

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC – Subdirección
Técnica CientíficaDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

2019-I01-018642

INFORME N° 00212-2019-OEFA/DEAM-STEC

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía

ASUNTO : Vigilancia ambiental en el área de influencia de la unidad minera Tucari, de Aruntani S.A.C., ubicada en el departamento de Moquegua – época de transición de la época de avenida a estiaje

Código de acción : 0005-6-2019-401

CUE : 2019-02-0016

REFERENCIA : Planefa 2019

FECHA : Lima, 16 de setiembre de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la Unidad Minera Tucari (en adelante, UM Tucari) de Aruntani S.A.C. son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Información general respecto a la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Área de influencia de la Unidad Minera Tucari de Aruntani S.A.C.
c.	Problemática identificada	Afectación de los cuerpos de agua en el área de influencia de la unidad minera Tucari
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019 / POI 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 4 de junio al 14 de junio de 2019

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walter Fajardo Vargas	Ing. Químico	Gabinete
2	Luis Angel Ancco Pichuilla	Ing. Químico	Gabinete
3	Lisveth Madeleine Valenzuela Mendoza	Bióloga	Campo y gabinete
4	Santos Demetrio Ramos Canales	Ing. Ambiental	Campo y gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la UM Tucari, se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros evaluados

Matriz evaluada	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos
Agua superficial	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, cianuro libre*, cianuro wad* y cianuro total*	31
Agua subterránea	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, metales disueltos	3

(*) Parámetro evaluado solo en los puntos ubicados en la Q. Apostoloni sur, aguas abajo del PAD de lixiviación N° 3

3. OBJETIVO

Evaluar la calidad ambiental del agua en el área de influencia de la Unidad Minera Tucari en la época de transición entre la época de avenida y estiaje (en adelante, época de transición).

4. METODOLOGÍA

En esta sección se proporciona la información de la metodología aplicada en la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Tucari.

4.1 Protocolos de monitoreo

Los protocolos de monitoreo nacionales e internacionales, así como las guías que se utilizarán para la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Tucari se describen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Protocolos de monitoreo utilizados para el monitoreo de agua

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Agua superficial	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	6.14 Medición de los parámetros de campo (pp. 24–25) 6.15 Procedimiento para la toma de muestras (pp. 25–28) 6.16 Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras (pp. 28–30) 6.17 Aseguramiento de la calidad del monitoreo (pp. 30–31)	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	R.J. N.º010-2016-ANA	2016
Agua subterránea	<i>National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data</i>	A.1 <i>Preparations for water sampling</i>	EE. UU.	<i>U.S. Geological Survey (USGS)</i>	----	2015
Medición de caudal: agua superficial	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	Sección 6.12	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	R.J. N.º 010-2016-ANA	2016
	Manual de hidrometría	Todo el manual	Perú	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)	----	2016

4.2 Ubicación de los puntos

La ubicación de los puntos de monitoreo ambiental de agua se presenta en la Tabla 4.2, de los que se evaluaron 34 puntos de agua de los 43 evaluados en la época de avenida, debido a que los puntos MT-57A, MT-55, FTU, FTU-1, MT-BO14, MT-60, MT-BO13 y ARI-1 se

encontraron sin flujo y el punto AG-18A se descartó del análisis por ser agua estancada al lado del río Margaritani.

Tabla 4.2. Puntos de monitoreo de la vigilancia ambiental en el área de influencia en UM Tucari

N.º	Cuerpo de agua o cuerpo receptor	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19K		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
1	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	TU-12	373819	8166994	5019	Ubicado aproximadamente a 50 m aguas abajo de la confluencia de los manantiales MT-40 y MT-41, en la parte alta de la quebrada Apostoloni norte
2	Quebrada Margaritani	Agua superficial	TU-20	373663	8168359	4995	Ubicado en la parte alta de la quebrada Margaritani, aproximadamente a 100 m aguas abajo de la confluencia del flujo de agua ácida de coloración rojiza (TU-19B) y la quebrada Margaritani
3	Quebrada Margaritani	Agua superficial	TU-22	373049	8168594	4933	Ubicado en la quebrada Margaritani, aproximadamente a 200 m aguas abajo del punto de vertimiento PS-01 (M-1)
4	Quebrada sin nombre 2	Agua superficial	TU-24	372034	8168156	4835	Ubicado en la quebrada sin nombre 2, aproximadamente a 40 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Margaritani, abajo de la confluencia de los flujos ácidos de coloración rojiza MT-60, MT-BO2, MT-BO3 y MT-BO14
5	Quebrada Margaritani	Agua superficial	TU-25	372032	8168197	4840	Ubicado en la quebrada Margaritani, a 50 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre 2
6	Quebrada Margaritani	Agua superficial	TU-26	371946	8168163	4832	Ubicado aproximadamente a 50 m aguas abajo de la confluencia de la quebrada Margaritani con la quebrada sin nombre 2
7	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	TU-11	370985	8167507	4785	Ubicado en la quebrada Apostoloni aproximadamente a 40 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Margaritani
8	Quebrada Margaritani	Agua superficial	TU-27	371007	8167538	4782	Ubicado en la quebrada Margaritani aproximadamente a 50 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Apostoloni
9	Río Margaritani	Agua superficial	TU-28	370928	8167487	4786	Ubicado en el río Margaritani, a 50 m aguas abajo de la confluencia entre la quebrada Apostoloni y Margaritani
10	Río Queullirijahuiri	Agua superficial	AG-17	367820	8168287	4642	Río Queullirijahuiri, 200 m antes de la confluencia con el río Margaritani
11	Río Margaritani	Agua superficial	AG-18	367656	8168237	4638	Río Margaritani, 200 m antes de la confluencia con el río Queullirijahuiri (MA-13)
12	Río Queullirijahuiri	Agua superficial	AG-19	367527	8168444	4630	Río Queullirijahuiri, 200 m aguas abajo de la confluencia entre los ríos Margaritani y Queullirijahuiri
13	Río Titire	Agua superficial	AG-09	355041	8171939	4352	Ubicado en el río Titire, a 120 m aguas arriba de la

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC – Subdirección
Técnica CientíficaDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N.º	Cuerpo de agua o cuerpo receptor	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19K		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
							confluencia con el río Aruntaya
14	Río Aruntaya	Agua superficial	AG-10	354927	8171654	4342	Ubicado en el río Aruntaya, a 100 m antes de la confluencia con el río Titire (M-5)
15	Río Titire	Agua superficial	AG-11	354562	8171708	4346	Ubicado en el río Titire, a 100 m aguas abajo de la confluencia con el río Aruntaya (M-06)
16	Río Aruntaya	Agua superficial	AG-06	361603	8164443	4413	Ubicado en el río Aruntaya, a 30 m aguas arriba del puente con alcantarillas (M-4)
17	Río Queullirijahuiri	Agua superficial	AG-07	361420	8164920	4406	Río Queullirijahuiri, aproximadamente a 200 m aguas arriba de la confluencia con el río Aruntaya
18	Río Aruntaya	Agua superficial	AG-08	361140	8165037	4406	Ubicado en el río Aruntaya, aproximadamente a 100 m aguas abajo de la confluencia con el río Queullirijahuiri
19	Río Coralaque	Agua superficial	RCora	325392	8168704	3632	Ubicado en el río Coralaque km 58 de la carretera a Chojata
20	Río Titire	Agua superficial	RTiti-1	352223	8169928	4339	Río Titire aproximadamente a 500 m aguas abajo de la fuente termal Puente Bello (PBello)
21	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	P-5	372091	8166917	4835	Quebrada Apostoloni, aproximadamente a 100 m aguas arriba del punto de vertimiento PM-02
22	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	P-7	371175	8167479	4801	Quebrada Apostoloni, aproximadamente a 400 m aguas abajo del punto de vertimiento PS-02
23	Río Vizcachas	Agua superficial	RVizc	349576	8161385	4280	Río Vizcachas, aproximadamente a 10 km aguas arriba de la confluencia con el río Coralaque
24	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	MT-57	371730	8167511	4841	Flujo de agua ácida de coloración rojiza que aflora al pie del depósito de desmonte, aproximadamente a 20 m del canal de coronación lado norte.
25	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	MT-BO3	372070	8168152	4834	Flujo de agua ácida de coloración rojiza afluyente en la margen izquierda de la quebrada sin nombre 2, aproximadamente a 25 m del depósito de desmonte
26	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	MT-60*	372410	8168350	4883	Flujo de agua ácida de coloración rojiza ubicado cerca de la naciente de la quebrada sin nombre 2, aproximadamente a 20 m del depósito de desmonte.
27	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	MT-46	373426	8168280	4971	Flujo de agua ácida afluyente en la margen izquierda de la quebrada sin nombre 1, aproximadamente a 50 m del canal de coronación del depósito de desmonte.
28	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	TU-19B	373822	8168358	5031	Flujo de agua ácida de coloración rojiza afluyente en la margen izquierda de la quebrada Margaritani cerca de la naciente.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N.º	Cuerpo de agua o cuerpo receptor	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19K		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
29	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	TU-34	371692	8167172	4811	Agua del canal de derivación norte del PAD III, aproximadamente a 50 m aguas arriba de la descarga del canal lado Norte y aproximadamente a 80 m al sureste del wetland sur
30	Quebrada Apostoloni	Agua superficial	TU-04	371635	8167187	4808	Agua del canal de derivación norte del PAD III, aproximadamente a 30 m aguas abajo de la descarga del canal lado norte y aproximadamente a 35 m al sur del wetland sur
31	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	TU-PS02	371651	8167200	4813	Descarga de agua ácida de coloración rojiza del canal lado norte, aproximadamente a 25 m al sureste del wetland sur
32	Manantial	Agua subterránea	MT-36	374147	8165930	5076	Manantial polisurgente ubicado aproximadamente a 80 m en la margen izquierda de la quebrada Apostoloni sur
33	Manantial	Agua subterránea	MT-42	374100	8168391	5072	Manantial ubicado en la naciente de la quebrada Margaritani
34	Río Titire(fuente termal)	Agua subterránea	PBello	352642	8169999	4342	Fuente termal Puente Bello que aflora en el cauce del río Titire, el agua sale a presión en diversos puntos desde la acumulación de sinter en forma concéntrica a modo de nódulos, en la zona denominada Puente Bello Sector I-Terrazas.

4.3 Equipos utilizados y metodologías de análisis

Los equipos utilizados en la ejecución de la vigilancia ambiental de la UM Tucari se presentan en la Tabla 4-3.

Tabla 4.3. Equipos utilizados en la vigilancia ambiental en la UM Tucari

Matriz	Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Agua superficial y agua subterránea	pH, OD, CE y T	Equipo multiparámetro	HACH	HQ40d
Agua superficial	Caudal	Correntómetro	Global Water	FP111
Agua	-	Cámara fotográfica digital	Canon	POWERSHOT D30BL
	-	Equipo de georreferenciación satelital (GPS)	Garmin	MONTANA 680

(-) No corresponde

La Tabla 4-4 presenta los parámetros, métodos de ensayo y técnicas empleadas en el análisis de agua, a través de un laboratorio acreditado por el Incal.

Tabla 4.4. Parámetros, métodos y técnicas empleadas en el análisis de agua

Matriz	Parámetro	Método	Técnica Empleada
Agua superficial	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		

Matriz	Parámetro	Método	Técnica Empleada
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	<i>Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography</i>
	Cianuro Libre	EPA METHOD 9016, Rev. 0, 2010	<i>Free Cyanide in Water, Soils and Solid Wastes by Microdiffusion</i>
	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C, 22nd Ed. 2012	<i>Cyanate: Colorimetric Method</i>
	Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ I,E, 23 rd Ed. 2017	<i>Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide. Colorimetric Method</i>
Agua subterránea	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	<i>Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography</i>

Fuente: Informe de Ensayo N.º 40290/2019 ALS Perú S.A.C., Informe de Ensayo SSA-19-00413 AGQ Perú S.A.C.

4.4 Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos, tanto en campo como los analíticos de laboratorio, pasaron por filtros de calidad que aseguraron la inexistencia de datos erróneos; de esta manera, fueron incorporados a un sistema de control de datos. Luego, fueron digitalizados y ordenados en una base de datos (hojas de cálculo), para posteriormente graficarlos en barras y/o líneas, según los criterios de evaluación presentados.

4.5 Criterios de evaluación

Los cuerpos de agua superficiales se clasificaron dentro de la categoría 3 de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (en adelante, ECA para agua) establecido en el decreto supremo N.º 002-2008-MINAM (Tabla 4.5), según el último IGA aprobado¹.

Tabla 4.5. Categorías de comparación empleados para calidad de agua

Cuerpo de agua	Categoría de comparación	Normativa de comparación
Quebrada Margaritani	Categoría 3	Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM
Quebrada sin nombre		
Bofedal		
Quebrada Apostoloni		
Río Margaritani		
Río Queullirijahuiri		
Río Aruntaya		
Río Titire		
Río Vizcachas		
Río Coralaque		
Fuente termal	Categoría 3 (referencialmente)	Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM
Afloramientos		
Manantial		

Asimismo, los resultados obtenidos de los puntos de muestreo de afloramientos subterráneos y manantiales, fueron comparados de forma referencial con la normativa mencionada, cuyos valores se presentan en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Estándares de comparación para agua superficial de la categoría 3

¹ Resolución Directoral N.º 501-2014-MEM-DGAAM, Modificación del estudio de impacto ampliación de operaciones por ampliación de Pad 3 y botadero de desmonte del proyecto Tucari, aprobado el 02 de octubre de 2014.

Parámetro	Unidad	ECA para agua	
		D.S. N.° 002-2008-MINAM	
		Categoría 3	
		Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de animales
FISICO-QUÍMICOS			
Bicarbonatos	mg/L	370	---
Calcio	mg/L	200	---
Carbonatos	mg/L	5	---
Cloruros	mg/L	100-700	---
Conductividad	µS/cm	<2000	<=5000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	15	<=15
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	40	40
Fluoruros	mg/L	1	2
Fosfatos-P	mg/L	1	---
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10	50
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06	1
Oxígeno disuelto	mg/L	≥4	>5
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sodio	mg/L	200	---
Sulfatos	mg/L	300	500
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,05	0,1
Berilio	mg/L	---	0,1
Bario total	mg/L	0,7	---
Boro	mg/L	0,5-6	5
Cadmio	mg/L	0,005	0,01
Cianuro wad	mg/L	0,1	0,1
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cromo (6+)	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
Zinc	mg/L	2	24

---: Valores no contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la finalidad de mejorar la interpretación y el análisis de los resultados de agua, el estudio se dividió en 3 zonas correspondientes a quebradas y ríos, las cuales se detallan a continuación:

- Zona 1 – Quebrada Margaritani: conformada por las quebradas Margaritani (TU-20, TU-22, TU-25, TU-26 y TU-27) y sin nombre 2 (TU-24), afloramiento subterráneo (TU-19B, MT-46, MT-60, MT-BO14, MT-BO2, MTBO3, MT-57, MT-57A y MT-55), manantial (MT-42) y bofedal (FTU y FTU-1). Asimismo, en esta zona se encuentra el Depósito de Desmonte Norte.
- Zona 2 – Quebrada Apostoloni: conformada por la quebrada Apostoloni (TU-12, P-5, TU-34, TU-04, P-7 y TU-11), afloramiento subterráneo (MT-BO13, ARI-1, y TU-PS02) y el manantial (MT-36). Asimismo, en esta zona se encuentra el PAD de lixiviación N.° 3.
- Zona 3 – Río Margaritani y tributarios: conformada por los ríos Margaritani (TU-28, AG-18 y AG-18A), Queullirijahuiri (AG-17, AG-19 y AG-07), Aruntaya (AG-06, AG-08 y AG-10), Titire (AG-09, AG-11, PBello y RTiti-1), Vizcachas (RVizc) y Coralque (RCora).

Los resultados de los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental, realizada en la época de transición (2019), se muestran en el Anexo 8. A continuación, se presentan solamente los resultados de los parámetros que superaron los ECA para agua 2008, categoría 3 (D.S. N.º 002-2008-MINAM) para los cuerpos de agua superficial; siendo referencial la comparación para los manantiales y la fuente termal Puente Bello.

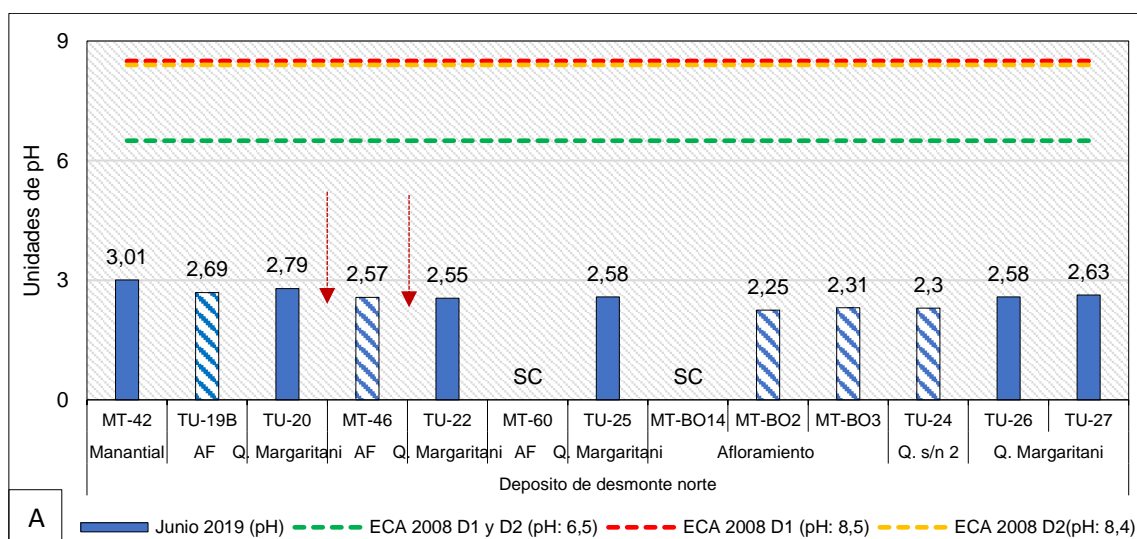
5.1. ZONA 1 – QUEBRADA MARGARITANI

5.1.1. Calidad de agua

Depósito de Desmonte Norte

En esta quebrada las concentraciones de cobre y hierro se incrementaron mientras que el pH, la conductividad eléctrica, sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, manganeso, níquel y zinc disminuyeron en el punto TU-27 (aguas abajo) en comparación con el punto MT-42 (aguas arriba de los afloramientos), e incumplieron los ECA para agua 2008 (categoría 3) tanto aguas arriba como aguas abajo; a excepción del arsénico que solo incumplió aguas abajo (Figuras 5.1, 5.2 y 5.3). Las concentraciones de bario, boro, plomo, cromo y litio se incrementaron mientras que el magnesio y el selenio disminuyeron, pero no excedieron el estándar mencionado (Anexo 8). Cabe resaltar que la disminución de los parámetros mencionados en el punto TU-22 se debe al aporte de los manantiales MT-44, MT-45 y MT-47, provenientes de ambos márgenes de la quebrada Margaritani, tal como fue reportado en el informe N.º 095-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAME².

La afectación de la calidad del agua de la quebrada Margaritani se debe al aporte de los afloramientos provenientes del Depósito de Desmonte Norte (TU-19B y MT-46) y de la quebrada sin nombre (TU-24, que se forma por el aporte de los afloramientos MT-BO2 y MT-BO3) que presentaron pH ácido y elevadas concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cromo, hierro, manganeso, níquel y zinc, conductividad eléctrica y sulfatos que excedieron referencialmente los ECA para agua 2008, categoría 3. Cabe indicar, que los afloramientos MT-60 y MT-BO14 se encontraron sin flujo.



² Informe N.º 095-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAME "Informe de Evaluación Ambiental en el Área de Influencia de la Unidad Minera Tucari, durante el año 2017"

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
 Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

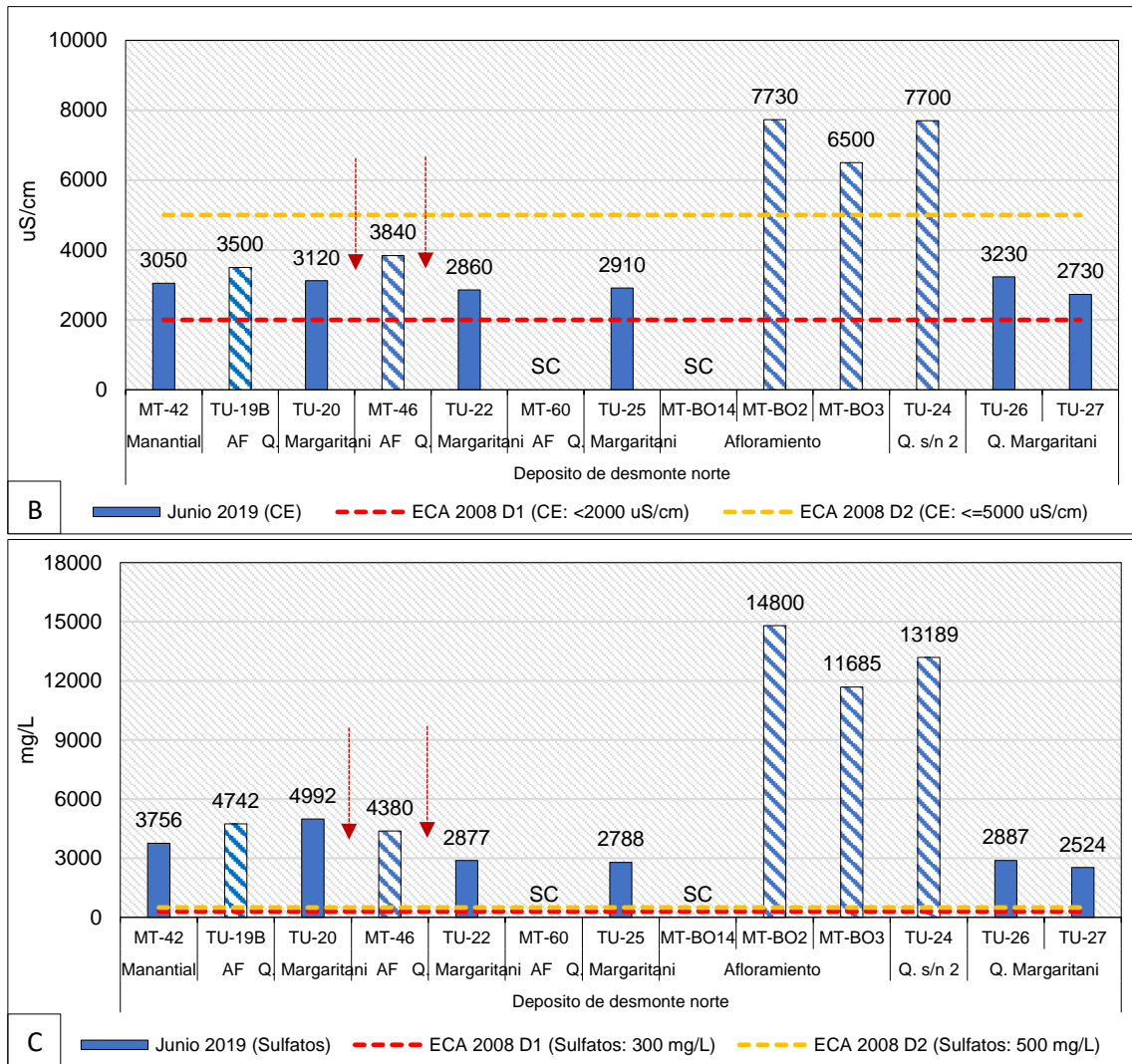


Figura 5.1. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en la quebrada Margaritani y aportantes

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, las flechas representan el aporte de manantiales y SC: sin caudal

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

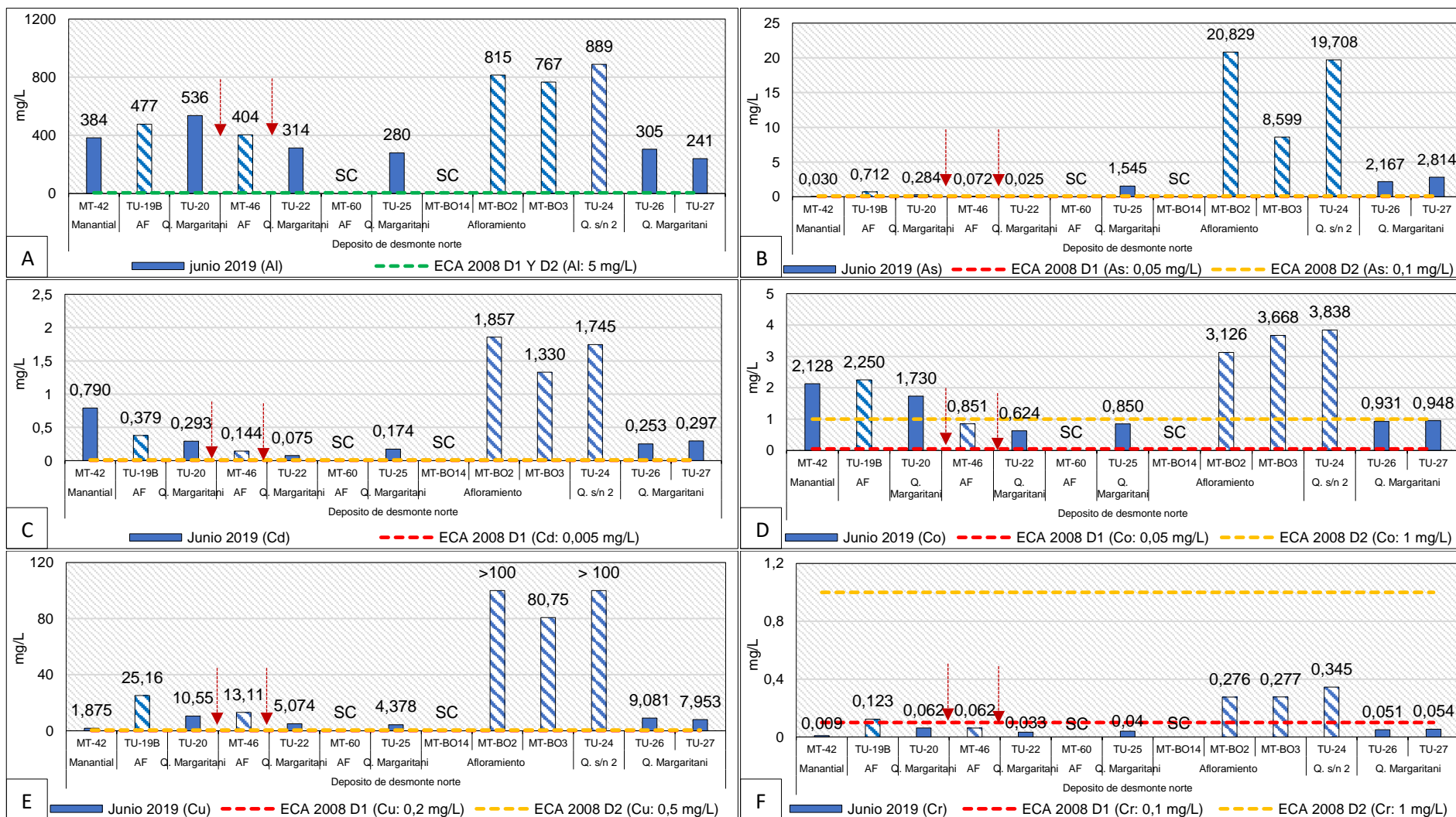


Figura 5.2. Concentración de aluminio (A), arsénico (B), cadmio (C), cobalto (D), cobre (E) y cromo (F) en la quebrada Margaritani y aportantes. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, las flechas representan el aporte de manantiales y SC: sin caudal

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

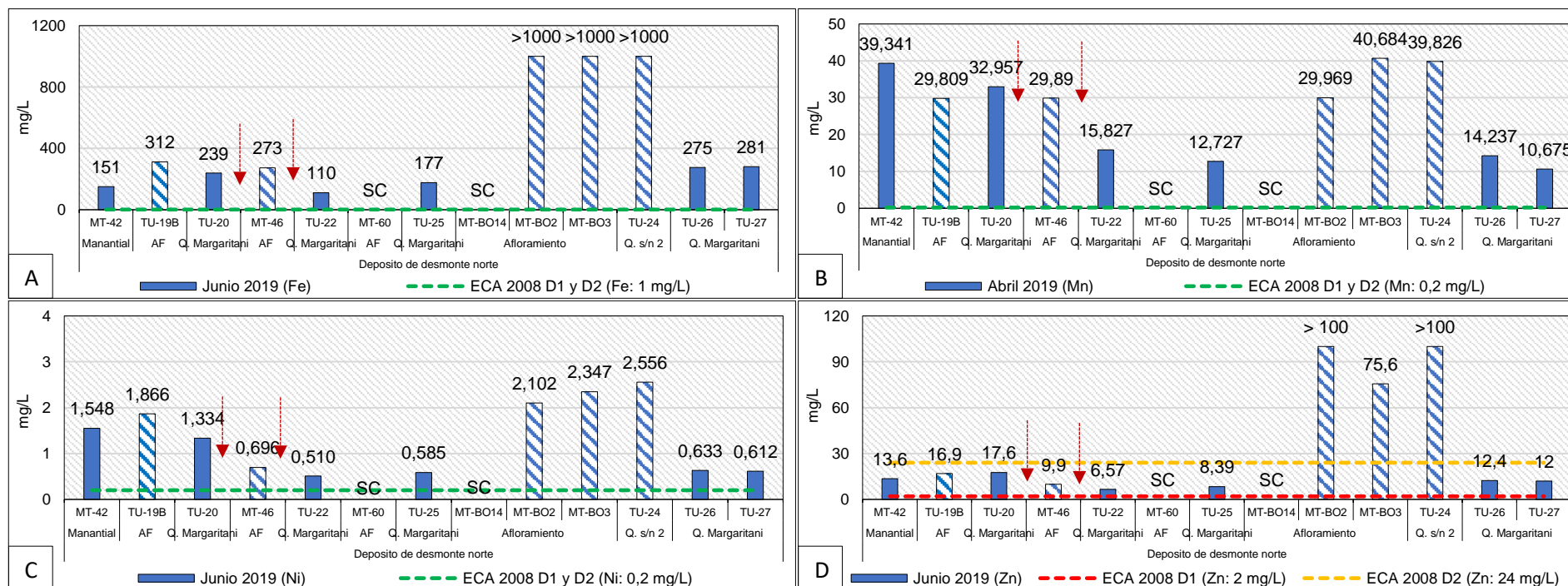


Figura 5.3. Concentración de hierro (A), manganeso (B), níquel (C) y zinc (D) en la quebrada Margaritani y aportantes
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, las flechas representan el aporte de manantiales y SC: sin caudal

En la Figura 5.4, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2008 (categoría 3) en la quebrada Margaritani; así como, los parámetros que incumplieron referencialmente la normativa mencionada en los aportantes.

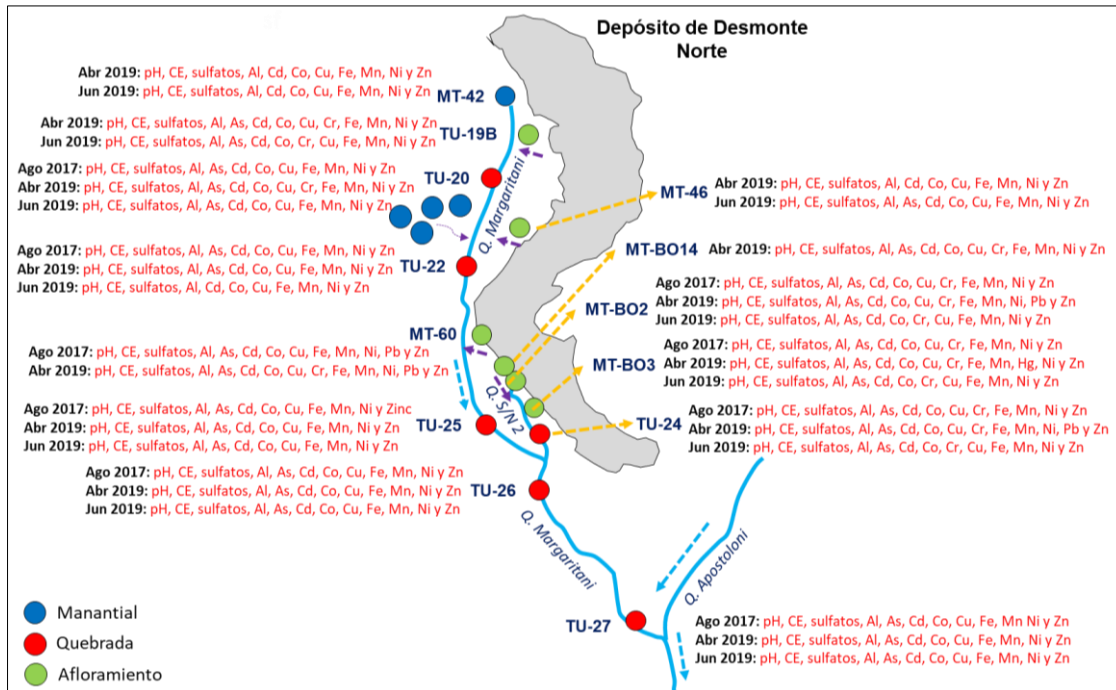


Figura 5.4. Parámetros que incumplieron los ECA para agua 2008, categoría 3, en la quebrada Margaritani y aportantes

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica, la naciente de la quebrada Margaritani (MT-42) se caracterizó por ser ácida; sin embargo, aguas abajo de los afloramientos y de la quebrada sin nombre (TU-27) se registraron características aún más ácidas; mientras que los sulfatos y la conductividad eléctrica aumentaron aguas abajo en abril y disminuyeron en junio (Figura 5.5) debido a que en este mes los puntos MT-60 se encontró cubierto con material y MT-BO14 se encontró sin flujo (Figura 5.6). Cabe resaltar que en junio se registró una disminución en el pH en los puntos evaluados respecto a abril a excepción del punto TU-27 (Figura 5.5).

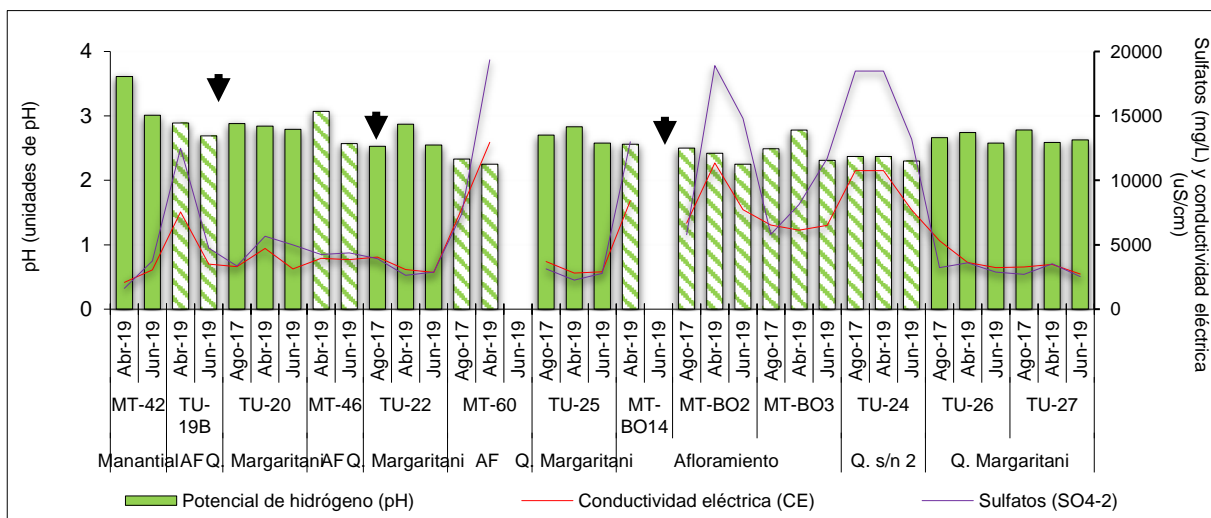


Figura 5.5. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en la quebrada Margaritani y aportantes



Figura 5.6. Puntos sin flujo de agua y afloramientos provenientes del pie del Depósito de Desmonte Norte que llegan a la quebrada Margaritani y quebrada sin nombre (TU-24)

En la quebrada Margaritani, las concentraciones de cobalto, manganeso y níquel disminuyeron aguas abajo (TU-27), de los afloramientos TU-19B, MT-46 y MT-60, y de la quebrada sin nombre (TU-24), respecto al punto aguas arriba (MT-42) en abril y junio de 2019, a excepción del arsénico, cobre y hierro (Figura 5.7 y Anexo 8).

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica de la quebrada Margaritani (TU-22, TU-25, TU-26 y TU-27) se observa que las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc disminuyeron en junio (2019) en comparación con lo registrado en febrero (2017) y se incrementaron respecto a lo reportado en abril (2019), a excepción del arsénico (Figura 5.7 y Anexo 8).

Asimismo, al comparar los resultados de los puntos TU-22 y TU-27 con la data histórica reportada por la UM Tucari se observa un progresivo incremento en las concentraciones de los metales a lo largo del tiempo (2002 – 2019). Donde, el aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc disminuyeron en junio (2019) en comparación a lo reportado en agosto (2017), a excepción del arsénico (Figura 5.8 y Anexo 8).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC – Subdirección Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

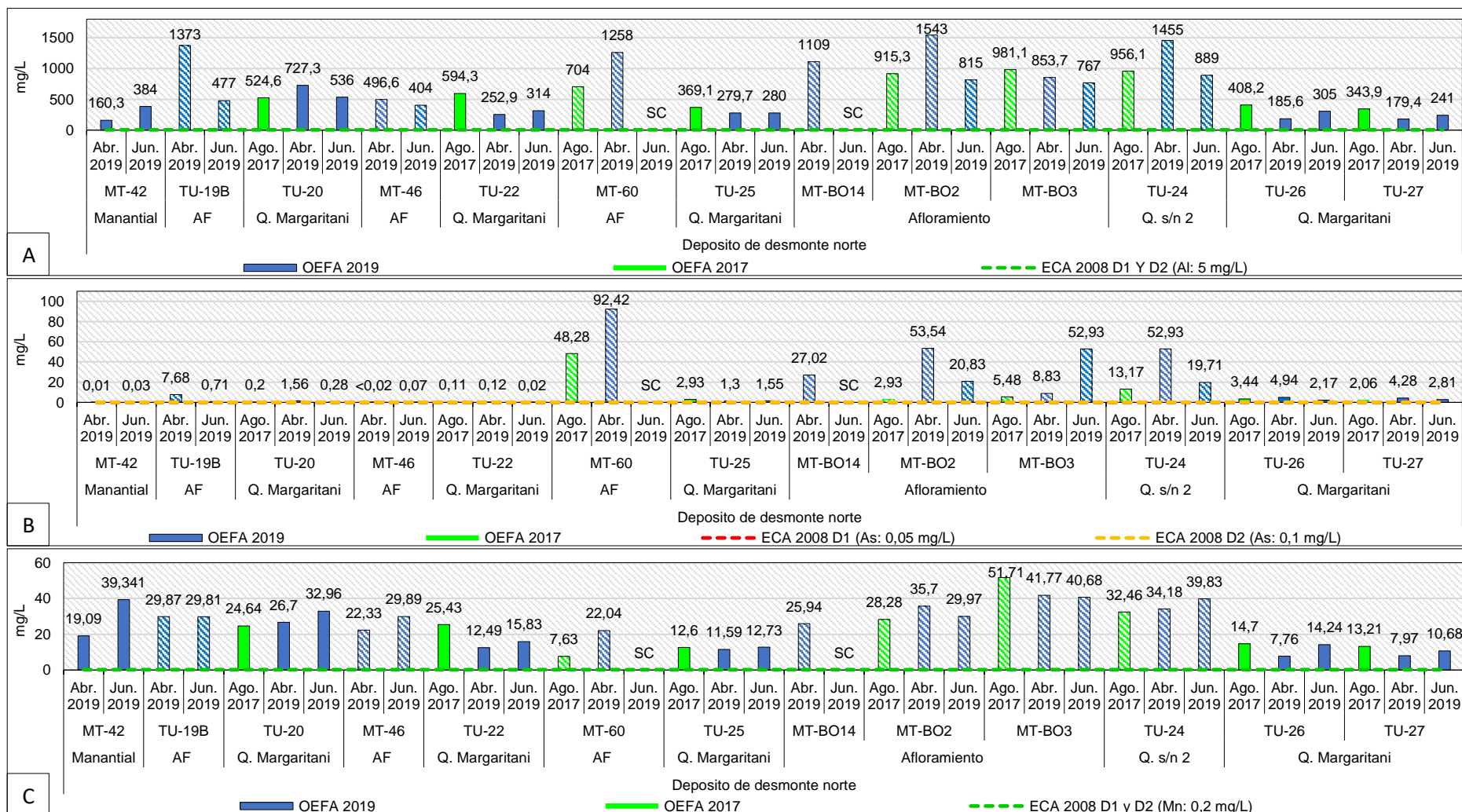


Figura 5.7. Comparación de aluminio (A), arsénico (B) y manganeso (C) en la quebrada Margaritani y aportantes (2019) con lo reportado en la data histórica (2017)

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin caudal



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC – Subdirección Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

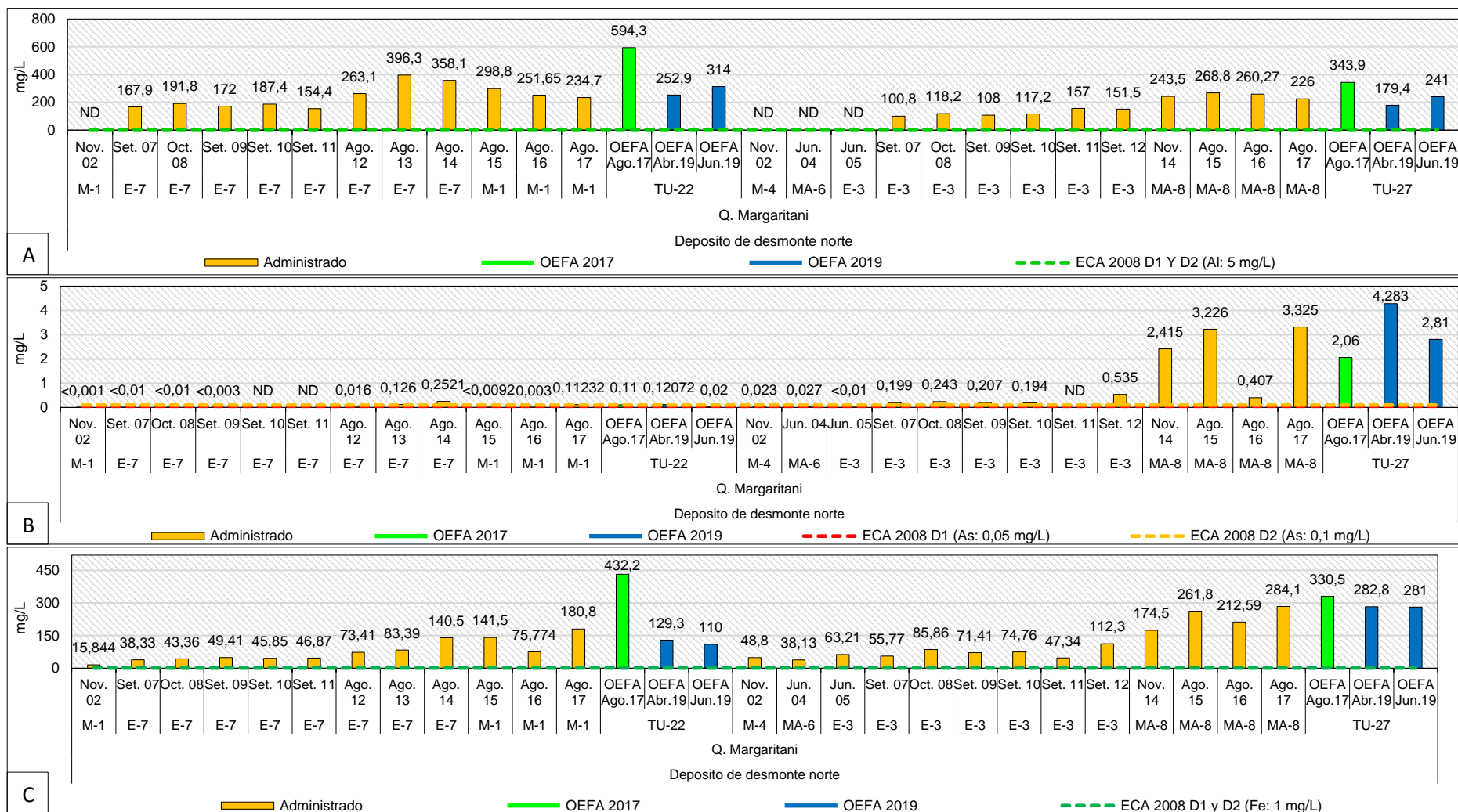


Figura 5.8. Comparación de aluminio, arsénico y hierro en los puntos TU-22 y TU-27 ubicados en la quebrada Margaritani con lo reportado en la data histórica por la UM Tucari

Bofedales

En el punto evaluado en esta zona (MT-57) los parámetros que incumplieron referencialmente los ECA para agua 2008 (categoría 3) fueron el pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos, aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel y zinc (Anexo 8). Cabe resaltar que los puntos FTU y FTU-1, ubicados en el bofedal, y en los afloramientos MT-57A y MT-55 no contaron con flujo (Figura 5.9). Asimismo, el afloramiento MT-57 registró una disminución en el pH y un incremento en la conductividad eléctrica y concentración de sulfatos en junio (2019) en comparación a febrero (2017) y abril (2019), ver Figura 5.9.

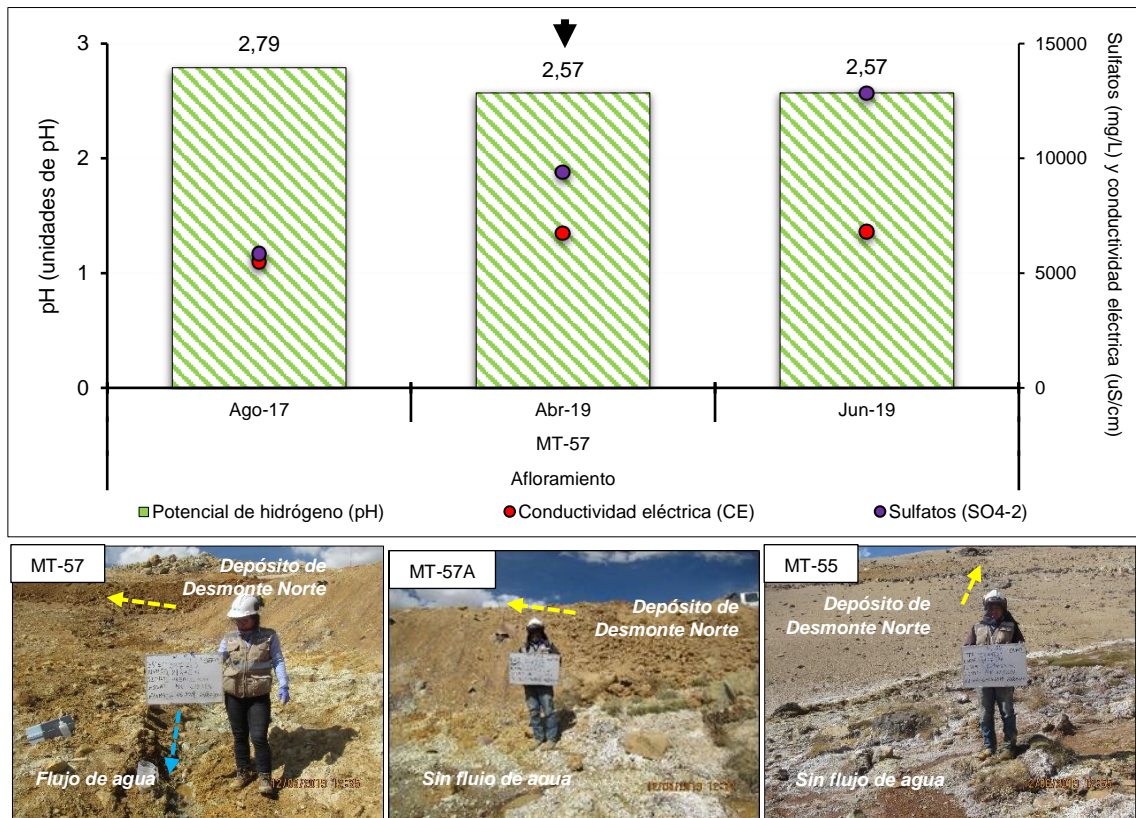


Figura 5.9. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en el afloramiento MT-57 proveniente del pie del Depósito de Desmonte Norte, y afloramientos MT-57A y MT-55 sin flujo

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica se observa que en el punto MT-57, las concentraciones de cadmio, cobre, hierro y níquel disminuyeron en junio (2019) en comparación con lo reportado en agosto (2017) y abril (2019) a excepción del aluminio, arsénico, cobalto, manganeso y zinc que se incrementaron (Figura 5.10 y Anexo 8).

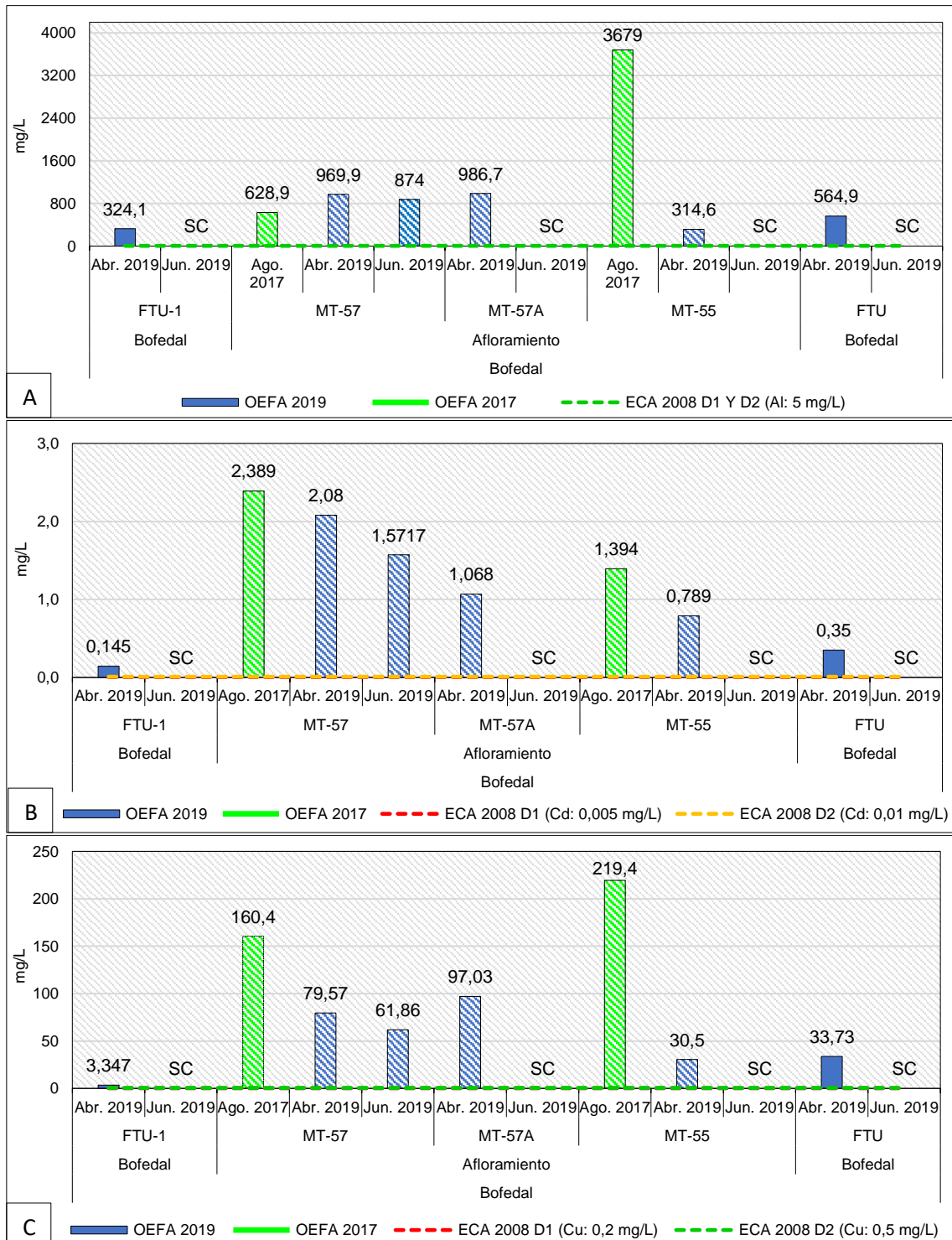


Figura 5.10. Comparación de aluminio (A), cadmio (B) y cobre (C) en el bofedal y afloramientos (2019) con lo reportado en la data histórica (2017)
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin caudal

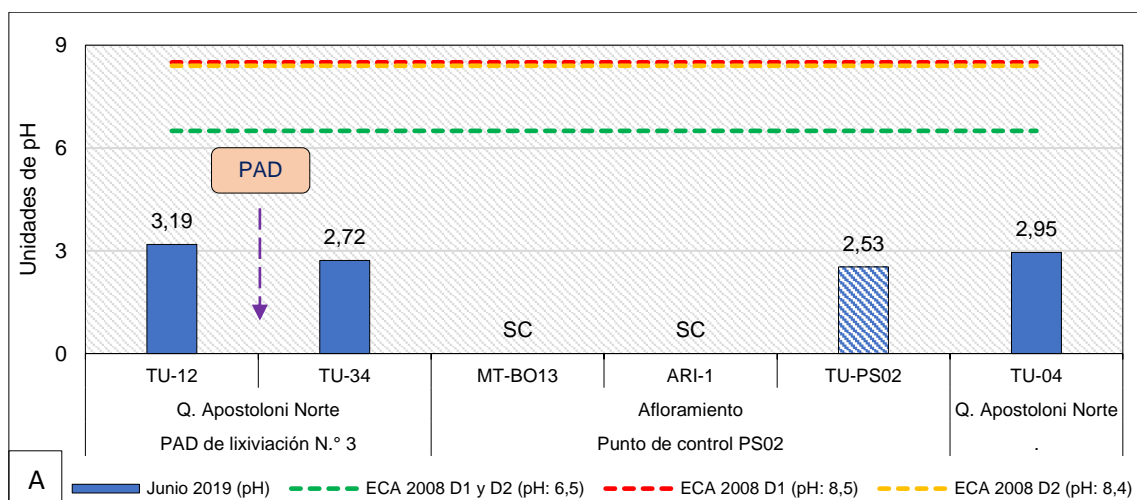
5.2. ZONA 2 – QUEBRADA APOSTOLONI

5.2.1. Calidad de agua

Quebrada Apostoloni Norte

PAD de lixiviación N.º 3

En la quebrada Apostoloni Norte, aguas abajo de PAD de lixiviación N.º 3 (TU-34), las concentraciones de sulfatos, cadmio, hierro, manganeso y níquel se incrementaron; mientras que el pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de aluminio y cobalto disminuyeron en comparación con el punto TU-12 (aguas arriba) e incumplieron los ECA para agua 2008 (categoría 3) tanto aguas arriba como aguas abajo. El arsénico, cobre y zinc se incrementaron hasta incumplir la normativa mencionada (Figuras 5.11, 5.11 y 5.13). Asimismo, los parámetros mencionados se encontraron similares luego de recibir el flujo (PS02), a excepción del aluminio y hierro (Figura 5.15).



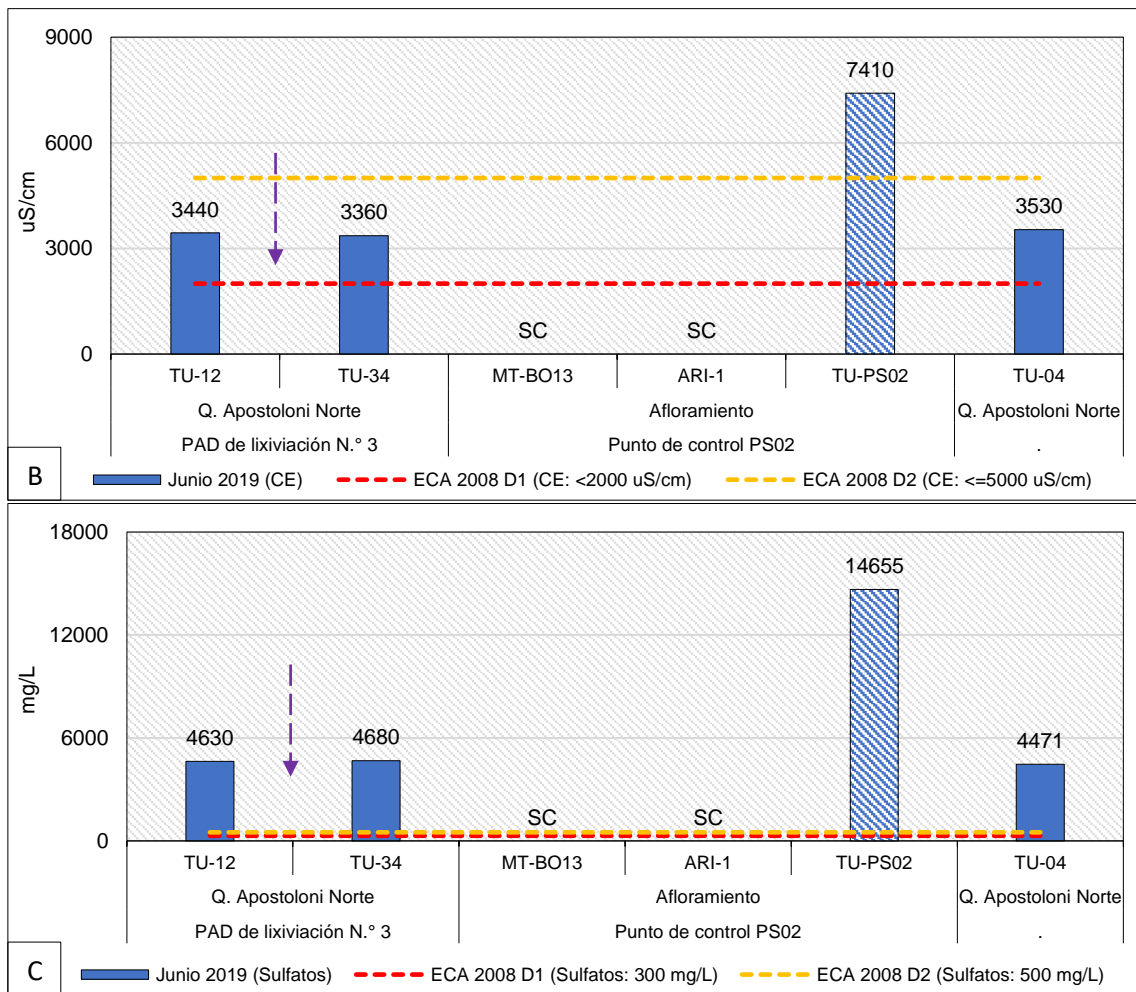


Figura 5.11. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en la quebrada Apostoloni Norte y aportante
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, la flecha representa la ubicación del PAD y SC: sin caudal

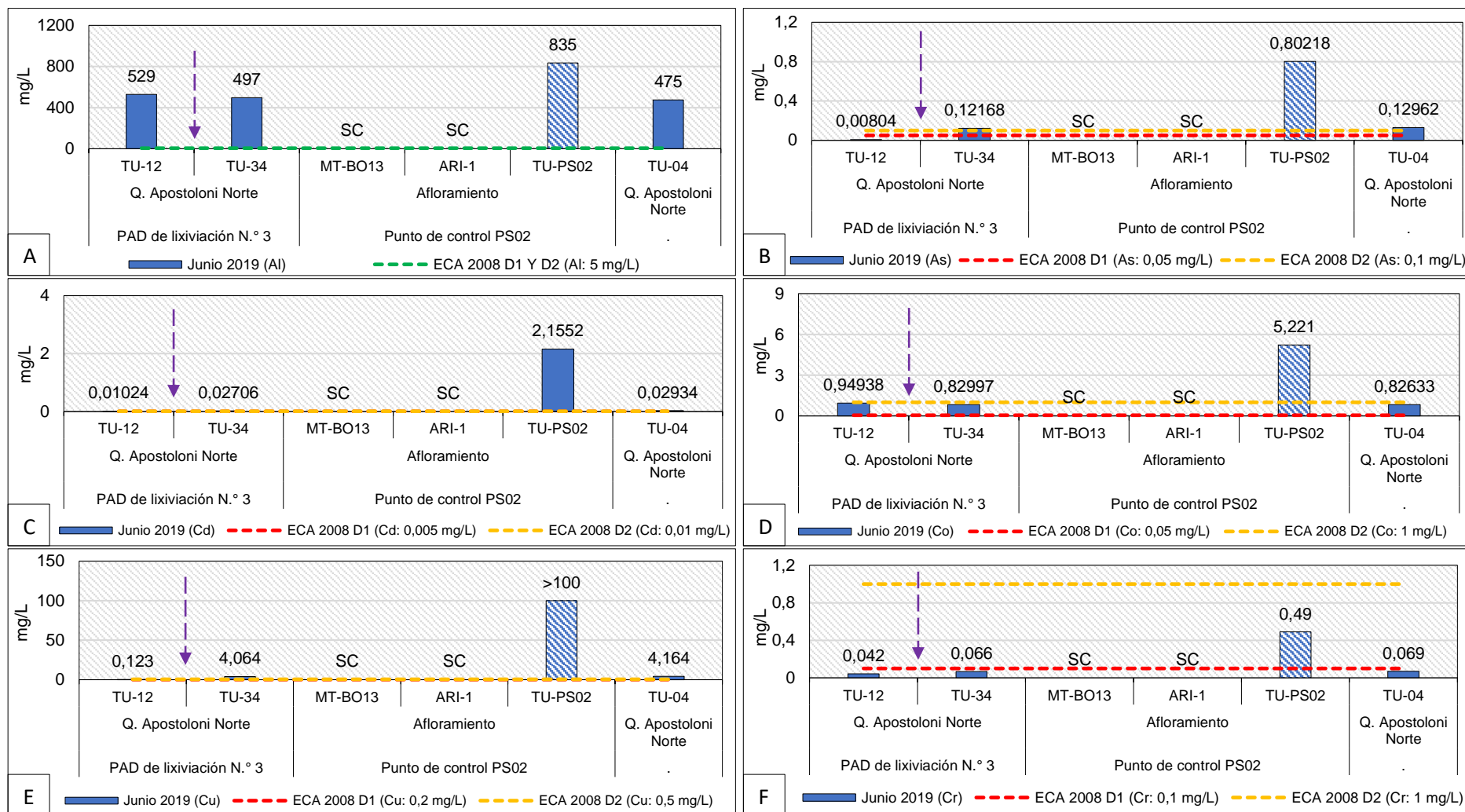


Figura 5.12. Concentración de aluminio (A), arsénico (B), cadmio (C), cobalto (D), cobre (E) y cromo (F) en la quebrada Apostoloni Norte y aportante. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, la flecha representa la ubicación del PAD y SC: sin caudal

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

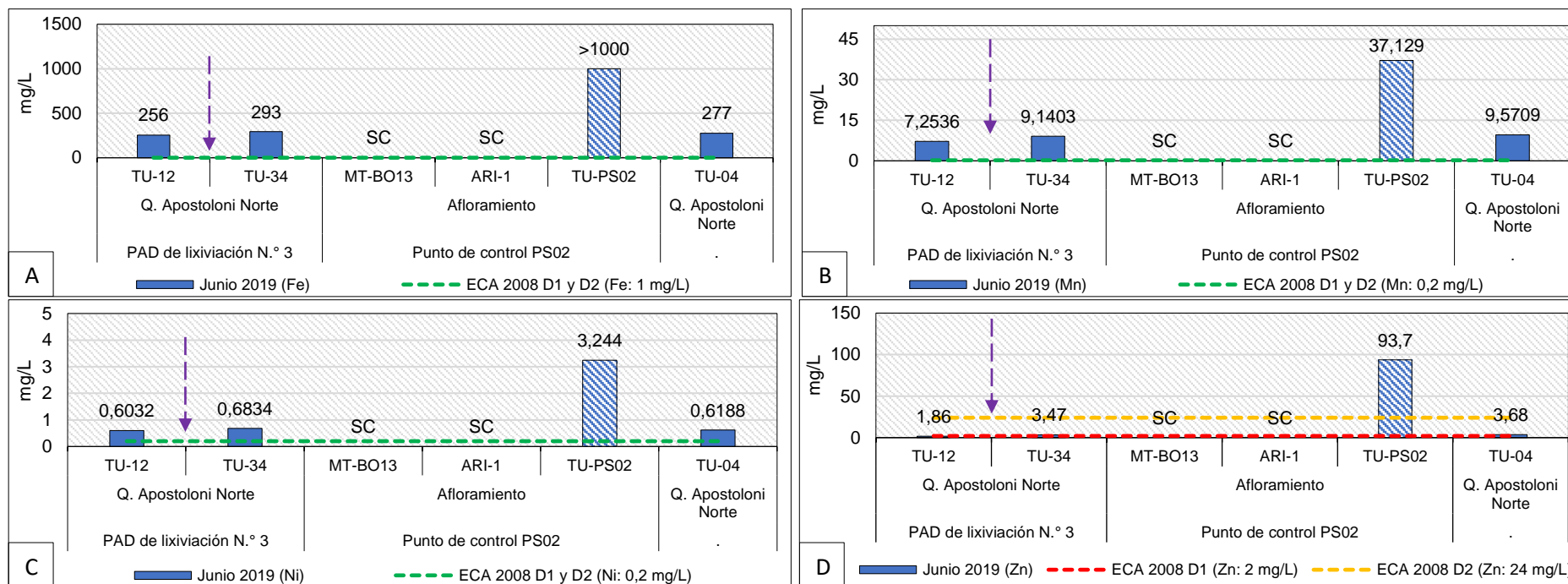


Figura 5.13. Concentración de hierro (A), manganeso (B), níquel (C) y zinc (D) en la quebrada Apostoloni Norte y aportante. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, la flecha representa la ubicación del PAD y SC: sin caudal

En la Figura 5.14, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2008, categoría 3, en la quebrada Apostoloni Norte y el aportante TU-PS02.

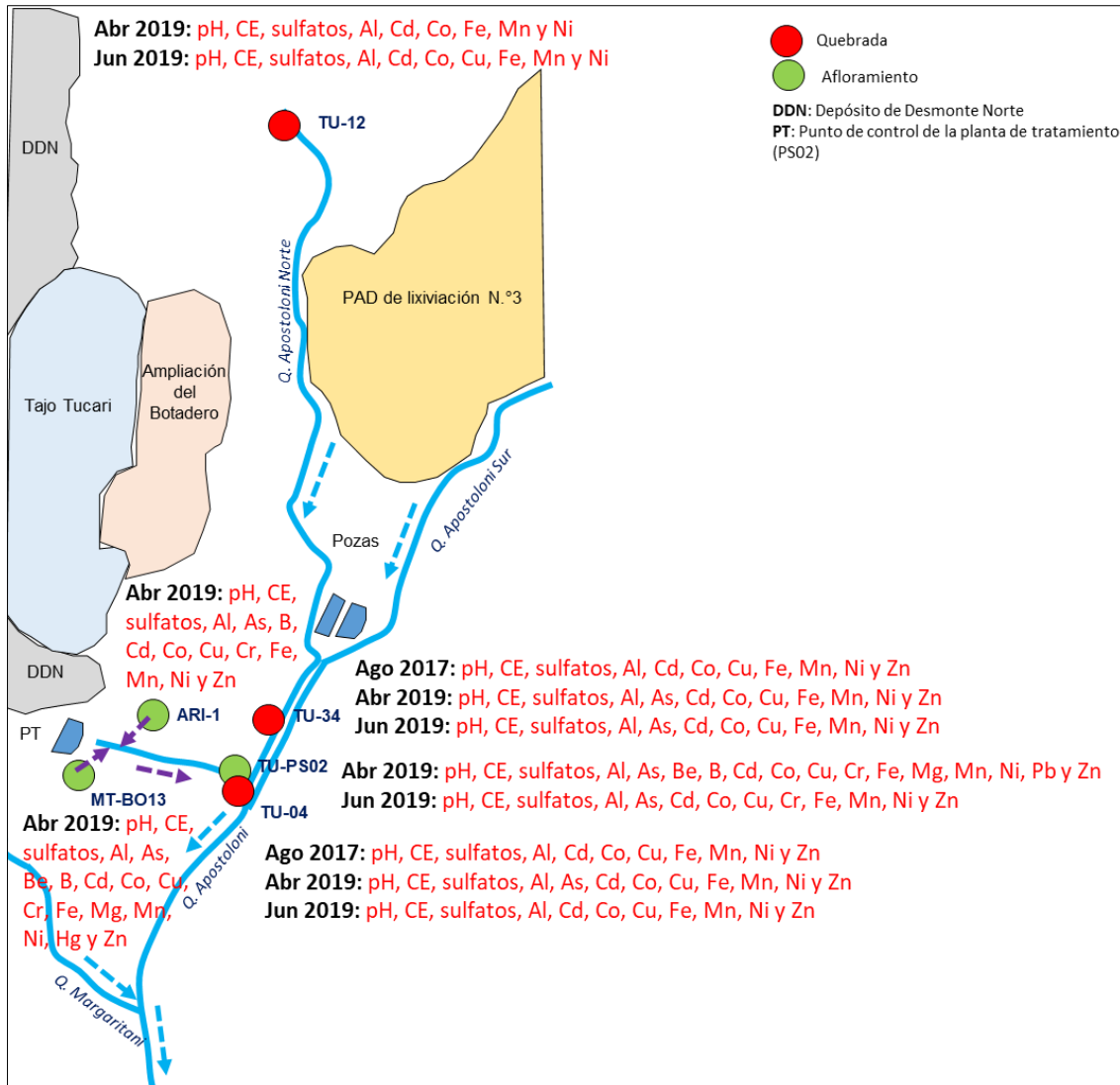


Figura 5.14. Parámetros que incumplieron los ECA para agua 2008, categoría 3, en la quebrada Apostoloni Norte y aportante

La quebrada Apostoloni Norte se caracterizó por ser ácida y presentar conductividad eléctrica y concentración de sulfatos similares en los meses evaluados (Figura 5.15A). Además, se registraron ligeros incrementos en la concentración de metales debido al aporte del flujo de agua TU-PS02, proveniente del ARI-1 (Figura 5.15B), que presentó flujo de agua mínimo (Figura 5.15C).

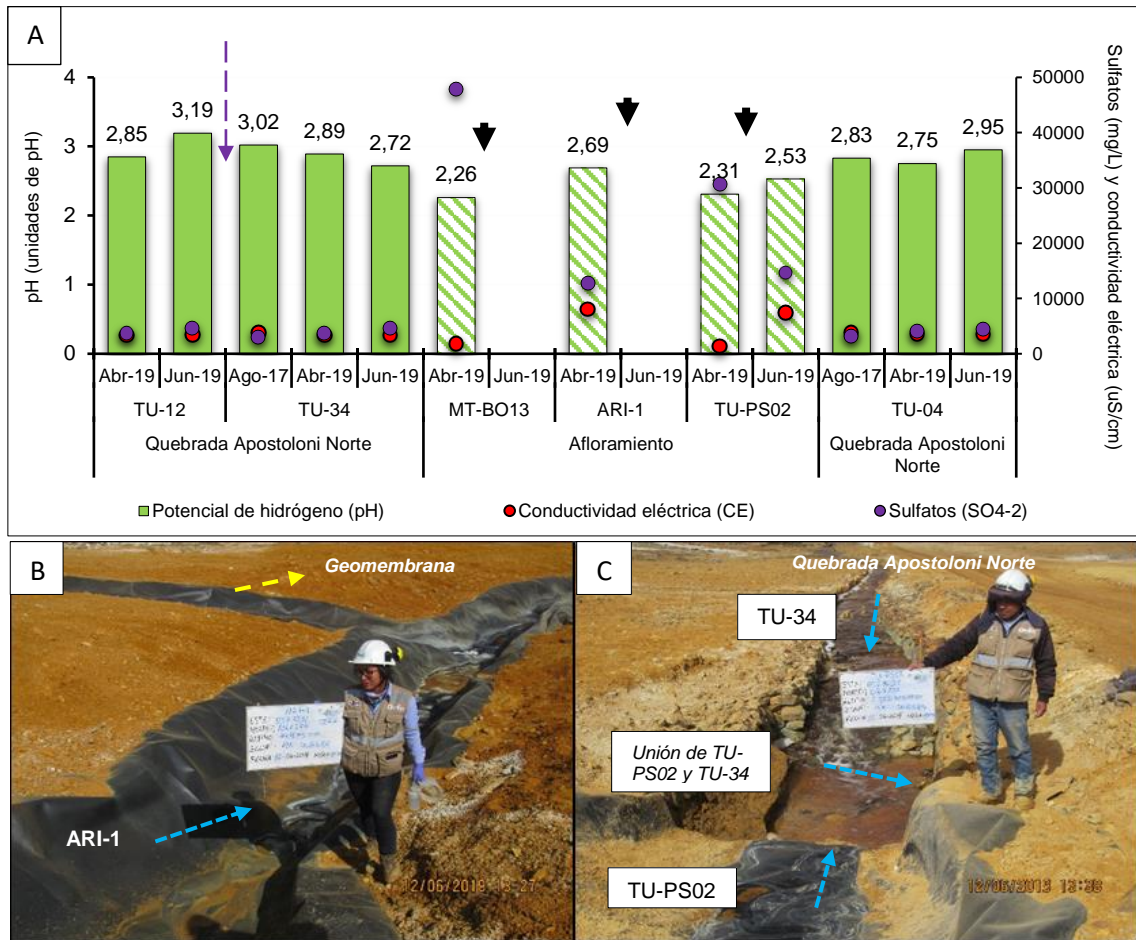
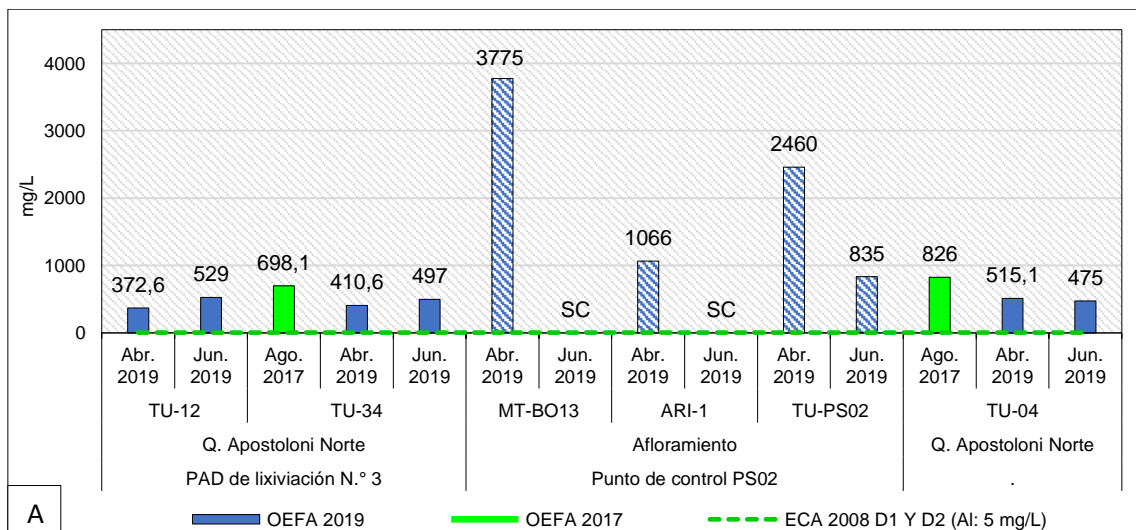


Figura 5.15. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en la quebrada Apostoloni Norte y flujo de agua (TU-PS02), que proviene del ARI-1 (B), y descarga a la quebrada Apostoloni Norte (C)

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica en el punto TU-04, ubicado aguas abajo del punto TU-PS02, se observa que las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto y hierro disminuyeron en junio (2019) en comparación con lo reportado en febrero (2017) y abril (2019) a excepción del arsénico, cobre, manganeso, níquel y zinc que se incrementaron (Figura 5.16 y Anexo 8).



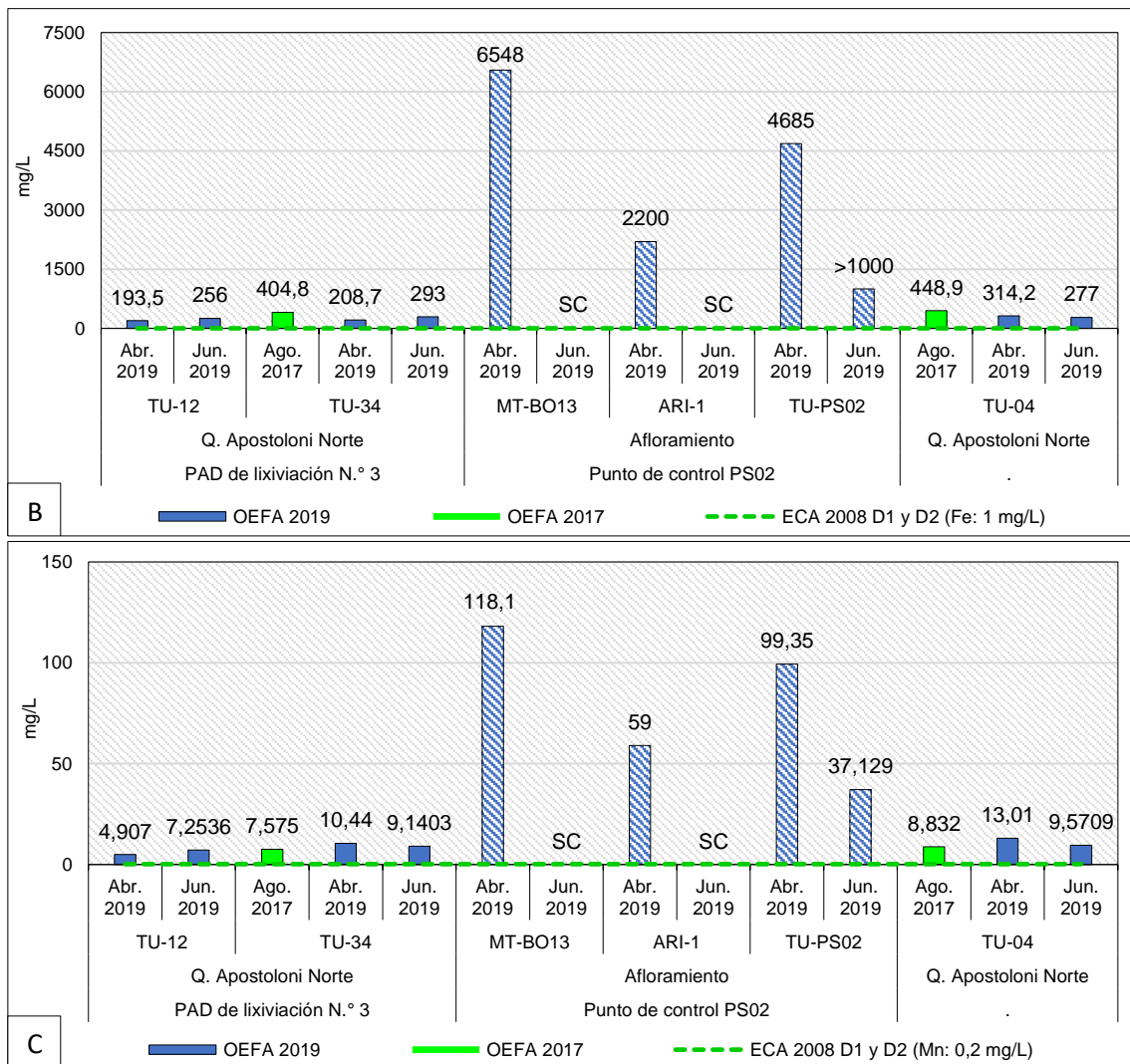


Figura 5.16. Concentración histórica de aluminio (A), hierro (B) y manganeso (C) en los puntos de la quebrada Apostoloni Norte y aportante. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin caudal.

Quebrada Apostoloni Sur

PAD de lixiviación N.º 3

La quebrada Apostoloni Sur se caracterizó por ser ácido desde su nacimiento (MT-36, Figura 5.21B) hasta antes de confluencia con la quebrada Margaritani. Además, se observó que la conductividad eléctrica, sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, hierro y níquel disminuyeron aguas abajo del PAD de Lixiviación N.º 3 (P-5, Figura 5.21C) y se incrementaron luego del aporte de la quebrada Apostoloni Norte (TU-04, Figura 5.21D), comportamiento contrario presentó el cobre, mientras que el arsénico y manganeso registraron un incremento progresivo en esta quebrada. El pH, la conductividad eléctrica y la concentración de los sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, hierro, manganeso y níquel incumplieron los ECA para agua 2008 (categoría 3) en todos los puntos evaluados en esta quebrada, a excepción de cianuro wad que solo excedió aguas abajo del PAD y que a medida que se aleja de este componente minero disminuye en los puntos P-5, P-7 (Figura 5.21E) y TU-11, ver Figuras 5.17, 5.18 y 5.19.



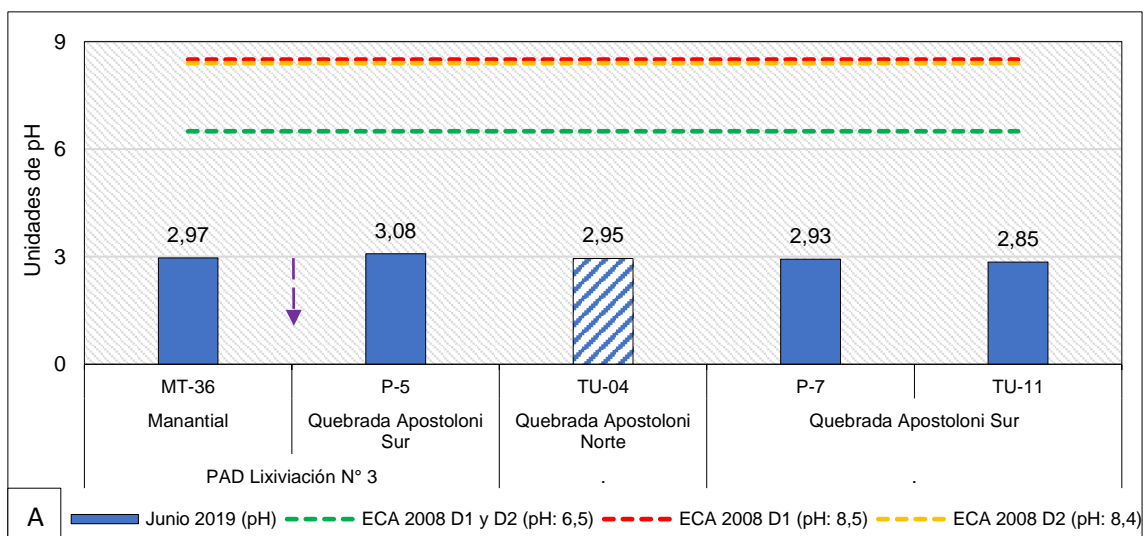
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC – Subdirección Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



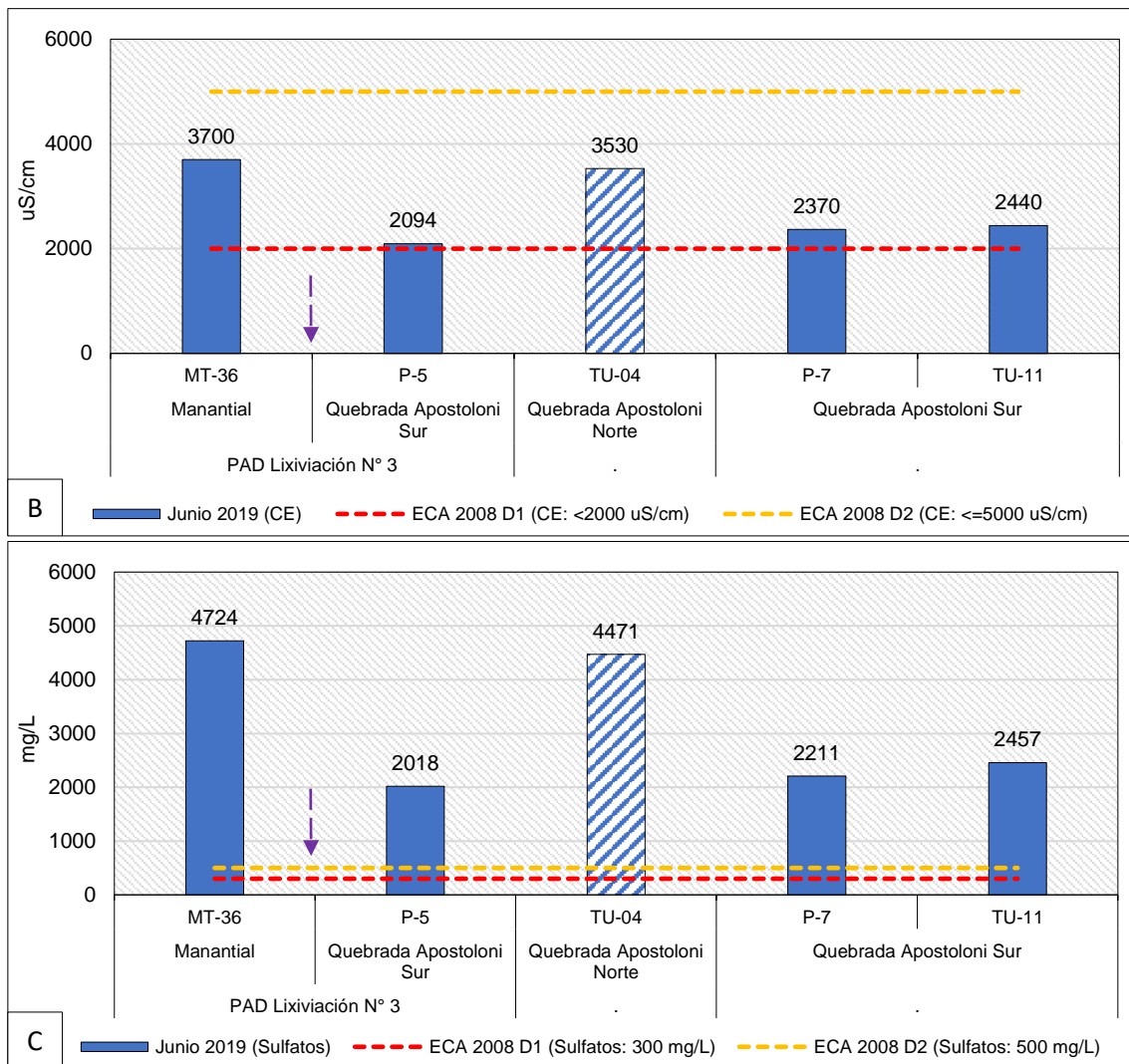


Figura 5.17. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y concentración de sulfatos (C) en la quebrada Apostoloni Sur y tributario

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y la flecha representa la ubicación del PAD

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

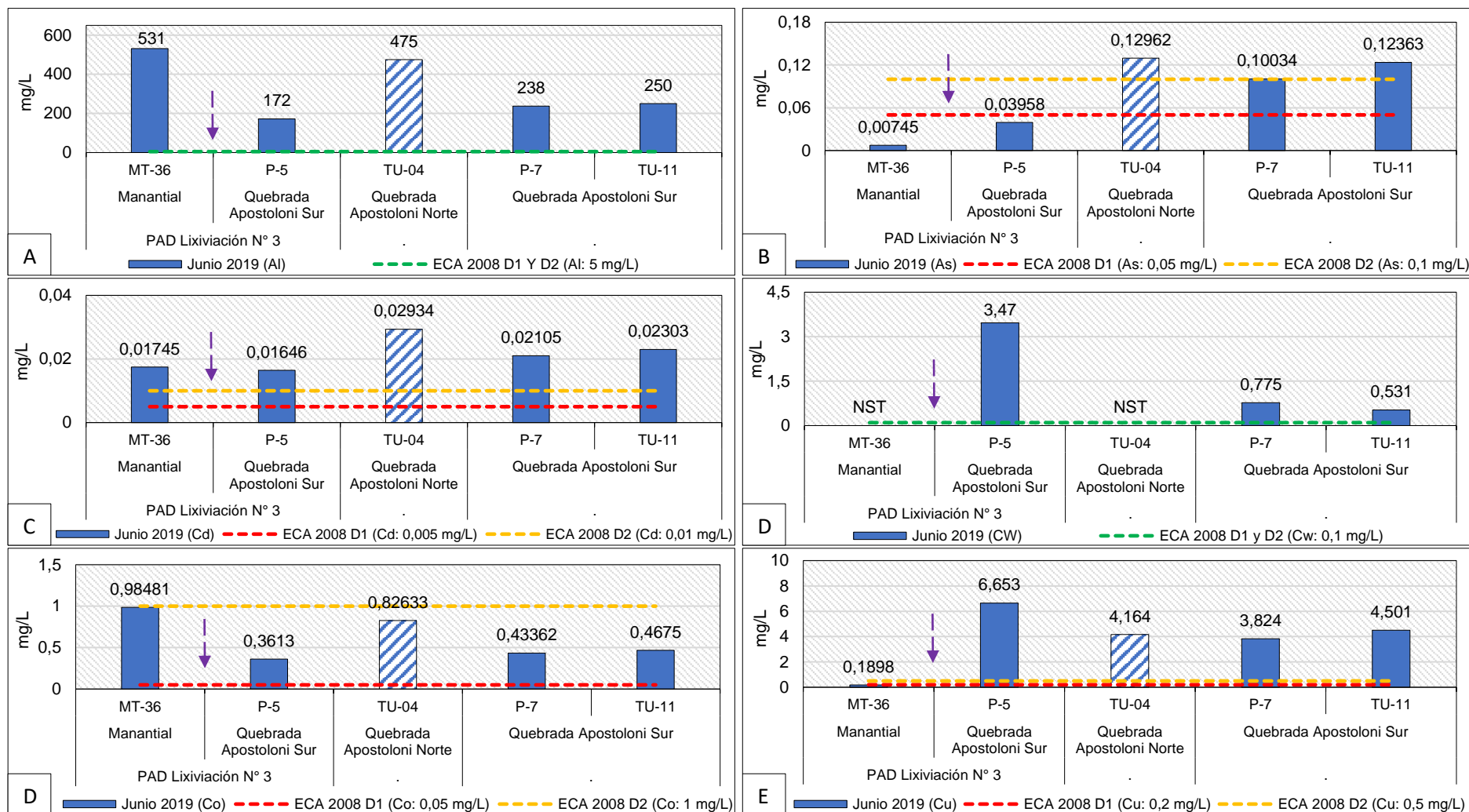


Figura 5.18. Concentración de aluminio (A), arsénico (B), cadmio (C), cianuro wad (D), cobalto (E) y cobre (F) en la quebrada Apostoloni Sur y tributario. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios, la flecha representa la ubicación del PAD y NST: no se tomó muestra para cianuro wad (Cw)

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

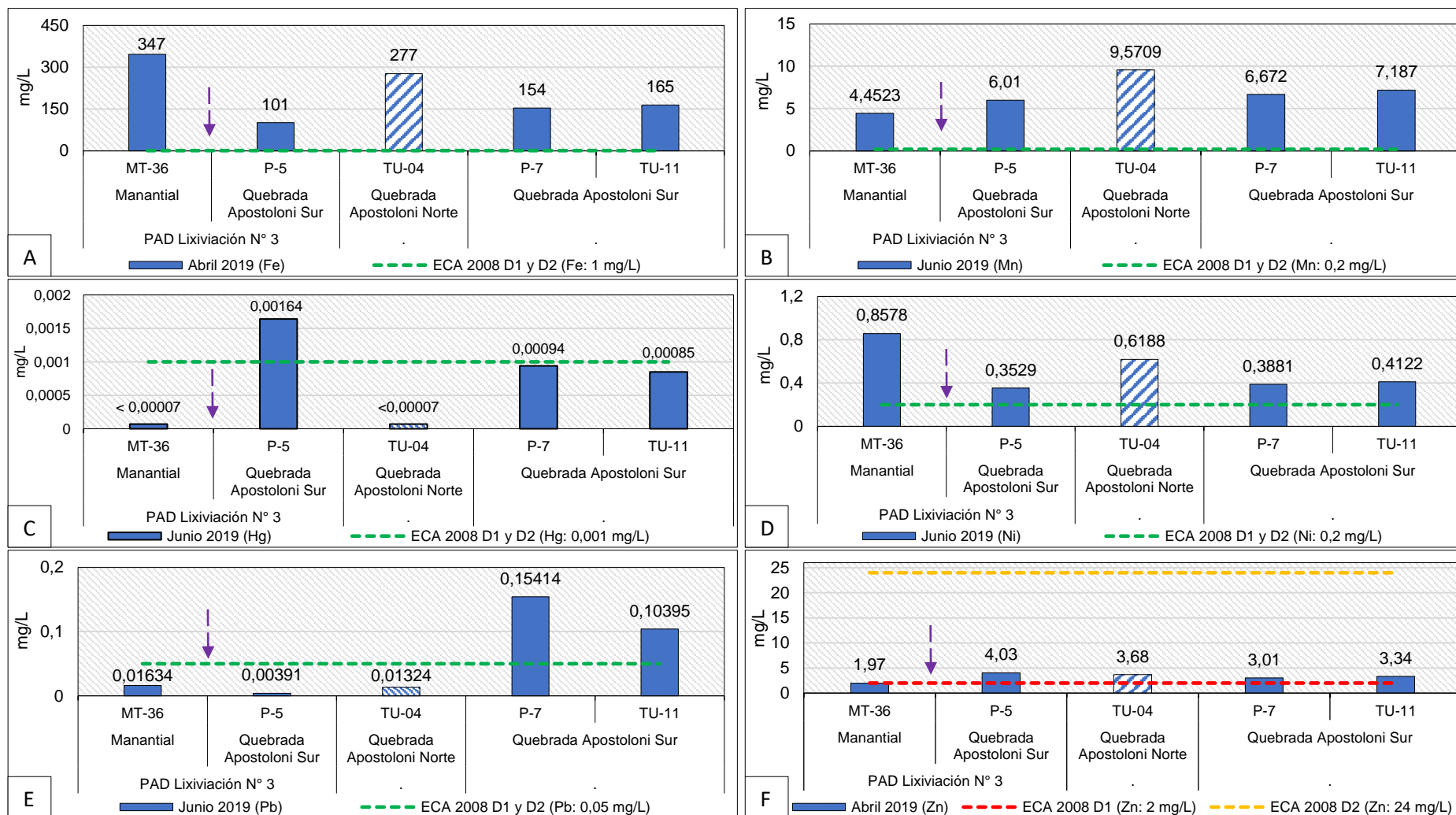


Figura 5.19. Concentración de hierro (A), manganeso (B), mercurio (C), níquel (D), plomo (E) y zinc (F) en la quebrada Apostoloni Sur y tributario. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y la flecha representa la ubicación del PAD.

En la Figura 5.20, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2008, categoría 3, en la quebrada Apostoloni Sur y tributario.

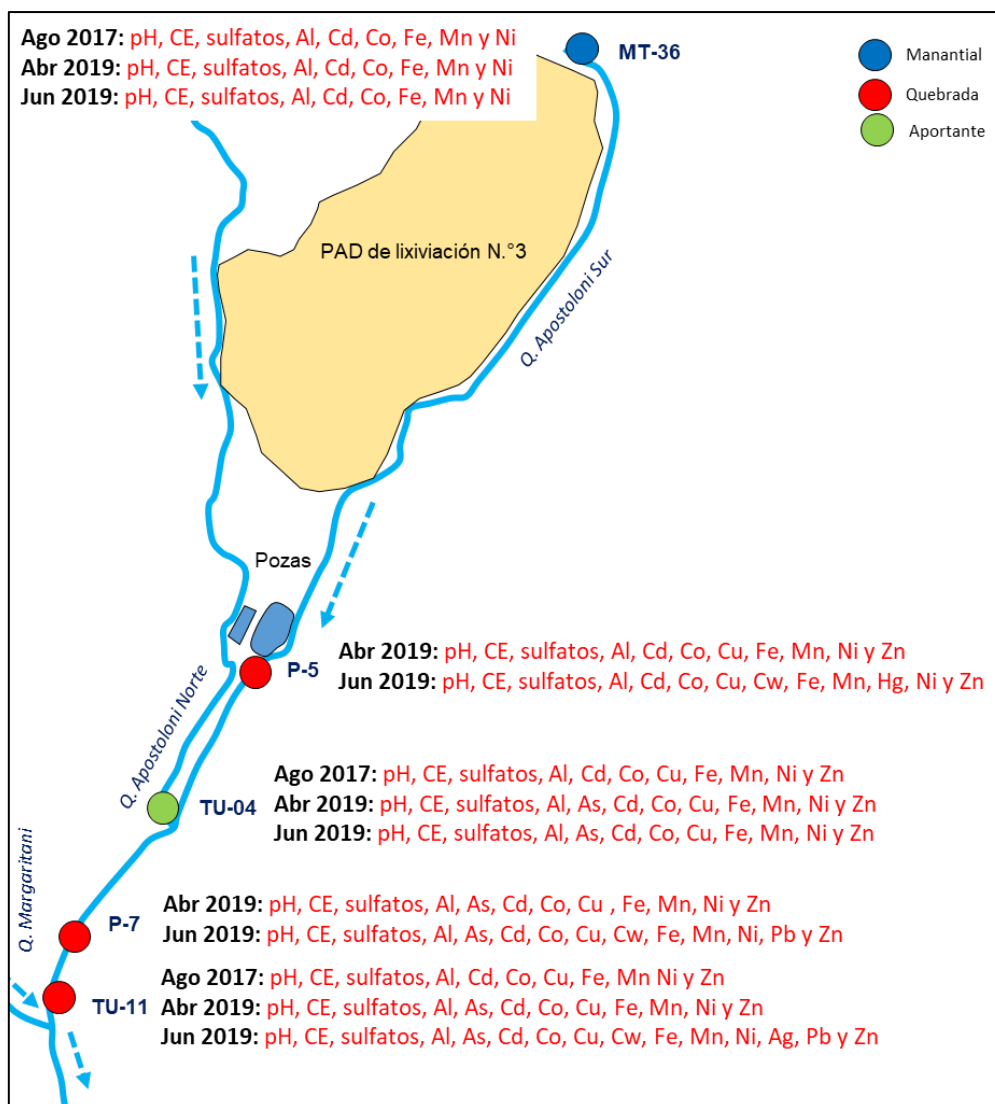


Figura 5.20. Parámetros que incumplieron el ECA para agua 2008, categoría 3; en la quebrada Apostoloni Sur y aportante

La quebrada Apostoloni Sur se caracterizó por ser ácida y presentó una disminución en la conductividad eléctrica y concentración de sulfatos luego de recorrer el canal de coronación del PAD de lixiviación N.º 3 y recibir el aporte de la quebrada Apostoloni Norte (TU-04) en los meses evaluados (Figura 5.21A). Además, se registraron incrementos en la concentración de metales debido al aporte de la quebrada Apostoloni Norte (TU-04) que presentó una ligera coloración rojiza (Figura 5.21D).

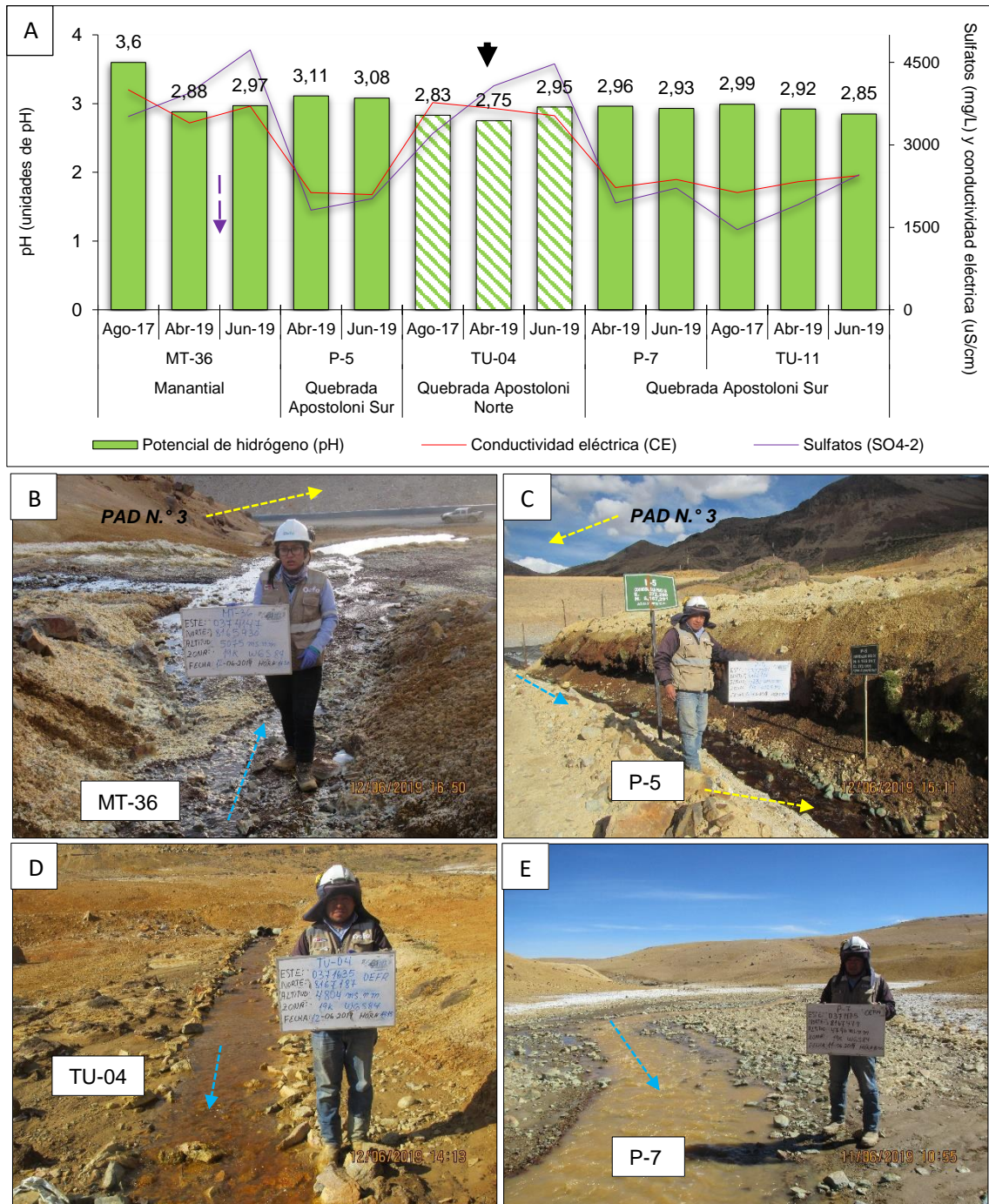


Figura 5.21. Comportamiento de los parámetros de campo y concentración de sulfatos en la quebrada Apostoloni Sur y tributario (A). Naciente de la quebrada Apostoloni Sur MT-36 (B), quebrada Apostoloni Norte (TU-04) con presencia de ligera coloración rojiza (D), y quebrada Apostoloni Sur (P-5 y P-7), aguas abajo del PAD, con presencia de coloración rojiza y crema (C y E)

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica, en el punto TU-11 se observa que las concentraciones de aluminio, cadmio y hierro que disminuyeron en junio (2019) en comparación con lo reportado en agosto (2017) a excepción del arsénico, cobre, níquel y zinc que se incrementaron (Figura 5.22 y Anexo 8).

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

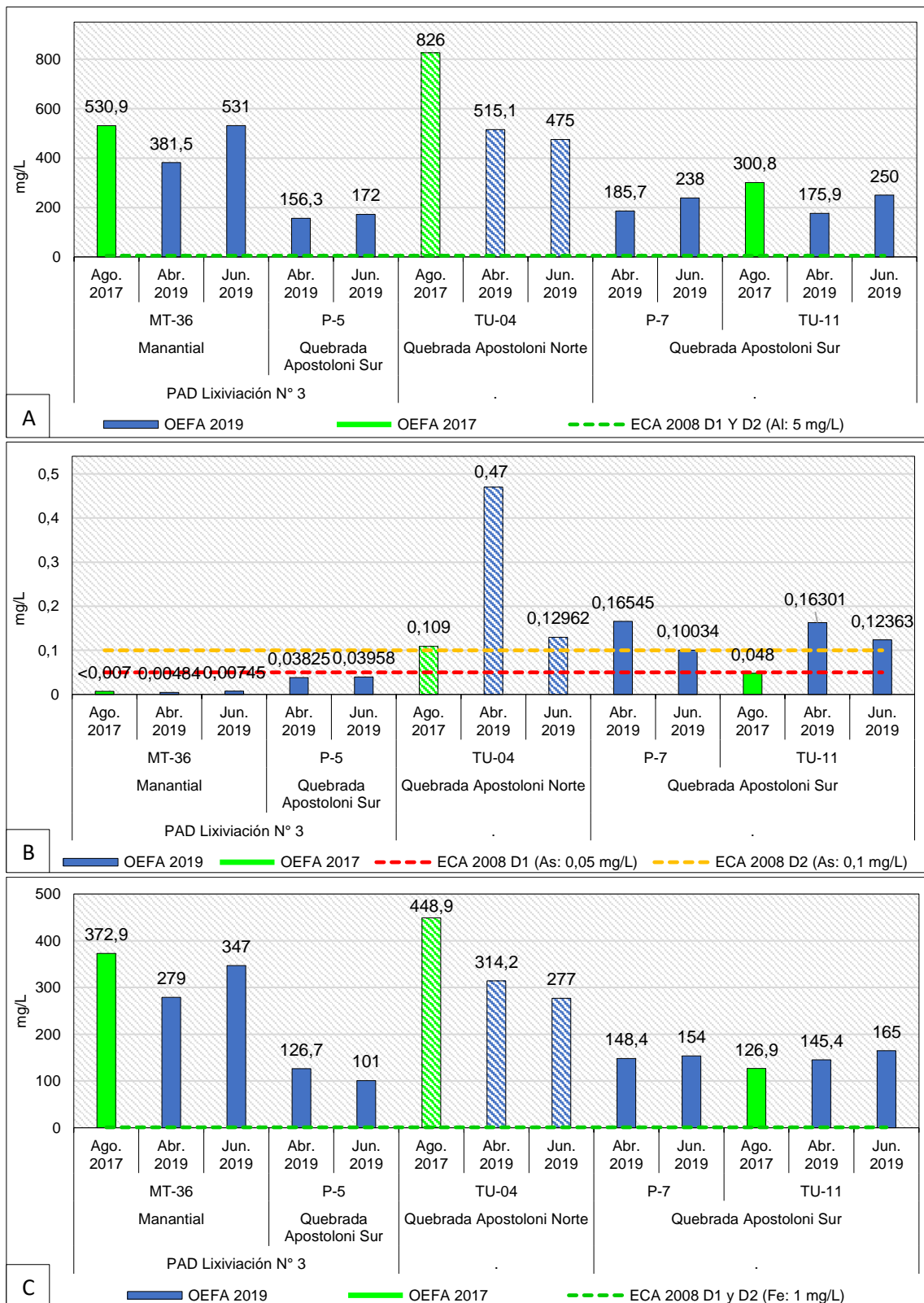


Figura 5.22. Concentración histórica de aluminio (A), arsénico (B) y hierro (C) en la quebrada Apostoloni Sur y aportante
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin caudal

5.3. ZONA 3 – Ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas, Coralaque y agua termal

5.3.1. Calidad de agua

El río Margaritani influye en la calidad del agua del río Queullirijahuiri que a su vez influye en el río Aruntaya, y este, en el río Titire que al juntarse con el río Vizcachas influye en el río Coralaque debido a que las concentraciones de aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc disminuyeron y el pH se incrementó progresivamente durante su recorrido y luego de recibir el aporte de la fuente termal Puente Bello (PBello, Figura 5.23I) estos parámetros se incrementaron a excepción del pH. Además, al recibir el aporte del río Vizcachas (RVizc), los metales aluminio, arsénico, boro, cobre, hierro y manganeso disminuyeron; sin embargo, continúan incumpliendo con los ECA para agua 2008 (categoría 3) a excepción del cadmio, cobalto, níquel, plomo y zinc que también disminuyeron, pero cumplen con la normativa señalada. Cabe resaltar, que los parámetros mencionados en los puntos de los ríos Queullirijahuiri (AG-17, Figura 5.23C), Aruntaya (AG-06, Figura 5.23E), Titire (AG-09, Figura 5.23G) y Vizcachas (RVizc) presentaron menores concentraciones antes de su confluencia con los tributarios afectados (Figuras 5.24, 5.25, 5.26, 5.27 y 5.28).

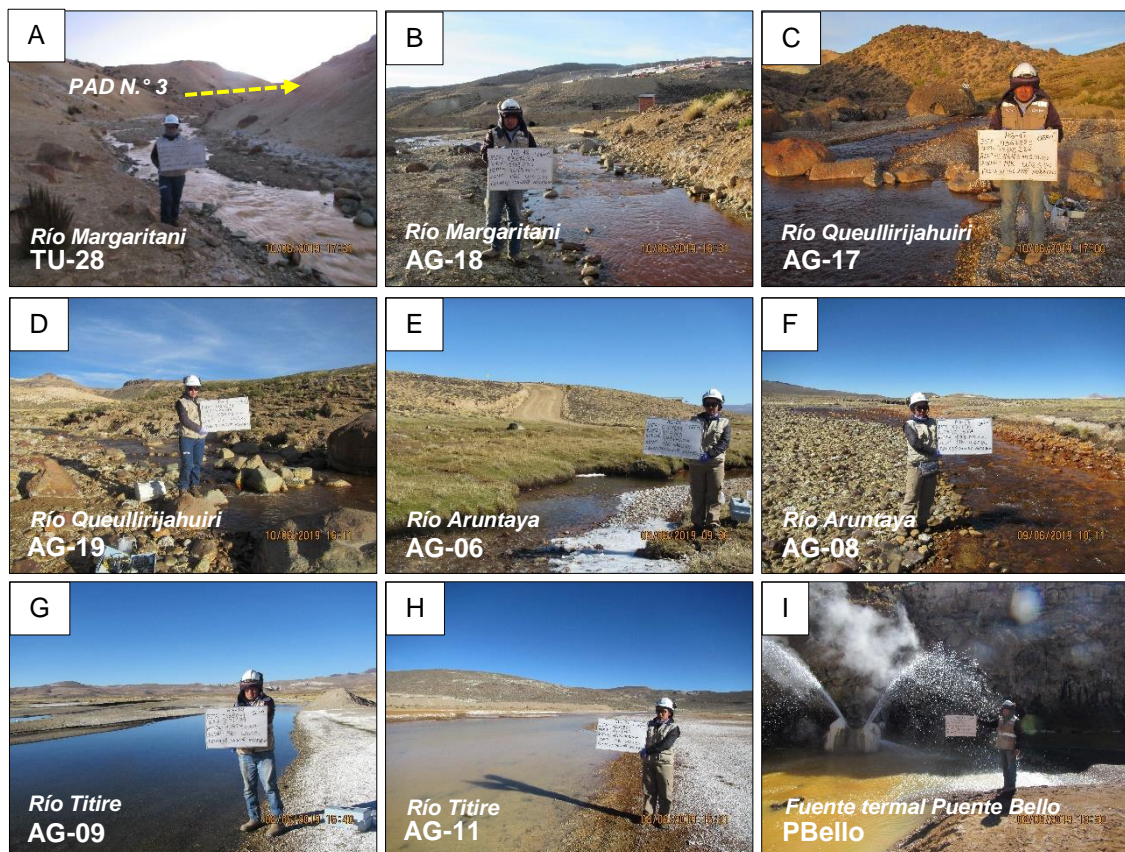


Figura 5.23. Ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire y agua termal evaluados en esta zona

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

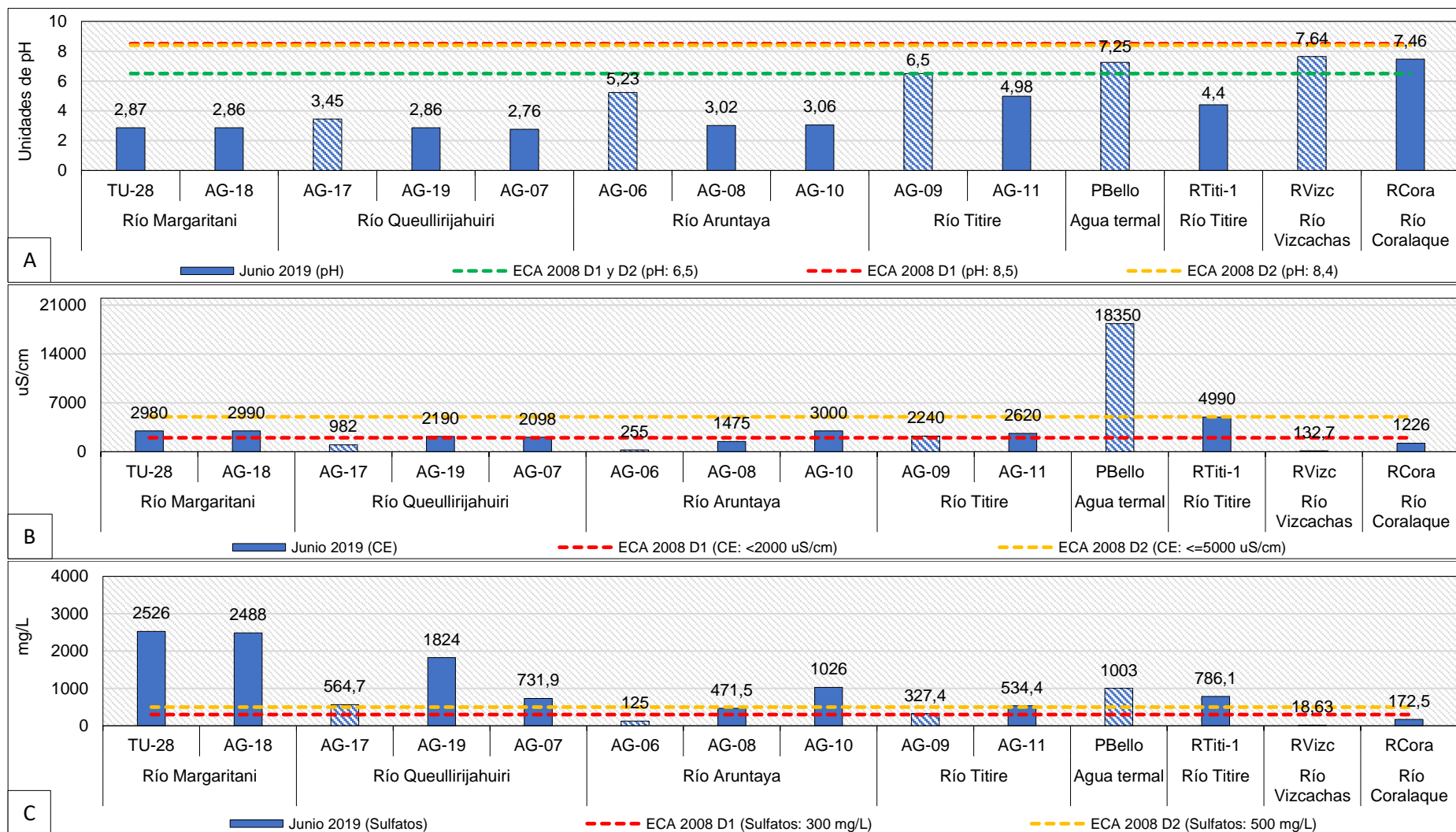


Figura 5.24. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y concentración de sulfatos (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralque y agua termal

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

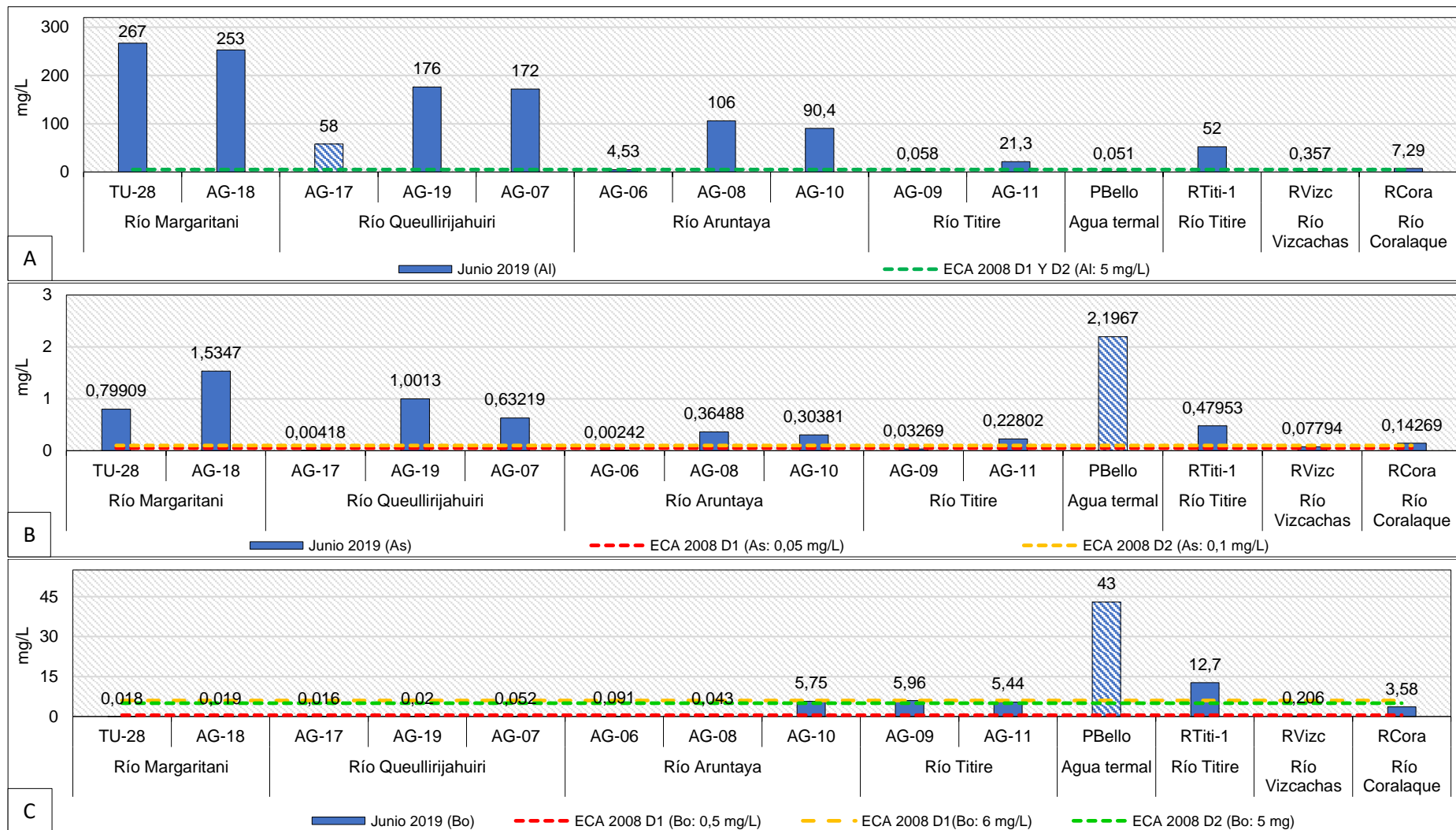


Figura 5.25. Concentración de aluminio (A), arsénico (B) y boro (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

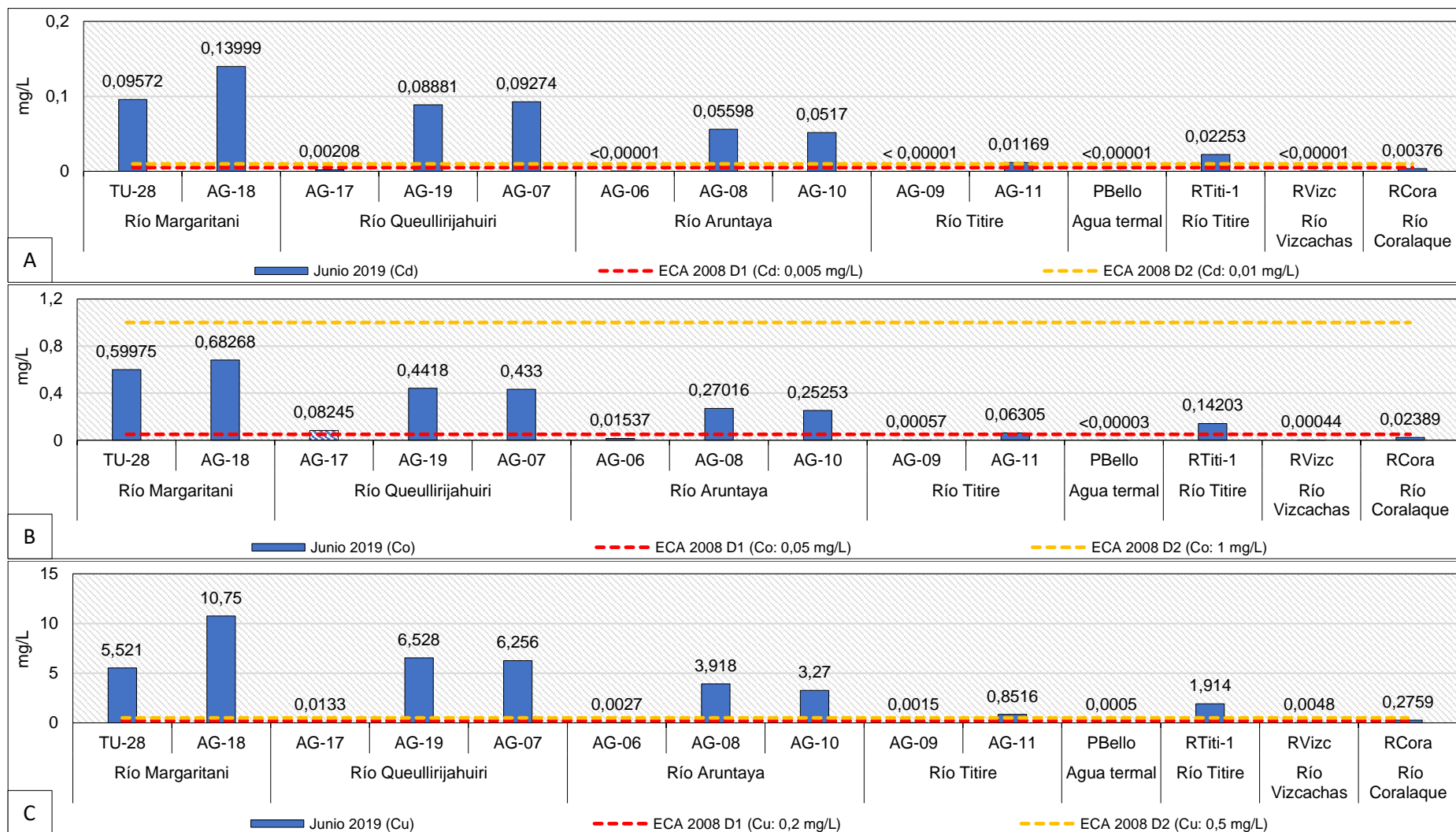


Figura 5.26. Concentración de cadmio (A), cobalto (B) y cobre (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaeque y agua termal. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

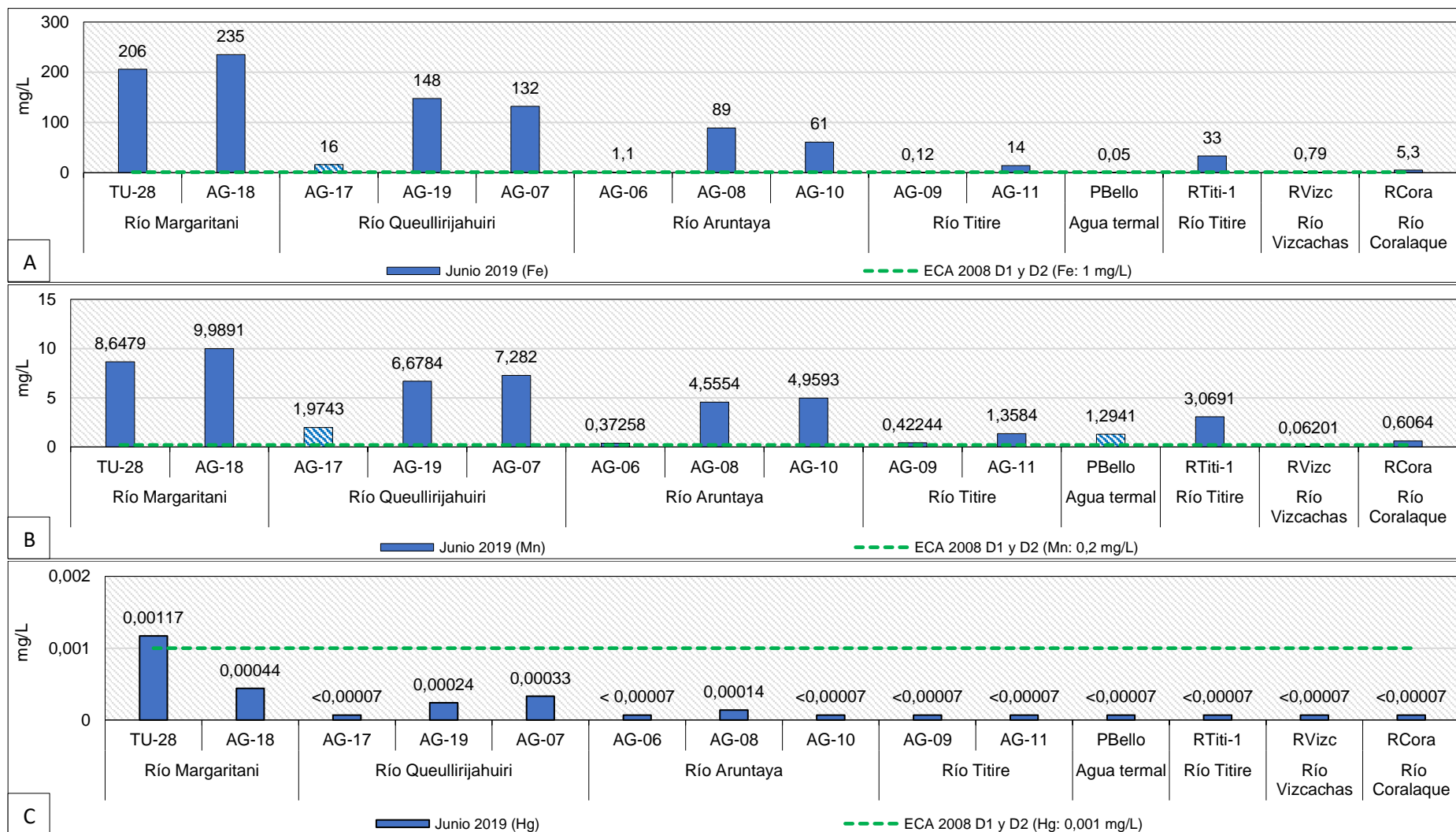


Figura 5.27. Concentración de hierro (A), manganeso (B) y mercurio (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

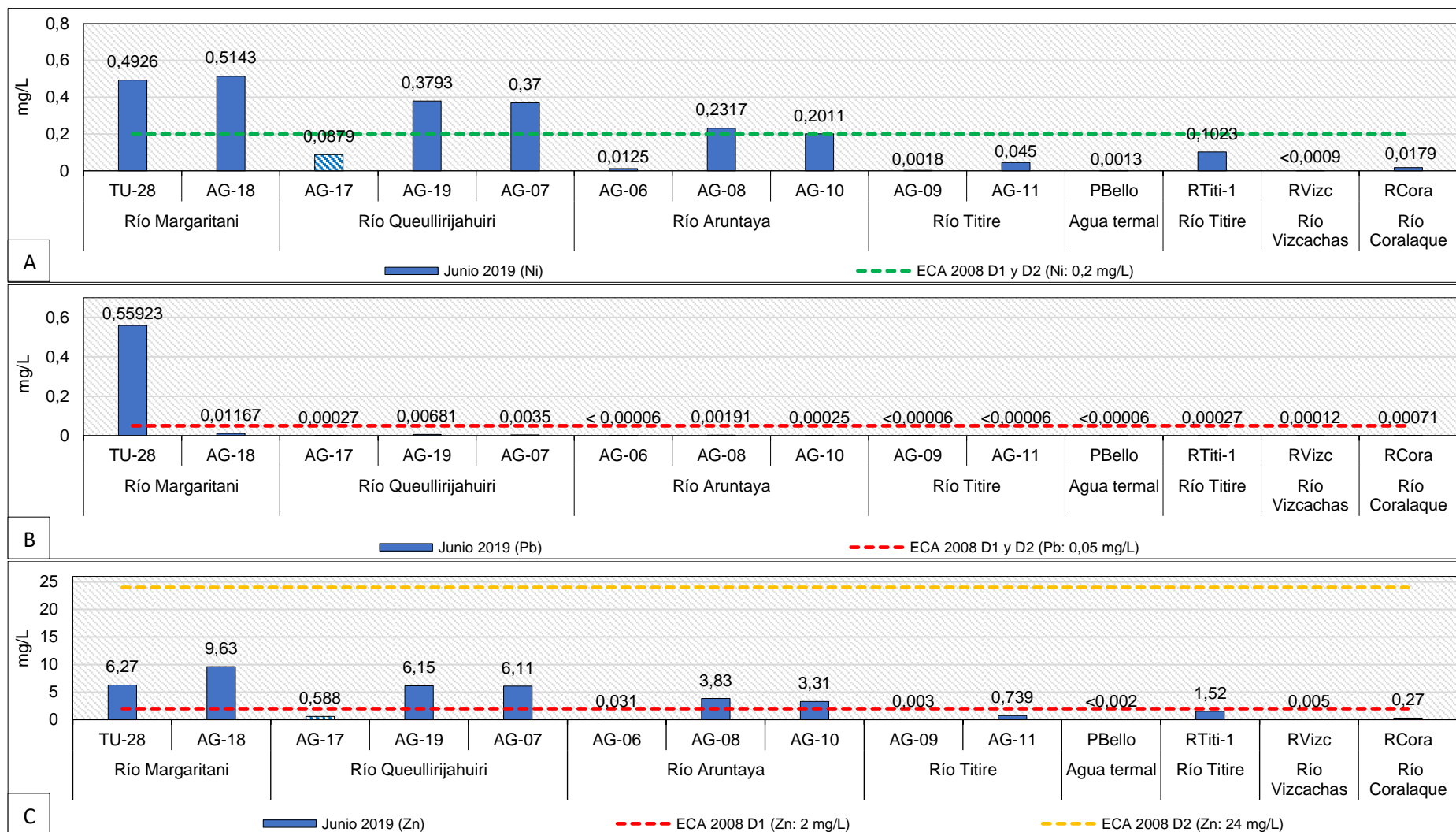


Figura 5.28. Concentración de níquel (A), plomo (B) y zinc (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios.

En la Figura 5.29, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2008 (categoría 3).

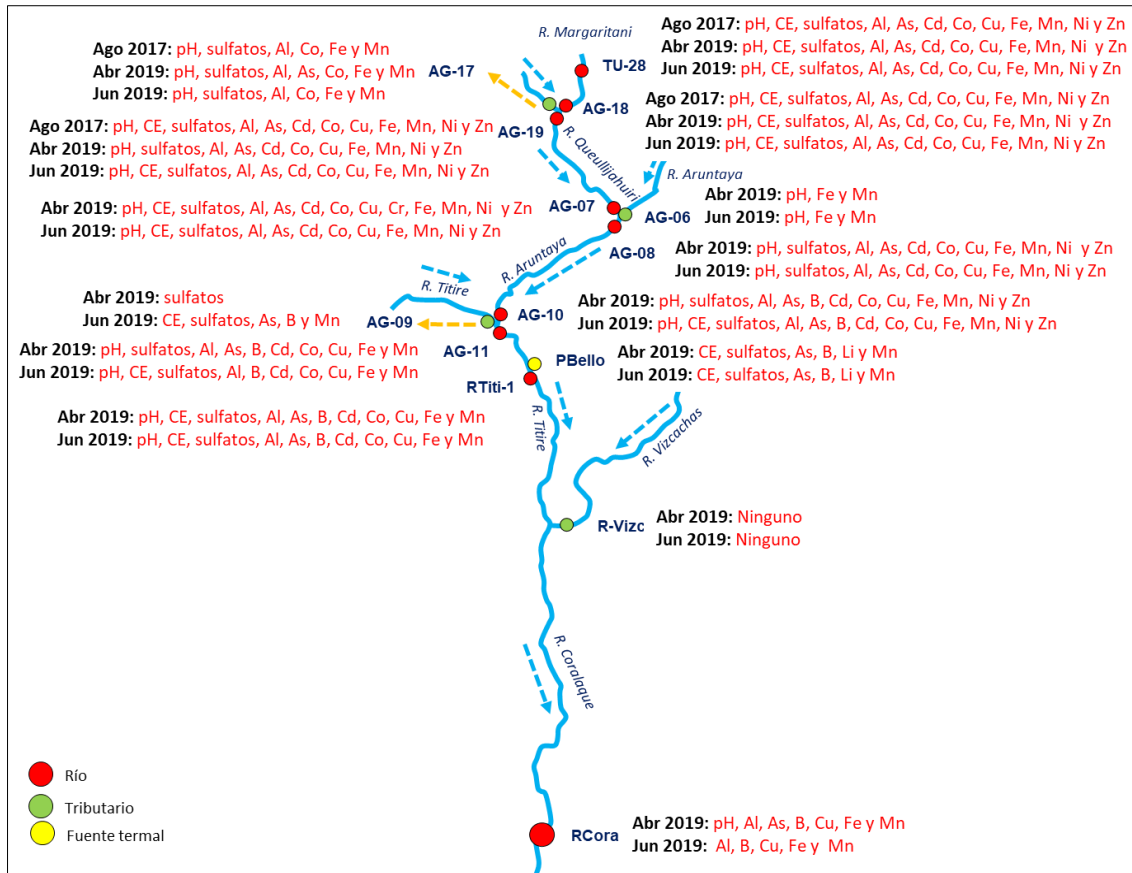


Figura 5.29. Parámetros que superaron los ECA para agua 2008, categoría 3, en los puntos de monitoreo en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal

Similar comportamiento se observa al comparar los resultados de la presente evaluación (junio de 2019) con la data histórica (agosto, 2017 y abril 2019), tal como se observa en las Figuras 5.30 y 5.31.

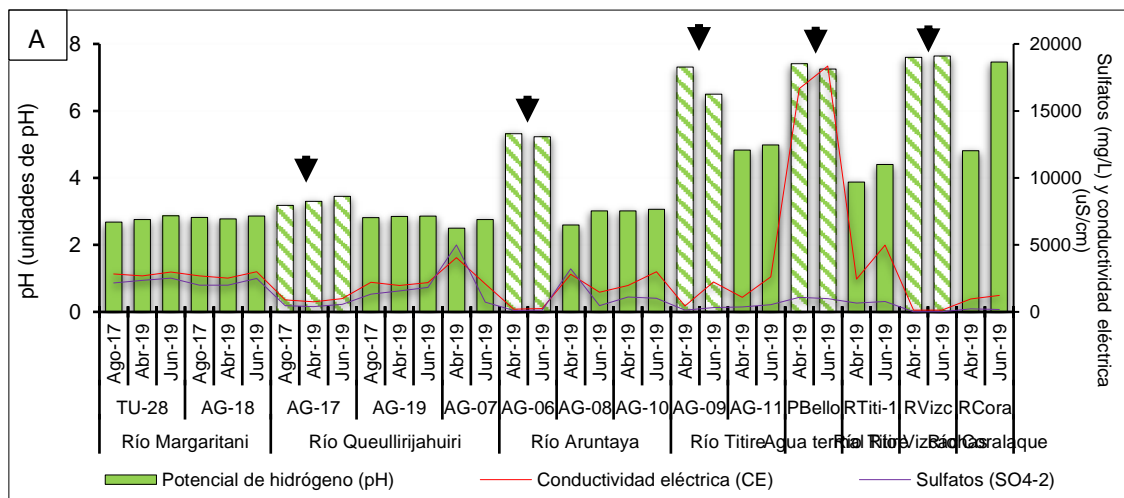


Figura 5.30. Parámetros de campo y concentración de sulfatos en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal. Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

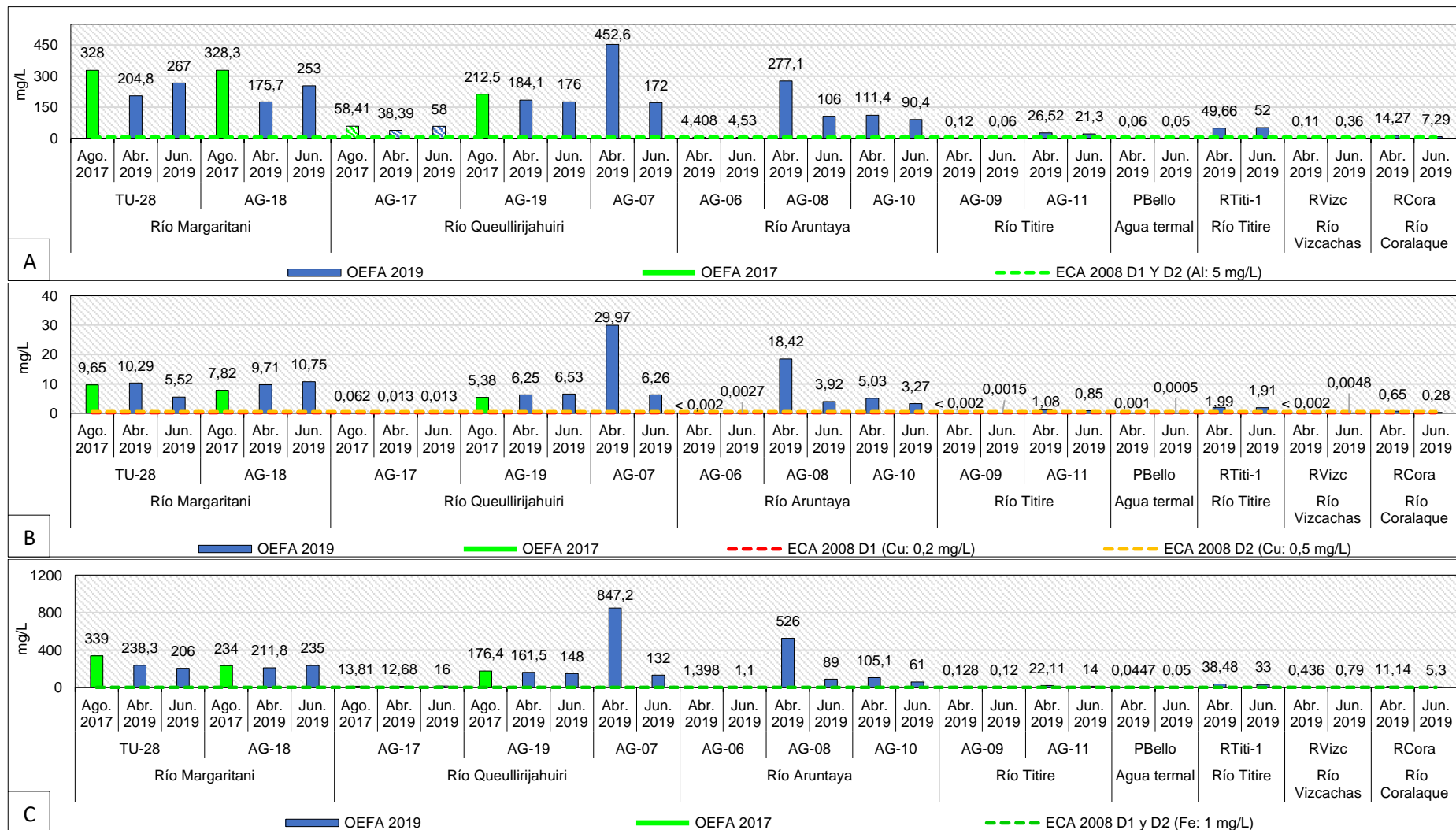


Figura 5.31. Concentración histórica de aluminio (A), cobre (B) y hierro (C) en los ríos Margaritani, Queullirijahuiri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

6. CONCLUSIONES

Depósito de Desmonte Norte

Los afloramientos provenientes del pie del Depósito de Desmonte Norte estarían afectando la calidad del agua de la quebrada Margaritani desde su nacimiento hasta antes de su confluencia con la quebrada Apostoloni, debido a que la nacimiento registró incrementos de metales, sulfatos y disminución de pH. Luego del aporte de manantiales estos parámetros disminuyeron y se incrementaron luego del aporte de afloramientos incumpliendo los ECA para agua 2008 (categoría 3) en toda la quebrada. Cabe indicar que los afloramientos presentaron pH ácido y mayores concentraciones de sulfatos y metales que lo registrado en la quebrada Margaritani. Para la presente vigilancia se evaluaron 4 afloramientos, no se descarta la existencia de otros afloramientos al pie del depósito de desmonte que llegan a esta quebrada.

Por otro lado, al comparar los resultados de los puntos evaluados en la quebrada Margaritani y afloramientos con la data histórica se observa la disminución de las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc en junio (2019) en comparación a lo reportado en agosto (2017) y se incrementaron respecto a lo reportado en abril (2019), a excepción del arsénico. Estas variaciones se deben a que ambas evaluaciones se hicieron en épocas diferentes.

Bofedales

El afloramiento MT-57 presentó pH ácido, conductividad eléctrica y concentraciones de sulfatos, aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel y zinc que incumplieron referencialmente los ECA para agua 2008 (categoría 3). Al comparar estos resultados con la data histórica se observa disminución de las concentraciones de cadmio, cobalto, cobre, hierro y níquel en junio (2019) en comparación con lo registrado en agosto (2017) y abril (2019) a excepción del aluminio, arsénico, cobalto, manganeso y zinc que se incrementaron. Estas variaciones se deben a que ambas evaluaciones se hicieron en épocas diferentes.

Quebrada Apostoloni Norte

En la quebrada Apostoloni Norte, aguas abajo de PAD de lixiviación N.º 3 (TU-34), las concentraciones de sulfatos, cadmio, hierro, manganeso y níquel se incrementaron; mientras que el pH, la conductividad eléctrica, y las concentraciones de aluminio y cobalto disminuyeron en comparación con el punto TU-12 (aguas arriba) e incumplieron los ECA para agua 2008 (categoría 3) tanto aguas arriba como aguas abajo. Además, el arsénico, cobre y zinc se incrementaron hasta incumplir la normativa mencionada. Los parámetros mencionados en esta quebrada (TU-04), aguas abajo del flujo (PS02), fueron similares a lo registrado aguas arriba, a excepción del aluminio y hierro.

Quebrada Apostoloni Sur

La quebrada Apostoloni Sur se caracterizó por ser ácido desde su nacimiento (MT-36) hasta antes de confluencia con la quebrada Margaritani. Además, se observó que la conductividad eléctrica, sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, hierro y níquel disminuyeron aguas abajo del PAD de Lixiviación N.º 3 (P-5) y se incrementaron luego del aporte de la quebrada Apostoloni Norte (TU-04), comportamiento contrario presentó el cobre, mientras que el arsénico y manganeso registraron un incremento progresivo en esta quebrada. El pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto hierro, manganeso y níquel incumplieron los ECA para agua 2008 (categoría 3) en todos los puntos evaluados en esta quebrada, a excepción de cianuro wad que solo excedió aguas abajo del PAD y que a medida que se aleja de este componente minero disminuye.



Por otro lado, al comparar los resultados de los puntos evaluados en la quebrada Apostoloni Sur y tributario con la data histórica se observa que las concentraciones de aluminio, cadmio y hierro en junio (2019) fueron menores que lo reportado en agosto (2017), a excepción del arsénico, cobre, níquel y zinc, y mayores que lo reportado en abril (2019). Cabe indicar que ambas evaluaciones se hicieron en épocas diferentes.

Ríos Margaritani, Queullirijahuri, Aruntaya, Titire, Vizcachas Coralaque y agua termal

El río Margaritani influye en la calidad del agua de los ríos Queullirijahuri, Aruntaya, Titire, Vizcachas y Coralaque debido a que las concentraciones de aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc disminuyeron progresivamente durante su recorrido, y luego de recibir el aporte de la fuente termal Puente Bello (PBello) estos parámetros se incrementaron. Además, al recibir el aporte del río Vizcachas, los metales aluminio, arsénico, boro, cobre, hierro y manganeso disminuyeron; sin embargo, continuaron incumpliendo con los ECA para agua 2008, categoría 3, a excepción del cadmio, cobalto, níquel, plomo y zinc que también disminuyeron, pero cumplen con la normativa señalada. Cabe resaltar, que los parámetros mencionados en los puntos de los ríos Queullirijahuri (AG-17), Aruntaya (AG-06), Titire (AG-09) y Vizcachas (RVizc) presentaron menores concentraciones antes de su confluencia con los tributarios afectados. Similar comportamiento se registró al comparar con la data histórica



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC – Subdirección
Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

7. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación

Anexo 2: Mapa de los puntos de monitoreo de la vigilancia en la UM Tucari

Anexo 3: Ficha fotográfica

Anexo 4: Datos de campo

Anexo 5: Certificados de calibración de los equipos

Anexo 6: Cadena de custodia

Anexo 7: informes de ensayo de laboratorio

Anexo 8: Resultados comparados con la normativa correspondiente

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[LANCCO]

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[FGARCIA]