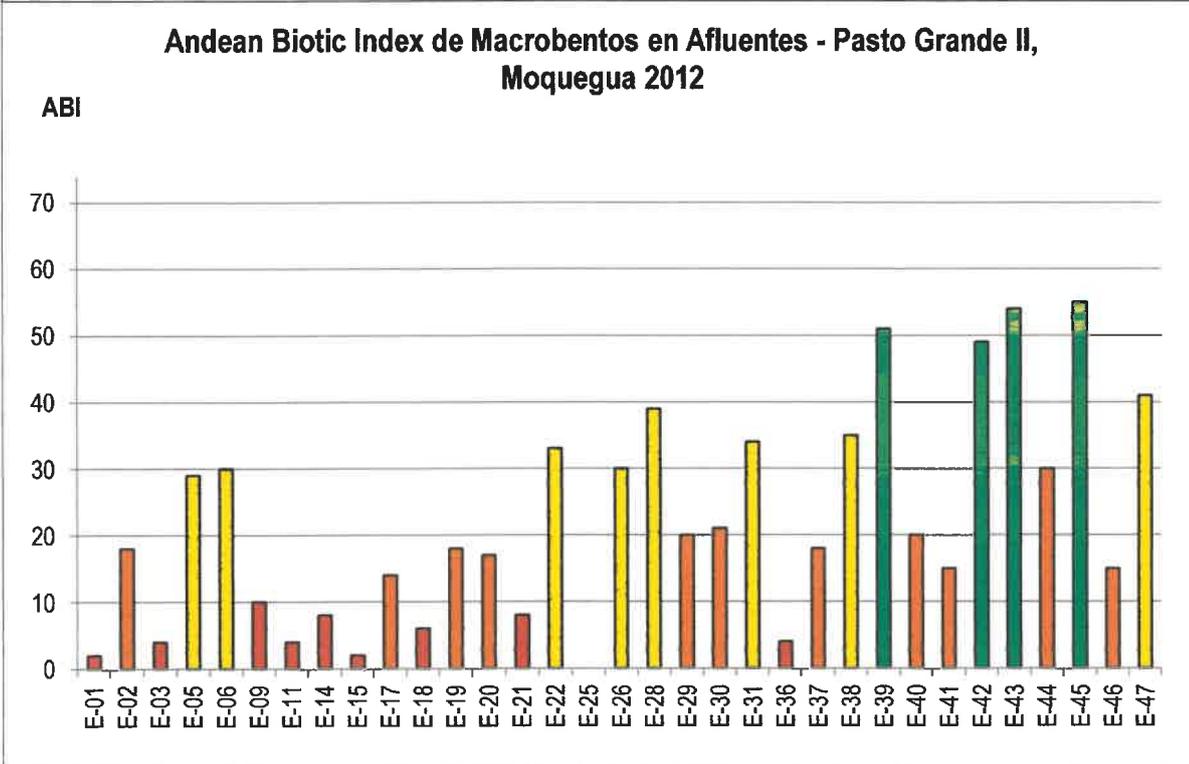
Blga. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531



VALORACION	CATEGORIA
Valor 5	Muy Critico
Valor 4	Critico
Valor 3	Dudoso
Valor 2	Aceptable
Valor 1	Bueno



A



B

Figura 39: Comparación de la aplicación del Andean Biotic Index (ABI) en los afluentes del Embalse Pasto Grande. En el primer monitoreo (A) prima el estado moderado (de color amarillo) presentando el mayor valor en la estación E-32, mientras que para el segundo monitoreo (B) los niveles mas altos se presentan para un estado bueno (color verde) en las estaciones E-43 y E-45 perteneciente al sector Antajarane, seguido del estado moderado. Las estaciones E-1, E-3, E-9 y E-15 presentan estado pésimos (de color rojo) para ambos monitoreos.

CONCLUSIONES

Río Millojahuirá

- ◇ Las aguas de la Micro Cuenca del Río Millojahuirá son ácidas desde la parte alta de la Micro Cuenca hasta ingresar a las aguas del Embalse Pasto Grande
- ◇ Las aguas presentan concentración de fitoplancton más representado por diatomeas seguido de clorophytas, en ambos monitoreos; lo que no constituye un río muerto; ya que también existen comunidades zooplanctónicas representados aunque en cantidades mínimas.
- ◇ La coloración rojiza que en algún momento pudiera darse en este afluente no puede ser por causas biológicas debido a la concentración mínima de los dinoflagelados
- ◇ La zona donde entrega sus aguas al embalse Pasto Grande, genera corrientes y depósitos de elevado contenido metálico en los sedimentos, teniendo como potencial de alto riesgo como la re suspensión de los hidróxidos férricos a las aguas del embalse, por efectos naturales, tales como cambios de temperaturas, efecto eólico o una gran descarga imprevista de las aguas del embalse; biológicamente esta conclusión fisicoquímica genera preocupación debido a la alta cantidad de materia orgánica encontrada a este nivel. Así mismo los niveles de Toxicidad en el punto de salida de Millojahuirá es altamente tóxico lo que pudiera haber generado la mortandad de otras especies mayores tales como los peces.
- ◇ El nivel de ficotoxinas es bajo en correlación con las cianobacterias presentes en el sistema de modo moderado siendo los niveles promedio de 0,820 ug/L y 1.223 ug/L en avenida y estiaje respectivamente no habiendo indicios de eutrofización actual.
- ◇ El nivel de clorophylla A es bajo en Millojahuirá teniendo niveles de 6.543 mg/m³ y 10.17 mg/m³ siendo valores bajos debido al efecto de la acidez del río, quedando especies con estructuras fuertes y dominancias sobre otras más vulnerables las que necesitan un medio de pH neutro para una mayor diversidad.
- ◇ Los indicadores de contaminación fecal tales como coliformes, *Escherichia coli* y Enterococos fecales estuvieron presentes en los monitoreos, especialmente elevados en el I Monitoreo, cabe mencionar que el II Monitoreo disminuye significativamente debido tal vez a las temperaturas, ya que a pesar de ser estiaje disminuyen.
- ◇ La calidad biológica basada en el Índice diatómico General nos indica que Millojahuirá es de polución moderada en el I y II Monitoreo excepto en el punto 38 del II Monitoreo que aparece como aguas de buena calidad en relación al fitoplancton.
- ◇ El Índice IDG tienen la mayor expresión es decir de predominancia de diatomeas es el E-38 perteneciente al Sector Millojahuirá, en el segundo monitoreo (B), mientras que en el I Monitoreo lo fue en el sector de Antajarane.
- ◇ Existe una estrecha relación del PH ácido con la disminución de la comunidad de fitoplancton y macro bentos no siendo así con la comunidad de zooplancton.

Río Antajarane

- ◇ La calidad de las aguas del río Antajarane en su nacimiento presenta aguas de buena calidad, alcalinas, claras y de bajo contenido salino.
- ◇ Las aguas se ven muy afectadas cuando recibe el aporte de las aguas ácidas del río Hualcane, convirtiéndolas en aguas muy ácidas en valores de 3.0 de PH aguas que son entregadas al embalse Pasto Grande.

- ◇ Se observó que el sector de cercanía de Hualcane y Antajarane es una mixtura ya que se entremezclan las aguas sin ser definida la separación establecida en los mapas convencionales.
- ◇ Las aguas de la microcuenca Antajarane mantienen las mismas características de Millojahuirá
- ◇ La coloración rojiza que en algún momento pudiera darse en este afluente de Antajarane no puede ser por causas biológicas debido a la concentración mínima de los dinoflagelados
- ◇ Los niveles de Toxicidad en el punto de salida de Antajarane es altamente tóxico mayor que la zona de Millojahuirá lo que pudiera haber generado la mortandad de otras especies mayores tales como los peces. También existe la preocupación de la re suspensión debido a la posición y generación de corrientes debido a que en sedimentos también es el punto que tiene mayor toxicidad.
- ◇ El nivel de ficotoxinas es bajo en correlación con las cianobacterias presentes en el sistema de manera moderada siendo los niveles promedio de 0,640 ug/L y 0,778 ug/L en avenida y estiaje respectivamente no habiendo indicios de eutroficación actual.
- ◇ El nivel de clorophylla A es bajo en Antajarane pero mayor que Millojahuirá teniendo niveles de 12.41 mg/m³ y 12.962 mg/m³ siendo valores bajos debido al efecto de la acidez del río, quedando especies con estructuras fuertes y dominancias sobre otras más vulnerables
- ◇ Los indicadores de contaminación fecal tales como coliformes, *Escherichia coli* y *Enterococos* fecales estuvieron presentes en los monitoreos, especialmente elevados en el I Monitoreo, cabe mencionar que el II Monitoreo disminuye significativamente debido tal vez a las temperaturas, ya que a pesar de ser estiaje disminuyen.
- ◇ La calidad biológica basada en el Índice diatómico General nos indica que Antajarane es de polución moderada y hasta óptima en el I y el punto 43 en el II Monitoreo excepto es de contaminación muy fuerte respecto a la calidad en relación al fitoplancton. Esto nos ayuda a entender que hay diferentes comportamientos en las estaciones de avenida y estiaje o en periodos trimestrales lo que refuerza la necesidad de hacer un monitoreo de vigilancia por lo menos cada trimestre.
- ◇ El Índice IDG tienen la mayor expresión es decir de predominancia de diatomeas es el E-45 perteneciente al Sector Antajarane, mientras que en el segundo monitoreo (B), la estación que presenta mayor IDG es la E-38, perteneciente al Sector Millojahuirá.
- ◇ Existe una estrecha relación del PH ácido con la disminución de la comunidad de fitoplancton y macro bentos no siendo así con la comunidad de zooplancton.

Río Patara

- ◇ Las características de la calidad del agua en la Micro Cuenca del Río Patara registradas en el I y II monitoreo presentan características ácidas con concentraciones de metales totales.
- ◇ En Patara existe la tendencia a incrementar las concentraciones de metales en época estiaje.
- ◇ Se observó que el sector de Patara es el afluente con mayor cantidad de tributarios siendo no homogéneo las características de Patara.
- ◇ En el sector Patara hay dominancia de diatomeas diatomeas con un 96%, además se presenta en todos los puntos de Patara cianobacterias siendo las especies más representativas *Anabaena sp* y *Oscillatoria sp.*, las que más prevalecen.
- ◇ El sector del Río Patara presenta 26 taxas representativas, de las cuales *Lecane acus*; *Neonatos de diplostraca* y *Podocopica* son las especies más frecuentes en los puntos E09 (después de la Mina) y E22 estas especies tienen una cubierta tal que los protege de manera

significativa a cierto tipo de contaminación de metales, es interesante ver que a pesar de la alta carga de contaminación metaliza en el punto

- ◇ Las especies de cianobacterias *Oscillatoria*, *Anabaena*, demuestran que es aquí en el Río Patara que se recupera la cantidad de algas a diferencia de los puntos anteriores relacionados con el impacto de pasivos minerales de la Mina Santa Rosa de Aruntani; por ello se puede decir que el impacto de Acosiri y la quebrada Cacachara disminuyen debido a los volúmenes del Río Patara.
- ◇ Las comunidades de algas, especialmente cianobacterias disminuyen considerablemente en los puntos 9 en el Río Acosiri, después de las operaciones de la mina, lo mismo que en punto 15 después de los desmontes de la Quebrada Cacachara especialmente en el II Monitoreo donde la concentración de metales pesado también se incrementó; pero no desaparecen en el sector ya que Patara y el sector de Jacosice y Palleutane aportan una buena calidad de aguas biológicamente hablando y equilibran nuevamente la presencia del fitoplancton y demás comunidades.
- ◇ La coloración rojiza que en algún momento pudiera darse en este afluente de Patara no puede ser por causas biológicas debido a la concentración mínima de los dinoflagelados
- ◇ Los niveles de Toxicidad en el sector de Patara es altamente tóxico mayor que la zona del punto E9 que corresponde a un punto mayor de 0,96%, es decir 0,96% de agua del Río Acosiri lo elimina a más del 50% de la población modelo. Además el punto 15 muestra una toxicidad alta de 1.07 % de toxicidad agua, y a pesar de los tributarios la toxicidad del Punto E36 que es la salida de Patara hacia el embalse también presenta toxicidad alta por menos en el I Monitoreo.
- ◇ La toxicidad de los sedimentos relacionados a los afluentes, se observan resultados más confiables por la inmovilidad del sedimento y la fotografía histórica de la toxicidad. Siendo que el Río Antajarane presenta una toxicidad alta debido a la reducida LC50% que se necesita para eliminar el 50% de población. Otros puntos del Embalse incluyendo la salida de Patara y la Salida del Embalse están como Ligeramente tóxicas.
- ◇ El nivel de ficotoxinas es bajo en correlación con las cianobacterias presentes en el sistema tiene niveles promedio de 1.772 ug/L y 1.639 ug/L en avenida y estiaje respectivamente no habiendo indicios de eutroficación actual, sin embargo en Acosiri las ficotoxinas 4 ug/L y 4.3 ug/L niveles altos en relación a los de Patara siendo contradictorio por la poca cantidad de fitoplancton especialmente cianobacterias generadoras de toxinas, mientras que en la zona de la quebrada de Cacachara y río Cacachara los niveles son de 0,5 ug/L y 1.8ug/L incrementándose ligeramente en el II Monitoreo.
- ◇ El nivel de clorophylla A son los más altos en Patara y en el ecosistema en general teniendo niveles de 28.83 mg/m³ y 29.362 mg/m³ siendo valores significativos habiendo comunidades de algas de modo más equilibrado., en la quebrada de y Río Cacachara los valores de clorophylla son bajos siendo 4.8 mg/m³ y 4.834 mg/m³ debido a la disminución significativa de fitoplancton
- ◇ Los indicadores de contaminación fecal tales como coliformes, *Escherichia coli* y *Enterococos* fecales estuvieron presentes en los monitoreos, especialmente elevados en el I Monitoreo, cabe mencionar que el II Monitoreo disminuye significativamente hasta llegar a ausencia de los principales indicadores, siendo presentes bacterias heterotróficas que nos da un nivel de ensuciamiento que nos ayuda hacer trazabilidad de las mismas al ingreso de las plantas de tratamiento, siendo sus valores presentes salvo en el Río Cacachara.
- ◇ La calidad biológica basada en el Índice diatómico General nos indica que Patara es muy diverso habiendo zonas de polución muy fuerte a débil, en el I Monitoreo el punto E27 correspondiente a Río Patara correspondiente a la naciente formación de varios manantiales es determinada como zona muy contaminada a nivel del agua superficial.

- ◇ Existe una estrecha relación del PH ácido con la disminución de la comunidad de fitoplancton y macro bentos no siendo así con la comunidad de zooplancton.

Río Tocco

- ◇ Las aguas del río Tocco son consideradas como aguas de buena calidad física y química por las características que presenta.
- ◇ Las aguas del río Tocco, en la evaluación del periodo estacional de estiaje, han presentado características de aguas alcalinas.
- ◇ La coloración rojiza no se debe al afluente de Tocco no se da por causas biológicas debido a la concentración mínima de los dinoflagelados
- ◇ Los niveles de perifiton y macro invertebrados son los mayores en esta zona de Tocco, pro no se encontró peces de ningún tipo.
- ◇ Los niveles de Toxicidad en los puntos de Tocco nos indican que no son lugares tóxicos, incluyendo los sedimentos de Tocco, sin embargo en el I monitoreo si se dio cierto nivel de toxicidad. Lo que cree al a necesidad de usar este parámetro de modo más frecuente.
- ◇ El nivel de ficotoxinas en Tocco es relativamente bajo respecto al ecosistema siendo 1.223 ug/L y 1.352ug/L en avenida y estiaje.
- ◇ El nivel de clorophylla A es alto en Tocco son 12.70 mg/m³ y 12.09 mg/m³ menor que Patara y los valores de Acosiri, Bofedal y Cotañañi pero mayor que Millojahuira teniendo niveles de 12.41 mg/m³ y 12.962 mg/m³ siendo valores semejantes a los de Antajarane por la presencia de clorophyceas y mucho mayor que en la zona de Millojahuira: Solo hay ligera toxicidad en el Punto E47 de Tocco.
- ◇ Los indicadores de contaminación fecal tales como coliformes, Escherichia coli y Enterococos fecales estuvieron presentes en los monitoreos, especialmente elevados en el I Monitoreo, cabe mencionar que el II Monitoreo disminuye significativamente excepto en el punto E47 donde corresponde a la trocha carrozable y se corresponde con la presencia de Toxicidad.
- ◇ Los helmintos llegaron a ser 37 HH/L disminuyendo a 9 HH/L en el II Monitoreo.
- ◇ La calidad biológica basada en el Índice diatómico General nos indica que Tocco es de polución moderada y hasta óptima en el I y el punto 43 en el II Monitoreo excepto es de contaminación muy fuerte respecto a la calidad en relación al fitoplancton.
- ◇ Existe una estrecha relación con el incremento del pH alcalino con el incremento de la comunidad de fitoplancton y macro bentos no siendo así con la comunidad de zooplancton.

Conclusiones Generales:

El afluente de Tocco la que tiene mayor cantidad de fitoplancton, seguido de Antajarane, Patara y Millojahuira en el Primer monitoreo en el II Monitoreo se mantiene Tocco como el de mayor fitoplancton, seguido esta vez de Patara, Millojahuira y Antajarane.

Respecto a los dinoflagelados, tal como *Amphidinium*, *Peridinium* e incluso *Gymnodinium* no se presentan en Antajarane y Millojahuira en ninguno de los monitoreos, solo en el primer monitoreo se presentaron en cantidades muy bajas a Nivel de Tocco y Patara.

Se determinaron en 12 especies dominantes de macrophytas en todo el ecosistema, siendo la representante de las Charophytas las que se encontraron en la mayor cantidad de puntos. En el II Monitoreo aparecen 9 especies solamente. Se encontró la especie de Azolla la cual estuvo presente en la zona de Millojahuirá

No se encuentra en este II Monitoreo la especie de Azolla sp. presente en el I Monitoreo, inicialmente recomendado para fitoremediación.

Es interesante verificar que a nivel de Acosiri, la quebrada de Cacachara y Rio Cacachara, se presenta ciertas cantidades de coliformes totales, termotolerante y E. coli pero en el II monitoreo no aparecen.

Los helmintos que son parásitos provenientes de tractos digestivos humanos y de animales de sangre caliente, están presentes en todos los afluentes. Mientras que disminuyen en el II Monitoreo especialmente en Millojahuirá. Los helmintos reportados son Ascaris e Hymenolepis para el II monitoreo.

Según el Índice de Andean Biotic Index (ABI) en los afluentes del Embalse Pasto Grande. En el primer monitoreo (A) prima el estado moderado presentando el mayor valor en la estación E-32 correspondiente a Confluencia Amani mientras que para el segundo monitoreo (B) los niveles más altos se presentan para un estado bueno en las estaciones E-43 y E-45 perteneciente al sector Antajarane, seguido del estado moderado. Las estaciones E-1, E-3, E-9 y E-15 presentan estado muy contaminado (de color rojo para ambos monitoreos correspondiente al bodedal 1, Cotañani, Rio Acosiri después de las operaciones y Quebrada Cacachara después de los desmontes. Este indicador es muy adecuado para evaluar la condición real de los sedimentos usando la comunidad de macro bentos.