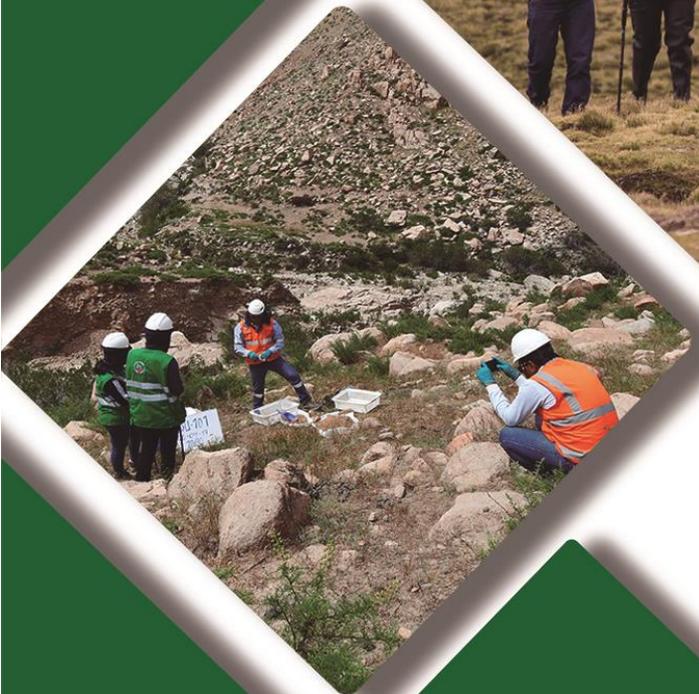
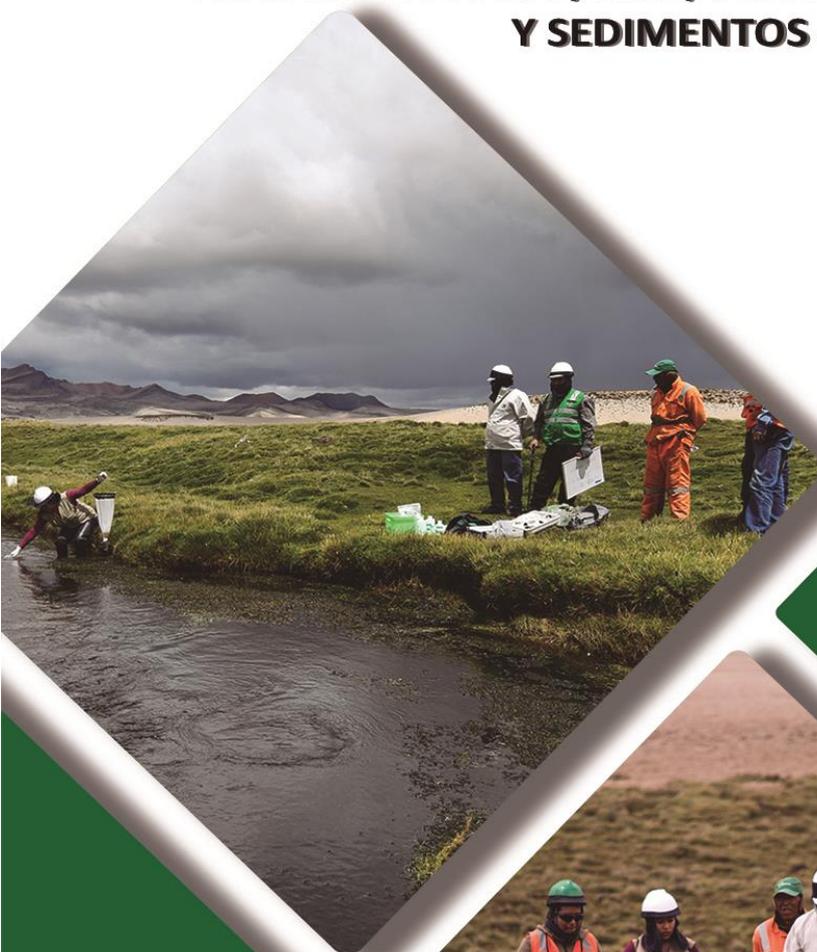


**INFORME DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL  
MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO  
DEL PROYECTO QUELLAVECO  
AGUA SUPERFICIAL, AIRE, SUELO, RUIDO, VIBRACIONES  
Y SEDIMENTOS - MAP 7**

**ÉPOCA HÚMEDA**



Elaborado por:



**Pronaturaleza**

Fundación Peruana para la  
Conservación de la Naturaleza

**Agosto, 2019**

## INDICE

<b>1. GENERALIDADES</b> .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
2.1. Objetivo General .....	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.</b> .....	<b>8</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>13</b>
4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	13
4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo .....	13
4.1.2. Determinación de los Caudales .....	15
4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	18
4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio .....	28
4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	107
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire .....	108
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio .....	109
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio .....	110
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>138</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>144</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>144</b>

# **PRESENTACION DE RESULTADOS DE SEPTIMA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP-7 EPOCA HUMEDA AGUA SUPERFICIAL, AIRE, RUIDO, VIBRACIONES, SUELO Y SEDIMENTOS - ZONA DE ALTA MONTAÑA, ZONA DE OPERACIONES, MOQUEGUA E ILO**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.**

El MAP está relacionado con los compromisos N°7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua<sup>1</sup> con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 7 Monitoreos Ambientales Participativos

#### **MAP-1**

Realizado en diciembre del 2013, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial y subterránea. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 1 sugerido por el Comité (AS-5). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época seca del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en febrero del 2014.

#### **MAP-2**

Realizado en Marzo - Abril del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 2 manantiales (El común y el Totoral). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época húmeda en ausencia de lluvias del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en julio del 2014.

---

<sup>1</sup> “Mesa de Diálogo para analizar la Problemática Minera del Departamento de Moquegua”, el mismo que fue conformado en mérito a lo dispuesto por la Resolución Ministerial Nro. 066-2012-PCM y su modificatoria Resolución Ministerial Nro. 142-2012-PCM. Dicho grupo de trabajo concluyó con veintiséis (26) acuerdos referidos al Proyecto Quellaveco, entre ellos la conformación de un Comité de Monitoreo Participativo quien se encargaría de realizar el monitoreo de agua superficial y agua subterránea desde el Río Ilo hasta el Río Asana.

### MAP-3

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época Seca realizado en noviembre – diciembre del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época seca, suelo, aire e hidrobiología, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 puntos de monitoreo de suelo (MQAD-01, MQ7-A, MQAADQ3, MCORALT01 que reemplazo MQ8A y Q5AA, MQ3A, MQ6A); 7 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-HUA-01 ). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época secas, calidad de aire, calidad de suelo e hidrobiológicos del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

Época Húmeda realizado en abril mayo del 2015, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época húmeda, aire ruido y vibraciones, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 estaciones de monitoreo de ruido y vibraciones (R-5, R-dV01, R-4, R-8, R-10 y R-11). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época seca, calidad de aire época seca, ruido y vibraciones del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

### MAP-4

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época seca: Realizado entre el 10 al 13 de setiembre del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones, abastecimiento, Moquegua e Ilo en época seca, así como de la calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7).

Época Húmeda: Realizado entre el 13 al 19 de abril del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones y abastecimiento en época húmeda, calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), Ruido y Vibraciones en 3 estaciones RA-4, RA-5 y RA-7

### **MAP-5**

Realizado en época húmeda y seca.

Época Húmeda: Realizado entre el 15 al 21 de marzo del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época húmeda, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 6 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

Época Seca: Realizado entre el 15 al 21 de setiembre del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época seca, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 09 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (AS-01, ALT-04, P-10, P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 4 estaciones de calidad de aire (KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

### **MAP-6**

Realizado en época seca Octubre del 2018, tuvo como objetivo realizar el monitoreo de la calidad ambiental de agua superficial, aire, ruido, vibraciones, suelo así como el monitoreo Hidrobiológico. Se monitorearon 28 estaciones de monitoreo 11 de alta montaña (PGB-01, VIZ-01, VIZ-02, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-8) y 12 en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, AS-4, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-3, CORT-1, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1) y 1 adicional MQ-3. Se monitoreo 7 estaciones de calidad de aire en la zona de alta montaña, operaciones y centros poblados de Tala, San Antonio, Calientes y Coscore (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10). Se monitorearon 17 estaciones de calidad de suelo

en zonas cercanas a la zona de operación. Se monitorearon 6 estaciones de ruido ambiental ubicados en Moquegua, zona de operaciones y zona de alta montaña (R-4, R-5, R-7B, R-7C, R-10 y R-11).

## **MAP-7**

Realizado en época húmeda Abril del 2019, tuvo como objetivo realizar el monitoreo de la calidad ambiental de agua superficial, aire, ruido, vibraciones, suelo así como el monitoreo Hidrobiológico. Se monitorearon 27 estaciones de monitoreo 11 de alta montaña (PGB-01, VIZ-01, VIZ-02, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-8) y 11 en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-3, CORT-1, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1) y 1 adicional MQ-3. Se monitoreo 6 estaciones de calidad de aire en la zona de alta montaña, operaciones y centros poblados de Tala, San Antonio, Calientes y Coscore (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA10). Se monitorearon 17 estaciones de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operación. Se monitorearon 6 estaciones de ruido ambiental ubicados en Moquegua, zona de operaciones y zona de alta montaña (R-4, R-5, R-7C, R-8, R-10 y R-11).

## **Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificatorias**

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Quellaveco, perteneciente a la empresa Anglo American Quellaveco S.A. (en adelante AAQ SA) fue aprobado el 19 de diciembre del 2000, por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante Resolución Directoral N° 266-2000-EM/DGAA.

El 3 de octubre del 2008, se presentó una primera modificatoria del EIA, con cambios relacionados a la ubicación y tamaño de la planta concentradora y el sistema de abastecimiento de agua para la mina. Esta modificatoria del EIA fue aprobada por el MINEM el 23 de abril del 2010.

El 30 de marzo del 2010 fue presentada una segunda modificatoria del EIA la cual realizaba el cambio de la Ruta de Transporte de Concentrados, Líneas de Transmisión Eléctrica e Instalaciones Portuarias la cual fue aprobada por el MINEM el 14 de noviembre de 2010.

La tercera Modificatoria del EIA aprobada el 2012, presenta la Optimización del Diseño y Operación de la Presa Vizcachas.

La Cuarta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Quellaveco - Ampliación de la Capacidad de la Planta Concentradora, aprobada en agosto del 2015.

## **MAPs**

Desde Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, han trabajado con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza en el diseño, planificación, ejecución y comunicación de los MAPs realizados. En el marco de esta asistencia técnica se desarrolla el presente Informe de resultados

de la sexta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-6) – época seca - Agua superficial en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, calidad de aire, ruido ambiental, vibraciones, suelo, sedimentos, así como de monitoreo hidrobiológico.

### **Zona de Alta Montaña**

La zona de alta montaña está comprendida por la zona donde se instalará un sistema para la captación y abastecimiento de agua para las operaciones del proyecto minero. La infraestructura proyectada del sistema de abastecimiento de agua, consta de una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse en el río Vizcachas, un tanque de regulación en el cerro Pelluta y desde éste, una tubería para el transporte de agua por gravedad hasta la mina.

### **Zona de Operaciones**

La zona de operaciones del proyecto Quellaveco comprende la zona donde se instalarán los componentes de infraestructura tales como el tajo abierto, depósito de desmontes, túnel Asana, chancador primario, planta concentradora y depósito de relaves, se ubican en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. El proyecto minero consiste de una mina de cobre con explotación a tajo abierto, considera la explotación del yacimiento de cobre y el procesamiento para producir concentrado de cobre y su embarque para exportación.

### **Zona de Moquegua e Ilo**

La Zona de Moquegua e Ilo corresponde a la parte baja del valle donde se evalúa la calidad del agua superficial en lugares bajo la influencia de la ciudad de Moquegua, actividades en el valle del río Moquegua y se verifica la calidad del agua que llega a la ciudad de Ilo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Interpretar los resultados obtenidos en la Séptima Campaña de MAP-7 época húmeda

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo época húmeda.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire época húmeda.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones época húmeda.
- Interpretar los resultados de parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de suelo y sedimentos época húmeda.

### 3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

#### Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de alta montaña

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 11 puntos de monitoreo de agua superficial, como se observa en la tabla 01. Los puntos PGB-1, VIZ-1, VIZ-2, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-1, como se observa en la tabla 01.

**Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP-7 EH**

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
PGB-1	368961	8151191	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande
VIZ-1	350546	8161346	Vizcachas antes de confluencia con río Chilota
VIZ-2	350031	8161637	Río Vizcachas después de la confluencia con el río Chilota
HAS-2	355003	8150122	Quebrada sin nombre en Pampa Huachunta, antes de la descarga de la quebrada Jovinto
HAS-3	359031	8150074	Quebrada Vilaaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalso - embalse Pasto Grande
HUA-20	355553	8158648	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas
QLVIZ-8	359080	8157053	Río Chincune
QLCHR-01	357870	8159562	Río Chincune
CHL-4	349168	8151527	Río Chilota, antes de la confluencia con el río Saltiajahuira
CHL-8	349532	8158316	Río Chilota, aguas abajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya
TIT-1	352482	8170277	Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre

### Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 16 estaciones de monitoreo de agua superficial (ALT - 04, AS- 01, P-11, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-03, CORT-1, CAP-01, CAP-02), 4 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (13172RTUM1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1) y 1 adicional en el río Moquegua MQ-3, como se observa en la tabla 02. La estación AS-4 no se monitoreo debido al desvío del río Asana hallándose como punto seco.

**Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP-7 EH**

Estacion	Coordenadas UTM		Descripcion
	Este	Norte	
ALT-4	330645	8107397	Rio Altarani, aguas arriba del proyecto
AS-1	331045	8107820	Aguas arriba del area del proyecto
P-11	329803	8107688	Rio Asana, aguas arriba de la confluencia con el rio Millune.
P-12	321575	8107971	Rio Asana.
P-01	329328	8108128	Rio Millune
P-10	328851	8109515	Quebrada Sarallenque
Q-CH	325307	8111144	Aguas arriba de la bocatoma del canal de irrigacion de la comunidad de Tala, antes del puente de la carretera hacia el proyecto quellaveco
CH-3	321998	8109036	Rio Charaque
CORT-1	318518	8097100	Quebrada Cortadera
CAP-1	326840	8102473	Rio Capillune
CAP-2	313843	8104495	Rio Capillune
13172RTUMI	300020	8100959	Rio Tumilaca, aguas arriba de la toma de captacion Moquegua.
MQ-3	291101	8098064	Rio Moquegua.
13172RMOQUE1	290125	8095445	Rio Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172RMOQUE2	286468	8079914	Rio Moquegua, estacion espejos sector de Rinconada, fin del valle.
13172ROSMO1	266686	8057260	Rio Osmore, estacion el Canuto, bocatoma de captacion dela EPS Ilo.

### Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 06 estaciones de monitoreo de aire los puntos KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA10 como se observa en la tabla 03. La estación KPA9 no se monitoreo debido a problemas sociales en la zona de muestreo.

**Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP-7 EH**

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	330218	8107538	Cerro Samanape (Altarani)
KPA4	321194	8109045	Tala, punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves (Cortadera)
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA10	355530	8159651	Vizcachas

### Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 06 estaciones de ruido ambiental los puntos R-4, R-5, R-7C, R-8, R-10, R-11, como se observa en la tabla 04. La estación R-7B no se monitoreo debido a problemas sociales de la zona de muestreo.

**Tabla 04. Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones del MAP-7 EH**

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Corresponde a viviendas en el centro poblado de san Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la carretera panamericana a Moquegua
R-5	225922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca al poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el centro poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota
R-11	356132	8150668	Huachunta

## Monitoreo de Calidad de Calidad de Suelo

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 17 estaciones de monitoreo de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operaciones del proyecto, como se observa en la tabla 05.

**Tabla 05. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Suelo del MAP-7 EH**

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
QU-201	326755	8111354	A 900 m de Quebrada Chararque. carretera a mina norte
QU-11	328307	8110612	Ubicado en mina norte a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	329669	8108452	Ubicado a 250 m de quebrada Millune. arriba del polvín
QU-18	327137	8107187	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina sur. quebrada Quellaveco a 200 m de la carretera
QU-10	328813	8107402	Mina Sur. a 500 m de mirador Barreda
QU-215	325674	8106333	Zona caracoles a 440 m de carretera de acceso a poza C4
QU-169	315372	8104024	A 900 m del poblado Calientes. cerca a carretera al campamento Salviani
QU-28	323766	8107543	Zona Caracoles. a 350 m de poza C4 cercano a antena de alta tension
QU-103	312702	8101946	A 80 m de la carretera a campamento Salviani. cercano a la carretera antigua del poblado calientes.
QU-41	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	318952	8103832	Quebrada Salviani. a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-109	314088		Capillune
QU-165	315276	8097229	Area de operaciones a 2 km del punto QU-109
QU-167	322070	8096421	A 800 m aprox de quebrada los Chalsos. hacia Cortadera.
QU-101	317135	8096407	Quebrada cortadera a 40 m de estacion
QU-32	322720	8106672	Zona Caracoles a 1 km aprox. de la poza C-4
QU-36	321073	8106169	Zona Caracoles a 3 km aprox de la poza C-4

## Monitoreo de Sedimentos

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 19 estaciones de monitoreo de sedimentos en zonas cercanas a la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, como se observa en la tabla 06.

**Tabla 06. Estaciones de Monitoreo de Sedimento del MAP-7 EH**

Área	Código	Ubicación (UTM WGS84)			Ubicación
		Este	Norte	Altura	
Operaciones, Moquegua e Ilo	13272- MOQUE1*	302070	8102936	1753	Río Moquegua
	TUM-1	304558	8105269	1927	Río Tumilaca
	QL-TUM-01	300020	8100959	1634	Río Tumilaca
	QL-ASA-02	329083	8107952	3641	Río Asana, antes de la entrada al túnel
	QL-ASA-03	321575	8107971	3222	Río Asana, salida del túnel de SPCC
	ALT-4	330645	8107397	3749	Quebrada Altarani
	AS-1	331045	8107820	3801	Río Asana
	CAP-1	325533	8102374	3458	Río Capillune
	CH-3	322007	8109053	3359	Quebrada Charaque
	QL-COR-01	318518	8097100	3035	Quebrada Cortadera
Alta Montaña	QL-VIZ-01	367465	8151581	4575	Río Vizcachas
	QLVIZ-05	349750	8161304	4296	Río Vizcachas
	QLBCHI-06	349288	8157029	4329	Río Chilota
	QLHUA-04	355362	8158369	4365	Quebrada Huachunta
	QLCHR-01	355914	8159292	4406	Quebrada Chincune
	QLBCHI-07	349144	8151113	4367	Humedal Chilota
	QLBHUA-01	357229	8152274	4429	Humedal Huachunta
	QLBHUA-03	357041	8156730	4378	Humedal Huachunta
QLBHUA-05	354879	8150125	4463	Humedal Huachunta	

### Desarrollo del monitoreo MAP-7 EH:

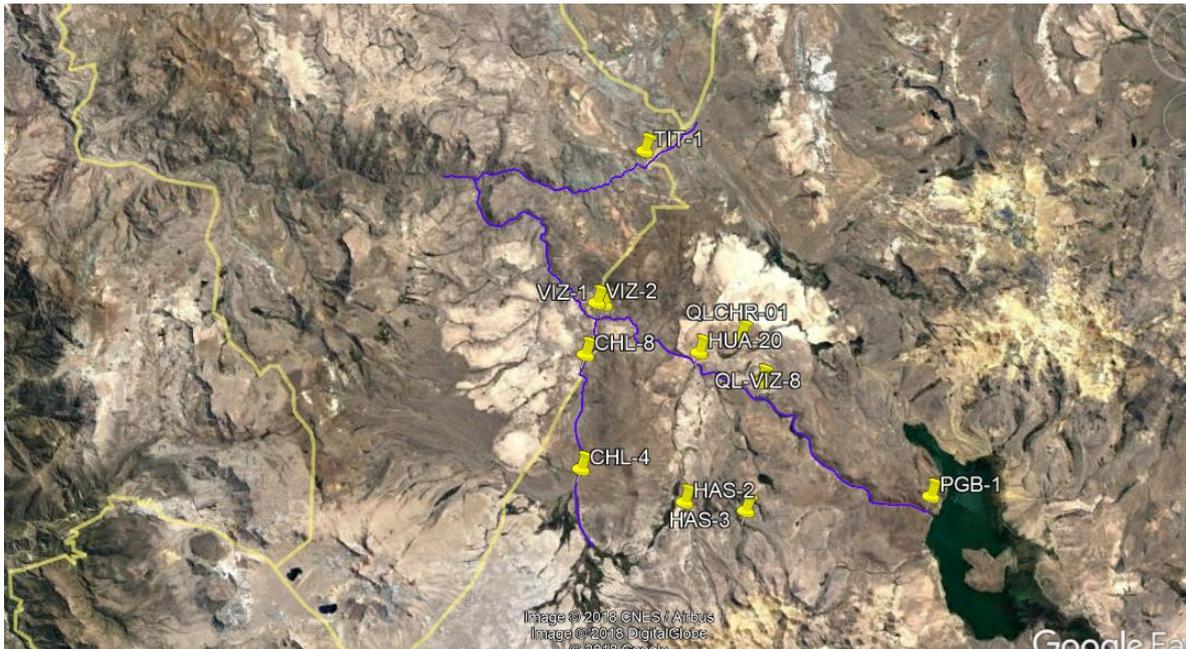
El monitoreo de calidad de agua, aire, suelo, ruido ambiental, vibraciones y sedimentos se realizó del 23 de marzo al 07 de abril, donde participaron 93 personas entre representantes locales, representantes institucionales, estudiantes universitarios, comuneros y periodistas, personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB y miembros que pertenecen al Comité del MAP.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

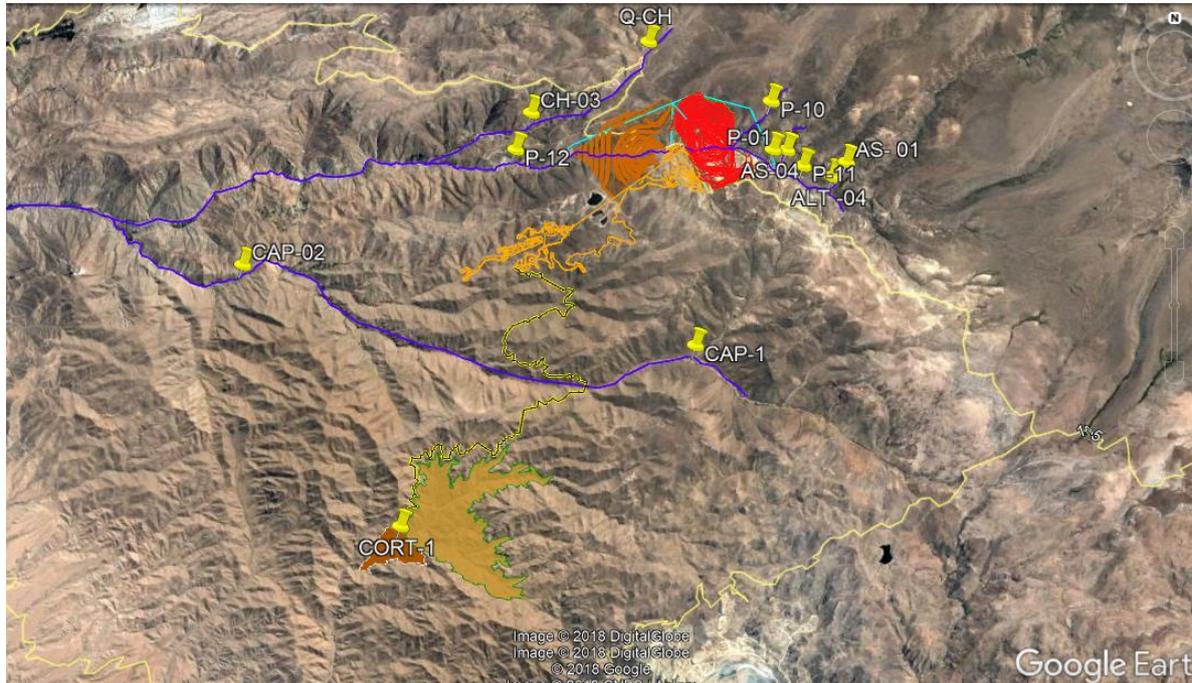
### 4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

#### 4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

**Figura 01.** Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de alta montaña del MAP-7 época húmeda, marzo 2019



**Figura 02.** Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 época húmeda, marzo 2019

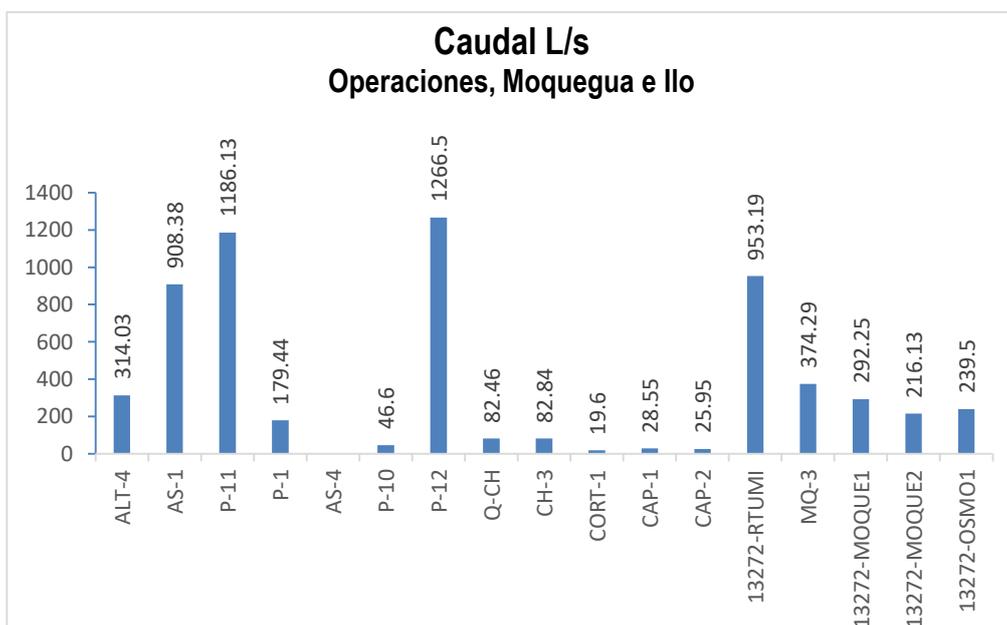
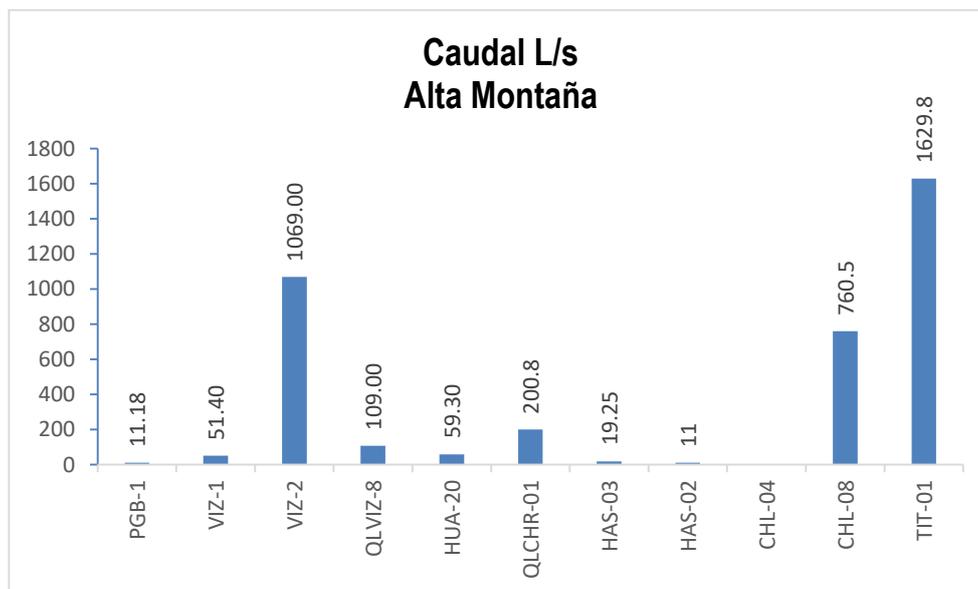


**Zona de Operaciones**



**Moquegua e Ilo**

#### 4.1.2. Determinación de los Caudales



**Gráfico 01.** Caudales medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

En la cuenca del Vizcachas la estación PGB-1 (11.18 L/s) cercana al embalse de Pasto Grande valores superiores a los obtenidos en los MAPs 3, 4 y 5 (1.6 – 3.375 – 3.4 L/s), estos valores de caudal se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 1069.0 L/s en la estación VIZ-2 y

109.00 L/s en la estación QLVIZ-8 al comparar con los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea base ambiental se observa que estos valores están dentro de los esperados para la época húmeda. En general el caudal está dentro de la línea base ambiental (571-42800 L/s). La influencia del incremento entre la estación VIZ-1 Y VIZ-2 se debe al ingreso de las aguas del río Chilota.

La cuenca del Titire presenta un valor de caudal de 1629.8 L/s en la estación TIT-1 al comparar el resultado con la validación de la línea base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29.3 – 70618 L/s).

La cuenca del Chilota la estación CHL-8 presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 760.5 L/s estación CHL-8, probablemente por el ingreso de aguas de escorrentías. Al comparar los resultados del CHL-8 con la validación de la línea base ambiental se observa que estos valores están dentro de lo esperado para la época húmeda. En general el caudal está dentro de la línea base ambiental (438-5796 L/s).

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 1629.8 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29.3 – 70618 L/s).

La cuenca del río Calasaya, las estaciones de monitoreo HAS-2 (11 L/s), HAS-3 (19.25 L/s) y HUA-20 (59.30 L/s) presentan valores de caudal similares a los obtenidos en los MAP-3, 4 y 5 HAS-2 (21.2 – 24.5 -17.6 L/s), HAS-3 (21.7 – 6.0625 – 15.6 L/s) y HUA-20 (86.5 – 36.325 – 292.3) el caudal en la estación HUA-20 (1463.0 L/s).

En la cuenca del río Chincune la estación QLCHR-01 (200.8 L/s) presenta caudal moderado, este será usado como comparación para monitoreos posteriores.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (314.3 L/s) presenta valores similares de caudal con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (169.72 – 1644.75 L/s) corresponde a época húmeda. La cuenca del río Asana en la estación AS-1 (908.38 L/s) presenta valores que se encuentran dentro de la línea base (211 – 2186.3 L/s). Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-11 (1186.13 L/s), con la línea de base ambiental se observa un valor dentro de lo esperado (321.9 – 9014.8 L/s) el valor sugiere época húmeda. La estación AS-04 presenta río seco por desvío de dique hacia el túnel. El caudal en la estación P-12 (1266.5 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (463 – 4380.5 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Millune estación P-01 (179.44 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (43.92 – 751.5 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Sarallenque estación P-10 (46.6 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (6.0 – 165.1 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 82.84 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (17,6 – 5968 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo. La estación Q-CH presento un caudal de 82.46 L/s similar a lo obtenido para CH-3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presento un caudal de 19.6 L/s que será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 25.95 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (3.8 – 1330 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo. La estación CAP-1 presenta un caudal de 28.55 L/s que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (3 – 1330 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Tumilaca en la estación 13172RTumi1 (953.19 L/s) supera a los obtenidos en el MAP 1,2, 4 y 5 (261.2 – 707.8 L/s) corresponde a época húmeda.

El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (292.25 L/s) después de la captación de agua por la EPS es menor a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (1560 – 919.9 L/s) corresponde a época húmeda. El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (216.13 L/s) es menor a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (185.5 – 699.6 L/s) corresponde a época húmeda. El caudal en la estación MQ-3 fue de 347.29 L/s este valor será referencial para monitoreos posteriores.

El caudal del río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (239.5 L/s) es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (143.3 – 983 L/s) corresponde a época húmeda.

## 4.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte I

Fecha de Muestreo			08/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			10:30:00	09:15:00	09:45:00	13:15:00	13:10:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	
Método de Análisis	LD	Unidad						
<b>002 ENSAYOS EN CAMPO</b>								
Caudal (Campo)*	---	L/s	11.18	51.40	1069.00	109.00	59.30	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	433.00	123.70	152.90	151.30	147.20	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	7.22	7.57	7.62	6.98	5.54	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.32	8.33	8.19	8.10	7.53	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	16.60	12.00	10.70	18.20	20.00	---
<b>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</b>								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO <sub>3</sub> /L	4	33,9	37,3	18,9	25,7	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO <sub>3</sub> /L	4	33,9	37,3	29,5	25,7	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO <sub>3</sub> /L	4,9	41,4	45,5	23,1	31,3	518
Carbonato	0,6	mg CO <sub>3</sub> -2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	6,3	< 0,6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO <sub>3</sub> /L	85,7	31,3	37,6	27,4	39,7	---
Silicatos (mg SiO <sub>2</sub> /L)	0,006	mg/L	0,64	28,56	34,186	25,964	28,442	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	261	93	101	130	123	---
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	3	3	7	< 2	6	---
<b>Parámetros Inorgánicos No Metales</b>								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	< 0,005	0,009	0,025	< 0,005	< 0,005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0,033	0,062	0,077	0,034	0,047	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN <sup>-</sup> /L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Nitrogeno Amoniacal	0,006	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,061	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,045	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	---
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones</b>								
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	44,63	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	< 0,001	4,243	11,49	9,423	3,217	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0,219	0,123	0,136	0,147	0,166	1
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0,096	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO <sub>2</sub> -N/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	10
Sulfatos. SO <sub>4</sub> -2	0,015	mg SO <sub>4</sub> -2/L	107,2	19,58	17,33	24,26	35,79	1000
<b>Parámetros Orgánicos</b>								
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O <sub>2</sub> /L	6	9	7	6	12	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0,004	< 0,002	< 0,002	0,053	< 0,002	0,2
<b>015 Ensayos Microbiológicos</b>								
Coliformes Fecales	18	NMP/100mL	46	22	79	79	330	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	490	470	1700	130	490	---

  No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte I

Fecha de Muestreo			08/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017-
Hora de Muestreo			10:30:00	09:15:00	09:45:00	13:15:00	13:10:00	MINAM
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Método de Análisis	LD	Unidad						
<b>Metales</b>								
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS</b>								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.333	0.096	0.159	0.035	0.298	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	0.0007	< 0.00004	< 0.00004	0,1
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.0027	0.00581	0.05673	0.00774	0.00324	---
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0295	0.0244	0.0202	0.0103	0.0229	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.85	0.117	0.192	0.217	0.115	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	0.00065	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	21.42	8.06	10.19	6.88	9.88	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	0.00632	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00077	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.00171	0.00138	0.00165	0.00117	0.00305	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.2022	0.072	0.119	0.0715	0.0931	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	< 0.015	0.02	0.032	< 0.015	< 0.015	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.1908	0.3283	0.5477	0.1416	0.7919	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.208	0.0143	0.0226	0.0433	0.0045	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	6.379	2.608	2.729	2.422	3.526	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.9129	0.01924	0.02941	0.00676	0.08459	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0.00077	0.00108	0.00127	0.00085	0.00056	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	0.0073	0.0006	0.0005	0.0007	0.0019	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	10.2	3.9	3.9	4.9	5.33	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	17.2	16.4	19.3	16.4	20.8	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	34.19	11.31	15.45	16.66	11.46	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0014	< 0.0002	0.0071	< 0.0002	0.0059	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0018	0.0029	0.0014	0.0027	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0.056	0.0131	0.0144	0.0173	0.0232	2
<b>Otros</b>								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte II

Fecha de Muestreo			07/04/2019	08/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			12:40:00	09:30:00	11:00:00	08:45:00	11:00:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	
Método de Análisis	LD	Unidad						
<b>002 ENSAYOS EN CAMPO</b>								
Caudal (Campo)*	---	L/s	200.8	19.25	11	760.5	1629.8	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	104.8	85	102.9	172.9	2810	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.72	7.55	6.75	8.25	6.17	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.88	7.4	8.5	8.46	4.4	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	17.1	8.6	9.5	9.5	17.1	---
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	15.6	13.2	10.6	41	< 1.0	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	24.9	13.2	10.6	41	< 1.0	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	19.1	16.2	12.9	50	< 1.2	518
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	5.5	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	28.2	20.1	30.3	40.1	252.9	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	30.665	0.638	37.962	43.706	38.906	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	84	66	86	140	2600	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	2	5	< 2	2	60	---
<b>Parametros Inorganicos No Metalicos</b>								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.039	0.018	0.081	0.038	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.156	0.038	0.124	0.083	0.408	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.009	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.016	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN <sup>-</sup> /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.009	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0.006	0.017	< 0.006	< 0.006	1.82	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones</b>								
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	2.515	0.399	0.542	16.82	529.3	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.106	0.095	0.087	0.145	0.664	1
Nitritos. (como N)	0,003	mg/L	< 0.003	< 0.003	0.035	< 0.003	0.138	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	21.47	17.62	31.44	15.78	522.3	1000
<b>PARAMETROS ORGANICOS</b>								
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	< 2	13	< 2	5	6	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0.024	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,2
<b>015 Ensayos Microbiologicos</b>								
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	4	11	7.8	49	< 1.8	1000
Coliformes Totales	18	NMP/100mL	110	1100	130	3500	< 1.8	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

**Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte II**

Fecha de Muestreo			07/04/2019	08/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017- MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			12:40:00	09:30:00	11:00:00	08:45:00	11:00:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	
Método de Análisis	LD	Unidad						
<b>Metales</b>								
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS</b>								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.048	0.067	0.017	0.06	<b>38.44</b>	<b>5</b>
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	0.00123	0.00125	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.00571	0.00086	0.00872	0.08468	<b>0.24972</b>	<b>0,1</b>
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0001	0.0136	0.0167	0.0121	0.0377	<b>0,7</b>
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.00137	<b>0,1</b>
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.072	0.051	0.02	0.234	<b>6.023</b>	<b>1</b>
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	<b>0.01685</b>	<b>0,01</b>
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	6.6	5.18	7.5	10.99	70.98	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	<b>0.11714</b>	<b>0,05</b>
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.0004	0.00077	< 0.00003	0.00133	<b>1.753</b>	<b>0,2</b>
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0062	<b>0,1</b>
Estañio (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0591	0.0512	0.0689	0.1413	1.475	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0.048	0.037	0.091	0.034	0.241	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.3633	0.7714	0.1151	0.5546	<b>28.79</b>	<b>5</b>
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.0041	0.0013	0.0014	0.0272	1.196	<b>2,5</b>
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	2.376	0.01549	2.379	2.718	16.42	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.01575	< 0.00002	0.00374	0.03107	<b>2.008</b>	<b>0,2</b>
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	<b>0,001</b>
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0.00108	< 0.00002	< 0.00002	0.00149	0.00274	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.091	<b>0,2</b>
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0009	<b>0,05</b>
Polasio (K)	0,04	mg/L	3.23	2.73	3.52	3.64	22.93	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	<b>0,02</b>
Silicio (Si)	0,2	mg/L	21.9	18.1	25.4	20.6	19.9	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	8.354	4.971	5.479	17.78	367.6	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.0023	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0013	0.0031	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.002849	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0012	0.0024	0.005	0.0029	0.0063	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0.0135	0.013	0.0131	< 0.0100	1.354	<b>2</b>
<b>Otros</b>								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	---

  No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte I

Fecha de Muestreo			30/03/2019	30/03/2019	29/03/2019	29/03/2019	
Hora de Muestreo			11:25:00	10:35:00	11:30:00	12:40:00	
Estacion de Muestreo			ALT-4	AS-1	P-11	P-1	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Método de Análisis	LD	Unidad					
<b>002 ENSAYOS EN CAMPO</b>							
Caudal (Campo)*	---	L/s	314.03	908.38	1186.13	179.44	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	57.3	154.8	132.9	413	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.82	7.55	7.39	7.11	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.32	7.75	7.89	4.42	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	13.6	12.1	12	13.2	---
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>							
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	22.4	22.4	22	< 1.0	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	22.4	22.4	22	< 1.0	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	27.4	27.4	26.8	< 1.2	518
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	16.4	56.7	47.2	115	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	23.308	27.36	27.852	47.718	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	50	121	94	388	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	10	5	5	---
<b>Parámetros Inorgánicos No Metálicos</b>							
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.008	< 0.005	0.006	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.015	0.025	0.029	0.05	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0.006	< 0.006	0.071	0.075	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones</b>							
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	0.736	0.802	0.863	1.031	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.061	0.132	0.104	0.468	1
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0.007	< 0.003	< 0.003	0.108	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	6.186	46.51	36.8	192.5	1000
<b>PARAMETROS ORGANICOS</b>							
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	3	2	7	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,2
<b>015 Ensayos Microbiológicos</b>							
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	< 1.8	13	< 1.8	< 1.8	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	140	390	3500	13	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte I

Fecha de Muestreo			30/03/2019	30/03/2019	29/03/2019	29/03/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			11:25:00	10:35:00	11:30:00	12:40:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	ALT-4	AS-1	P-11	P-1	
Método de Análisis	LD	Unidad					
<b>Metales</b>							
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS</b>							
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.041	0.368	0.264	13.25	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.0009	0.00095	0.0009	< 0.00003	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.008	0.0141	0.0116	0.033	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.00055	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.018	0.026	0.024	0.03	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	4.51	16.39	13.12	30.91	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	0.00092	0.00061	0.00415	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.00106	0.00199	0.00144	0.00778	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0382	0.1169	0.0981	0.3479	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.1495	0.6831	0.4333	0.5114	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0016	0.0011	0.0035	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	0.889	3.463	2.678	6.894	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.004	0.06574	0.04561	0.41525	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	0.00027	< 0.00002	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0018	0.0014	0.0051	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	1.78	1.95	1.9	3.11	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	13.7	15.9	16	28	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	3.825	6.032	5.72	9.881	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0014	0.0016	0.0018	0.0047	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0039	0.0015	0.0024	< 0.0001	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	0.016	0.0453	2
<b>Otros</b>							
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte II

Fecha de Muestreo			29/03/2019	01/04/2019	01/04/2019	01/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			13:50:00	12:10:00	14:30:00	13:30:00	10:15:00	12:30:00	
Estacion de Muestreo			P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
<b>002 ENSAYOS EN CAMPO</b>									
Caudal (Campo)*	---	L/s	46.6	1266.5	82.46	82.84	19.6	28.55	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	48.8	166.8	73.9	106.4	1015	99.8	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.9	7.47	6.73	6.82	6.3	6.16	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.01	7.37	7.72	8.1	8.28	7.78	6.5 - 8.5
Temperatura (Campo)	---	°C	12.5	14.4	15.1	16.3	20.7	20.3	---
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>									
Alcalinidad Bicarbonato	1.0	mg CaCO3/L	17.8	8.4	22.2	25.1	111.3	27.9	---
Alcalinidad Total	1.0	mg CaCO3/L	17.8	8.4	22.2	25.1	111.3	27.9	---
Bicarbonato	1.2	mg HCO3/L	21.7	10.2	27.1	30.6	135.8	34.1	518
Carbonato	0.6	mg CO3-2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1.0	mg CaCO3/L	13.9	57.9	20.7	27.5	318.3	30.4	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0.006	mg/L	27.164	28.737	25.708	27.006	25.885	18.234	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	36	89	60	76	637	81	---
Sólidos Totales Suspensidos	2	mg/L	38	21	3	< 2	89	< 2	---
<b>Parámetros Inorgánicos No Metálicos</b>									
Fósforo Reactivo Disuelto*	0.005	mg/L	< 0.005	0.065	< 0.005	0.109	0.065	0.066	---
Fósforo Total	0.012	mg P/L	0.03	0.028	0.034	0.054	0.229	0.083	---
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---
Cianuro Total	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cianuro Wad	0.001	mg CN <sup>-</sup> /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002
Nitrogeno amoniacal	0.006	mg NH3-N/L	0.073	0.031	0.025	0.027	< 0.006	< 0.006	---
Sulfuros	0.0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - Aniones</b>									
Bromuro. Br-	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0.020	mg/L	0.96	1.023	1.291	2.176	123.1	2.514	500
Fluoruros. F-	0.002	mg/L	0.059	0.148	0.069	0.085	1.303	0.093	1
Nitritos. (como N)	0.003	mg/L	0.032	0.017	0.009	< 0.003	0.834	0.016	---
Nitritos. (como N)	0.001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0.015	mg SO4-2/L	4.386	60.39	12.39	16.92	187.5	15.52	1000
<b>PARAMETROS ORGANICOS</b>									
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1.4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	3	4	7	5	< 2	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0.002	mg/L	< 0.002	< 0.002	0.013	< 0.002	0.053	0.021	0.2
<b>015 Ensayos Microbiológicos</b>									
Coliformes Fecales	1.8	NMP/100mL	7.8	2	7.8	2	12	6.8	1000
Coliformes Totales	1.8	NMP/100mL	1100	280	220	220	22000	170	---

  No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte II

Fecha de Muestreo			29/03/2019	01/04/2019	01/04/2019	01/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			13:50:00	12:10:00	14:30:00	13:30:00	10:15:00	12:30:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
Metales									
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	---
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS</b>									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0,671	2,333	0,069	0,066	2,278	0,029	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00061	< 0,00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0,00096	0,00095	0,00086	0,00102	0,01512	0,00119	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0205	0,0185	0,0172	0,0208	0,0599	0,0255	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0,025	0,037	0,031	0,042	1,241	0,041	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	3,2	15,84	4,99	6,35	91,38	7,66	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	0,00127	< 0,00001	< 0,00001	0,00148	< 0,00001	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0,00477	0,00507	0,00234	0,00313	0,01063	0,00182	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0013	< 0,0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0,0434	0,1437	0,0612	0,0719	0,4601	0,0712	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	0,043	0,032	< 0,015	< 0,015	0,203	0,031	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0,3434	0,4591	0,0333	0,021	2,321	0,0083	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0,0001	0,0019	< 0,0001	< 0,0001	0,1289	< 0,0001	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	1,153	3,599	1,753	2,238	14,03	2,230	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0,02091	0,10879	0,00193	0,00244	0,22148	0,00319	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0,00036	0,00055	0,00064	0,00084	0,01337	0,00091	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,002	< 0,0002	< 0,0002	0,0014	< 0,0002	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	---
Plomo (Pb)	0,00002	mg/L	0,0006	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0052	< 0,0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	2,54	2,39	2,68	3,3	6,01	2,64	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0009	< 0,0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	16,9	18,2	15	15,2	19,6	10,8	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	3,384	7,073	4,622	5,459	78,28	5,450	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0,0249	0,0058	0,0016	0,0015	0,0774	< 0,0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,003604	< 0,000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0,0044	0,0024	0,0035	0,0037	0,0089	0,0019	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0,0201	0,0226	< 0,0100	< 0,0100	0,0329	0,0132	2
<b>Otros</b>									
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,027	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

**Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte III**

Fecha de Muestreo			04/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			10:00:00	08:30:00	09:40:00	10:25:00	11:40:00	14:20:00		
Estacion de Muestreo			CAP-2	13272-RTUMI	MQ-3	13272-MOQUE1	13272-MOQUE2	13272-OSMO1		
Método de Análisis	LD	Unidad								
<b>002 ENSAYOS EN CAMPO</b>										
Caudal	---	L/s	25.95	953.19	374.29	292.25	216.13	239.5	---	
Conductividad	---	uS/cm	1219	368	1038	1177	2670	2420	2500	
Oxígeno Disuelto	---	mg/L	6.5	8.12	7.67	8.03	10.7	7.48	---	
pH (campo)	---	Unidades pH	8.15	8.34	8.3	8.28	8.45	8.33	6.5 - 8.5	
Temperatura	---	°C	20.4	17.6	23.4	26.3	29.6	29.4	---	
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>										
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	108.5	79.2	219.6	215.2	241.1	165	---	
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	108.5	79.2	219.6	215.2	241.1	165	---	
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	132.3	96.6	267.9	262.5	294.2	201.3	518	
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---	
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	272.1	139.6	390.1	368.6	895.3	737.2	---	
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	19.571	33.399	45.869	40.047	29.111	23.8	---	
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	761	244	720	814	1830	1780	---	
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	2	49	31	13	16	< 2	---	
<b>Parámetros Inorgánicos No Metálicos</b>										
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.108	0.022	< 0.005	0.074	0.146	< 0.005	---	
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.19	0.13	0.089	0.142	0.34	0.111	---	
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---	
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	
Cianuro Wad	0,001	mg CN <sup>-</sup> /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,1	
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002	
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	0.019	0.032	0.04	0.068	0.089	0.045	---	
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---	
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones</b>										
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	0.084	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	208.2	19.08	84.69	119.1	428.2	453.2	500	
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.859	0.245	0.398	0.39	0.4	0.322	1	
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0.031	0.12	1.539	1.24	1.555	< 0.003	---	
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	0.013	0.027	0.202	< 0.001	10	
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	175	70.69	192.1	223.1	541.1	461.5	1000	
<b>PARAMETROS ORGÁNICOS</b>										
Acéites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5	
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	5	< 2	15	
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	12	5	4	8	25	22	40	
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0.086	0.022	0.023	< 0.002	0.082	0.027	0,2	
<b>015 Ensayos Microbiológicos</b>										
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	13	280	1100	700	220	33	1000	
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	1700	13000	17000	13000	11000	54000	---	

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte III

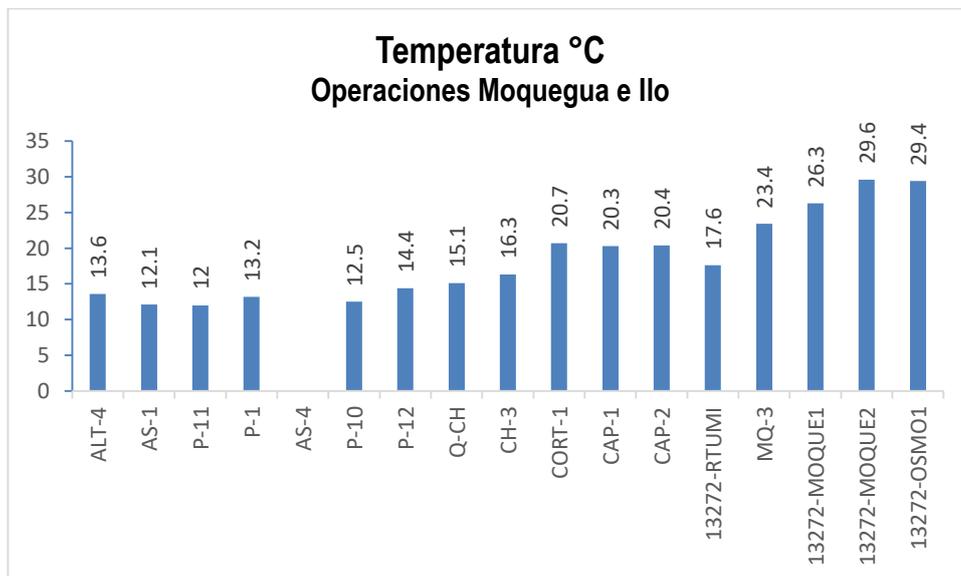
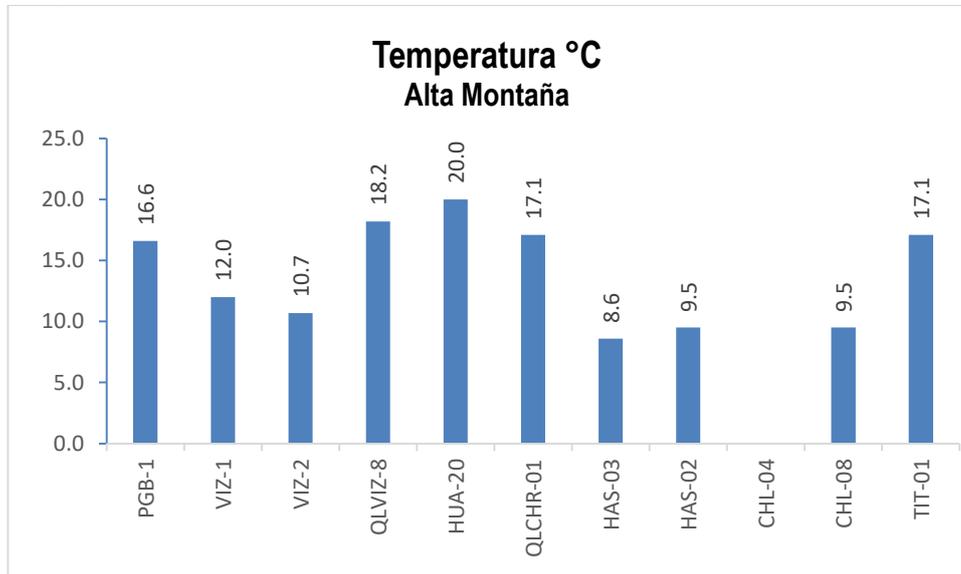
Fecha de Muestreo			04/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	
Hora de Muestreo			10:00:00	08:30:00	09:40:00	10:25:00	11:40:00	14:20:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	CAP-2	13272-RTUMI	MQ-3	13272-MOQUE1	13272-MOQUE2	13272-OSMO1	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Método de Análisis	LD	Unidad							
<b>Metales</b>									
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	---
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS</b>									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0,078	0,953	0,761	0,254	0,099	0,022	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0,02892	0,00725	0,01121	0,01477	0,01411	0,01537	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0841	0,0434	0,1088	0,1016	0,1141	0,1031	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	2,526	0,31	1,095	0,866	1,499	1,504	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	82,53	43,41	117,7	117,8	262,2	203,3	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	0,00033	0,00065	0,00066	0,0004	0,00051	< 0,00001	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0,00488	0,00682	0,00599	0,0041	0,00344	0,00179	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0,6535	0,2644	0,9467	0,9583	2,223	1,892	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0,188	0,135	0,087	0,152	0,328	0,099	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0,2088	0,8061	0,564	0,2284	0,3856	0,2638	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0,2386	0,0145	0,0844	0,0725	0,0855	0,0739	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	10,86	6,17	13,68	14,95	38,98	37,28	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0,8405	0,2965	0,35702	0,47964	0,5358	0,48063	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	0,01057	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0,0079	0,00362	0,00258	0,00559	0,00755	0,00638	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	0,0005	0,0011	0,0007	0,0006	0,0007	0,0005	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,0006	0,0008	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	6,06	3,97	6,66	7,51	12,75	13,43	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0043	< 0,0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	15	18,4	27	25,9	19,3	13,3	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	140,3	21,04	82,15	98,8	242,8	232,1	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0,0024	0,0211	0,0223	0,0069	0,0031	< 0,0002	---
Urano (U)	0,000003	mg/L	0,001637	0,001014	0,004626	0,004969	0,013473	0,006166	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0,0027	0,0038	0,0095	0,0081	0,0066	0,002	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0,0213	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	2
<b>Otros</b>									
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0,020	0,059	< 0,020	0,076	< 0,020	< 0,020	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

#### 4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

##### CAMPO

##### 4.1.4.1. Temperatura



**Gráfico 02.** Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Nuestro Estándar Nacional de Calidad de Agua no fija un valor para este parámetro, este parámetro depende de la altura, la hora de muestreo, de las condiciones del tiempo, estación del año, entre otros. Se recomienda monitorear la temperatura como parámetro referencial, que permite explicar el comportamiento de otros parámetros.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas en las estaciones PGB-1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2 presentan temperaturas bajas que oscilan entre 110.7 a 18.2 °C, característicos de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire tiene un valor de 17.1 °C debido a la hora de toma de muestra, se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura. El valor de temperatura se encuentra en lo esperado por la línea de base ambiental (5.72 y 33.23 °C).

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas bajas 9.5 °C. El valor de temperatura en el CHL-8 se encuentra en la esperado por la línea de base ambiental (2.7 y 23.13 °C).

En el río Chincune, QLCHR-01, río Calasaya HUA-20, quebrada Vilaje HAS-3 y Pampa Huachunta HAS-2 los valores de temperatura oscilan entre 8.6 y 20 °C, propios de la altura.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (13.6 °C) presenta valores similares de temperatura con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (5.1 – 24.7 °C) corresponde a época húmeda.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo cercanas a la zona de operaciones AS-01, P-11, P-12 estuvo entre 12 °C y 14.4. Estos valores son los esperados para estas estaciones de monitoreo comparados con los de la Línea de Base Ambiental validados AS-01 (1.4 – 23.7 °C) P-11 (4.95 – 25.4 °C), P-12 (2.3 – 22.9).

La temperatura del agua en la quebrada Millune estación P-01 (13.2 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.45 – 25.2 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del agua en la quebrada Sarallenque estación P-10 (17.7 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.93 – 25.4 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del agua en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de 16.3°C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (5.8 – 21.9 °C), el valor sugiere época húmeda. La estación Q-CH presento una temperatura 12 °C similar a lo obtenido para CH-3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presento una temperatura de 20.7 °C que será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

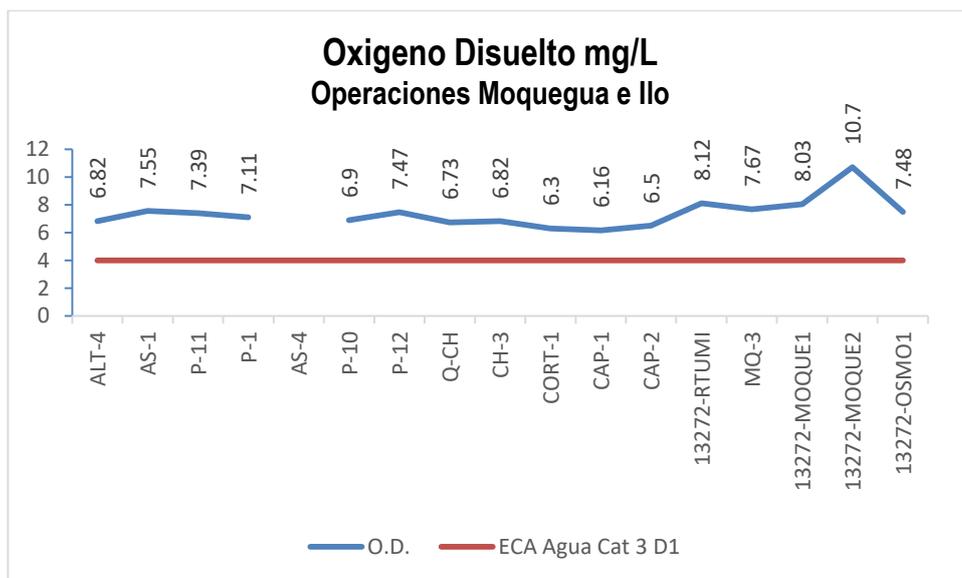
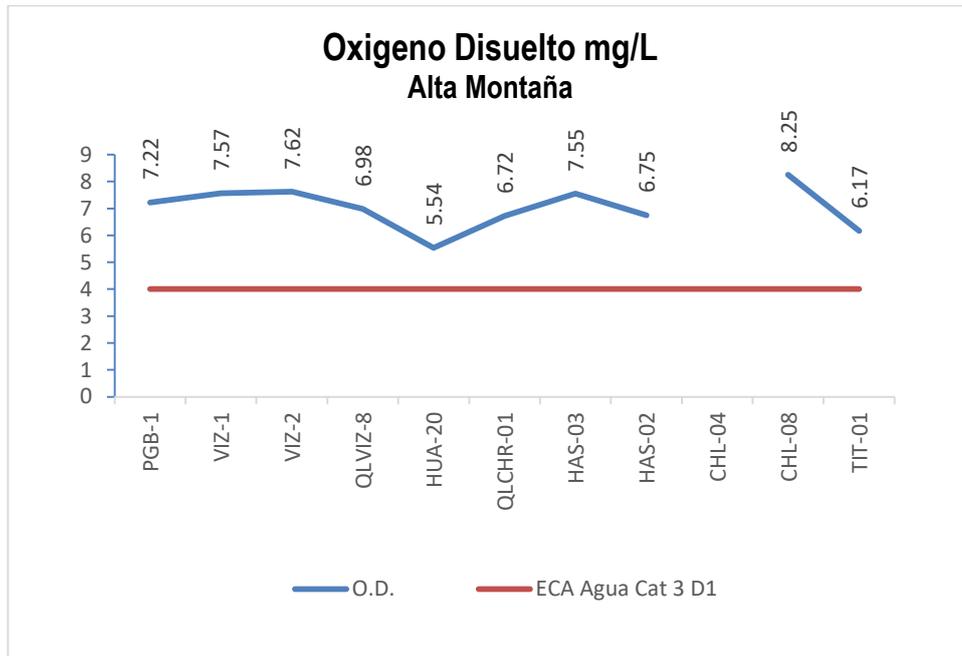
El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta una temperatura de 20.4 °C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (8.9 – 24.19 °C), el valor sugiere época húmeda. La estación CAP-1 presenta una temperatura de 20.3 °C que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (6.8 – 23.7 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del río Tumulaca en la estación 13172RTumi1 (17.6 °C) está dentro del rango obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (15.6 – 19.9 °C) corresponde a época húmeda.

La temperatura del agua en el río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (26.3 °C) después de la captación de agua por la EPS está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (18.6 – 22.4 °C) corresponde a época húmeda. La temperatura del agua del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (29.6 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (23.3 – 26 °C) corresponde a época húmeda. La temperatura en la estación MQ-3 fue de 23.4 °C este valor será referencial para monitoreos posteriores.

La temperatura del agua en el río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (29.4 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (21.2 – 27.2 °C) corresponde a época húmeda.

**4.1.4.2. Oxígeno Disuelto**



**Gráfico 03.** Variación espacial del oxígeno disuelto de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El contenido de oxígeno disuelto en el agua es un parámetro importante para el mantenimiento de la vida acuática, los peces no pueden habitar en cuerpos de agua con menos de 5 mgO<sub>2</sub>/L.

El ingreso de oxígeno en el agua es de la atmosfera hacia el agua, cuando el cuerpo de agua está en movimiento se favorece el ingreso más que cuando el agua está estancada o tiene poco movimiento, a nivel del mar y 20 °C la cantidad promedio de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural ventilado es aproximadamente 8.0 mgO<sub>2</sub>/L. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales exige un valor mínimo 4 mg O<sub>2</sub>/L y en el caso de bebida de animales, como mínimo 5 mg O<sub>2</sub>/L. El contenido de oxígeno disuelto en el agua puede disminuir por presencia de materia orgánica, sustancias susceptibles de oxidación, entre otros parámetros.

Como se observa en el gráfico 03, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2, río Chilota CHL-4, CHL-8, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del río Chincune QLCHR-01, río Calasaya HUA-20 y de las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

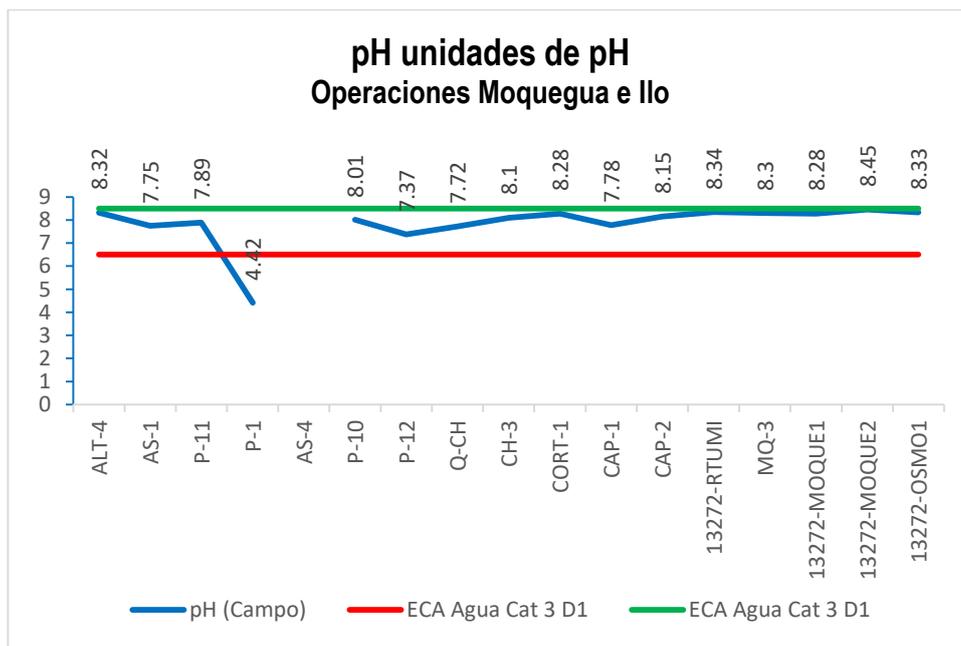
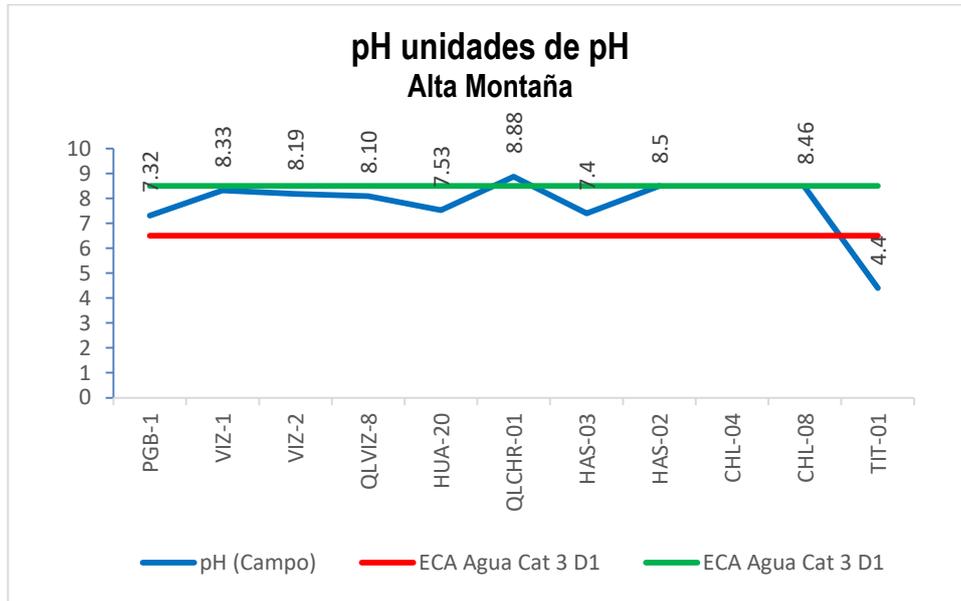
En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valor aceptable de Oxígeno Disuelto 6.17 mg/L, el ingreso de sales provenientes de fuentes termales disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, así como la mayor presencia de hierro y otras especies reducidas en el agua consumen oxígeno disuelto, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (3,5 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Altarani (ALT-04) y río Asana medido en las estaciones AS-01, P-11, AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque Q-CH y CH-3, esto puede deberse a la buena ventilación del agua y a la ausencia de material orgánico.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Capillune CAP-1 (6.16 mg/L) y CAP-2 (6.5 mg/L), presenta valores menores a las demás estaciones se detecta la influencia del gran contenido de sales provenientes de fuentes de aguas de origen geotermal.

El contenido de oxígeno disuelto en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8.12 mg/L), MQ-3 (7.63 mg/L), 13172RMoqu1 (8.03 mg/L), 13172RMoqu2 (10.7 mg/L) y 13172Rosmo1 (7.48 mg/L), se observa un incremento del contenido de oxígeno probablemente debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle. Situación similar fue observada en los MAPs 1, 2, 4 y 5 13172Rtumi (7.53 – 8.3 mg/L), 13172RMoque1 (8.22 – 9.27 mg/L), 13172RMoqu2 (7.87 – 10.46 mg/L), 13172Rosmo1 (8.36 – 10.18 mg/L).

**4.1.4.3. Potencial de Hidrógeno – pH**



**Gráfico 04.** Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El pH del agua es un parámetro monitoreado en campo que nos indica la presencia de iones hidronio en el agua, su rango va entre 0 a 14; las aguas naturales dependiendo de su contenido de sales disueltas pueden ser ligeramente ácidas o alcalinas. El ECA para agua Categoría 3 nos sugiere que el pH de agua naturales, debe ser como mínimo 6.5 y como máximo 8.5. El pH del agua se relaciona con la alcalinidad total (presencia de bicarbonato) y acidez (ácidos inorgánicos u orgánicos, metales como el  $Fe^{3+}$  y el  $Al^{3+}$ , entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en el gráfico 04, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Chilota CHL-8, presenta un pH de 8.46 valor dentro del ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales.

En la zona de alta montaña en el río Vizcachas en la estación PGB-1 cercana al Embalse de Pasto Grande presenta aguas neutras con un pH de 7.32 a diferencia de las épocas sin lluvia que presenta por lo general aguas ácidas, esta dentro de lo establecido por la línea de base ambiental (4.13 – 9.01) la influencia de la lluvia por dilución amortigua la presencia de iones responsables de la acidez en el agua como el aluminio, sulfatos y manganeso. En las estaciones QLVIZ-8 (8.10), VIZ-1 (8.33) y VIZ-2 (8.19) presentan valores dentro de lo establecido por el ECA Agua Cat 3 para riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de lo esperado en la validación de Línea de Base Ambiental para el VIZ-2 (3.58 – 9.0).

El agua del río Calasaya en la estación HUA-20 (7.53) y la quebrada HAS 3 presentan contenidos adecuados con valores dentro de lo sugerido por el ECA para agua Cat 3 para riego de vegetales. En el caso de la quebrada HAS 2 presenta un valor pH de 8.5 se encuentra al límite de lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

El agua en el río Chincune en la estación QLCHR-01 el valor de pH fue 8.88 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3, esto se debe al paso del agua por una zona de material carbonato que neutraliza el pH ácido del agua.

El valor del pH en el río Chilota en la estación CHL-8 con valor de pH 8.46 se encuentra dentro de lo establecido por el ECA Agua categoría 3, se encuentra dentro de lo esperado por la línea base (6.39 – 10.28).

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valor ácido de pH 4.4, esto es característico en el periodo húmedo, se encuentra dentro cerca de lo esperado por la línea base (4.6 – 8.52) probablemente el ingreso de material del suelo por escorrentía, relacionado con altos valores de aluminio (38.44 mg/L), hierro (28.79 mg/L), manganeso (2.008 mg/L) moderados sulfatos y ausencia de bicarbonato.

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Altarani en la estación ALT-04 (8.32) y río Asana AS-01 (7.75), P-11 (7.89), AS-04 punto seco, P-12 (7.37), situación similar se observa en el río Charaque CH-3 (8.1) y CAP-2 (8.15) presentan valores de pH que cumplen con lo establecido en el ECA Agua categoría 3.

La quebrada Millune en la estación P-01 presenta valores bajos de pH (4.42) asociado a valores altos de aluminio (13.25 mg/L), altos de manganeso (0.41525 mg/L), moderados de sulfatos (192.5 mg/L) y ausencia de bicarbonatos, este valor se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base ambiental (4.02 – 7.02). El ingreso de aluminio y sulfatos desde el suelo pueden estar generando estos valores bajos de pH.

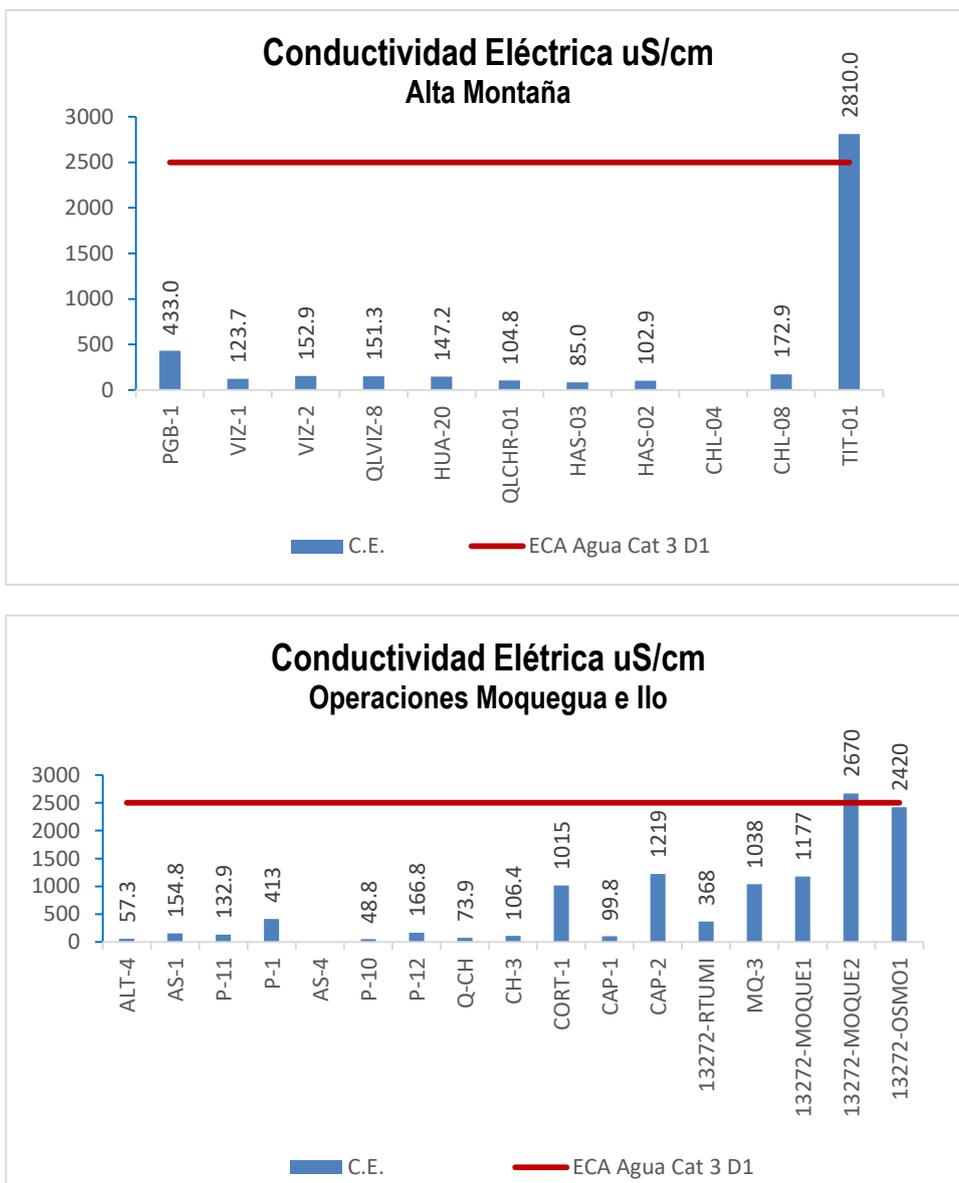
En el río Charaque Q-CH (7.72) y CH-3 (8.1) los valores relativamente altos de pH se deben a la presencia de bicarbonatos que se concentran por reducción del caudal en CH-3, los valores de pH de la estación CH-3 se encuentran dentro de lo esperado de la línea de base (5.21 – 8.43), el valor de pH de la estación Q-CH es referencial para futuros monitoreos.

En el río Capillune la estación de monitoreo CAP-1 presenta un valor de pH de 7.78 que cumple con el ECA Agua categoría 2, por procesos de evaporación y captación para otros usos, el caudal del río Capillune en la estación CAP-2 presenta un valor alto de 8.15 debido a la concentración de iones bicarbonato, los valores de pH cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presenta un valor de pH de 8.28 cumple con el ECA Agua categoría 2, por procesos de evaporación la concentración de iones bicarbonato se incrementa elevando el pH, este valor es referencial para futuros monitoreos.

Los valores de pH en la parte baja del valle, estaciones: 13172 RTumi (8.34), 13172RMoque1 (8.28) MQ-3 (8.3), 13172RMoqu2 (8.45) y 13172Rosmo1 (8.33), cumplen con lo establecido en el ECA Agua Cat 3, la presencia de sólidos totales en suspensión en el agua disminuyen el valor encontrado en época seca debido a la disminución de la actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle, también la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico influyen sobre el valor del pH. Situación similar fue observada en el MAP 1,2, 4 y 5, 13172RTUMI (7.88-8.18), 13172RMoqu1 (7.73-8.39), 13172RMoqu2 (8.18-8.36), 13172RMoqu1 (8.37-8.72). La línea base para la estación 13172RTUMI se amplía con este nuevo resultado. El valor alto de MQ-3 sigue la misma tendencia de estas estaciones su valor será referenciales para futuros monitoreos.

4.1.4.4. **Conductividad Eléctrica**



**Gráfico 05.** Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La conductividad eléctrica, es la propiedad por la cual el agua natural que contiene sales disueltas puede conducir corriente eléctrica, representa la cantidad de sales o sólidos disueltos que están presentes en el agua, estas sales incluyen cationes como los metales disueltos, siendo los más relacionados con la conductividad los iones sodio, potasio, calcio y magnesio, los otros metales no tienen una buena correlación debido a su distribución entre disuelto y suspendido. Por otro lado, se tiene a los aniones siendo los principales los cloruros, bicarbonatos y sulfatos.

El riego con aguas que contiene elevados valores de conductividad puede degradar la calidad del suelo por salinización y el consumo como agua de bebida puede ocasionar problemas renales entre los consumidores. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales contempla un valor máximo de 2500 uS/cm y para el caso de bebida de animales se contempla un valor de 5000 uS/cm.

Como se observa en el gráfico 05 en la zona de alta montaña, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB-1 (433.0 uS/cm), QLVIZ-8 (151.3 uS/cm), VIZ-1 (123.7 uS/cm) y VIZ-2 (152.9 uS/cm), Chilota CHL-8 (172.9 uS/cm), Calazaya HUA-20 (147.2 uS/cm), las quebradas HAS-02 (102.9 uS/cm) y HAS-03 (85.0 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. Se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para PGB-1 (13.46 – 866 uS/cm), para CHL-8 (94 – 1257 uS/cm), para HUA-20 (151.7 – 190.8 uS/cm), para HAS-02 (108 – 163 uS/cm) y HAS-03 (67.6 – 113.6 uS/cm).

El valor de conductividad en el río Chincune la estación QLCHR-01 (104.8 uS/cm) cumplen con el ECA Agua categoría 3 para riego, el valor es referencial para monitoreos posteriores.

El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (2810.0 uS/cm), este valor es alto está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), el bajo caudal incrementa la conductividad, las probables fuentes son desde el suelo y aguas de origen geotermal.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani ALT-04 (57.3 uS/cm) y las estaciones del río Asana AS-01 (154.8 uS/cm), P-11 (132.9 uS/cm), AS-4 (punto seco) y P-12 (166.8 uS/cm), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3 para riego. Se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para ALT-04 (26 – 650 uS/cm), AS-01 (60.8 – 785 uS/cm), P-11 (62 – 512 uS/cm) y P-12 (73 – 709 uS/cm). En general son aguas con baja conductividad eléctrica.

La conductividad en la quebrada Millune P-01 (413 uS/cm), cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (177 – 747 uS/cm), estos valores son mayores a los del río Asana por la influencia de los iones aluminio y sulfatos.

La conductividad en la quebrada Sarayenque P-10 (48.8 uS/cm) cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (31 – 690 uS/cm).

La conductividad en el río Charaque en las estaciones Q-CH (73.9 uS/cm) y CH-3 (106.4 uS/cm) cumplen con el ECA Agua Categoría 3, para la estación CH-3 el valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (28.3 – 686 uS/cm), el valor de la estación Q-CH será referencial para monitoreos posteriores, en general son valores bajos de conductividad.

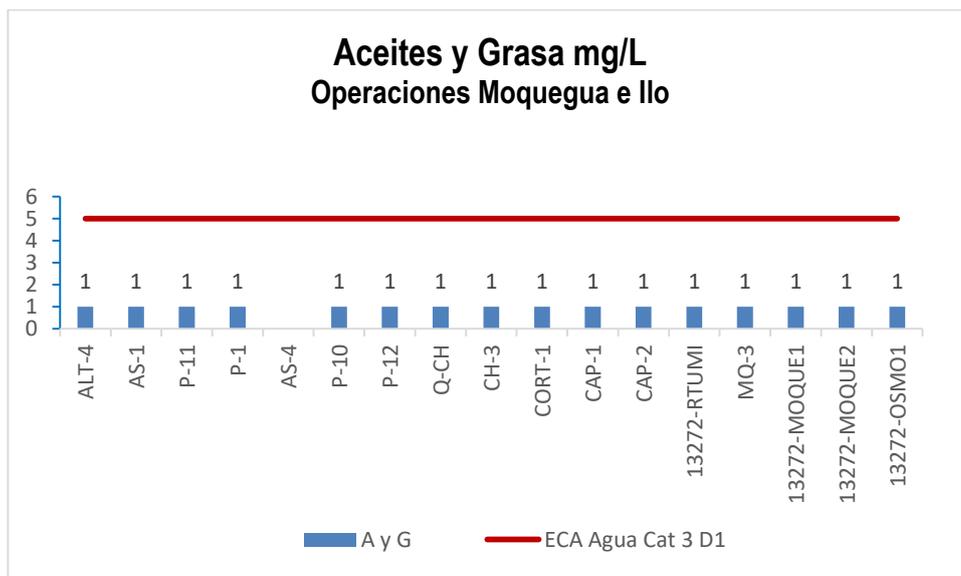
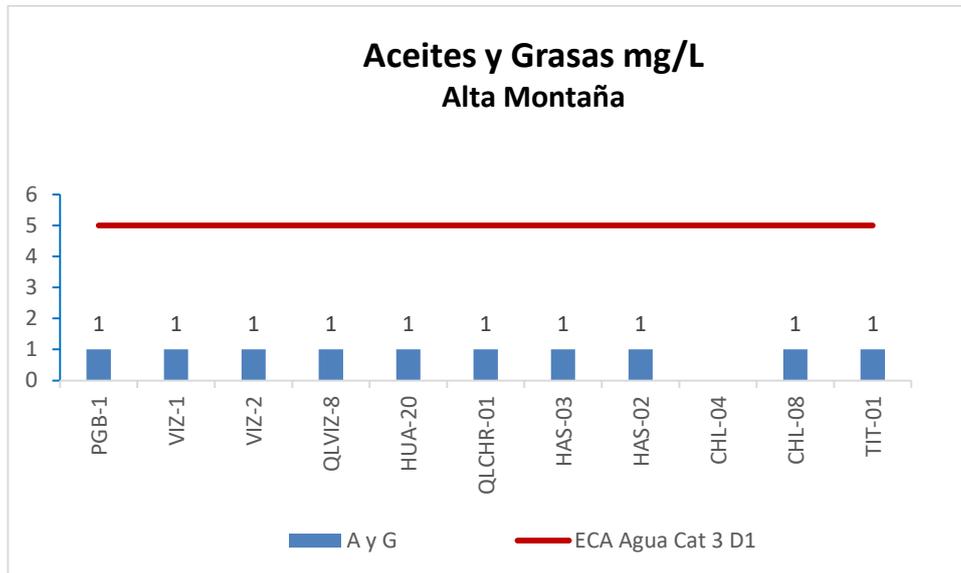
La conductividad en el río Capillune en la estación de monitoreo CAP-1 (99.8 uS/cm) cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, se encuentra dentro de lo establecido por la línea base (55 – 631 uS/cm), es un valor bajo; por el contrario en la estación CAP-2 (1219 uS/cm) no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de lo esperado por la línea de base ambiental (146 – 4150 uS/cm). Este río se encuentra fuertemente influenciado por el ingreso de aguas de origen termal en el sector de Calientes, así como la evaporación, filtración y captación del agua. Los valores altos de conductividad en el Capillune se relacionan con valores altos de otros parámetros como los sólidos disueltos totales, cationes sodio, calcio, magnesio entre otros y aniones como cloruros, fluoruros, sulfatos, entre otros, todos estos se concentran por disminución del caudal en la temporada seca.

La conductividad del agua en la quebrada Cortadera estación CORT-1 (1015 uS/cm) presenta valor alto esto se puede deber al bajo caudal provocado por evaporación que concentra las sales en un bajo volumen, este valor será referencial para monitoreos posteriores.

La conductividad en el agua de las estaciones 13172RTumi (368 uS/cm), MQ-3 (1038 uS/cm) y 13172RMoqu1 (1177 uS/cm), 13172ROsmo1 (2420 uS/cm), son moderadas y cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego. La conductividad en la estación 13172RMoqu2 (2670 uS/cm) supera y no cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego, la disminución del caudal incrementa el contenido de sales por lo tanto el valor de la conductividad también la influencia de aguas subterráneas es mayor.

**FISICOQUIMICOS**

**4.1.4.5. Aceites y Grasas**



**Gráfico 06.** Variación espacial del valor de los aceites y grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

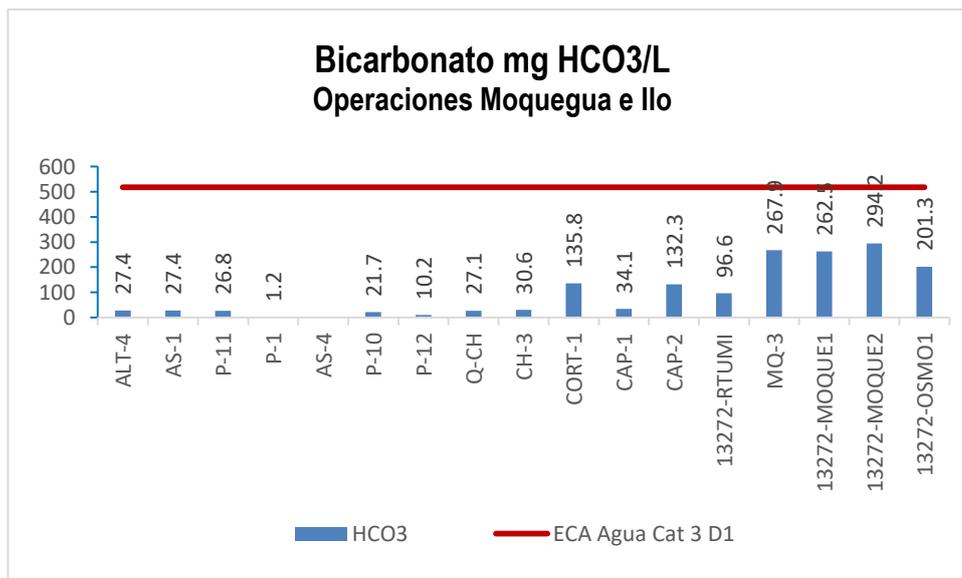
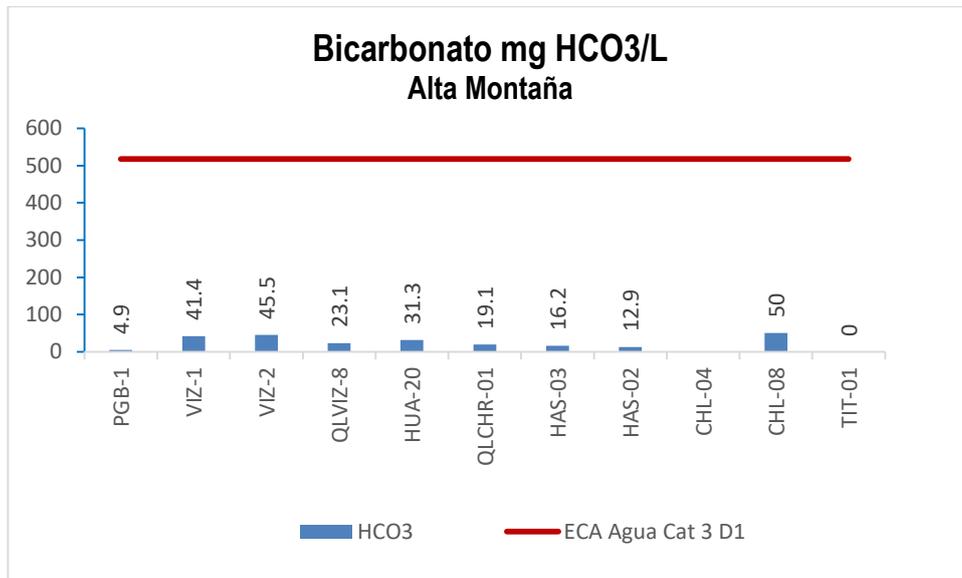
Los aceites y grasas son un grupo de sustancias con una característica común son no solubles en agua, sustancias tales como aceites domésticos, hidrocarburos entre otros, pueden ser liberados en los cuerpos de agua natural por vertimientos domésticos o industriales, son un buen indicativo de actividad antropogénica.

Como se observa en la figura 06, no se ha determinado presencia de aceites y grasas en ninguna de las estaciones de monitoreo de alta montaña.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña coinciden con los resultados encontrados en los MAP 3, 4 y 5, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo coinciden con los resultados encontrados en el MAP 1, 2, 4 y 5 donde las estaciones 13172Rtumi1, 13171RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1 casi no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Aguas sin presencia de actividad antropogénica.

**4.1.4.6. Bicarbonatos**



**Gráfico 07.** Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las principales fuentes de bicarbonato en el agua son la disolución del dióxido de carbono del aire, posterior disociación del ácido carbónico formado y disolución de material de suelo carbonatado.

El bicarbonato es el principal responsable de la alcalinidad del agua, tiene la capacidad para neutralizar la acidez del agua provocada por ácidos inorgánicos, orgánicos, iones hidronio y metales disueltos generadores de acidez tales como  $Al^{3+}$  y  $Fe^{3+}$ . El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 518 mg  $HCO_3/L$ .

Como se observa en el gráfico 07, el contenido de bicarbonatos en la zona de alta montaña, en la estación PGB-1 (4.9 mg  $HCO_3/L$ ), QLVIZ-8 (23.1 mg  $HCO_3/L$ ) son bajos, esto se debe a la influencia del agua del embalse que tiene presencia de iones ácidos como hierro, aluminio, manganeso y presencia de iones sulfatos probablemente provenientes de la disolución por oxidación de material aluminio sulfatado, adicionalmente esta se asocia a los valores moderados de pH. La estación VIZ-2 (45.5 mg  $HCO_3/L$ ) y VIZ-1 (41.4 mg  $HCO_3/L$ ) el valor de bicarbonato es mayor debido a la influencia del agua alcalina del río Chilota.

La alcalinidad en los ríos Chilota estación CHL-08 (50 mg  $HCO_3/L$ ) y río Chincune estación QLCHR-01 (19.1 mg  $HCO_3/L$ ) así como en las quebradas HAS-02 (12.9 mg  $HCO_3$ ) y HAS-03 (16.2 mg  $HCO_3/L$ ), fue moderada asociado con valores altos de pH debido al paso por suelos carbonatados, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

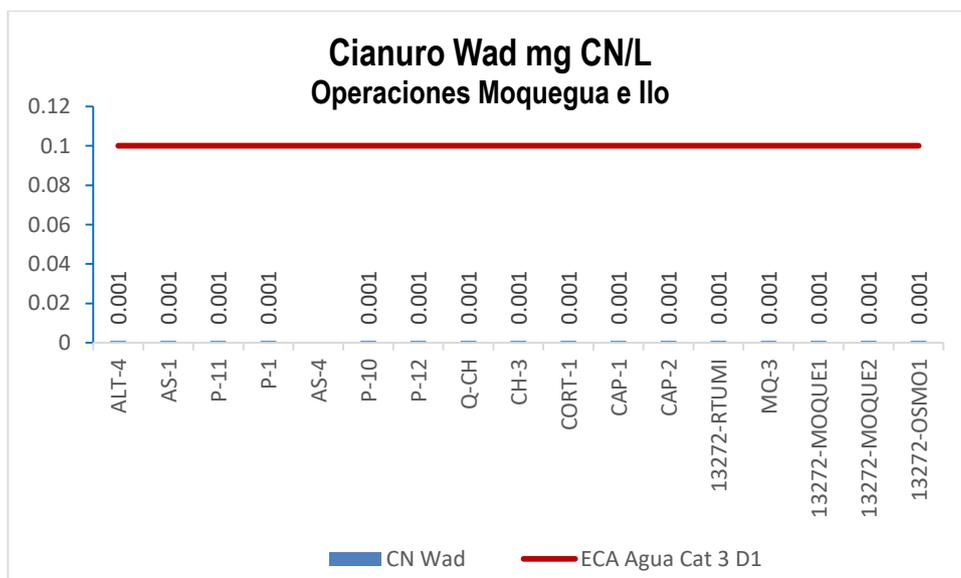
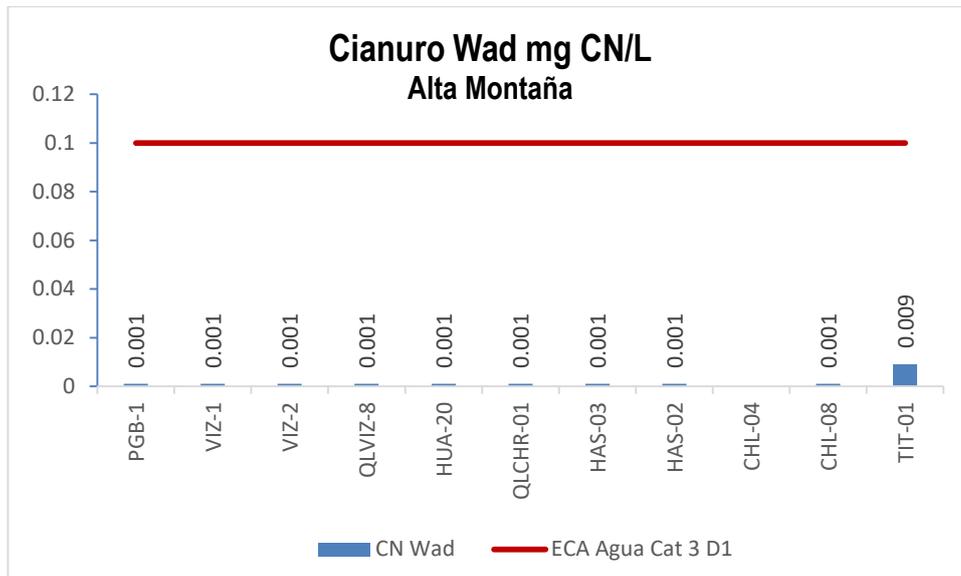
La estación TIT-1 presenta un valor bajo de bicarbonatos similar a lo reportado por el MAP-3 y 4 en época húmeda por otro lado, este valor es diferente al obtenido en la época seca. La influencia de las lluvias puede estar arrastrando material del suelo al agua bajando el valor del pH e incrementando el contenido de aluminio. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA agua Categoría 3.

En la zona de operaciones el contenido de bicarbonato en las aguas del río Altarani estación ALT-04 (27.4 mg  $HCO_3/L$ ) y río Asana estaciones AS-01 (27.4 mg  $HCO_3/L$ ), P-11 (26.8 mg  $HCO_3/L$ ), AS-04 (punto seco) y P-12 (10.2 mg  $HCO_3/L$ ), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Situación similar se presenta en el río Charaque Q-CH (27.1 mg  $HCO_3/L$ ) y CH-3 (30.6 mg  $HCO_3/L$ ); río Capillune CAP-1 (34.1 mg  $HCO_3/L$ ) y CAP-2 (132.3 mg  $HCO_3/L$ ); Quebrada Cortadera CORT-1 (135.8 mg  $HCO_3/L$ ).

En la quebrada Millune P-01 el contenido de bicarbonato es bajo 1.2 mg  $HCO_3/L$  asociado con valores bajos de pH, contenidos altos de sulfatos y aluminio que son neutralizados con el bicarbonato. El contenido de bicarbonatos cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

El contenido de bicarbonato en las estaciones de la zona de Moquegua e Ilo 13172RTum1 (96.6 mg  $HCO_3/L$ ), 13172RMoque1 (262.5 mg  $HCO_3/L$ ), 13172RMoque2 (294.2 mg  $HCO_3/L$ ) y 13172Rosmo1 (201.3 mg  $HCO_3/L$ ), presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172RMoque1 (152.3 – 278.6 mg  $HCO_3/L$ ), y 13172Rosmo1 (53.4 – 179.2 mg  $HCO_3/L$ ), superior a 13172RTum1 (74.0 – 94.7 mg  $HCO_3/L$ ), 13172RMoque2 (183 – 277.1 mg  $HCO_3/L$ ). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo. El contenido de bicarbonato en MQ-3 (267.9 mg  $HCO_3/L$ ) es referencial para monitoreos posteriores.

4.1.4.7. **Cianuro WAD**



**Gráfico 08.** Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

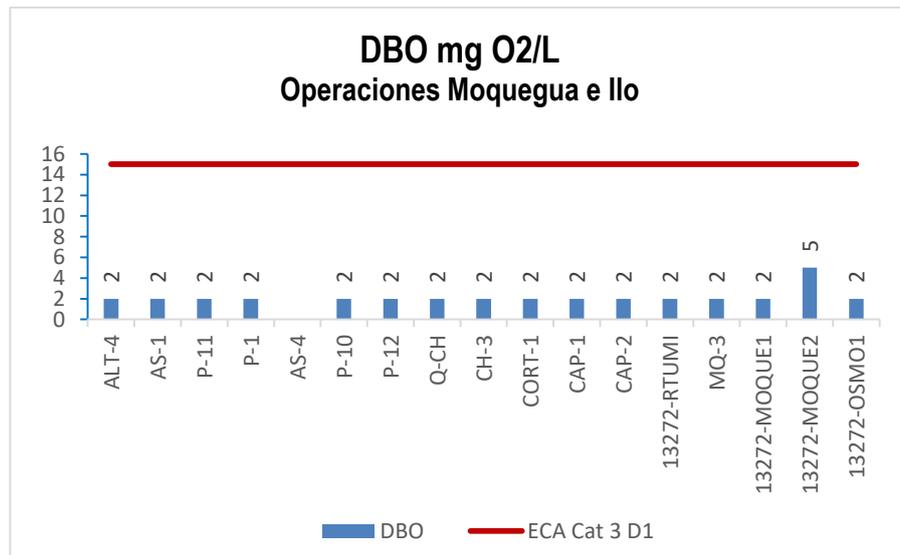
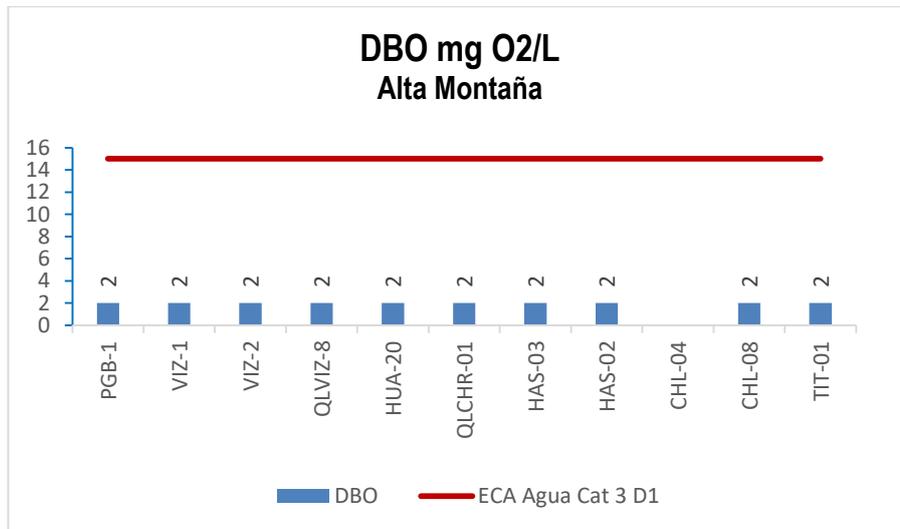
Los cianuros disociables en agua (WAD) son sustancias muy tóxicas, está formado por especies de cianuro liberadas con un pH moderado (pH 4,5) como HCN y CN acuosos, la mayoría de los complejos de Cu, Cd, Ni, Zn, Ag y otros con constantes de disociación baja similares. Pueden encontrarse en el agua por liberación de efluentes provenientes de actividades antropogénicas de extracción de oro y plata. El ECA Agua Categoría 3 establece como máximo un valor de 0.1 mg CN/L.

Como se puede observar en el gráfico 08, no se ha detectado presencia de cianuro WAD en ninguna de las estaciones de agua de la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, esta situación es similar a los resultados obtenidos en el MAP 1, 2, 3, 4 y 5 época seca y húmeda.

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento ha sido validado en el MAP 3, teniendo como referencia los valores encontrados para cianuro WAD en las estaciones de monitoreo TIT-01, VIZ-02, PGB-01 y CHL-08 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo ha sido validado en el MAP 1 y 2, teniendo como referencia los valores reportados para cianuro WAD en la estación de monitoreo CH-3 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco.

**4.1.4.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5**



**Gráfico 09.** Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable al agua, las principales fuentes de DBO en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, provenientes de inodoros, lavanderías o residuos de cocinas.

El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, esto es debido a que después de la degradación de la materia orgánica del vertimiento, por procesos de difusión del

oxígeno desde el aire, el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de  $DBO_5$  de 15 mg  $O_2/L$ .

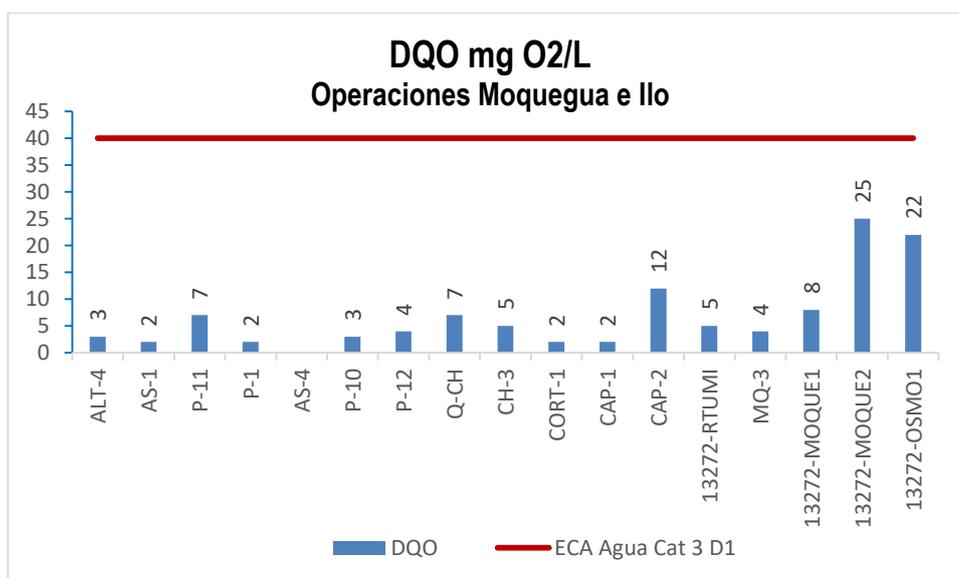
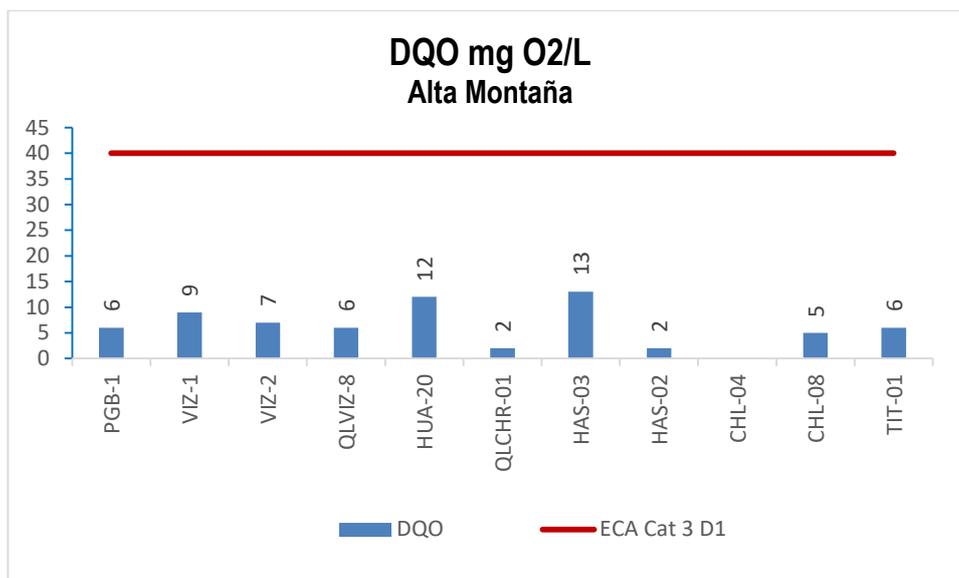
Como se observa en el gráfico 09, no se ha detectado presencia de material orgánico como DBO en todas las estaciones de monitoreo en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP 6 son similares a los resultados obtenidos en el MAP 3, 4 y 5, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de alta montaña (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP 3 en época seca donde presentó valores entre <0.1 (N.D.) hasta 2.5 mg/L, valores pequeños que cumplen con el ECA categoría 3.

Al comparar los resultados con los valores encontrados para el MAP 1, 2, 4 y 5 para la zona de operaciones en época seca y húmeda se observó que los valores del MAP 7 fueron menores a los encontrados en el MAP 2 para las estaciones CAP-2 (13 mg/L), 13172RMoque1 (11 mg/L), 13172RMoque2 (8 mg/L) y 13172Rosmo1 (6 mg/L), estando todos estos valores por debajo de lo que establece el ECA. Esta diferencia entre el MAP 7 época húmeda y MAP 2 para las estaciones CAP-2, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, puede deberse al ingreso de pequeños caudales de aguas residuales, escorrentías o infiltraciones en la zona de Calientes y Moquegua en marzo abril del 2014.

Por otro lado, los resultados del MAP 7 época húmeda son similares a los resultados obtenidos en el MAP- 1 en época seca excepto las estaciones de P-12 y AS-3 que presento valores bajos de BDO5 esto podría deberse al ingreso de algún material de naturaleza orgánica tales como los restos de vegetales, animales muertos, excretas entre otros al cuerpo de agua, en estas estaciones de monitoreo se cumple con el ECA categoría 3 riego de vegetales.

#### 4.1.4.9. Demanda Química de Oxígeno



**Gráfico 10** Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La Demanda Química de Oxígeno representa a todo material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias químicas susceptibles de oxidación, que consumen oxígeno en el agua al oxidarse químicamente. Las principales fuentes de DQO en el agua son la materia orgánica de las aguas residuales domésticas (excretas de inodoros, restos de comida), también detergentes, aceites y grasas que no se degradan fácilmente, material orgánico nitrogenado entre otros. El ECA Agua categoría 3, contempla un valor máximo de DQO de 40 mg O<sub>2</sub>/L.

Como se observa en el gráfico 10, en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo se ha detectado valores bajos de DQO entre 2 a 25 mg/L. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de alta montaña río Vizcachas estaciones PGB-1 (6 mg/L), QLVIZ-8 (6 mg/L), VIZ-1 (9 mg/L) y VIZ-2 (7 mg/L) los valores de DQO son similares a los encontrados en la línea de base ambiental MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (2 - 10 mg/L), VIZ-1 (2 - 17 mg/L) y VIZ-2 (2 - 26 mg/L), esto se puede deber a la presencia de sustancias oxidables como Fe entre otros, traídos por escorrentías desde el suelo, que incrementan el contenido del DQO. El DQO en la estación QLVIZ-8 es referencial para monitoreo posteriores

En el río Chilota la estación CHL-8 (3 mg/L) presenta valores de DQO dentro de lo encontrado en los MAP 3, 4 y 5 CHL-8 (2 - 11 mg/L) por la razón explicada anteriormente.

En el río Chincune estación QLCHR-01 (2 mg/L) presenta valores moderados de DQO. El río Calasaya HUA-20 (12 mg/L) y quebradas HAS-2 (2 mg/L) y HAS-3 (13 mg/L) presentan valores similares a lo encontrado en los MAP 3, 4 y 5, HUA-20 (2 - 17 mg/L), HAS-2 (2 -14 mg/L) y HAS-3 (2 - 18 mg/L), por la razón explicada.

El valor del DQO en el río Titire TIT-1 (6 mg/L) son similares a lo esperado por la línea de base ambiental (3 – 27 mg/L) el valor bajo de DQO puede deberse la presencia de materiales oxidables.

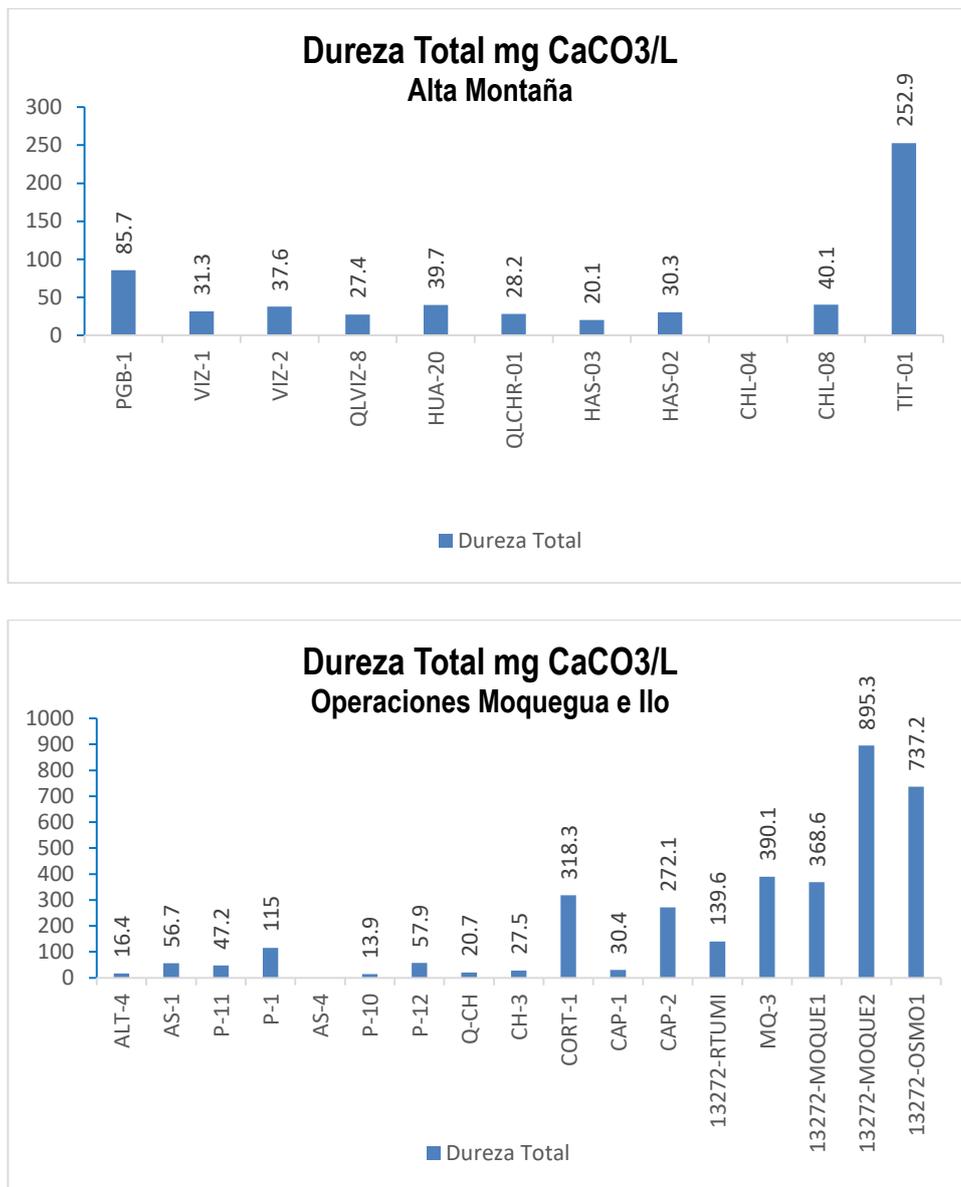
En la zona de operaciones en el río Altarani estación ALT-04 (3 mg/L) y el río Asana estaciones AS-01 (2 mg/L), P-11 (7 mg/L), AS-4 punto seco y P-12 (4 mg/L), así como en el río Charaque estación Q-CH (7 mg/L) y CH-3 (5 mg/L) los valores de DQO están por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables.

En la quebrada Millune estación P-1 (2 mg/L) y en la quebrada Sarallenque P-10 (3 mg/L), los valores de DQO son similares a los del río Asana, no se tiene mayores concentraciones de sustancias oxidables.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (2 mg/L) y CAP-2 (12 mg/L), el valor del DQO reportado se encuentra dentro de lo establecido por la línea de base ambiental desde ND hasta 13, no se ha detectado presencia de sustancias oxidables. Situación similar se observa en la quebrada cortadera CORT-1 (2 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo los valores de DQO son bajos 13172RTumi (5 mg/L), 13172RMoque1 (8 mg/L), 13172RMoque2 (25 mg/L) y 13172Rosmo1 (22 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Estos valores son similares a los reportados en el MAP 1, 2, 4 y 5, 13172R Tumi (2 – 5 mg/L), 13172RMoque1 (2 -10 mg/L) y 13172Rosmo1 (0 - 17mg/L), superior para 13172RMoque2 (4 – 9 mg/L). Los valores de DQO en las estaciones de monitoreo pueden deberse a presencia de material susceptible de oxidación como iones sulfuros, fluoruros, hierro u otros. El valor de DQO de la estación MQ-3 es referencial para futuros monitoreos.

**4.1.4.10. Dureza Total**



**Gráfico 11.** Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La dureza del agua se debe a la presencia de los cationes de calcio y de magnesio, así como sus aniones respectivos como los bicarbonatos, carbonatos y sulfatos.

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas de alto contenido de dureza y daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la dureza impide la formación de espuma causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado doméstico; por otra parte, está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad, y dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente. El ECA Agua categoría 3 no fija un límite para la dureza.

En términos generales, se puede considerar como blanda un agua con menos de 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L de dureza como CaCO<sub>3</sub>, medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L, dura de 200 a 300 mg CaCO<sub>3</sub>/L, sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña son blandas a medianamente duras. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (85.7 mg CaCO<sub>3</sub>/L) es medianamente dura, el valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (60.8 - 126.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L) en época de lluvia donde por procesos de escorrentía desde el suelo la materia carbonatada ingresa al agua neutralizando la acidez del agua. Las estaciones VIZ-1 (31.3 mgCaCO<sub>3</sub>/L) y VIZ-2 (37.6 mgCaCO<sub>3</sub>/L) presentan valores de dureza clasificados como blandos, esta situación es similar a lo establecido por los MAP 3 y 4 para el VIZ (35-102.9 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y la línea base ambiental para el VIZ-2 (21.9 – 85.7 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

La dureza del agua en la estación QLVIZ-8 (27.4 mgCaCO<sub>3</sub>/L) clasificada como blanda, el valor es referencial para futuros monitoreos. esta situación es similar a lo establecido por los MAP 3, 4 y 5 para el VIZ-1 (35 – 102.9 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y la línea de base ambiental para el VIZ-2 en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua.

La dureza del agua en el río Chilota CHL-8(40.1 mg CaCO<sub>3</sub>/L) se clasifica como blanda, similar a lo obtenido en la línea de base ambiental para el CHL-8 (21.5 – 223.6 mg CaCO<sub>3</sub>/L). Esta agua blanda reduce la dureza del agua del río Vizcachas en la estación VIZ-2.

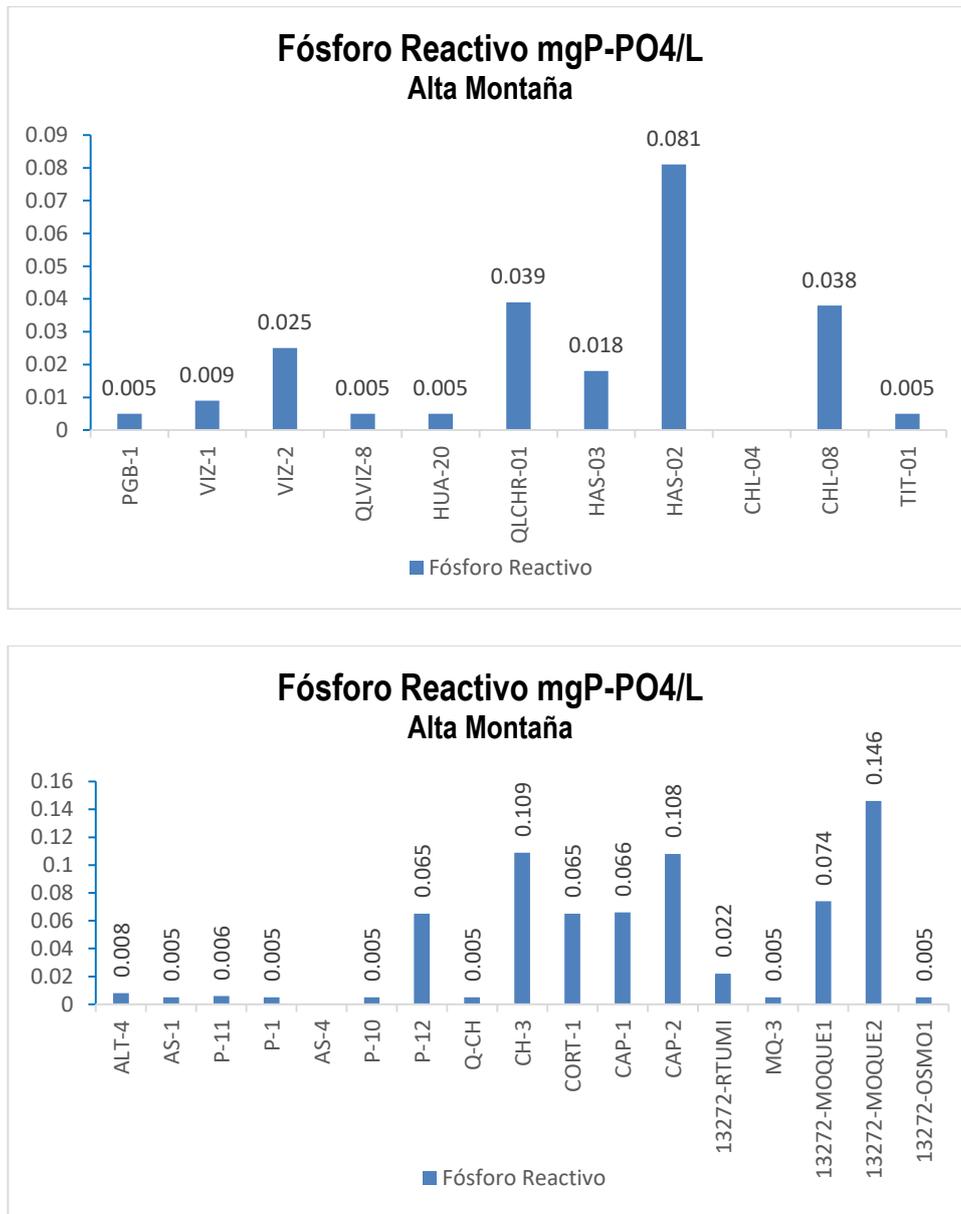
La dureza en el Chincune estación QLCHR-01 (28.2 mgCaCO<sub>3</sub>/L) se clasifica como blanda, río Calasaya estación HUA-20 (39.7 mg CaCO<sub>3</sub>/L) se clasifica como blanda y las quebradas HAS-2 (30.3 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y HAS-3 (20.1 mg CaCO<sub>3</sub>/L) se clasifican como blanda, similar a lo obtenido en los MAP 3, 4 y 5 HAS-2 (31.9 – 33.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y HAS-3 (17.7 – 23 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y son superiores a lo encontrado para la estación HUA-20 (25.4 – 41.9 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

La dureza en la estación TIT-1 (252.9 mg CaCO<sub>3</sub>/L) es muy dura, la concentración de sales incrementa el valor de dureza en época de seca, este valor es esperado en la línea de base ambiental (69.1 – 1051 mg CaCO<sub>3</sub>/L). En esta estación la dureza está asociada con contenidos altos de sulfatos, calcio y magnesio provenientes del suelo.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani estación ALT-04 (16.4 mgCaCO<sub>3</sub>/L), río Asana estaciones AS-01 (56.7 mgCaCO<sub>3</sub>/L), P-11 (47.2 mg CaCO<sub>3</sub>/L), AS-4 (punto seco), P-12 (57.9 mg/L), quebrada Sarallenque estación P-10 (13.9 mgCaCO<sub>3</sub>/L) y río Charaque Q-CH (20.7 mgCaCO<sub>3</sub>/L), CH-3 (27.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L) son blandas. En la estación de las aguas de la quebrada Millune P-01 (115.0 mg CaCO<sub>3</sub>/L) la dureza es media; en el río Capillune en la estación CAP-1 (30.4 mgCaCO<sub>3</sub>/L) es blanda y en la estación CAP-2 (272.1 mg CaCO<sub>3</sub>/L) es muy dura por el ingreso de aguas duras de naturaleza geotermal y por el reducido caudal, similar a lo observado en la quebrada Cortadera en la estación CORT-1. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental para ALT-04 (4.4 - 62.8 mgCaCO<sub>3</sub>/L) y AS-01 (14 - 77.3 mgCaCO<sub>3</sub>/L), similar a lo obtenido en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (38.9 – 57.1 mg CaCO<sub>3</sub>/L), similar a los valores de línea base para las estaciones P-10 (7 – 21.7 mg CaCO<sub>3</sub>/L), P-11 (25.3 – 53.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L), P-12 (34.6 – 70.7 mg/L), P-01 (62.5 – 126.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L), CH-3 (12.1 – 37.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y CAP-2 (52.2 - 1141 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la dureza en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (139.6 mg CaCO<sub>3</sub>/L) es moderadamente dura, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (368.6 mg CaCO<sub>3</sub>/L) es muy dura, 13172RMoqu2 (895.3 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (737.2 mg CaCO<sub>3</sub>/L) la calidad es muy dura esto relacionado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio, probablemente por el suelo en el valle que es de naturaleza bicarbonatada, carbonatada cálcica y magnésica según el estudio realizado por INRENA en el 2004, también debido al ingreso de aguas de origen subterráneo. Los resultados del MAP 7 para las estaciones son superiores a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 (108.3 – 119.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L), 13172RMoqu1 (262.6 – 407.4 mg CaCO<sub>3</sub>/L), 13172RMoqu2 (555.6 – 920.3 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y similar a lo encontrado para la estación 13172Rosmo1 (488.7 – 789.2 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

**4.1.4.11. Fósforo Reactivo Disuelto**



**Gráfico 12.** Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las principales fuentes de fósforo en el agua son material parental roca fosfórica, vertimiento de aguas residuales que contienen excretas y residuos de detergentes.

El fósforo, es nutriente esencial para la vida; sin embargo, su exceso en el agua provoca el proceso de eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico.

La presencia de algas y vegetación en las estaciones se relaciona con la presencia de bajas cantidades de fósforo.

Como se observa en gráfico 12, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de fósforo reactivo disuelto ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) entre  $<0.005$  a  $0.081$  mg de P- $\text{PO}_4$ /L. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 ( $<0.005$  mg/L), QLVIZ-8 ( $<0.005$ ), VIZ-1 ( $0.009$  mg/L) y VIZ-2 ( $0.025$  mg/L) presentan bajos valores de fósforo, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 ( $0.018 - 0.138$  mg/L), VIZ-1 ( $0.014 - 0.08$  mg/L) y VIZ-2 ( $0.014 - 0.16$  mg/L), en época de seca la concentración de fósforo es baja esto sugiere ausencia de fuentes de fósforo en el agua.

El contenido de fósforo reactivo del agua en el río Chilota CHL-8 ( $0.038$  mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 ( $0.02 - 0.54$  mg /L).

El contenido de fósforo reactivo en el río Chincune QLCHR-01 ( $0.039$  mg/L), río Calasaya HUA-20 ( $<0.005$  mg/L) y las quebradas HAS-2 ( $0.081$  mg/L) y HAS-3 ( $0.018$  mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 ( $0.03 - 0.102$  mg /L), HAS-2 ( $0.089 - 0.28$  mg/L) y HAS-3 ( $0.037 - 0.123$  mg /L).

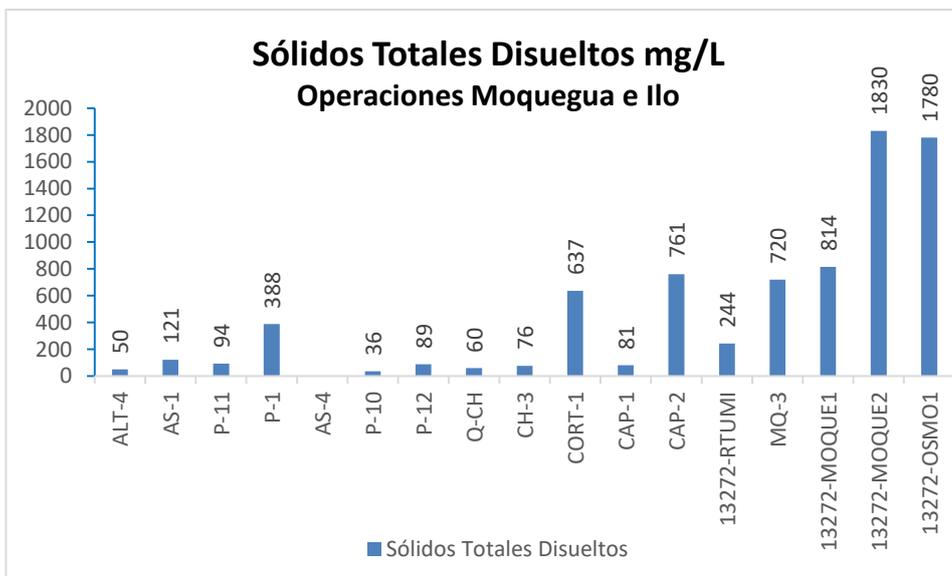
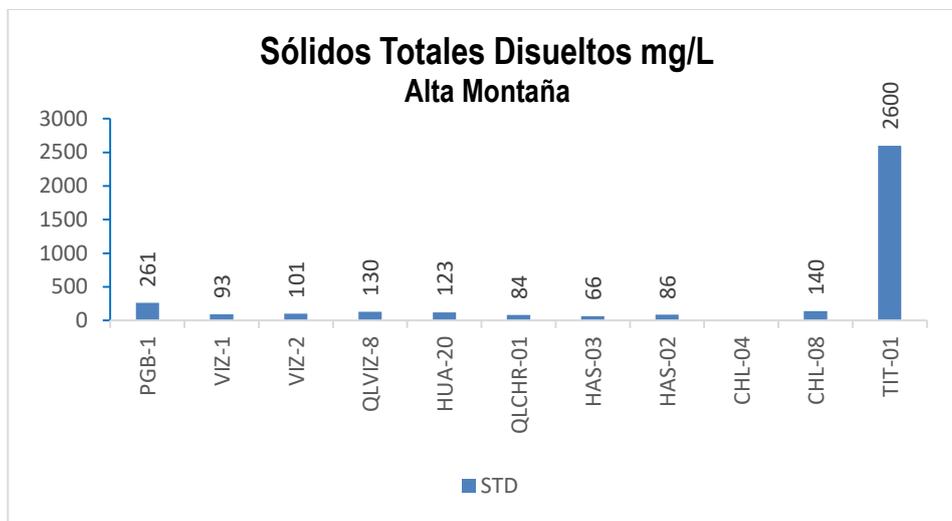
El contenido de fósforo en el río Titire en la estación TIT-1 ( $<0.005$  mg/L) el efecto de dilución de la lluvia disminuye el valor de fosforo en época de lluvia, este valor es esperado en la línea de base ambiental ( $0.02 - 0.35$  mg/L).

La calidad del agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 ( $0.008$  mg/L), río Asana AS-01 ( $0.005$  mg/L), P-11 ( $0.006$  mg/L), AS-4 (punto seco), P-12 ( $0.065$  mg/L) son bajos. Situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 ( $0.005$  mg/L), quebrada Sarayenque P-10 ( $0.005$  mg/L), río Charaque Q-CH ( $0.005$  mg/L) y CH-3 ( $0.109$  mg/L) y valores de línea base para las estaciones ALT-01 ( $0.018 - 0.138$  mg/L), AS-01 ( $<0.02 - 0.03$  mg/L), P-11 ( $0.02 - 0.025$  mg/L), P-12 ( $0.02 - 0.05$  mg/L), P-01 ( $0.01 - 0.02$  mg/L), CH-3 ( $0.02 - 0.12$  mg/L). El contenido de fósforo en el río Capillune CAP-1 ( $0.066$  mg/L) y CAP-2 ( $0.108$  mg /L) se encuentra en lo esperado para la línea de base para CAP-01 ( $<0.02 - 0.057$  mg/L) y CAP-02 ( $0.02 - 0.123$  mg/L). En el caso de los ríos Asana P-11, P-12, quebrada Millune P-01 y río Charaque CH-3 la concentración de fosforo disminuye en época de lluvia. En el caso del CAP-2 el efecto de la lluvia puede arrastrar fosforo desde el material de suelo. En la quebrada Cortadera CORT-1 ( $0.065$  mg/L) la concentración es similar a lo encontrado en el río Capillune, este valor es referencial para posteriores monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de fósforo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 ( $0.022$  mg/L) es baja, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 ( $0.074$  mg /L) es moderada, 13172RMoqu2 ( $0.146$  mg/L) es moderada y en el río Osmore 13172Rosmo1 ( $0.005$  mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 para las estaciones es similar a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 ( $0.009 - 0.15$  mg/L), 13172RMoqu1 ( $0.045 - 0.33$  mg/L), 13172RMoqu2 ( $0.005 - 0.2$  mg/L) y 13172Rosmo1

(0.005 – 0.042 mg/L). La estación MQ-3 presenta valores bajos de fósforo (0.005 mg/L) similar a lo que sucede en el río Moquegua, este valor es referencial para monitoreos posteriores.

#### 4.1.4.12. Sólidos Totales Disueltos



**Gráfico 13.** Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sólidos totales disueltos, representan a todas las sales disueltas, formadas por cationes metálicos disueltos como los de Na, K, Ca, Mg y otros metales disueltos, no tiene buena relación con los metales totales debido a que estos por lo general se encuentran adsorbidos.

También está formado por aniones disueltos como los cloruros, fluoruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos entre otros. La principal fuente son las sales que se encuentran en el lecho del río y que se

disuelven en el agua. En época seca, solo la disolución de los iones del lecho es importante, pero en época de lluvia los iones disueltos pueden provenir del suelo y llegar disueltos en las escorrentías juntamente con los sólidos suspendidos. El ECA Agua Categoría 3 no contempla valores límites para este parámetro.

El contenido de sólidos totales disueltos se relaciona muy bien con el valor de la conductividad eléctrica.

Como se observa en gráfico 13, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sólidos totales disueltos entre 36 a 1830 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde por lo general se presenta alta concentración de los STD. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (261 mg/L), QLVIZ-8 (130 mg/L), VIZ-1 (93 mg/L) y VIZ-2 (101 mg/L) presentan altos valores de STD, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, VIZ-1 (103 – 395 mg/L) y VIZ-2 (84 – 335 mg/L) en época de lluvia donde por dilución disminuye la concentración de STD. Los valores en PGB-1 se asocian con valores moderados de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeseo (alto), plomo, potasio y sodio.

El contenido de STD del agua en el río Chilota CHL-8 (140 mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (87 – 859 mg /L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Chincune QLCHR-01 (84 mg/L) son los esperados, en el río Calasaya HUA-20 (123 mg/L) y las quebradas HAS-2 (86 mg/L) y HAS-3 (66 mg /L) se encuentran dentro de los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 (111 – 124 mg /L), para HAS-2 (81 – 94 mg/L) y para HAS-3 (51 – 56 mg /L), los valores son característicos en época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Titire en la estación TIT-1 (2600 mg/L) es alto, el efecto de dilución de la lluvia disminuye el valor de STD en época de lluvia, este valor es esperado en la línea de base ambiental (255 – 9362 mg/L).

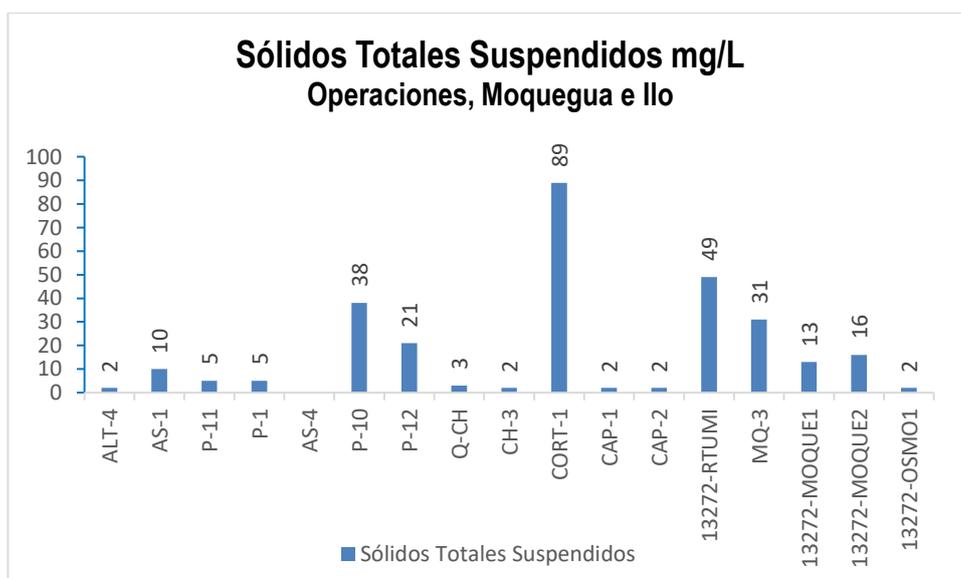
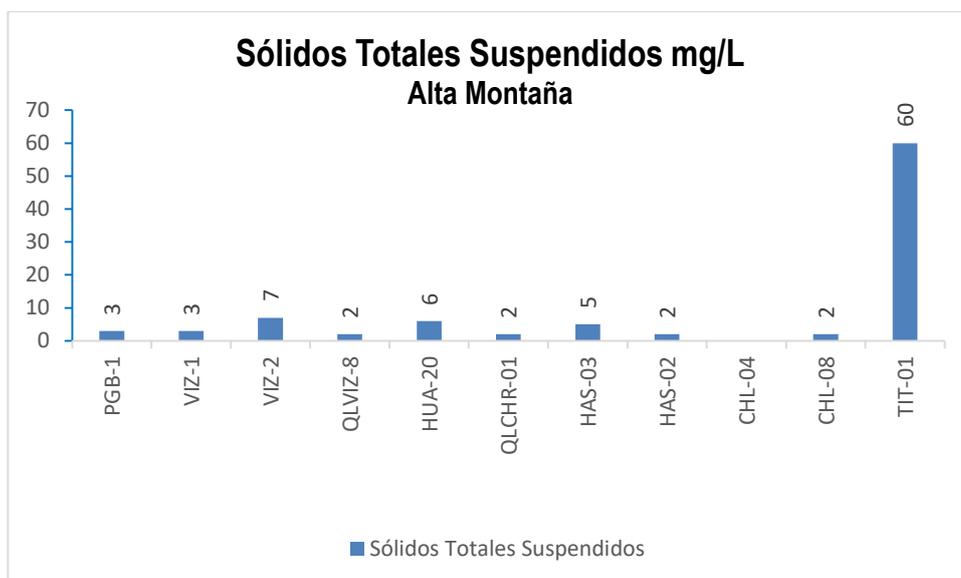
Los STD en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (50 mg/L), río Asana AS-01 (121 mg/L), P-11 (94 mg/L), AS-4 (punto seco), P-12 (89 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-4 (25 – 116 mg/L), AS-01 (49 – 174 mg/L), P-11 (53 – 164 mg/L), P-12 (72 – 153 mg/L). El contenido de STD en la quebrada Millune P-01 (388 mg/L) es moderado por el ingreso de iones sulfatos y aluminio desde el suelo; estos se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base P-01 (160 – 425 mg/L). En la quebrada Sarayenque estación P-10 (36 mg/L) el contenido de STD en el agua es bajo y está dentro de lo esperado para la línea base P-10 (27 – 71 mg/L).

El contenido de STD en el río Charaque estaciones Q-CH (60 mg/L), CH-3 (76 mg/L) es bajo. El contenido para la estación CH-3 (43 – 87 mg/L) es la esperada en la línea base.

En el río Capillune estación CAP-1 (81 mg/L) el contenido de STD es bajo, sin embargo, en el CAP-2 (761 mg /L) son relativamente altos, probable concentración de sales en el agua e ingreso de aguas subterráneas. Estas concentraciones se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (175 – 3262 mg/L). Situación similar sucede en la quebrada Cortadera estación CORT-1 (637 mg/L) esto debido al bajo caudal y alta concentración de sales, este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de STD en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (244 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (720 mg/L), 13172RMoqu1 (814 mg /L), 13172RMoqu2 (1830 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1780 mg/L) son altos por concentraciones de sales e ingreso de aguas subterráneas. Los resultados del MAP 7 para las estaciones es similar a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 (208 – 258 mg/L), 13172RMoqu1 (553 – 875 mg/L), 13172RMoqu2 (1154 – 2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (1200 – 2049 mg/L). Los valores de MQ-3 son referenciales para futuros monitoreos.

#### 4.1.4.13. Sólidos Totales Suspendidos



**Gráfico 14.** Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sólidos totales en suspensión, son sólidos que permanecen en la columna del cuerpo de agua en el tiempo, son responsables del color y de la turbiedad, los microorganismos patógenos en más del 90 % se encuentran adheridos a este tipo de sólidos, por esta razón es importante su remoción antes de su uso. En época seca la cantidad de sólidos totales en suspensión es baja, pero en épocas de lluvia la acción de las lluvias genera escorrentías que arrastran material del suelo y todo lo que se encuentre sobre este al agua, generando valores significativamente mayores de sólidos totales en suspensión que en la época seca. El ECA Agua Categoría 3 no contempla un valor límite para este parámetro.

Como se observa en gráfico 14, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sólidos totales suspendidos entre 2 a 60 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse desprendimientos de material de suelo. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (3 mg/L), QLVIZ-8 (2 mg/L), VIZ-1 (3 mg/L) y VIZ-2 (7 mg/L) presentan valores altos de STS, los valores son los esperados en la línea de base ambiental y MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (2 - 15 mg/L), VIZ-1 (1 – 5 mg/L) y VIZ-2 (2 – 180 mg/L) en época de lluvia puede existir desprendimientos de material de suelo que incrementan los STS. Los valores moderados en VIZ-1 y VIZ-2 se asocian con valores moderados de aluminio y hierro en las arcillas del material de suelo.

El contenido de STS del agua en el río Chilota CHL-8 (2 mg/L), son bajos y los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (2 – 269 mg /L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STS, no existe mayores desprendimientos de material de suelo.

El contenido de STS en el río Chincune estación QLCHR-01 (2 mg/L), río Calasaya HUA-20 (6 mg/L) y las quebradas HAS-2 (2 mg/L) y HAS-3 (5 mg /L) superan los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (1 – 2 mg /L), HAS-2 (1 – 3 mg/L) y HAS-3 (2 – 3 mg /L), en el caso del HUA-20 se observa la influencia de las lluvias por incremento de STS.

El contenido de STS en el río Titire en la estación TIT-1 (60 mg/L) es alto debido al efecto de ingreso de material de suelo o desprendimientos de suelo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (2 – 283 mg/L). Estos valores se asocian a valores altos de hierro y aluminio componentes importantes del material de suelo.

Los STS en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (2 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (10 mg/L), P-11 (5 mg/L), son bajos, P-12 (21 mg/L) ligero ingreso de material de suelo al agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base para las estaciones ALT-04 (2 - 176 mg/L), AS-01 (2 - 159 mg/L), P- 11 (2 – 78 mg/L), P-12 (2 – 113 mg/L), y en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (2 – 12 mg/L). Los ríos Asana P-11, P-12 la concentración de STS no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

Los STS en las aguas de la quebrada Millune P-01 (5 mg/L), son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-01 (2 – 350 mg/L) característico de la época húmeda. En la quebrada Sarayenque P-10 (38 mg/L) son medianamente transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-10 (2 – 404 mg/L), la quebrada Millune P-01 y quebrada Sarayenque P-10 la concentración de STS no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

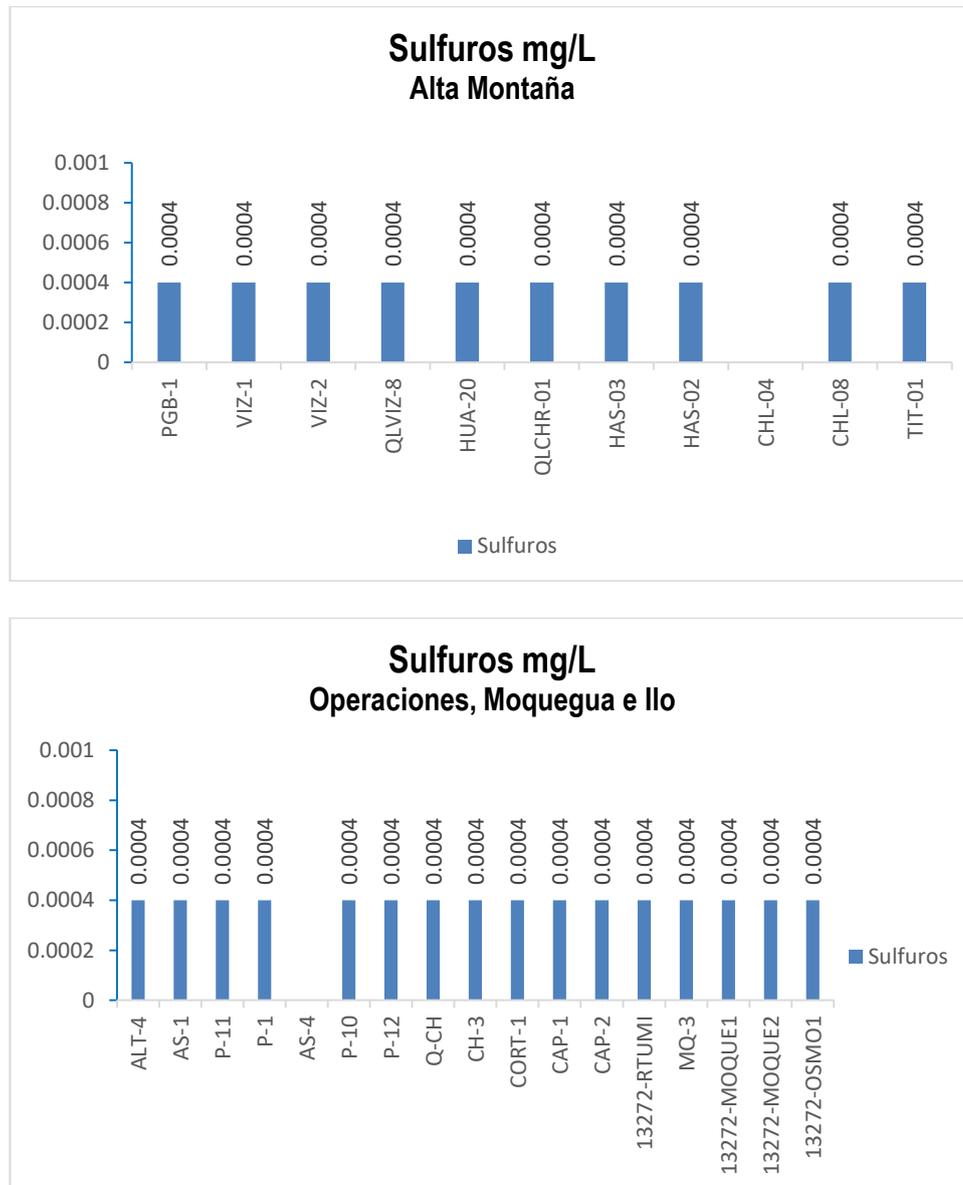
En el río Charaque CH-3 (2 mg/L) son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental CH-3 (2 – 639 mg/L), característico de la época húmeda.

El contenido de STS en el río Capillune CAP-1 (2 mg/L) y CAP-2 (2 mg /L) son transparentes se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (2 – 4600 mg/L) y CAP-2 (2 – 1064 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de STS en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (49 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (31 mg/L), 13172RMoqu1 (13 mg /L), estación 13172RMoqu2 (16 mg/L) y 13172Rosmo1 (2 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 6 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5 es similar para la estación 13172Rtumi1 (3 – 107 mg/L), para la estación

13172RMoqu1 (553 – 866 mg/L), 13172RMoqu2 (1154 – 2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (1200 – 2049 mg/L) son bajas, se tienen aguas claras no se tiene mayor ingreso de material particulado.

#### 4.1.4.14. Sulfuros



**Gráfico 15.** Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sulfuros en la corteza terrestre están asociados con los metales, se encuentran a menudo en el agua subterránea, especialmente en manantiales calientes. Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos.

La concentración umbral para H<sub>2</sub>S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H<sub>2</sub>S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en las paredes de las tuberías.

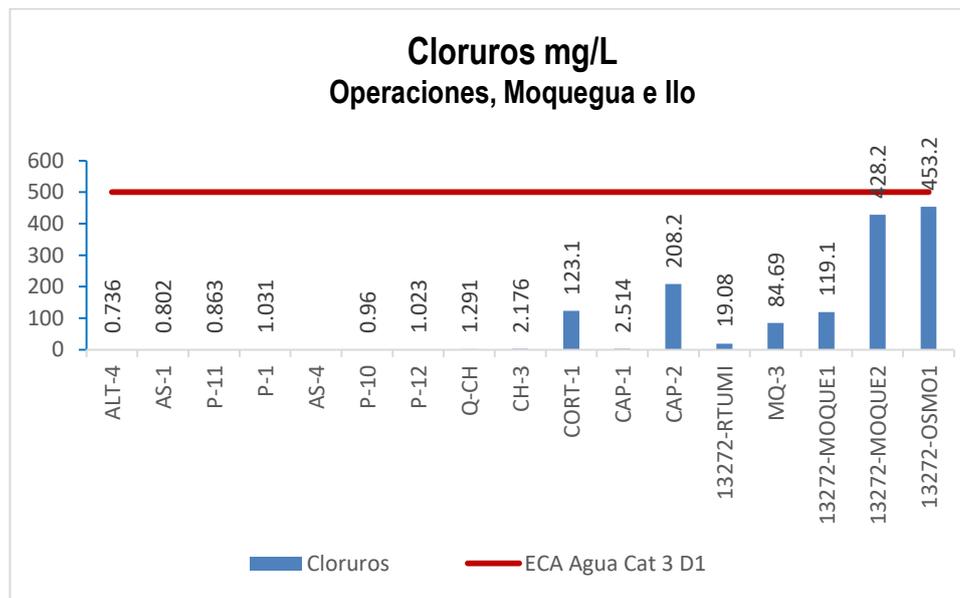
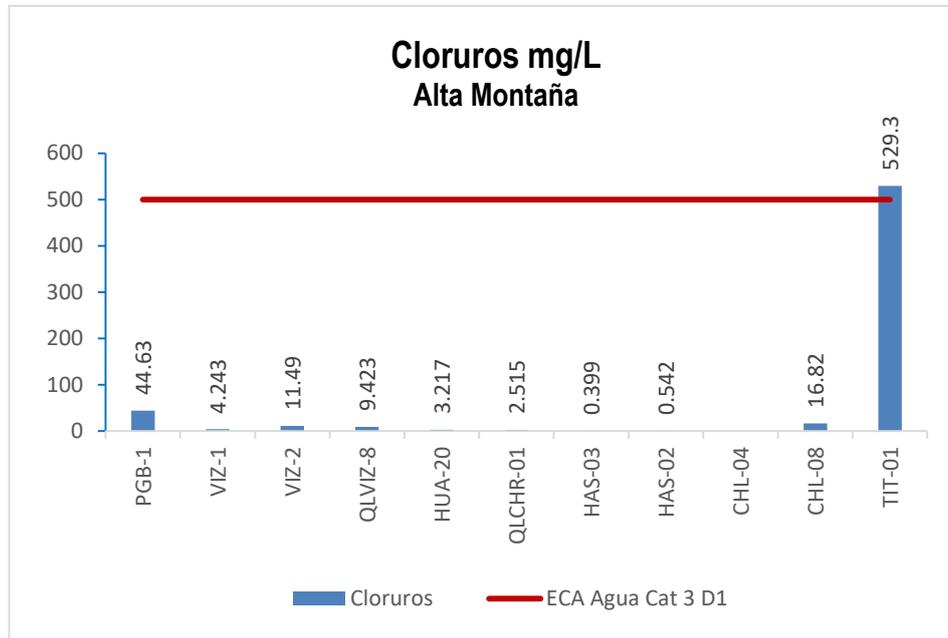
Como se observa en gráfico 15, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sulfuros no han sido detectadas, estos valores son similares a los esperados en los MAP 3, 4 y 5, para PGB-1 (0.0004 mg/L), VIZ-1 (0.0004 mg/L) y VIZ-2 (0.0004 – 0.004 mg/L), (CHL-8 (0.0004 mg /L), HUA-20 (0.0004 mg /L), HAS-2 (0.0004 mg/L) y HAS-3 (0.0004 – 0.002 mg /L) y la línea de base ambiental del TIT-1 (0.0004 – 0.025 mg/L) en época de lluvia puede existir ingreso de material de suelo por escorrentia que elevan la concentración de sulfuros.

Los sulfuros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (<0.0004 mg/L), río Asana AS-01 (<0.0004 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 mg/L), quebrada Millune P-01 (<0.0004 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (<0.0004 mg/L), río Charaque Q-CH (<0.0004 mg/L), CH-3 (<0.0004 mg/L) no han sido detectados, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 2,3, 4 y 5 para la estación ALT-04 (ND), AS-01 (ND – 0.005 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 – 0.012 mg/L), P-01 (<0.0004 – 0.004 mg/L), P-10 (ND), CH-3 (<0.0004 – 0.01 mg/L). El contenido de sulfuro en el río Capillune CAP-2 (<0.0004 mg /L) se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base (<0.0004 – 0.013 mg/L). Los ríos Asana P-11, AS-4, P-12, quebrada Millune P-01, río Charaque CH-3 y río Capillune CAP-02 la concentración de sulfuros no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de sulfuros en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.0004 mg/L) en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu1 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu2 (<0.0004 mg/L) en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0,0004 mg/L) no ha sido detectada. Los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 2,3, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (<0.0004 – 0.011 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.0004 – 0.014 mg/L), 13172RMoqu2 (<0.0004 – 0.005 mg/L) y 13172Rosmo1 (<0.0004 – 0.006 mg/L) la concentración de sulfuros no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

## ANIONES

### 4.1.4.15. Cloruros



**Gráfico 16.** Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los cloruros se encuentran en los suelos de Moquegua juntamente con los aluminosilicatos y sulfatos, se encuentra asociados al ion sodio, sólidos disueltos totales y la conductividad, estas sales de cloruro de sodio tienen origen marino o geológico. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 500 mg/L.

Como se observa en gráfico 16, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de cloruros entre 0.399 a 529.3 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (44.63 mg/L), QLVIZ-8 (9.423 mg/L), VIZ-1 (4.243 mg/L) y VIZ-2 (11.49 mg/L) presentan valores altos de cloruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (31.9 – 96.6 mg/L), VIZ-1 (4.028 – 59.37 mg/L), VIZ-2 (8.862 – 61.91 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de cloruros disminuye por dilución.

El contenido de cloruros del agua en el río Chilota CHL-8 (16.82 mg/L), son bajos y similares a los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (8.705 – 312.2 mg /L), no se tiene mayor ingreso de cloruros en el río chilota en época húmeda.

El contenido de cloruros en el río Chincune QLCHR-1 (2.515 mg/L), río Calasaya HUA-20 (3.217 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.542 mg/L) y HAS-3 (0.399 mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HAS-2 (0.484 – 0.846 mg/L) y HAS-3 (0.399 – 0.765 mg /L), superior en HUA-20 (4.229 – 10.925 mg /L), se observa una ligera influencia en la dilución por efecto de lluvias.

El contenido de cloruros en el río Titire en la estación TIT-1 (529.3 mg/L) es bajo debido al efecto de ingreso de material de suelo o desprendimientos de suelo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (48.03 – 4695 mg/L). El contenido de cloruros está directa relacionado con el valor de la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos en esta estación.

Los cloruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.736 mg/L), río Asana AS-01 (0.802 mg/L), P-11 (0.863 mg/L), P-12 (1.023 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.432 – 1.522 mg/L), AS-01 (0.672 – 6.654 mg/L), P-11 (0.596 – 1.494 mg/L), P-12 (0.72 – 2.916 mg/L).

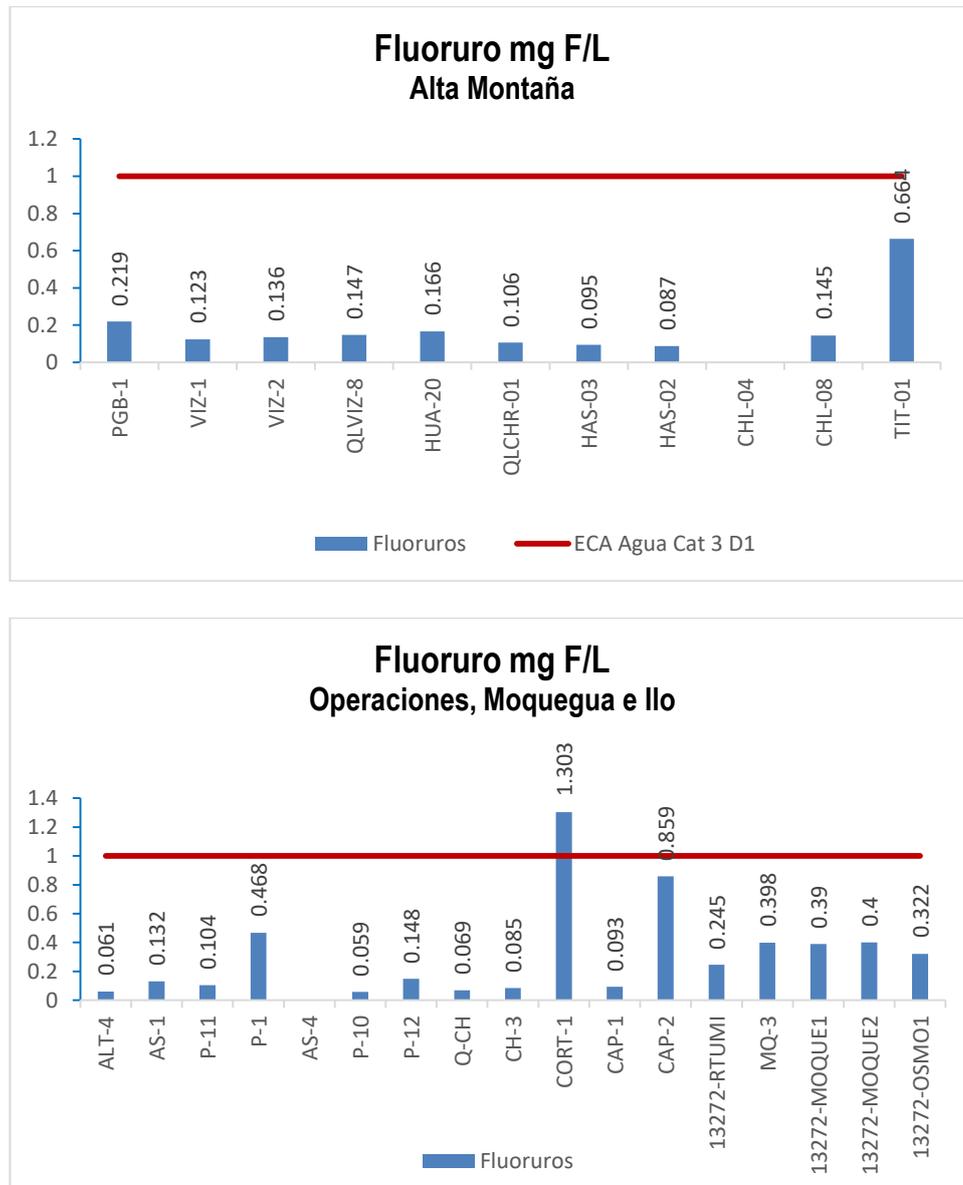
Los cloruros en la quebrada Millune P-01 (1.031 mg/L), es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-01 (0.729 – 2.699 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.96 mg/L) es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-10 (0.607 – 2.366 mg/L).

En el río Charaque estaciones Q-CH (1.291 mg/L) y CH-3 (2.176 mg/L) la concentración de cloruros es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base para CH-3 (0.991 – 3.07 mg/L).

El contenido de cloruros en el río Capillune estaciones CAP-1 (2.514 mg/L) es baja mientras que en CAP-2 (208.2 mg /L) se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.843 – 18.55 mg/L) y CAP-2 (24.63 – 833.3 mg/L), se encuentra dentro de lo esperado para la línea base (24.63- 833.3 mg/L), se observa una dilución del contenido de cloruros por efecto de lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cloruros en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (19.08 mg/L) es baja, en el río Moquegua en las estaciones MQ-3 (84.69 mg/L), 13172RMoqu1 (119.1 mg/L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de cloruros, la estación 13172RMoqu2 (428.2 mg/L) es alta. En el río Osmore la concentración de cloruros en la estación 13172Rosmo1 (453.2 mg/L) es alta probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de cloruros. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5 para las estaciones 13172Rtumi1 (12.08 – 15.67 mg/L) es superior, para la estación 13172RMoqu1 (72.32 – 150 mg/L) es superior, para la estación 13172RMoqu2 (250.8 – 470.4 mg/L) cumple y para la estación 13172Rosmo1 (263.2 – 447.7 mg/L) es superior, la concentración de cloruros cuando disminuye el caudal es mayor en época seca en comparación con la época húmeda.

#### 4.1.4.16. Fluoruro



**Gráfico 17.** Variación espacial del contenido de fluoruros de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las fuentes naturales de fluoruro en el agua son las escorrentías de rocas erosionadas que contienen fluor o lixiviación del suelo a través del ingreso de aguas subterráneas. La lixiviación de rocas ígneas alcalinas, dolomita, fosforita y vidrios volcánicos resultan en grandes concentraciones en el agua. En el agua los fluoruros están fuertemente ligados con el aluminio principalmente a valores bajos de pH < 5. Los fluoruros también pueden formar complejos con el Calcio y Magnesio pudiendo ser removidos por

precipitación con los carbonatos. El exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar fluorosis óseo dental, también puede ocasionar daño a nivel del tejido hepático. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L.

Como se observa en gráfico 17, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de fluoruros entre 0.087 a 0.664 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.219 mg/L), QLVIZ-8 (0.147 mg/L), VIZ-1 (0.123 mg/L) y VIZ-2 (0.136 mg/L) presentan valores altos de fluoruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.002 – 0.481 mg/L), superior para VIZ-1 (0.083 – 0.175 mg/L) y VIZ-2 (0.038 – 2.136 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de fluoruros disminuyen por dilución.

El contenido de fluoruros del agua en el río Chilota CHL-8 (0.145 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.04 – 0.184 mg/L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, por escorrentía desde el suelo la concentración de fluor se incrementa.

El contenido de fluoruros en el río Chincune QLVIZ-8 (0.147 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.166 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.087 mg/L) y HAS-3 (0.095 mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 (0.099 – 0.198 mg/L), HAS-2 (0.037 – 0.079 mg/L) y similares a los reportados para HAS-3 (0.097 – 0.053 mg/L), se observa una ligera influencia de escorrentías por efecto de lluvias

El contenido de fluoruros en el río Titire en la estación TIT-1 (0.606 mg/L) es moderado, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.002 – 1.956 mg/L), en época seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvias.

La concentración de fluoruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.061 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (0.132 mg/L), P-11 (0.104 mg/L), P-12 (0.148 mg/L) P-01 (0.468 mg/L) son altos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.468 mg/L), río Charaque CH-3 (0.085 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1,2,4 y 5 valores de línea base para las estaciones P-11 (0.022 – 0.106 mg/L), P-12 (0.036 – 0.138 mg/L), P-01 (0.111 – 0.452 mg/L), CH-03 (0.027 – 0.084 mg/L). El contenido de fluoruros en el río Capillune CAP- 2 (0.859 mg/L) es alto y se encuentra dentro de lo esperado para la línea base (0.111 -2.691 mg/L), se observa una dilución del contenido de fluoruros por efecto de las lluvias en esta estación.

En la quebrada Sarayenque P-10 (0.059 mg/L) la concentración de fluoruros es bajo este valor es esperado en la línea base P-10 (0.011 – 0.059 mg/L).

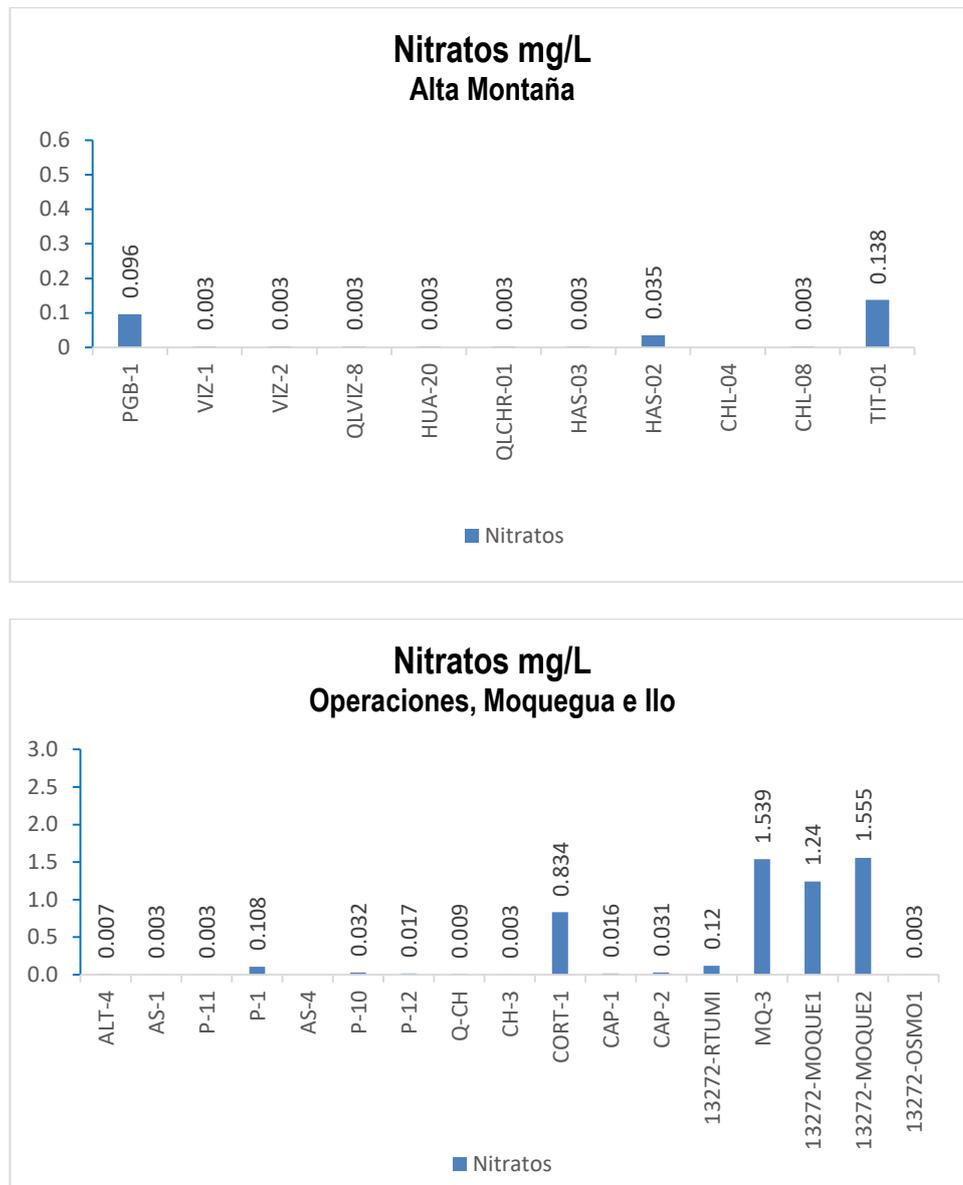
La concentración de fluoruros en el río Charaque Q-CH (0.069 mg/L) y CH-3 (0.085 mg/L) la concentración es baja, este valor es esperado en la línea base para CH-3 (0.027 – 0.084 mg/L).

El contenido de fluoruros en el río Capillune CAP-1 (0.093 mg/L) es bajo, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP 1 (0.002 – 0.104 mg/L), se observa una concentración alta del fluor en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con aguas subterráneas. Situación similar sucede en la quebrada Cortadera CORT-1 (1.303 mg/L), este valor es referencial y será utilizado en futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de fluoruros en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.245 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.398 mg/L), 13172RMoqu1 (0.39 mg/L), la estación

13172RMoqu2 (0.4 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.322 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.123 – 0.203 mg/L), la estación 13172RMoqu1 (0.204 – 0.352 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (0.186 – 0.364 mg/L) son mayores probablemente por el ingreso de aguas subterránea o riego con aguas subterránea, para la estación 13172Rosmo1 (ND – 0.295 mg/L) están dentro de lo esperado.

4.1.4.17. Nitratos



**Gráfico 18.** Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los nitratos se forman a partir de la descomposición de materia orgánica nitrogenada como aminoácidos y proteínas que son liberados en las aguas residuales domésticas, que se degradan por acción de los microorganismos formando en primer lugar nitrógeno amoniacal, nitritos y como producto final de la oxidación los nitratos. Otra fuente adicional de nitratos es el ingreso desde el suelo en forma de fertilizantes nitrogenados. El exceso de nitratos en el agua de consumo puede provocar la metahemoglobinemia. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 100 mg/L para la suma de nitratos y

nitritos, para nitritos fija un valor de 10 mg/L. En el presente informe solo se interpreta el contenido de nitratos debido a que los nitritos no han sido detectados

Como se observa en gráfico 18, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de nitratos entre <0.003 a 0.138 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.096 mg/L), QLVIZ-8 (0.003 mg/L), VIZ-1 (0.003 mg/L) y VIZ-2 (0.003 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (<0.003 – 0.375 mg/L), superior para VIZ-1 (<0.003 – 0.129 mg/L) y similar para VIZ-2 (<0.003 – 0.185 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de nitratos disminuyen por dilución.

El contenido de nitratos del agua en el río Chilota CHL-8 (0.003 mg/L), son bajos y con respecto a la línea de base ambiental para el CHL-8 (<0.003 – 0.156 mg/L) están dentro de lo esperado.

El contenido de nitratos en el río Chincune QLCHR-01 (<0.003), río Calasaya HUA-20 (0.003 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.035 mg/L) y HAS-3 (<0.003 mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 superiores para HUA-20 (<0.003 – 0.008 mg/L), similares para HAS-2 (0.008 – 0.137 mg/L) y HAS-3 (<0.003 mg/L), se observa ligera dilución por efecto de lluvias en la estación HAS-2 y HAS-3.

El contenido de nitratos en el río Titire en la estación TIT-1 (0.138 mg/L) es bajo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.068 – 0.972 mg/L), se observa dilución de contenidos de nitratos en época húmeda por efecto de lluvias.

Los nitratos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.007 mg/L) y río Asana AS-01 (<0.003 mg/L), P-11 (<0.003 mg/L), P-12 (0.017 mg/L) son bajos, estos valores están dentro de lo esperado para los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-01 (0.003 – 0.274 mg/L), AS-01 (<0.003 – 0.127 mg/L), P-11 (0.003 – 0.169 mg/L), P-12 (0.003 – 0.131 mg/L), se observa una dilución del contenido de nitratos por efecto de las lluvias.

El contenido de nitratos en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.108 mg/L) es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base P-01 (0.007 – 0.269 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.032 mg/L) la concentración de nitratos es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base, P-10 (0.003 – 0.25 mg/L)

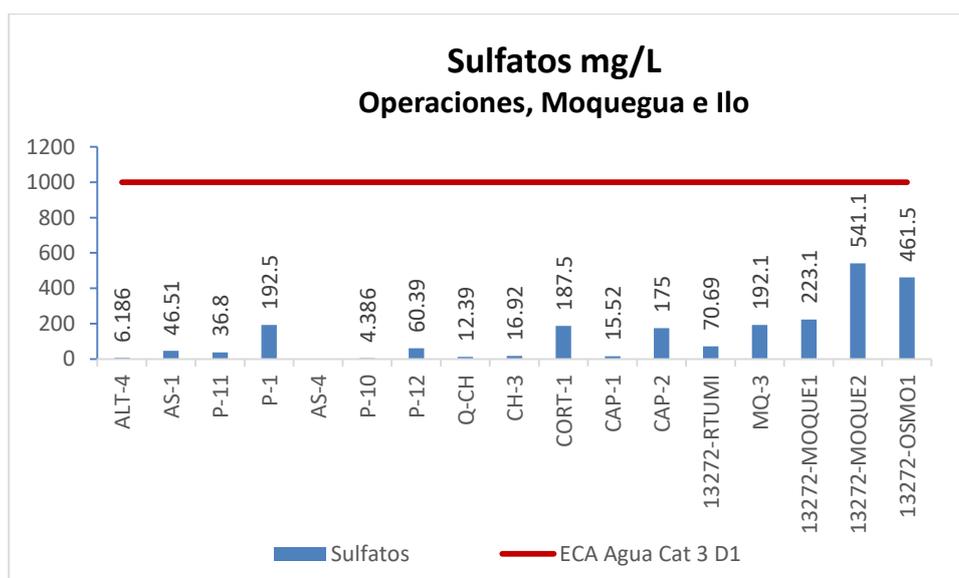
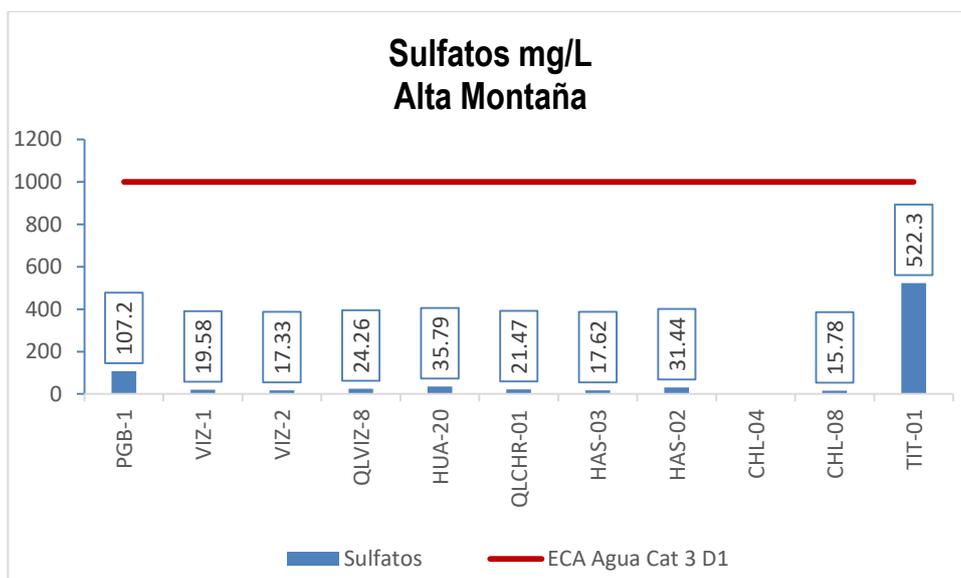
En el río Charaque Q-CH (0.009 mg/L) y CH-3 (0.003 mg/L) la concentración de nitratos es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base para CH-3 (0.003 – 0.357 mg/L).

El contenido de nitratos en el río Capillune CAP-1 (0.016 mg/L) y CAP-2 (<0.031 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.003 – 0.293 mg/L) y CAP-2 (0.003 – 1.417 mg/L), no se tiene fuente de nitratos en época húmeda. Situación similar se presenta en la quebrada Cortadera CORT-1 (0.834 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de nitratos en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.12 mg/L) es baja, en el río Moquegua la estación MQ-3 (1.539 mg/L) la concentración nitratos es alta ausencia de fuentes de nitratos, la estación 13172RMoque1 (1.24 mg/L) es moderada presencia de una fuente de nitratos probablemente agua subterránea o aguas residuales, la estación 13172RMoque2 (1.555 mg/L) es moderada, se tiene ingreso de aguas residuales o subterráneas y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.003 mg/L) la concentración de nitratos no es detectada. Los resultados del MAP 7 en

comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.045 – 0.183 mg/L), 13172RMoqu1 (2.120 – 4.954 mg/L), 13172RMoqu2 (1.461 – 5.526 mg/L) y para la estación 13172Rosmo1 (ND – 1.842 mg/L) están dentro de lo esperado, el efecto de lluvias no tiene mayor influencia en la concentración de nitratos para estas estaciones.

#### 4.1.4.18. Sulfatos



**Gráfico 19.** Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sulfatos en el agua pueden provenir de la oxidación de minerales sulfurados, que por la acción del oxígeno del aire liberan el aluminio y hierro generando sulfatos en forma de ácido sulfúrico que baja drásticamente el valor del pH, también por la disolución de minerales como o sulfatados como la Alunita ((K,Na)Al<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>) y la Jarosita KFe<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>. De otro lado los sulfatos pueden provenir de la disolución de sulfatos de sodio, calcio, magnesio entre otras sales solubles. Los sulfatos en las zonas de estudio son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e Ilo realizado por el INRENA Jun-2004 se encontró que las aguas son de naturaleza sulfatada o bicarbonatada cálcica, siendo la presencia de los sulfatos significativa. El ECA Agua Categoría 3 para riego de vegetales es 1000 mg/L.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presenta concentraciones de sulfatos entre 17.33 a 522.3 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (107.2 mg/L), QLVIZ-8 (24.26 mg/L), VIZ-1 (19.58 mg/L) y VIZ-2 (17.33 mg/L) presentan valores altos de sulfatos que disminuyen con el incremento del caudal por efectos de dilución, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (38.41 – 191.1 mg/L), VIZ-1 (24.79 – 136.42 mg/L) y VIZ-2 (7.542 – 133.6 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de sulfatos disminuyen por dilución.

El contenido de sulfatos del agua en el río Chilota CHL-8 (15.78 mg/L), es bajo y está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.79 – 51.26 mg/L), para el caso del CHL-8 se observa una dilución del contenido de sulfatos por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

El contenido de sulfatos en el río Chincune QLCHR-01 (21.47 mg/L) es moderado, en el río Calasaya HUA-20 (35.79 mg/L), en las quebradas HAS-2 (31.44 mg/L) y HAS-3 (27.62 mg/L) es bajo. Estos valores son superiores a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (19.66 – 31.71 mg/L), similares para HAS-2 (31.26 – 40.06 mg/L) y HAS-3 (12.77 – 25.7 mg/L), se observa ingreso por escorrentías desde el suelo por efecto de lluvias en la estación

El contenido de sulfatos en el río Titire en la estación TIT-1 (522.3 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (63.93 – 1006 mg/L), se observa dilución del contenido de sulfatos en época húmeda por efecto de lluvias.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sulfatos entre 6.186 a 541.1 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvias.

Los sulfatos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (6.186 mg/L), río Asana AS-01 (46.51 mg/L), P-11 (36.8 mg/L), P-12 (60.39 mg/L) son bajos, Los valores encontrados están dentro de lo esperado según los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, y los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (4.487 – 58.18 mg/L), AS-01 (5.394 – 73.56 mg/L), P-11 (21.23 – 49.1 mg/L), P-12 (30.33 – 68.05 mg/L) son menores.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (192.5 mg/L) es moderada en comparación con la época húmeda la mayor oxidación de material sulfuroso o disolución de minerales sulfatados pueden estar incrementando el contenido de sulfatos y aluminio en esta quebrada, estos resultados son los esperados en la línea de base P-01 (98.21 – 238.9 mg/L). En la estación de la quebrada Sarayenque P-10 (4.386 mg/L) la concentración de sulfatos es baja, estos resultados son los esperados en la línea de base P-10 (2.851 – 13.36 mg/L).

En el río Charaque estaciones Q-CH (12.39 mg/L) y CH-3 (16.92 mg/L), la concentración de sulfatos es baja, estos resultados son los esperados en la línea de base para CH-3 (11.51 – 19.43 mg/L).

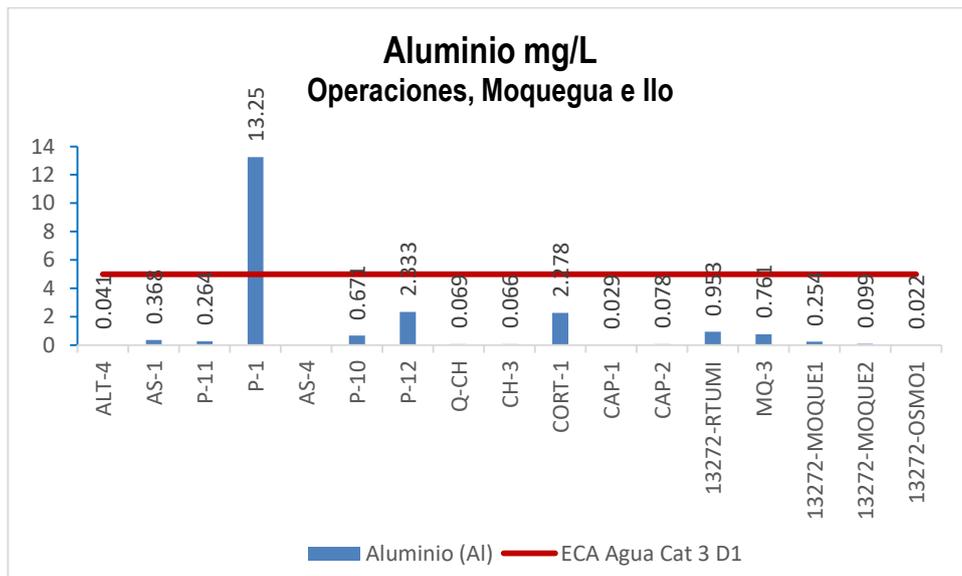
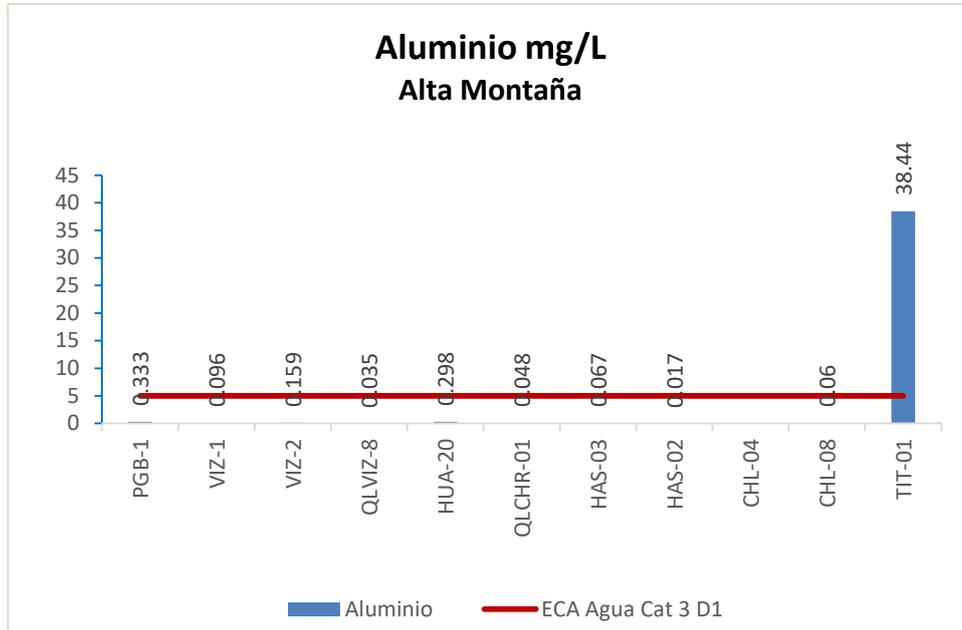
El contenido de sulfatos en el río Capillune CAP-1 (15.52 mg/L) es baja y en la estación CAP-2 (175 mg/L) es moderada esto se debe al ingreso de suelo disuelto en agua e ingreso de agua subterránea

se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (9.183 – 20.18 mg/L), para CAP-2 (36.39 – 978.3 mg/L), se observa concentración de sales por disminución del caudal.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de sulfatos en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (70.69 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (192.1 mg/L), 13172RMoque1 (223.1 mg /L), la estación 13172RMoque2 (541.1 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (461.5 mg/L) es moderada. Los resultados del MAP 6 son los esperados de los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (72.35 – 75.87 mg/L), 13172RMoque1 (160.1 – 280.9 mg/L), 13172RMoqu2 (358.7 – 603.3 mg/L) y 13172Rosmo1 (370.6 – 554.1 mg/L), el incremento del caudal por efecto de las lluvias diluye la concentración de sulfatos en estas estaciones.

**METALES**

**4.1.4.19. Aluminio**



**Gráfico 20.** Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El aluminio se presenta en agua natural como resultado de la meteorización de rocas que contienen aluminio como la gibbsita  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , Alunita  $((\text{K},\text{Na})\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6)$ . La presencia de acidificación del agua es una respuesta geoquímica de la movilización del aluminio de la superficie terrestre a los ambientes acuáticos. Esta movilización esta frecuentemente asociado con eventos de fundición de hielo de los nevados o procesos de erosión de suelos. El Aluminio disuelto tiene estado de oxidación 3+ que forma un acuo complejo capaz de liberar iones hidronio que reducen el valor del pH. La presencia de iones sulfatos y fluoruros permite la formación de complejos de aluminio que regulan su solubilidad. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 5 mg/L.

Como se observa en gráfico 20, la calidad del agua en las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 presentan concentraciones de aluminio entre 0.017 a 0.333 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.333 mg/L) presenta un valor bajo, QLVIZ-8 (0.035 mg/L), VIZ-1 (0.096 mg/L) y VIZ-2 ( 0.159 mg/L) presentan valores bajos de aluminio debido a la influencia de las aguas del embalse, estos los valores son superiores a los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.001 – 6.69 mg/L), similar a los de VIZ-1 (0.0523 – 4.83 mg/L) y VIZ-2 (0.001 – 6.444 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de aluminio disminuyen por dilución, no presenta aporte por escorrentías o desprendimientos.

El contenido de aluminio del agua en el río Chilota CHL-8 (0.06 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 6.858 mg /L), los resultados no difieren entre la época seca y húmeda.

El contenido de aluminio en el río Chincune QLCHR-01 (0.048 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.298 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.017 mg/L) y HAS-3 (0.067 mg /L), son superiores a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.039 – 0.0482 mg /L), similares a los de HAS-2 (<0.02 – 0.05 mg/L) y HAS-3 (<0.02 – 0.0513 mg /L), los resultados de época seca y húmeda son similares.

El contenido de aluminio en el río Titire en la estación TIT-1 (38.44 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego y superior en la línea de base ambiental (0.343– 26.89 mg/L), se observa ingreso de aluminio en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generada en épocas de lluvias o probables desprendimientos de suelo.

El contenido de aluminio en las estaciones de la zona de operaciones excepto el Millune P-01 (13.25 mg/L), presentan concentraciones altas superando los valores de la línea de base ambiental <0.011 a 1.754 mg/L, no cumple con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego debido al ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos de suelo.

La concentración de aluminio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.041 mg/L), río Asana AS-01 (0.368 mg/L), P-11 (0.264 mg/L), P-12 (0.078 mg/L) son bajos, estos valores son menores a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y dentro de los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.001 – 1.054 mg/L), AS-01 (<0.001 – 2.671 mg/L), P-11 (0.001 – 2.102 mg/L), P-12 (0.001 – 5.636 mg/L).

En el caso de la concentración de aluminio de la estación en la quebrada Millune P-01 (13.25 mg/L) es muy alta probablemente el ingreso de aguas subterráneas, oxidación o disolución del material de suelo y concentración por disminución del caudal sean las fuentes de aluminio en esta estación, esta concentración de aluminio es la esperado en línea base para las estaciones P-01 (5.384 – 22.97 mg/L).

En la quebrada Sarallénque P-10 (0.671 mg/L), no se tiene una fuente de aluminio, estos resultados se encuentran dentro lo establecido por la línea base P-10 (<0.001 – 6.249 mg/L).

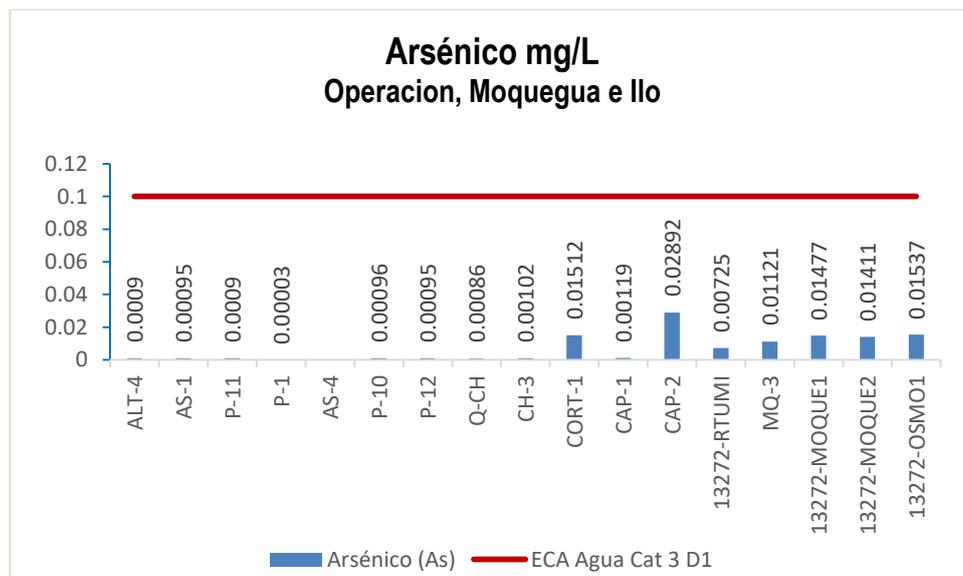
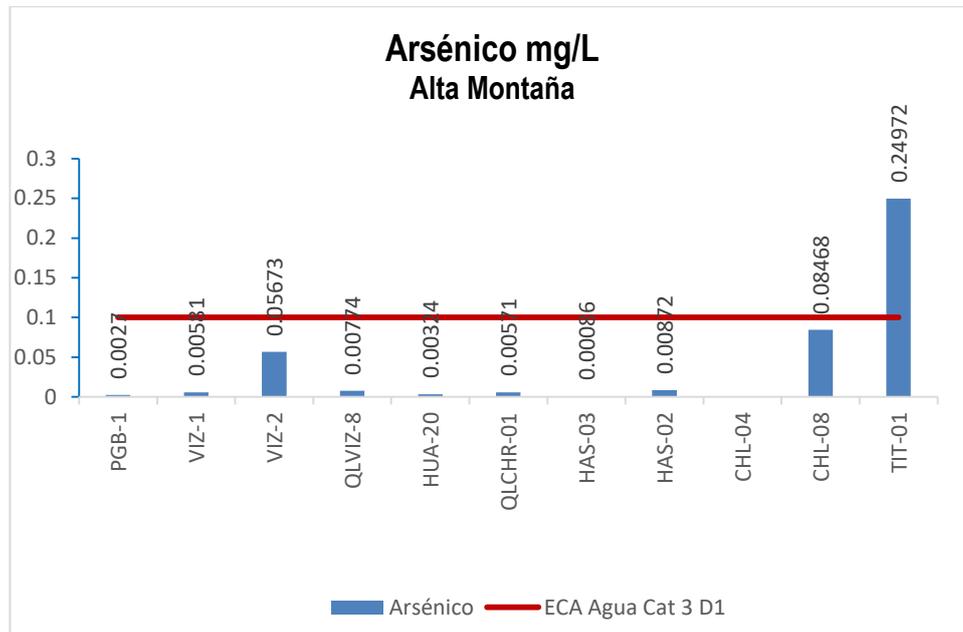
La concentración de Aluminio, en el río Charaque las estaciones Q-CH (0.069 mg/L) y CH-3 (0.066 mg/L) son bajas, estos valores se encuentran dentro de lo establecido para línea base de CH-3 (0.001 – 12.49 mg/L).

El contenido de aluminio en el río Capillune CAP-1 (0.029 mg/L), CAP-2 (<0.078 mg/L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.001 – 42.61 mg/L) y CAP-2 (0.001 – 13.84 mg/L), no se observa fuente de ingreso de aluminio en época húmeda. Situación similar se observa en la quebrada Cortadera CORT-1 (2.278 mg/L) está dentro de los límites establecidos por los ECA agua Categoría 3 agua de riego, este valor es referencia para futuros Monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo las concentraciones de aluminio se encuentran entre 0.022 y 0.953 mg/L, las estaciones 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172ROsmo1 no superan lo establecido por los ECA Agua Categoría 3 agua de riego estos resultados son característicos de la época húmeda donde se tienen aguas claras y no hay ingreso desde el suelo.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de aluminio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.953mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.761 mg/L), 13172RMoque1 (0.254 mg/L), 13172RMoqu2 (0.099 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.022 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 7 son los esperados en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.23 – 0.419 mg/L) supera, 13172RMoqu1 (0.023 – 1.153 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.194 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.0385 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas incrementan la concentración de aluminio en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

#### 4.1.4.20. Arsénico



**Gráfico 21.** Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Arsénico aparece como componente secundario en composición variable en varios minerales sulfurados como la pirita, galena, calcopirita entre otros y en óxidos como los hematites y óxidos de hierro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.1 mg/L para riego de vegetales y de 0.2 para bebida de animales.

Como se observa el gráfico 21, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-01 presentan concentraciones de arsénico entre 0.00086 a 0.08468 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.0027 mg/L), QLVIZ-8 (0.00774 mg/L), VIZ-1 (0.00581 mg/L) y VIZ-2 (0.05673 mg/L) presentan valores bajos de arsénico que se incrementan con el ingreso del agua del río Chilota, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.0003 – 0.0257 mg/L), VIZ-1 (0.0003 – 0.00681 mg/L) y VIZ-2 (0.0207 – 0.1238 mg/L), en época húmeda concentraciones de arsénico en el río Vizcachas son incorporadas por las aguas del río Chilota.

El contenido de arsénico del agua en el río Chilota en CHL-8 (0.08468 mg/L) es moderado probable ingreso de aguas subterráneas. Están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0511 – 0.2221 mg/L), se observa incremento del contenido de arsénico por efecto de concentración de metales cuando el caudal disminuye e ingresos de otras fuentes de agua.

El contenido de arsénico en el río Chincune QLCHR-01 (0.00571 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.00324 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.00872 mg/L) y HAS-3 (0.00086 mg/L) son bajos, y están dentro de lo esperado en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.003 – 0.1 mg/L), para HAS-2 (0.008 – 0.00902 mg/L) y HAS-3 (0.001 – 0.00108 mg/L), en época húmeda la concentración de arsénico por efecto de dilución generada por lluvias.

El contenido de arsénico en el río Titire en la estación TIT-1 (0.24972 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.0308 – 1.557 mg/L), se observa concentración del contenido de arsénico en época húmeda por efecto de lluvias.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de arsénico entre 0.00003 y 0.02892 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de arsénico en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.0009 mg/L), río Asana AS-01 (0.00095 mg/L), P-11 (0.0009 mg/L), P-12 (0.00095 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.0003 – 0.0038 mg/L), P-11 (0.0003 – 0.0044 mg/L) y P-12 (0.0003 – 0.0095 mg/L).

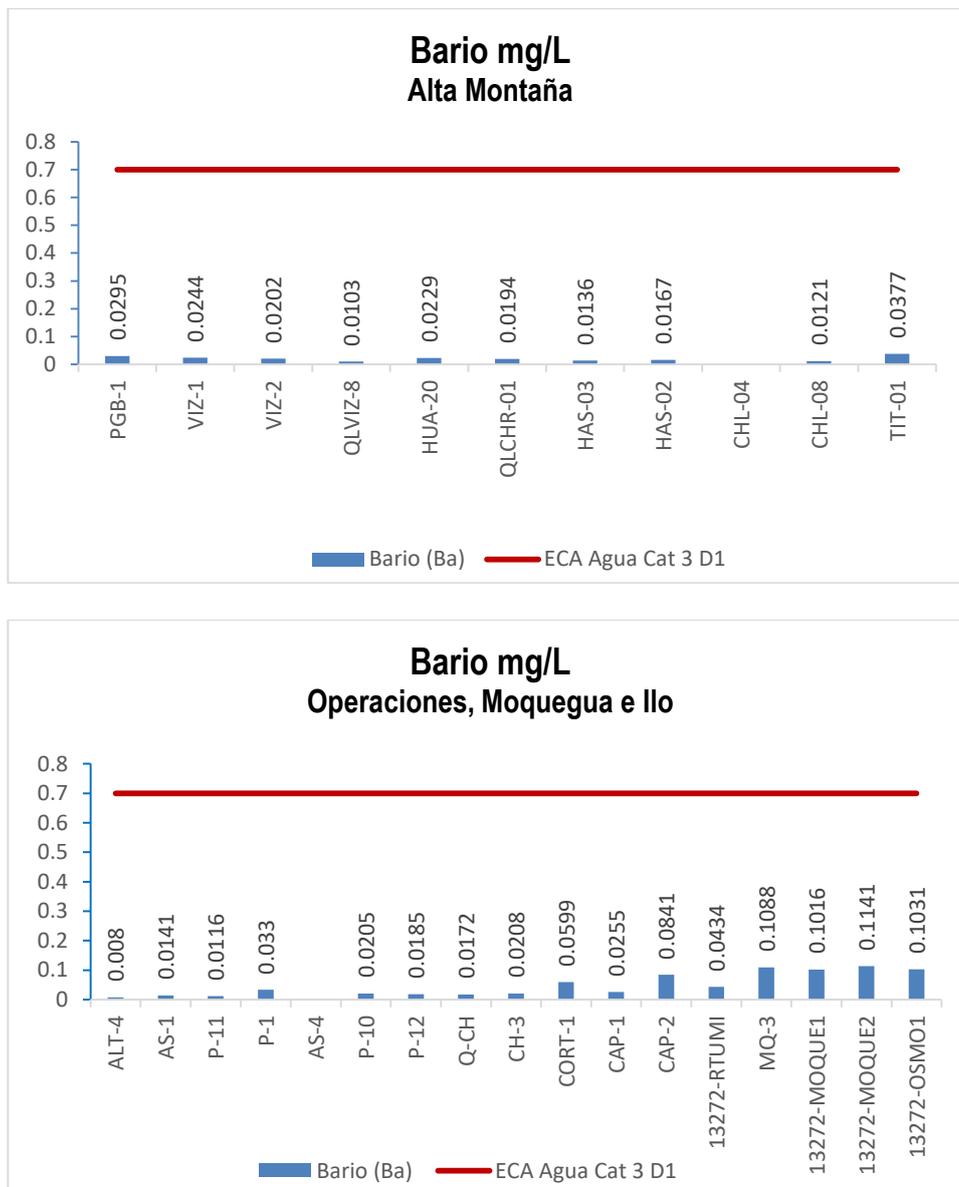
La concentración de arsénico en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.00003 mg/L), estos valores son los esperados en la línea base P-01 (0.0003 – 0.0069 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.00096 mg/L) son bajos y son los esperados en la línea base P-10 (<0.0003 – 0.0037 mg/L).

La concentración de arsénico en las estaciones del río Charaque Q-CH (0.00086 mg/L) y CH-3 (0.00102 mg/L) son bajos, estos valores son los esperados en la línea base para CH-3 (0.0003 – 0.0048 mg/L). La concentración de arsénico en el río Capillune CAP-1 (0.00119 mg/L) y CAP-2 (0.02892 mg/L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.0003 – 0.0465 mg/L)

y CAP-2 (0.0003 – 0.133 mg/L), no se observa mayor ingreso de arsénico en la zona de estudio en época húmeda.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de arsénico en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.00725 mg/L) es baja, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (0.01121 mg/L), 13172RMoqu1 (0.01477 mg /L), 13172RMoqu2 (0.01411 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.01537 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 7 son similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (ND – 0.00477 mg/L), estación 13172RMoqu1 (ND – 0.01329 mg/L), estación 13172RMoqu2 (ND – 0.01062 mg/L) y estación de 13172Rosmo1 (ND – 0.01141 mg/L), no se ha detectado una fuente de arsénico en esta zona de estudio en la época húmeda.

#### 4.1.4.21. Bario



**Gráfico 22.** Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza, parece ser más abundante que el estroncio en rocas ígneas, pero en rocas carbonatadas es menor. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.7 mg/L para riego de vegetales y bebida de animales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presenta concentraciones de bario entre 0.0103 a 0.0377 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de bario entre 0.008 mg/L a 0.1141 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse

dilución por efectos de lluvia. La calidad de agua en el río vizcachas en la estación PGB-1 (0.0295 mg/L), VIZ-1 (0.0244 mg/L) y VIZ-2 (0.0202 mg/L) presentan valores bajos de Bario que disminuye con el ingreso del agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3,4 y 5, son menores para el PGB-1 (0.0237-0.0821 mg/L), similares para el VIZ-1 (0.017-0.099 mg/L) y VIZ-2 (0.0085-0.0955 mg/L).

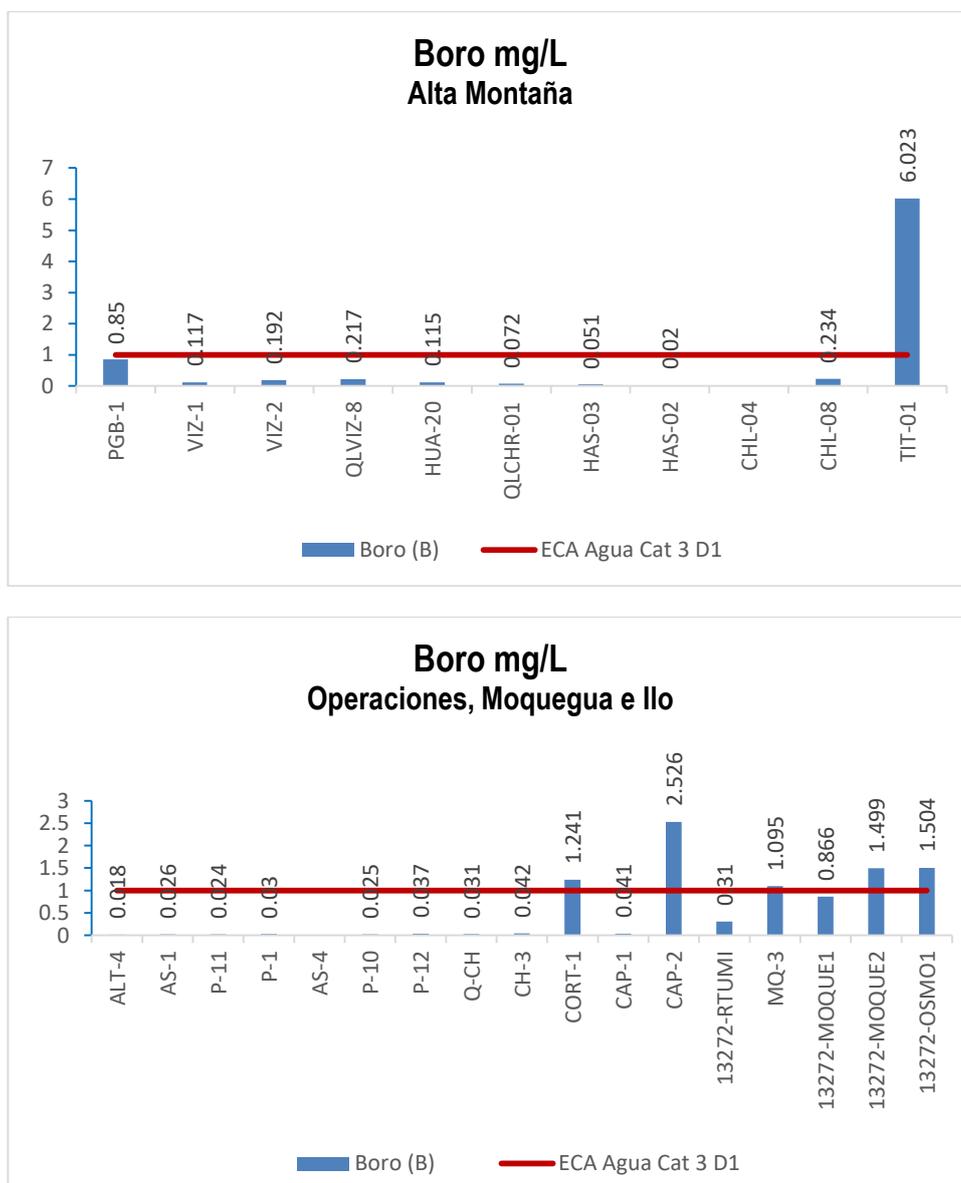
El contenido de Bario del agua en el río Chincune QLCHR-01 (0.0194 mg/L), Chilota CHL-8 (0.0121 mg/L), en el río Calazaya HUA-20 (0.0229 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.0167 mg/L) y HAS-3 (0.0136 mg/L), están dentro de lo esperado en los MAP 3,4 y 5 para el CHL-8 (0.0079 – 0.0974 mg/L) y HAS-3 (0.0116 – 0.017 mg/L), es superior HUA-20 (0.007 – 0.018 mg/L) y bajo para HAS-2 (0.017 – 0.02 mg/L), todos cumplen con los ECA agua Categoría 3 agua para riego, resultados característicos de la época húmeda.

El contenido de Bario en el río Titire en la estación TIT-1 (0.0377 mg/L) cumple con el valor establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.024 – 0.1496 mg/L), se observa dilución del contenido de bario en época húmeda por efecto de lluvias.

La concentración de bario en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Asana P-11 (0.0116 mg/L), P-12 (0.0185 mg/L), son bajos, situación similar sucede en las estaciones de la quebrada Millune P-01 (0.033 mg/L), río Charaque CH-3 (0.0208 mg/L), estos valores son mayores a los resultados obtenidos en los MAP 1,2,4 y 5 para la estación P-11 (0.0001 – 0.0363 mg/L) y similares a los valores de línea base para las estaciones P-12 (0.0114 – 0.0736 mg/L), P-01 (0.0151 – 0.1456 mg/L) y CH-3 (0.0134 – 0.1718 mg/L). El contenido de bario en el río Capillune CAP-2 (0.0841 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea base CAP-2 (0.0377 – 0.1818 mg/L), se observa una dilución del contenido de bario por efecto de las lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de Bario en el río Tumilaca estación 13172RTumi1 (0.0434 mg/L) es baja, en el río Moquegua la estación 13172RMoqu1 (0.1016 mg/L), la estación MQ-3 (0.1088 mg/L) baja, la estación 13172RMoqu2 (0.1141 mg/L) es baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.1031 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 están dentro de lo esperado para los valores de línea base para las estaciones 13172RTumi1 (0.0334 – 0.053 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0818 – 0.10255 mg/L), 13172Rosmo1 (0.0747 – 0.106 mg/L) y mayor al de 13172RMoque2 (0.0867 – 0.11366 mg/L), todas las estaciones cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, asimismo las escorrentías del suelo o desprendimientos de suelo por efecto de suelo o efecto de lluvia aportan bario en las estaciones de monitoreo.

#### 4.1.4.22. Boro



**Gráfico 23.** Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El boro prácticamente es un constituyente de todas las aguas naturales. Es un elemento esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero la cantidad que necesitan las plantas es muy pequeña. El agua que contiene 1 o 2 mg/L de boro puede ser tóxico para los cítricos, sin embargo, cultivos como la alfalfa pueden tolerar más de 4 mg/L en el agua de riego. La OMS ha fijado un valor guía para agua de consumo humano después de potabilizar 0.3 mg/L para el boro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L para agua de riego subcategoría D1, y de 5 mg/L para bebida de animales D2.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 presentan concentraciones de boro entre 0.02 a 0.85 mg/L cumplen con los ECA Agua Categoría 3 agua de riego,

estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La cantidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.85 mg/L) presenta un valor moderado de boro, VIZ-1 (0.117 mg/L), VIZ-2 (0.192 mg/L), presentan valores bajos de boro, que disminuye con el ingreso de fuentes de agua y se incrementa con el río Chilota, estos valores están dentro de lo esperado para PGB-1 (0.463 – 1.537 mg/L), VIZ-1 (0.1 – 1.24 mg/L), VIZ-2 (0.1258 – 1.34 mg/L), se observa dilución de la concentración de boro por efecto de las lluvias en época húmeda.

El Río Chincune la estación QLVIZ-8 (0.217 mg/L) y QLCHR-01 (0.072 mg/L) presentan valores bajos de boro y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.1335 – 1.829 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos valores son característicos de la época húmeda.

El contenido de boro en el río Calasaya HUA-20 (0.115 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.02 mg/L) y HAS-3 (0.051 mg/L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.1184 – 0.2 mg/L) bajo, para HAS-2 (0.016 – 0.0262 mg/L) dentro de lo esperado y HAS-3 (0.02 – 0.081 mg/L) dentro de lo esperado, se observa efecto en la concentración de boro con la época húmeda para la estación HUA-20.

El contenido de boro en el río Titire en la estación TIT-1 (6.023 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (0.0004 – 136.9 mg/L), se observa concentración de boro por ingreso de aguas de naturaleza geotermal.

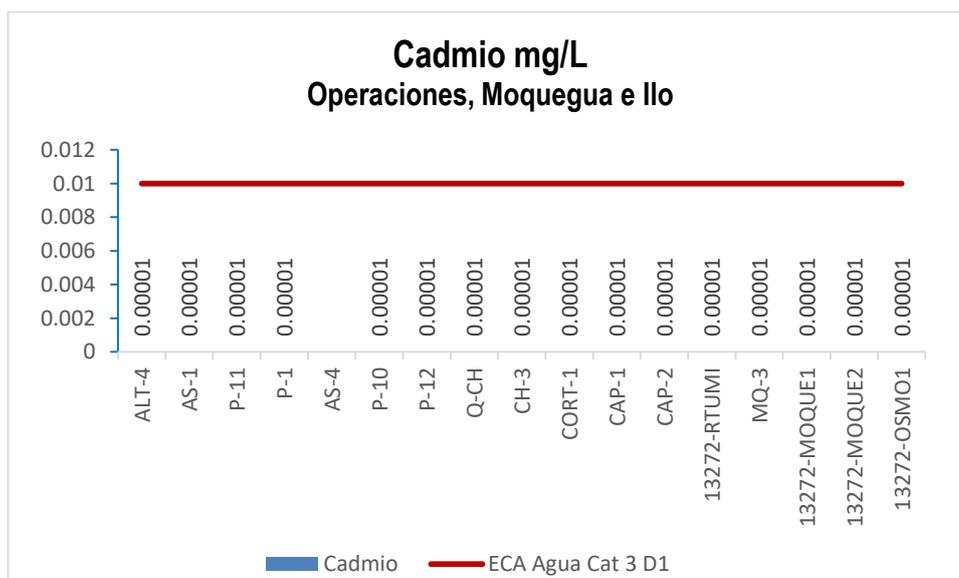
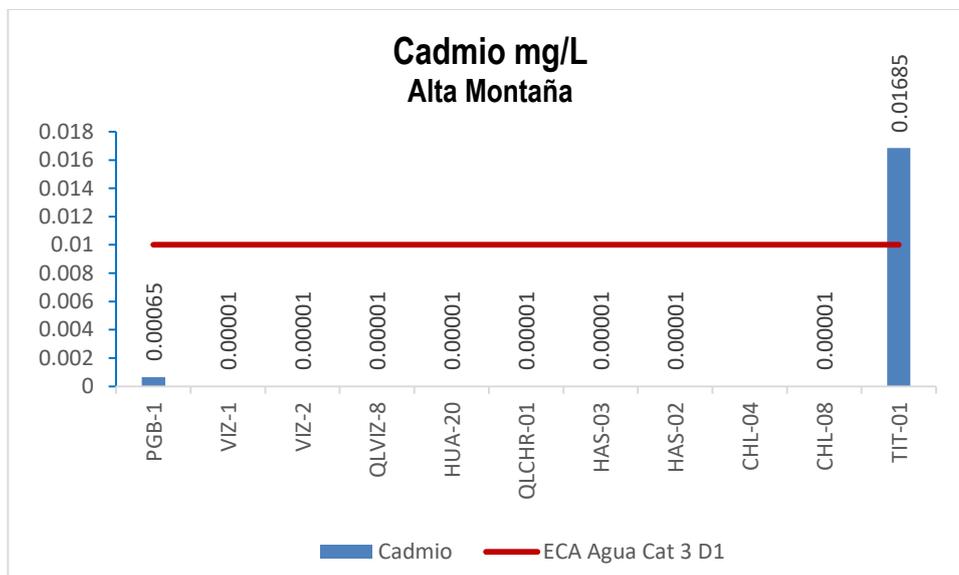
La concentración de Boro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo estuvo entre 0.018 y 2.526 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda el contenido de boro se concentra por efecto de la dilución generada por lluvias e ingreso de otras fuentes.

La concentración de boro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.018 mg/L), río Asana AS-01 (0.026 mg/L), P-11 (0.024 mg/L), P-12 (0.037 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.03 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (0.025 mg/L), río Charaque CH-3 (0.042 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y para los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.00047 – 0.3428 mg/L), AS-01 (0.00047 – 1.817 mg/L), P-11 (0.00047 – 0.1222 mg/L), P-12 (0.00047 – 0.1201 mg/L), P-01 (0.00047 – 0.1992 mg/L), P-10 (0.00047 – 0.2169 mg/L), CH-3 (0.00047 – 0.2003 mg/L).

El contenido de boro en el río Capillune CAP-1 (0.041 mg/L) es bajo, para CAP-2 (2.526 mg/L) es alto no cumple con el ECA Agua Categoría 3 para riego y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.316 – 19.83 mg/L), se observa concentración de boro en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con estas. Situación similar se observa para la quebrada Cortadera CORT-1 (1.241 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de boro en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.31 mg/L) es alta, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (1.095 mg/L), 13172RMoqu1 (0.866 mg/L), 13172RMoqu2 (1.499 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1.504 mg/L) la concentración de boro es alta. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.1607 – 0.228 mg/L) es menor, para 13172RMoqu1 (0.8057 – 1.152 mg/L) es menor, 13172RMoqu2 (1.304 – 1.895 mg/L) menor y 13172Rosmo1 (1.801 – 1.85 mg/L) es mayor, existe una gran dilución de ese elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

#### 4.1.4.23. Cadmio



**Gráfico 24.** Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Cadmio se encuentra en la corteza terrestre con una abundancia de 0,1–0,5 mg/L esta comúnmente asociada con minerales de zinc, plomo y cobre. El Cadmio es un elemento tóxico que al ser consumido en bajas concentraciones por periodos prolongados puede ocasionar daños a nivel del riñón. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,01 mg/L para riego de vegetales D1 y 0,05 para bebida de animales D2.

La concentración de Cadmio en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 las concentraciones de cadmio están entre  $<0.00001$  y  $0.00065$  mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son mayores para el PGB-1 ( $0.00003 - 0.000036$  mg/L), menores para el VIZ-1 ( $<0.00003 - 0.0035$  mg/L), VIZ-2 ( $0.00003 - 0.0022$  mg/L), CHL-4 ( $<0.00003$  mg/L), CHL-8 ( $<0.00003$  mg /L), HUA-20 ( $<0.00003$  mg /L), HAS-2 ( $<0.00003 - 0.00004$  mg/L) y HAS-3 ( $<0.00003 - 0.00005$  mg /L) no se observa una fuente de ingreso de cadmio en época húmeda.

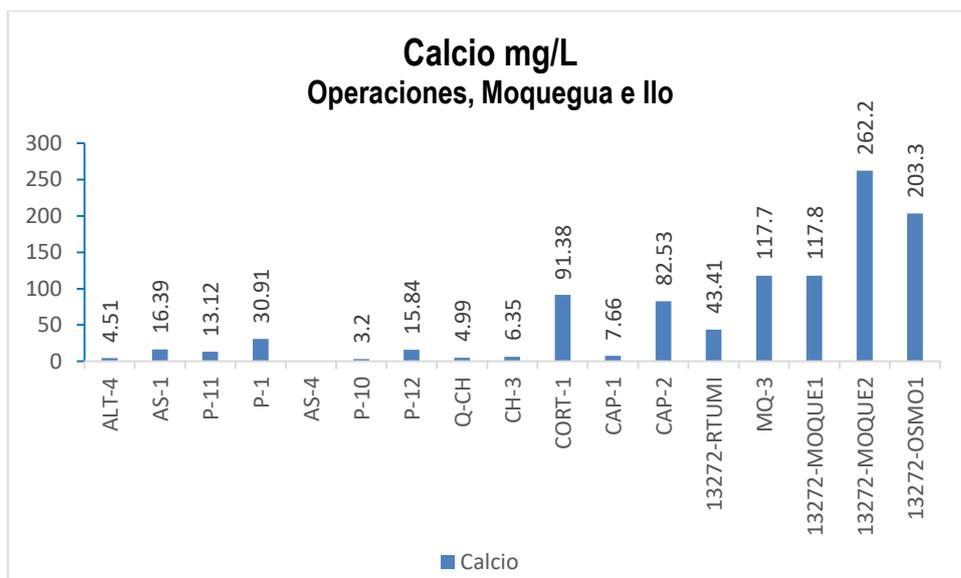
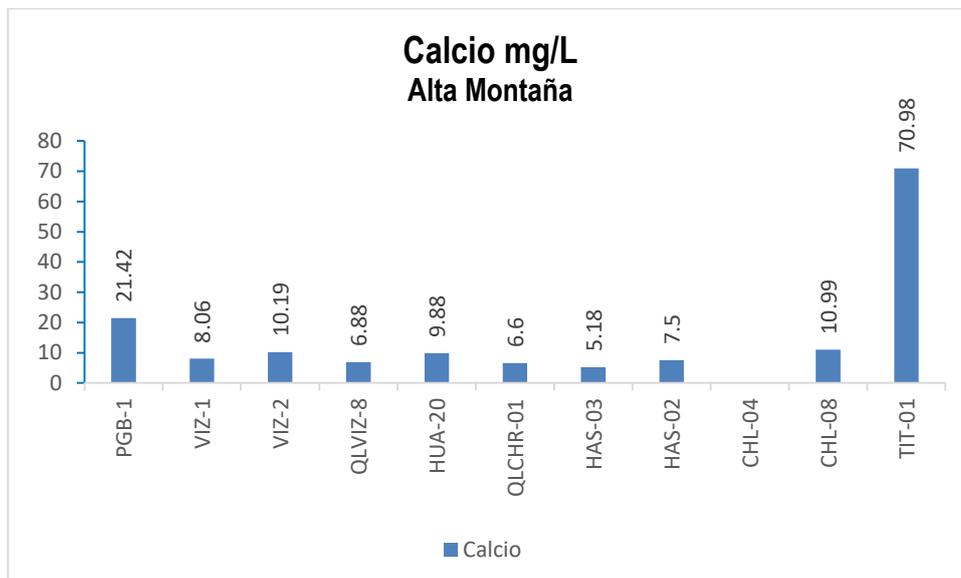
La concentración de cadmio en el río Titire en la estación TIT-1 ( $0.01685$  mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ( $<0.0003 - 0.1102$  mg/L), se observa que la concentración fue similar al periodo húmedo.

La concentración de cadmio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cadmio  $<0.00001$ , todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda, dilución del contenido de cadmio por efecto de las lluvias.

La concentración de cadmio en el agua de la zona de operaciones no ha sido detectada ( $<0.00001$  mg/L). Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como con los valores de línea base para las estaciones ALT-04 ( $<0.00001$  mg/L), AS-01 ( $<0.00001$  mg/L), (P-11 ( $<0.00001$  mg/L), P-01 ( $<0.00001$  mg/L), P-10 ( $<0.00001$  mg/L), P-12 ( $<0.00003 - 0.00005$  mg/L), CAP-2 ( $<0.00003 - 0.00007$  mg/L), CH-3 ( $<0.0003$  mg/L), no se detecta fuente de cadmio en periodo húmedo.

Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es menor para la estación 13172Rtumi1 ( $<0.00003 - 0.00013$  mg/L), 13172RMoqu1 ( $<0.00003 - 0.00006$  mg/L), 13172RMoqu2 ( $<0.00003 - 0.00007$  mg/L) y 13172Rosmo1 ( $<0.00003 - 0.00004$  mg/L), no se tiene fuentes de cadmio en época húmeda.

#### 4.1.4.24. Calcio



**Gráfico 25.** Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Calcio es el catión que tiene generalmente la mayor concentración en la mayoría de los ecosistemas de agua dulce. Es un elemento importante en muchos procesos geoquímicos. Entre los minerales primarios que contribuyen a este elemento está el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), la anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), la dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), la calcita y la aragonita ( $\text{CaCO}_3$ ). La concentración del ión calcio y del magnesio determina la dureza del agua. El ECA Agua categoría 3, no fija un valor para el calcio.

La concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña concentraciones de calcio entre 5.18 a 70.98 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde la

disminución del caudal incrementa provoca la precipitación del calcio disminuyendo su concentración (ablandamiento). La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (21.42 mg/L) presenta valores moderados al periodo húmedo, QLVIZ-8 (6.88 mg/L) y VIZ-1 (8.06 mg/L) presenta valores bajos por dilución por el ingreso de otros cuerpos de agua y VIZ-2 (10.19 mg/L) presentan valores bajos de calcio que disminuye con el ingreso de fuentes de agua y se incrementa con el agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (15.55 – 34.76 mg/L), bajos para VIZ-1 (8.16 – 30.223 mg/L) y similar para VIZ-2 (5.18 – 26.76 mg/L), se observa dilución de la concentración de calcio por efecto de las lluvias en época húmeda

La concentración de calcio del agua en el río Chilota CHL-8 (10.99 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.6 – 67.4 mg /L), se observa una dilución del contenido de calcio por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de calcio en el río Chincune QLCHR-01 (6.6 mg/L), río Calasaya HUA-20 (9.88 mg/L) y las quebradas HAS-2 (7.5 mg/L) y HAS-3 (5.18 mg /L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (5.42 – 10.353 mg /L) similar, HAS-2 (7.77 – 8.373 mg/L) menor y HAS-3 (4.46 – 4.936 mg /L) es superior, se observa una efecto de dilución de iones calcio desde el fondo o del suelo por efecto de incremento de caudal.

La concentración de calcio en el río Titire en la estación TIT-1 (70.98 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (22.6 – 289.9 mg/L), se observa ingreso de calcio de aguas subterráneas.

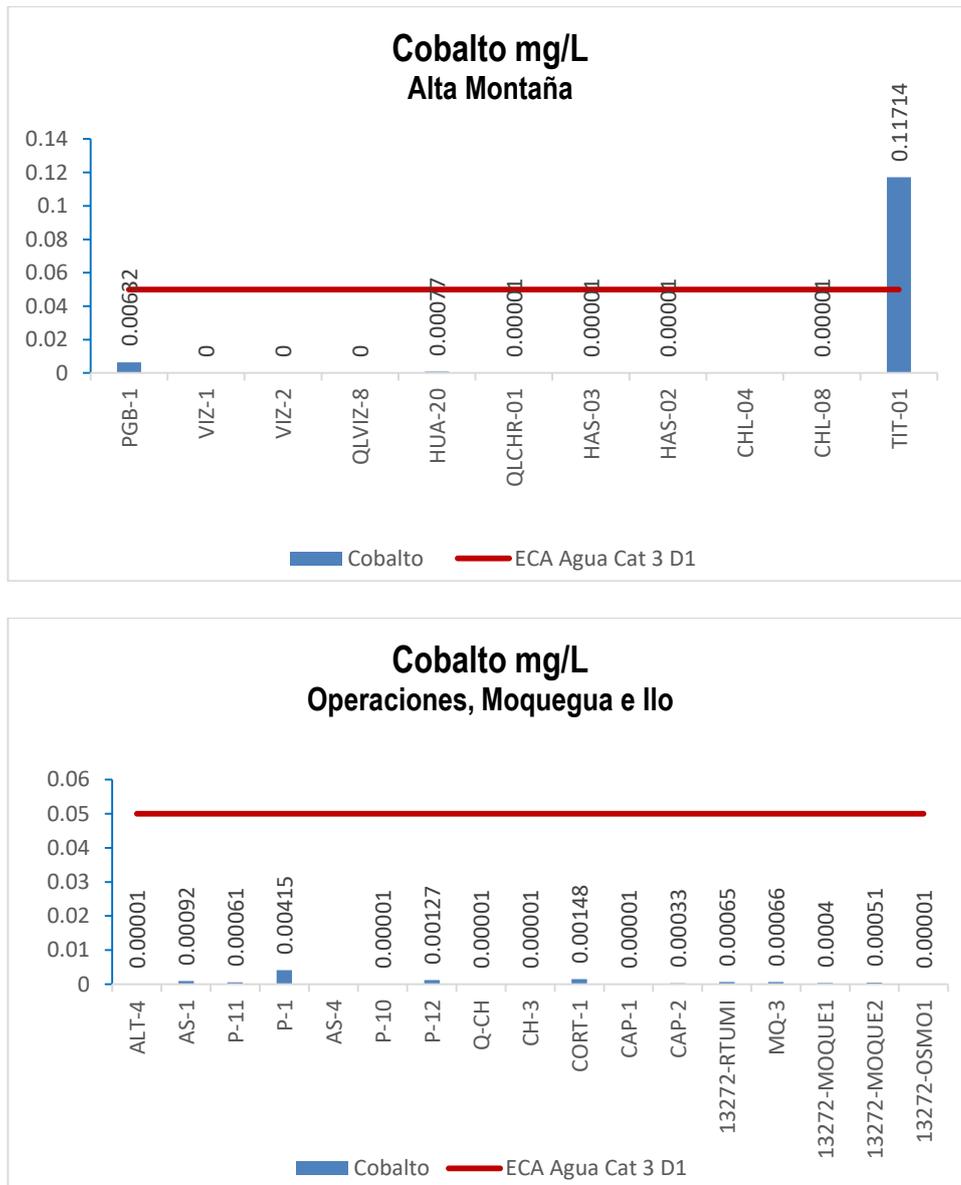
La concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de calcio entre 3.2 y 262.2 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de calcio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (4.51 mg/L), río Asana AS-01 (16.39 mg/L), P-11 (13.12 mg/L), P-12 (15.84 mg/L) son bajos situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (30.91 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (3.2 mg/L), río Charaque Q-CH (4.99 mg/L) y CH-3 (6.35 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y similares para los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (3.08 – 21.09 mg/L), AS-01 (4.67 – 23.6 mg/L), P-11 (7.83 – 18.64 mg/L), P-12 (10.4 – 20.6 mg/L), P-01 (17.37 – 39.14 mg/L), P-10 (2.6 - 7.14 mg/L), CH-3 (5.24 – 10.02 mg/L), estos valores son bajos por efecto de dilución de lluvias

La concentración de calcio en el río Capillune CAP-1 (7.66 mg/L) es baja y en CAP-2 (82.53 mg /L) es moderado debido al ingreso de aguas subterráneas, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (15.61 – 359.2 mg/L). Situación similar sucede en la quebrada Cortadera CORT-1 (91.38 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de calcio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (43.41 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (117.7 mg/L), 13172RMoqu1 (117.8 mg /L), 13172RMoqu2 (262.2 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (203.3 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación13172Rtumi1 (31.88 – 40.73 mg/L) es superior, 13172RMoqu1 (82.41 – 151.3 mg/L) similar, para 13172RMoqu2 (181.6 – 297.6 mg/L) es similar y 13172Rosmo1 (139.1 – 251.1 mg/L) es similar, existe una gran dilución de este elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

**4.1.4.25. Cobalto**



**Gráfico 26.** Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Pequeñas cantidades de cobalto son encontradas en muchas rocas, agua y plantas. En el agua se encuentra en forma iónica disuelta, por lo general se encuentra asociado a cobre y níquel.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobalto ( $<0.00001 - 0.00632$  mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde se concentran por disminución del caudal. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 ( $0.00004 - 0.02611$  mg/L), VIZ-1 ( $<0.0002 - 0.02777$  mg/L), VIZ-2 ( $0.00004 - 0.01773$  mg/L), CHL-8 ( $0.00004 - 0.00466$  mg /L), HUA-20 ( $0.0002 - 0.0008$  mg /L), HAS-2 ( $0.00003$  mg/L) y HAS-3 ( $<0.00007 - 0.0002$  mg /L) se observa dilución de la concentración de cobalto por efecto de las lluvias en época húmeda.

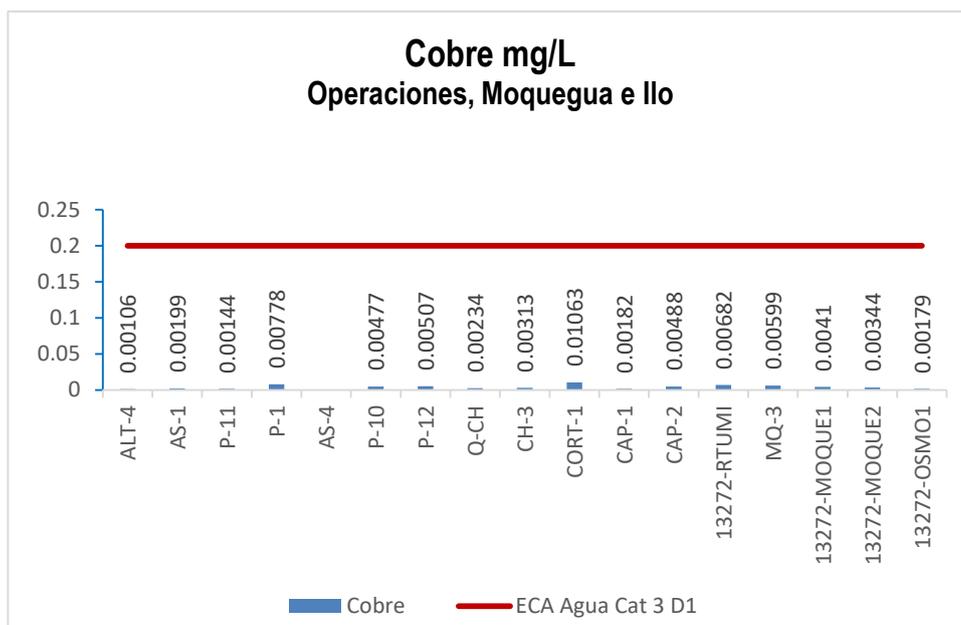
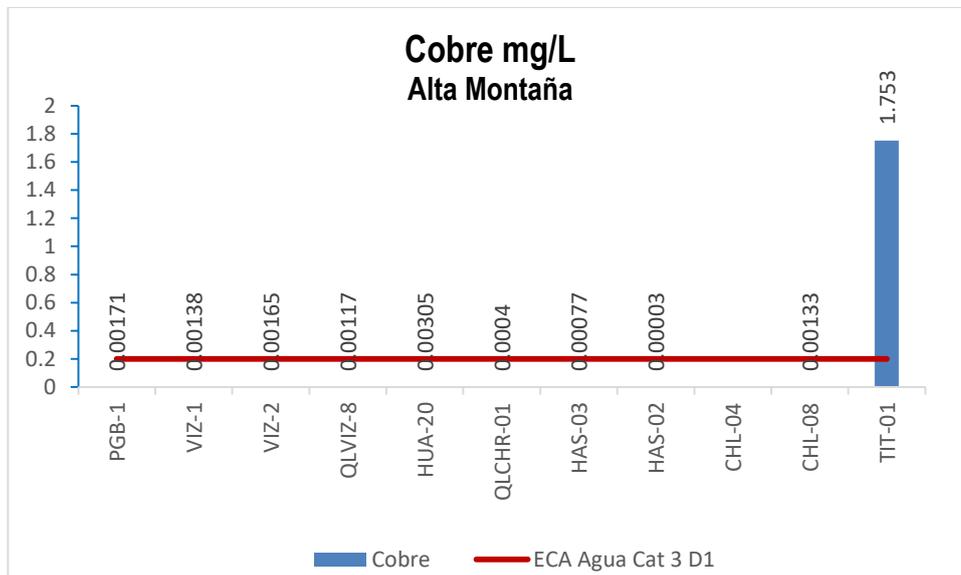
El contenido de cobalto en el río Titire en la estación TIT-1 ( $0.11714$  mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ( $<0.0004 - 0.08653$  mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobalto en época húmeda por efecto de lluvias probable ingreso desde el suelo.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobalto entre  $<0.00001$  y  $0.00415$  mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda.

Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-04 ( $<0.00004$  mg/L), AS-01 ( $<0.00004 - 0.00217$  mg/L), (P-11 ( $0.00004 - 0.00094$  mg/L), P-01 ( $0.00004 - 0.00472$  mg/L), P-10 ( $<0.00001$ ), P-12 ( $<0.00004 - 0.00425$  mg/L), CAP-2 ( $<0.00001 - 0.00721$  mg/L), CH-3 ( $<0.00001 - 0.00082$  mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cobalto en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 ( $<0.00065$  mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 ( $<0.00066$  mg/L), 13172RMoqu1 ( $<0.0004$  mg/L), la estación 13172RMoqu2 ( $<0.00051$  mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 ( $<0.00001$  mg/L) son altos probable ingreso por escorrentía o aporte de otro cuerpo de agua. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 ( $<0.00001 - 0.00084$  mg/L), 13172RMoqu1 ( $<0.00001 - 0.00056$  mg/L), 13172RMoqu2 ( $<0.00001 - 0.00104$  mg/L) y 13172Rosmo1 ( $<0.00001 - 0.00084$  mg/L), existe ingreso de cobalto desde el suelo o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

4.1.4.26. **Cobre**



**Gráfico 27.** Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El cobre es un elemento metálico de gran interés por su capacidad conductora, puede ser liberado en el agua superficial por meteorización del suelo y escorrentías, así como por deposición de polvo, cuando el cobre ingresa al agua superficial puede encontrarse disuelto o adsorbida al material suspendido y sedimentos.

La concentración en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobre ( $<0.00003 - 0.00305$  mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse por dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 ( $0.0003 - 0.0214$  mg/L), VIZ-1 ( $<0.001 - 0.015$  mg/L) y VIZ-2 ( $0.0003 - 0.073$  mg/L), CHL-8 ( $0.0003 - 0.0351$  mg/L), HUA-20 ( $0.00142 - 0.003$  mg/L), HAS-2 ( $0.0003 - 0.0005$  mg/L) y HAS-3 ( $<0.00003 - 0.001$  mg/L) se observa dilución de la concentración de cobre por efecto de las lluvias en época húmeda.

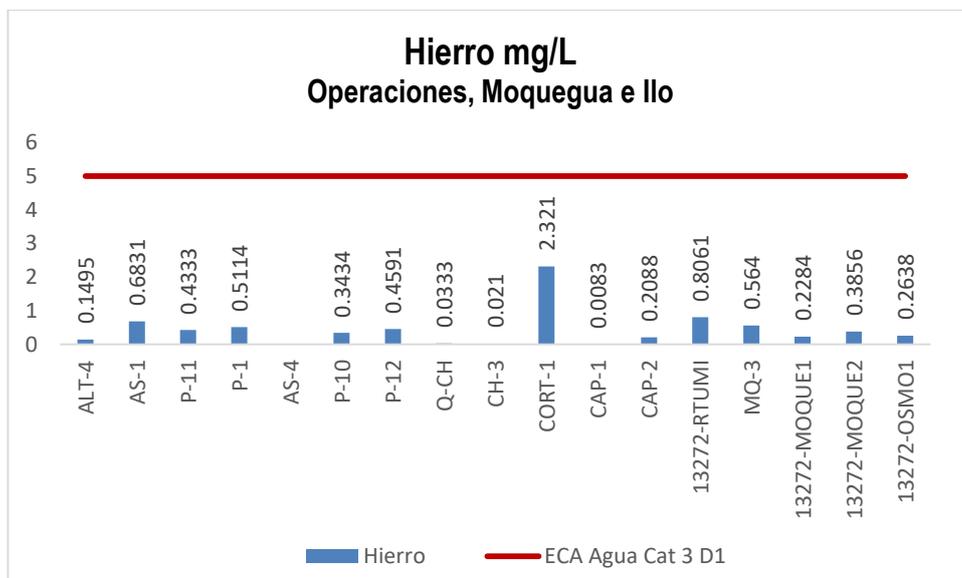
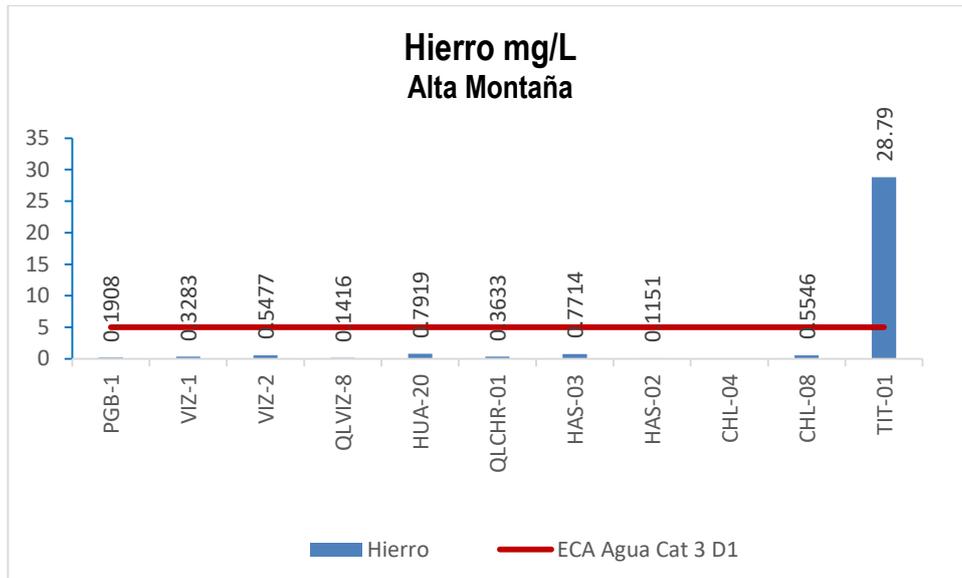
El contenido de cobre en el río Titire en la estación TIT-1 ( $1.753$  mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ( $0.0028 - 0.7765$  mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobre en época húmeda por efecto de las lluvias probable ingreso desde el suelo por escorrentías.

La concentración de cobre en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobre entre  $0.00106$  a  $0.01063$  mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de cobre en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani ( $0.00106$  mg/L) y río Asana estación AS-01 ( $0.00199$  mg/L), P-11 ( $0.00144$  mg/L) es baja, P-12 ( $0.00507$  mg/L) es bajo, en la quebrada Millune P-1 ( $0.00778$ ) es baja, en el río Charaque Q-CH ( $0.00234$  mg/L) y CH-3 ( $0.00313$  mg/L). La concentración de cobre en el río Capillune estación CAP-1 ( $0.00182$  mg/L) y CAP-2 ( $0.00488$  mg/L) es baja, no se tiene mayor aporte de cobre en los cuerpos de agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, los valores de línea base para las estaciones ALT-04 ( $<0.0003 - 0.022$  mg/L), AS-01 ( $<0.0003 - 0.0151$  mg/L), P-11 ( $<0.0003 - 0.0319$  mg/L), P-01 ( $0.0003 - 0.0274$  mg/L), AS-04 ( $0.0018 - 0.0036$  mg/L), P-10 ( $<0.0003 - 0.099$  mg/L), P-12 ( $<0.0003 - 0.1486$  mg/L), CAP-2 ( $0.00004 - 0.1966$  mg/L), CH-3 ( $0.0003 - 0.064$  mg/L)..

La concentración de cobre en la zona de Moquegua e Ilo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 ( $0.00682$  mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 ( $0.00599$  mg/L), 13172RMoqu1 ( $0.0041$  mg/L), la estación 13172RMoqu2 ( $0.00344$  mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 ( $0.00179$  mg/L) son bajos no tiene fuentes de ingreso de cobre. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 ( $0.00366 - 0.0209$  mg/L), para 13172RMoqu1 ( $0.00248 - 0.0049$  mg/L), para 13172RMoqu2 ( $0.0015 - 0.0053$  mg/L) y para 13172Rosmo1 ( $0.00102 - 0.0048$  mg/L mg/L), existe ingreso de cobre desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

4.1.4.27. **Hierro**



**Gráfico 28.** Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El hierro se presenta en el agua natural como resultado de la meteorización de rocas, ingreso por escorrentía desde el suelo o por actividad antropogénica.

Las concentraciones de hierro en el agua en las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de hierro entre 0.1151 a 28.79 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de hierro en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.1908 mg/L), QLVIZ-8 (0.1416 mg/L), VIZ-1 (0.3283 mg/L) y VIZ-2 (0.5477 mg/L) presentan valores bajos de hierro, estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.001 – 1.264 mg/L), superiores para VIZ-1 (0.299 – 0.41 mg/L) y similares para VIZ-2 (0.001 – 6.428 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de hierro disminuyen por dilución o escorrentías por desprendimiento.

La concentración de hierro del agua en el río Chilota CHL-8 (0.5546 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 7.871 mg /L), en época húmeda la concentración de hierro se presenta por dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de hierro en el río Chincune QLCHR-01 (0.3633 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.7919 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.1151 mg/L) y HAS-3 (0.7714 mg /L) en el caso de HUA-20 superior a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.022 – 0.655 mg /L), en el rango para HAS-2 (0.017 – 0.2985 mg/L) y similar para HAS-3 (0.2306 – 1.096 mg /L), en época húmeda se observa dilución por efecto de lluvias.

La concentración de hierro en el río Titire en la estación TIT-1 (28.79 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es lo esperado en la línea de base ambiental (0.001– 14.36 mg/L), se observa ingreso de hierro en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generadas en épocas de lluvias o probables desprendimientos del suelo.

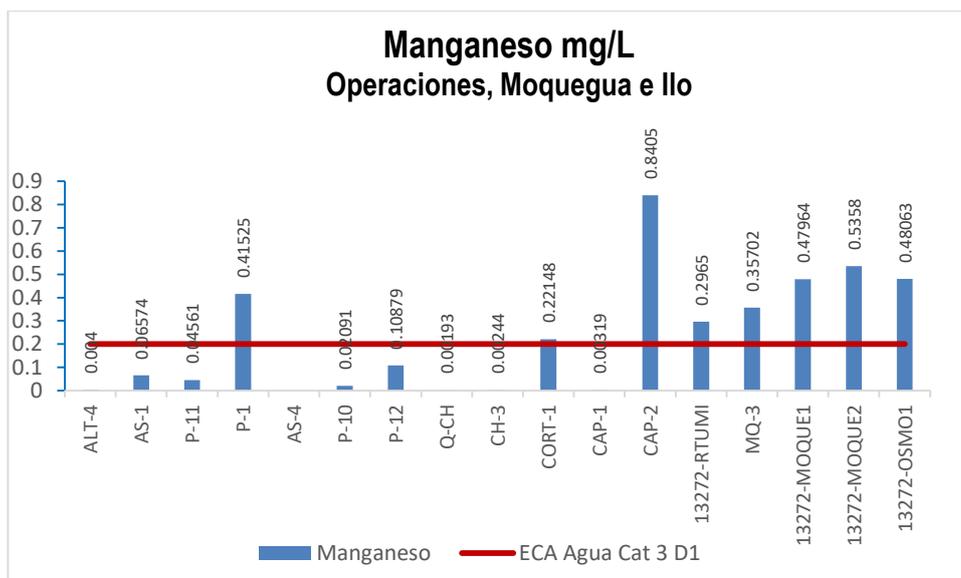
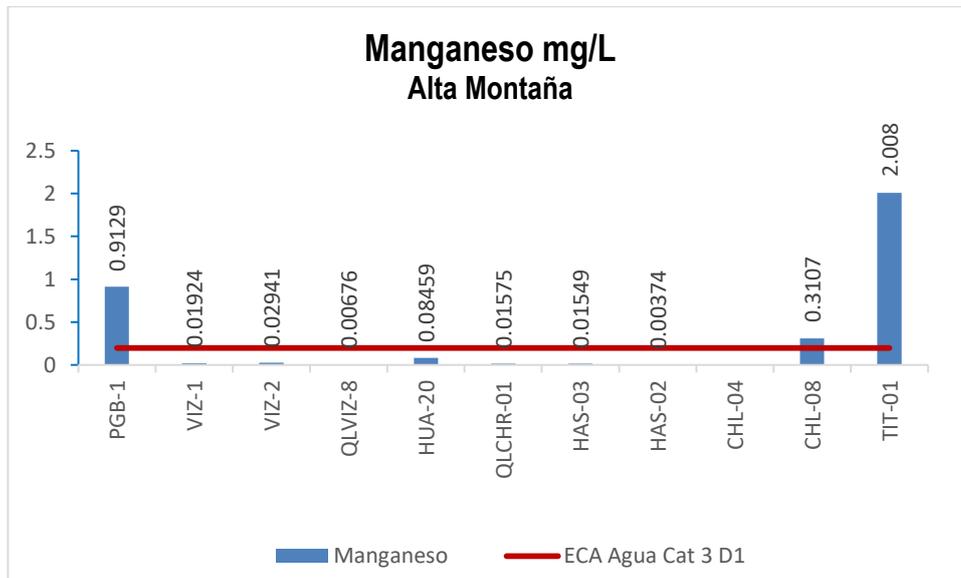
La concentración de hierro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, presentan concentraciones de hierro entre 0.021 a 2.321 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

La concentración de hierro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (0.1495 mg/L), río Asana AS-01 (0.6831 mg/L), P-11 (0.4333 mg/L), P-12 (0.4591 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.0333 mg/L), CH-3 (0.021 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y similares a los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.001 – 1.796 mg/L), AS-01(0.001 - 8.079 mg/L), P-11 (0.001 – 1.351 mg/L), P-12 (0.001 – 4.241 mg/L), P-10 (0.001 – 2.944 mg/L), CH-3 (0.001 – 7.319 mg/L). En el caso de la concentración de hierro de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.5114 mg/L) es baja por la dilución por efecto de lluvias, esta concentración de hierro es menor al esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.001 – 10.2 mg/L).

La concentración de hierro en el río Capillune para la estación CAP-1 (0.0083 mg/L) y CAP-2 (0.2088 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.001 – 16.32 mg/L), se observa una dilución del contenido de hierro por efecto de las lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de hierro en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.8061 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.564 mg/L), 13172RMoqu1 (0.02284 mg/L), estación 13172RMoqu2 (0.3856 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.2638 mg/L) son bajas, no se tiene mayor ingreso de hierro al agua. Los resultados del MAP 7 son menores a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.2372 – 0.859 mg/L), similares a 13172RMoqu1 (0.0202 – 1.324 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.25 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.235 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas, incrementaron en forma temporal la concentración de hierro en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

4.1.4.28. **Manganeso**



**Gráfico 29.** Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Manganeseo puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeseo causa manchas cafés-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeseo es un elemento metálico común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver al manganeseo y acarrearlo hacia el agua superficial. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0.2 mg/L para el Manganeseo.

Las concentraciones de manganeseo en el agua en las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de entre 0.00374 y 2.008 mg/L, estos resultados son altos.

La concentración de manganeseo en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.9129 mg/L) supera, QLVIZ-8 (0.00676 mg/L), VIZ-1 (0.01924 mg/L) y VIZ-2 (0.02941 mg/L) presentan valores bajos de manganeseo esto debido a la dilución por incremento del caudal en época húmeda, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.0393 – 2.134 mg/L), VIZ-1 (0.01593 – 2.3302 mg/L) y VIZ-2 (0.0057 – 1.742 mg/L).

La concentración de manganeseo del agua en el río Chilota CHL-8 (0.3107 mg/L) son altos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0109 – 0.3267 mg /L), se observa una dilución del contenido de manganeseo por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de manganeseo en el río Calasaya HUA-20 (0.08459 mg/L) es un valor considerable no registrado anteriormente en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.0126 – 0.0431 mg /L), debido a disolución desde el suelo. La concentración de manganeseo en el río Chincune QLCHR-01 (0.01537 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.00104 mg/L) y HAS-3 (0.00888 mg/L) son bajos y similares a los reportados en los MAP 3, 4 y 5, HAS-2 (<0.0006 – 0.0118 mg/L) y HAS-3 (0.004 – 0.0087 mg /L), se observa dilución de lluvias por efecto de lluvias en la estación.

El contenido de manganeseo en el río Titire en la estación TIT-1 (2.008 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es superior a lo esperado en la línea de base ambiental (0.3663– 1.948 mg/L), se observa ingreso de manganeseo en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generadas en épocas de lluvia o probables desprendimientos de suelo.

La concentración de manganeseo en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani (0.004 mg/L), río Asana AS-01 (0.06574 mg/L), P-11 (0.04561 mg/L), P-10 (0.02091 mg/L), P-12 (0.10879 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.00193 mg/L) y CH-3 (0.00244 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones P-11 (<0.0002 – 0.07 mg/L), P-12 (0.0071 – 0.2454 mg/L), CH-3 (<0.0002 – 0.413 mg/L).

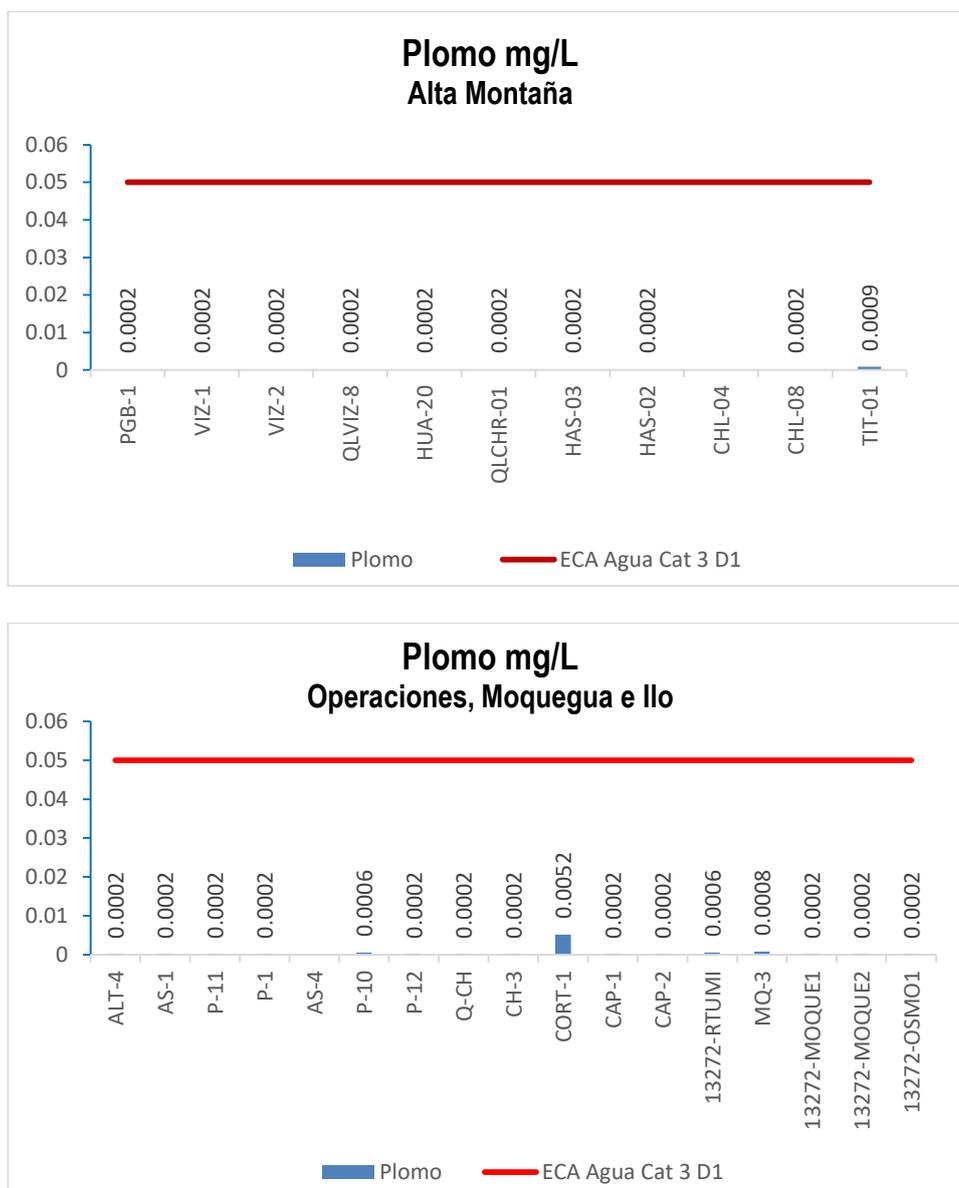
En el caso de la concentración de manganeseo de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.41525 mg/L) y la quebrada Cortadera CORT-1 (0.22148 mg/L) son altas superan los ECA Agua Categoría 3 la oxidación y disolución de material de suelo permite el ingreso del manganeseo, el resultado supera lo esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.2027 – 0.474 mg/L), son característicos de la época húmeda donde escorrentías o desprendimientos de suelo permiten el ingreso de manganeseo al agua incrementando considerablemente su concentración.

El contenido de manganeseo en el río estaciones CAP-1 (0.00319 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.0002 - 3.961 mg/L), excepto la estación CAP-2 (0.8405

mg /L) es muy alto este valor supera lo esperado en la línea base ambiental CAP-2 (0.0002 – 0.6964 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de manganeso en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (0.2965 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.35702 mg/L), 13172RMoqu1 (0.47964 mg/L), 13172RMoqu2 (0.5358 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.48063 mg/L) es alto en época húmeda. Los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.0296 – 0.2978 mg/L), 13172RMoqu1 (0.03808 – 0.2719 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0348 – 0.2926 mg/L) y 13172Rosmo1 (0.0193 – 0.2816 mg/L) muy alta, el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas que han sido frecuentes, incrementaron en forma temporal la concentración de manganeso en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

#### 4.1.4.29. Plomo



**Gráfico 30.** Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Plomo ocurre en forma natural en el ambiente, sin embargo, muchas de las grandes concentraciones encontradas en algunos lugares puede deberse a actividades antropogénicas. El nivel de plomo en el ambiente se ha incrementado entre 1950 y el 2000 principalmente debido al uso de combustibles con plomo. El plomo puede ingresar al ambiente por liberación de minerales de plomo o contenido en otros minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,05 mg/L para el Plomo.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de alta montaña se encuentra entre <0.0002 y 0.0009 mg/L, todas cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son

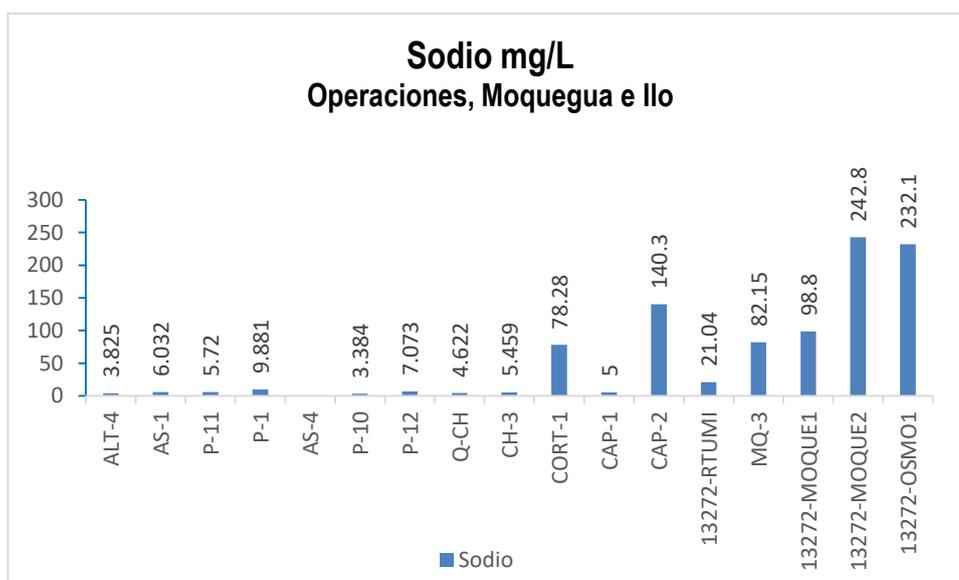
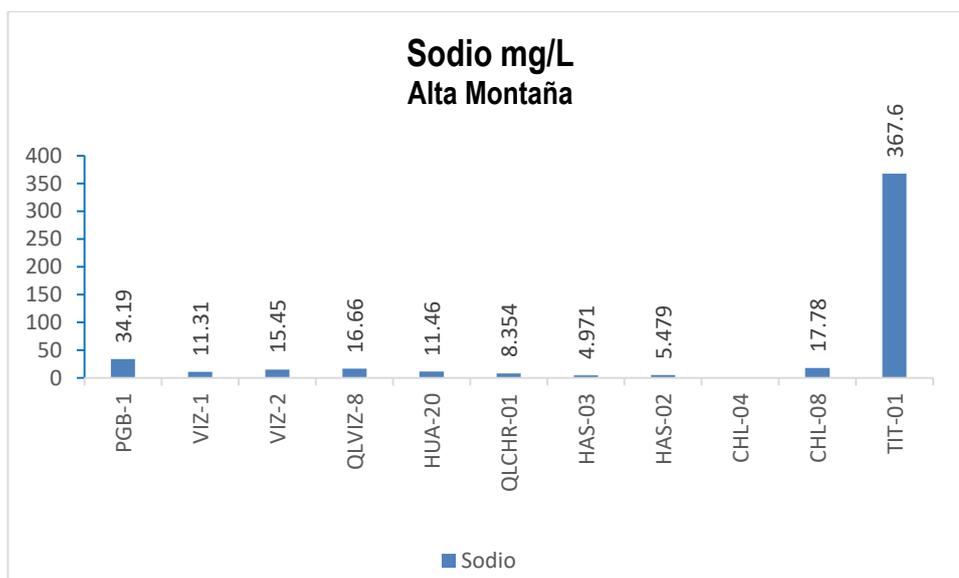
característicos de la época húmeda. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (0.0001 – 0.044 mg/L), VIZ-1 (<0.0002 – 0.0033 mg/L), VIZ-2 (<0.0001 – 0.04 mg/L), CHL-8 (<0.0001 – 0.0266 mg /L), HUA-20 (0.00019 mg /L), HAS-2 (0.00005 – <0.0003 mg/L), HAS-3 (0.00017 - <0.0003 mg /L) y TIT-1 (<0.0001 – 0.0272 mg/L) se observa dilución de la concentración de plomo por efecto de las lluvias en época húmeda.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de plomo entre <0.0002 a 0.0052 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

Los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como con los valores de línea base para las estaciones P-11 (<0.0001 – 0.0034 mg/L), P-01 (<0.0001 – 0.0055 mg/L), P-12 (<0.0001 – 0.0055 mg/L), CAP-2 (<0.0001 – 0.042 mg/L), CH-3 (<0.0001 – 0.0056 mg/L), se observa una dilución del contenido de plomo por efecto de las lluvias.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de plomo en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (<0.0006 mg/L) no ha sido detectado, en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0008 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0002 mg /L) es bajo, la estación 13172RMoqu2 (<0.0002 mg/L) es baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0002 mg/L) es bajo probable ingreso de escorrentía o aporte de otro cuerpo de agua (activación de quebradas). Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 (<0.001 – 0.0015 mg/L), para 13172RMoqu1 (0.00005 – <0.0002 mg/L), para 13172RMoqu2 (<0.0001 – 0.00012 mg/L) y para 13172Rosmo1 (0.00008 – <0.0002 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas, incrementaron en forma temporal la concentración de plomo en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

#### 4.1.4.30. Sodio



**Gráfico 31.** Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los compuestos de sodio forman más del 3 % de la corteza terrestre. Muchas rocas que contienen sodio son fácilmente degradables. El sodio es removido por intercambio iónico desde el suelo. Las sales de sodio son muy solubles en agua, la concentración de sodio en aguas fuertemente mineralizadas está entre varios gramos a más de 100 g/L, mientras que aguas con baja mineralización están entre varios miligramos a menos de 1000 mg/L. El sodio está generalmente presente en forma libre, pero puede encontrarse junto a muchos pares iónicos como el carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruros. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor para el Sodio.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de alta montaña, excepto TIT-1 presenta concentraciones de sodio entre 4.971 a 34.19 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde el efecto de la lluvia puede estar solubilizando iones calcio del fondo o del suelo o puede diluir.

La concentración de sodio en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (34.19 mg/L) presenta valores altos, para QLVIZ-8 (16.66 mg/L), VIZ-1 (11.31 mg/L) y VIZ-2 (15.45 mg/L) presentan valores bajos de sodio por dilución por efecto de lluvias, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (28.18 – 62.53 mg/L), VIZ-1 (11.28 – 64.75 mg/L) y VIZ-2 (10.78 – 61.8 mg/L), se observa dilución de la concentración de sodio por efecto de las lluvias.

La concentración de sodio en el río Chilota CHL-8 (17.78 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (11.36 – 125.8 mg /L).

El contenido de sodio en el río Chincune QLCRH-01 (8.354 mg/L), río Calasaya HUA-20 (11.46 mg/L) y las quebradas HAS-2 (5.479 mg/L) y HAS-3 (4.971 mg /L) estos valores en comparación con la línea de base ambiental en los MAP 3, 4 y 5 menores para HUA-20 (13.15 – 21.27 mg /L), menores para HAS-2 (5.572 – 6.036 mg/L) y similares para HAS-3 (4.65 – 5.2 mg /L).

La concentración de sodio en el río Titire en la estación TIT-1 (367.6 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (45.33 – 3199 mg/L), se observa dilución del contenido de sodio en época húmeda por efecto de las lluvias.

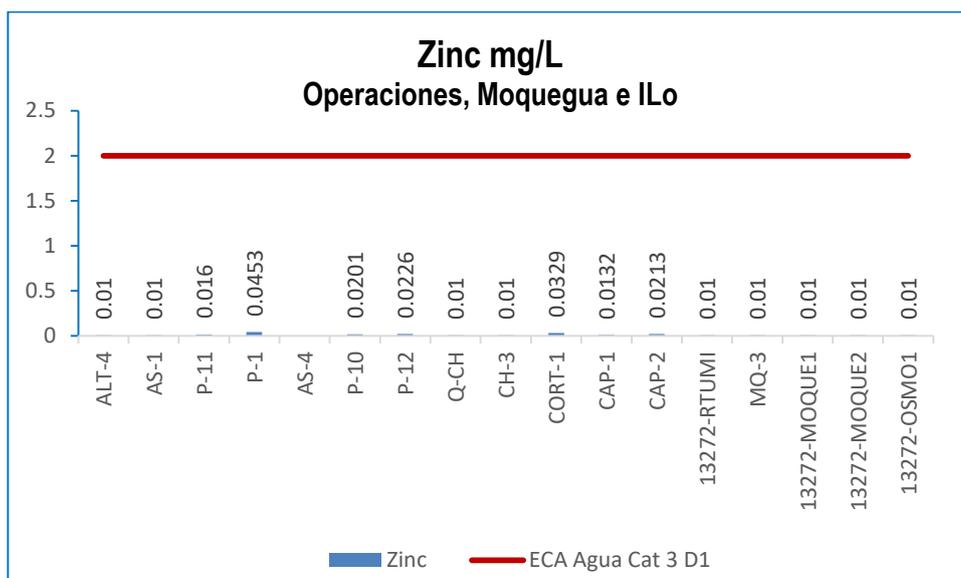
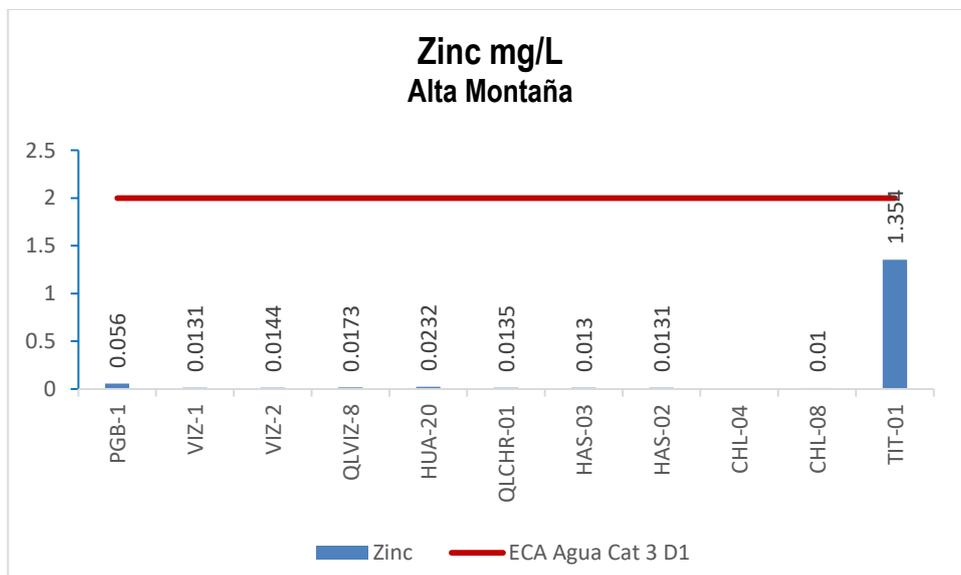
La concentración de sodio en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sodio entre 3.384 a 242.8 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de sodio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (3.825 mg/L), río Asana AS-1 (6.032 mg/L), P-11 (5.72 mg/L), P-12 (7.073 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (9.881 mg/L), río Charaque Q-CH (4.622 mg/L) y CH-3 (5.459 mg/L) estos valores comparado a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.09 – 6.93 mg/L) es similar, AS-01 (4.67 – 233.2 mg/L) es similar, P-11 (4.71 – 7.75 mg/L) es similar, P-12 (4.19 – 10.3 mg/L) es similar, P-01 (6.46 – 14.15 mg/L) , CH-3 (3.85 – 7.29 mg/L) son similares.

La concentración de sodio en el río Capillune CAP-1 (5 mg/L) es bajo y en CAP-2 (140.3 mg /L) es alto, se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (3.74 – 7.13 mg/L) y CAP-2 (20.3 – 520.6 mg/L) se observa dilución del contenido de sodio en época húmeda por efecto de lluvias.

La concentración de sodio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (21.04 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (82.15 mg/L), 13172RMoqu1 (98.8 mg /L), 13172RMoqu2 (242.8 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (232.1 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación13172Rtumi1 (18.06 – 21.61 mg/L) es similar, para 13172RMoqu1 (66.84 – 108.9 mg/L) es similar, para 13172RMoqu2 (164.1 – 290.9 mg/L) es similar y para 13172Rosmo1 (143.7 – 265.3 mg/L) es similar, existe una gran dilución de este elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

4.1.4.31. **Zinc**



**Gráfico 32.** Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de Zinc en aguas superficiales usualmente está por debajo de 10 ug/L y en aguas subterráneas de 10 a 40 ug/L. En el agua de los grifos el contenido de zinc puede ser mayor debido a la lixiviación del Zinc desde las tuberías y accesorios, especialmente en aguas corrosivas con valores de pH bajos, alto contenido de dióxido de carbono y bajo contenido de sales minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 2 mg/L para el Zinc para la subcategoría agua de riego D1.

En las estaciones de la zona de alta montaña se ha detectado bajas concentraciones de zinc (<0.01 – 1.354 mg/L), la concentración de zinc en PGB-1 (0.056 mg/L), QLVIZ-8 (0.0173 mg/L), VIZ-1 (0.131 mg/L), VIZ-2 (0.0144 mg/L), HAS-2 (<0.0131 mg/L), HAS-3 (<0.013 mg/L), HUA-20 (0.232 mg/L), QLCHR-01 (<0.0135 mg/L), CHL-8 (<0.01 mg/L) y TIT-01 (1.354 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (0.003 – 0.772 mg/L), similar para VIZ-1 (0.001 – 0.3033 mg/L), similar para VIZ-2 (0.0012 – 0.59 mg/L) y CHL-8 (<0.003 – 2.115 mg/L), mayor para HUA-20 (<0.01 – 0.0095 mg/L), mayor para HAS-2 (<0.0008 – 0.006 mg/L) y HAS-3 (0.0012 – 0.009 mg/L), mayor para TIT-1 (0.003 – 0.711 mg/L).

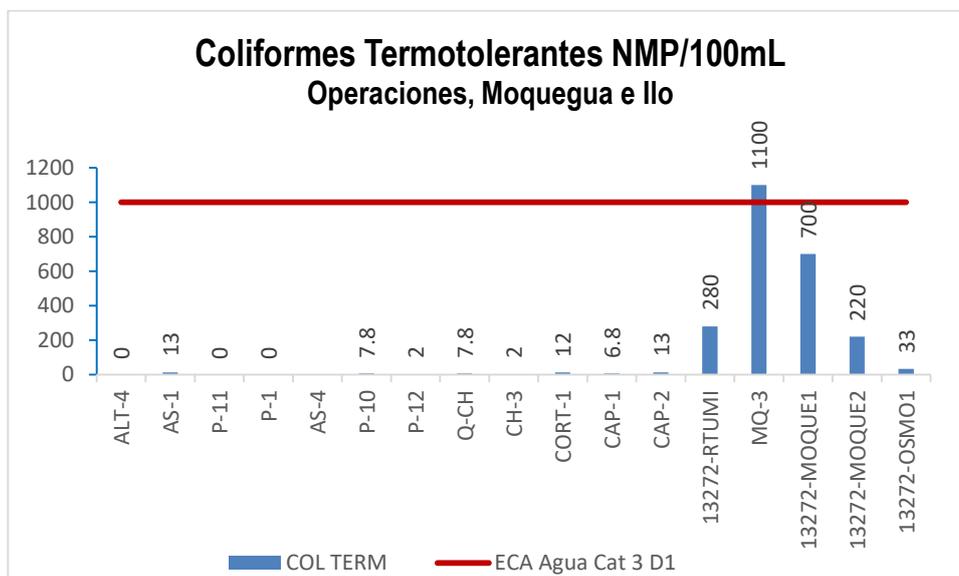
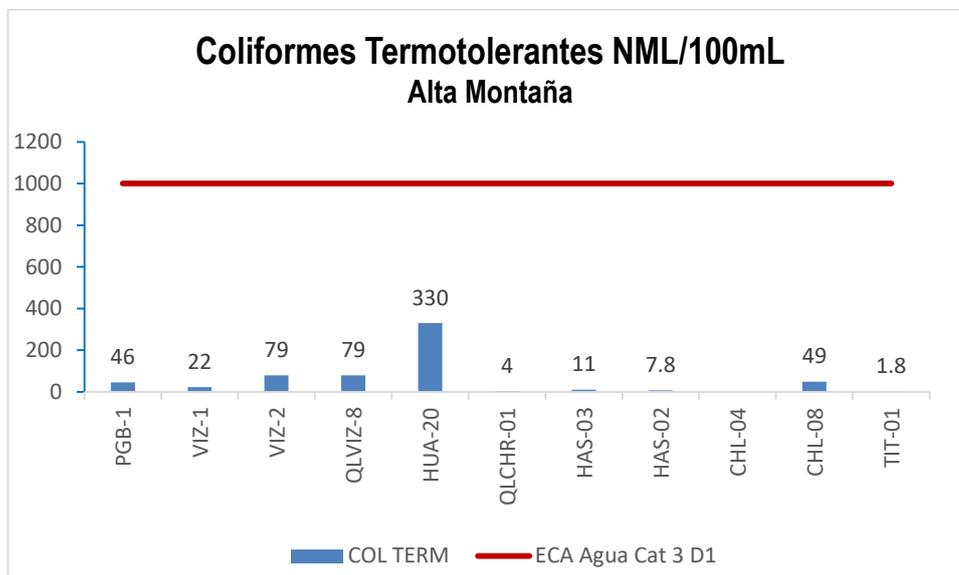
La concentración de zinc en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan valores entre <0.01 y 0.0453 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda, donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

Los valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.003 – 0.235 mg/L), AS-01 (0.003 – 0.408 mg/L), P-11 (<0.003 – 0.303 mg/L), P-01 (<0.003 – 0.439 mg/L), AS-04 (<0.01 - 0.0117 mg/L), P-12 (<0.003 – 0.273 mg/L), CAP-1 (0.003 – 0.259 mg/L), CAP-2 (<0.003 – 0.264 mg/L), CH-3 (<0.003 – 1.014 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de zinc en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.01 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.01 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.01 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (<0.01 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.01 mg/L). Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es mayor para la estación 13172Rtumi1 (<0.003 - 0.0083 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.003 – 0.0042 mg/L), similar en 13172RMoqu2 (<0.003 – 0.0236 mg/L) y para 13172Rosmo1 (<0.003 - 0.016 mg/L), existe ingreso de zinc desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

## MICROBIOLÓGICOS

### 4.1.4.32. Coliformes Termotolerantes o Fecales



**Gráfico 33.** Variación espacial de la numeración de Coliformes Termotolerantes de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los Coliformes Termotolerantes o Fecales son parte de los Coliformes totales, crecen con lactosa y fermentan a 44,5 °C, produciendo ácido y gas en las primeras 48 horas de incubación. Están relacionados con contaminación fecal procedente de animales de sangre caliente. La termotolerancia

se considera un mecanismo de adaptación a elevadas temperaturas que se encuentran en el tracto entérico de los animales, lo que se basa en una superior estabilidad de las proteínas al calor.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña, se ha detectado bajas valores de Coliformes Termotolerantes o fecales (1.8 – 330 mg/L) cumplen con el ECA Agua categoría 3 agua de riego. Los valores reportados en las estaciones PGB-1 (46 NMP/100 mL), QLVIZ-8 (79 NMP/100 mL), VIZ-1 (22 NMP/100 mL), VIZ-2 (79 NMP/100 mL), HAS-2 (7.8 NMP/100 mL), HAS-3 (11 NMP/100 mL), HUA-20 (330 NMP/100 mL), CHL-8 (49 NMP/100 mL) y TIT-1 (1.8 NMP/100 mL) son bajos, característicos de la época húmeda pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, para las estaciones del río Vizcachas PGB-1 (1.8 – 6.8 NMP/100 mL) mayor, VIZ-1 (2 – 49 NMP/100 mL) y VIZ-2 (2 – 110 NMP/100 mL) son similares; las estaciones del río Chilota CHL-8 (0.4 – 49 NMP/100 mL) es similar; es las quebradas HUA-20 (13 – 120 NMP/100 mL) mayor, HAS-2 (<1.8 – 17 NMP/100 mL) y HAS-3 (<1.8 – 20 NMP/100 mL) son similares.

El contenido de Coliformes Termotolerantes en el río Titire en la estación TIT-1 (1.8 NMP/100 mL) cumple el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es similar al esperado en la línea de base ambiental (<1.8 – 4.5 NMP/100 mL), se observa un valor bajo del contenido de Coliformes Termotolerantes en época húmeda y seca por la presencia de altos valores de conductividad y sales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones presentan valores de Coliformes Termotolerantes entre <2 a 1100 NMP/100 mL, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto la estación MQ-3, existe la influencia de aguas residuales al inicio del valle.

Los valores de Coliformes Termotolerantes en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani ALT-4 (1.8 NMP/100 mL), en el río Asana estación AS-01 (13 NMP/100 mL), P-11 (1.8 NMP/100 mL), P-12 (2 NMP/100 mL), en la río Millune P-1 (1.8 NMP/100 mL), en los ríos Charaque Q-CH (7.8 NMP/100 mL), CH-3 (2 NMP/100 mL) y río Capillune CAP-1 (6.8 NMP/100 mL), CAP-2 (13 NMP/100 mL) son bajos no hay ingreso de este material fecal al agua. Estos valores son bajos a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 así con los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.4 – 6.8 NMP/100 mL), similar en el río Asana estación AS-01 (2 – 490 NMP/100 mL), bajo en P-11 (0.4 – 1400 NMP/100 mL), bajo en P-01 (0.4 – 2 NMP/100 mL), bajo P-12 (0.4 – 1700 NMP/100 mL), alto para CAP-1 (0.4 – 79 NMP/100 mL), similar para CAP-2 (<1.8 – 170 NMP/100 mL), similar para CH-3 (<1.8 – 34 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de Coliformes Termotolerantes en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (280 NMP/100 mL) debido a ingreso de aguas residuales de origen doméstico, en el río Moquegua estación MQ-3 (1100 NMP/100 mL), 13172RMoqu1 (700 NMP/100 mL), la estación 13172RMoqu2 (220 NMP/100 mL) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (33 NMP/100 mL) son bajos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para las estaciones 13172Rtumi1 (4.5 - 3500 mg/L), 13172RMoqu1 (4.5 – 790 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (33 – 630 mg/L) y 13172Rosmo1 (27 - 270 NMP/100 mL), existe ingreso de Coliformes Termotolerantes desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

#### 4.1.5. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

**Tabla 09. Principales Observaciones de los resultados zona de alta montaña**

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
PGB-01	Rio Vizcachas	69	31	30	1	Mn
VIZ-01		69	31	31	0	Ninguna
VIZ-02		69	31	31	0	Ninguna
QVIZ-8		69	31	31	0	Ninguna
HAS-2	Quebrada s/n Pampa Huachunta	69	31	31	0	Ninguna
HAS-3	Quebrada Vilaje	69	31	31	0	Ninguna
HUA-20	Rio Calazaya	69	31	31	0	Ninguna
QLCHR-01	Rio Chincune	69	31	30	1	pH alto
CHL-4	Rio Chilota	-	-	-	-	sin acceso, no se monitoreo
CHL-8		69	31	31	0	Ninguna
TIT-1	Rio Titire	69	31	25	6	C.E., pH, cloruros, Al, As, Ni

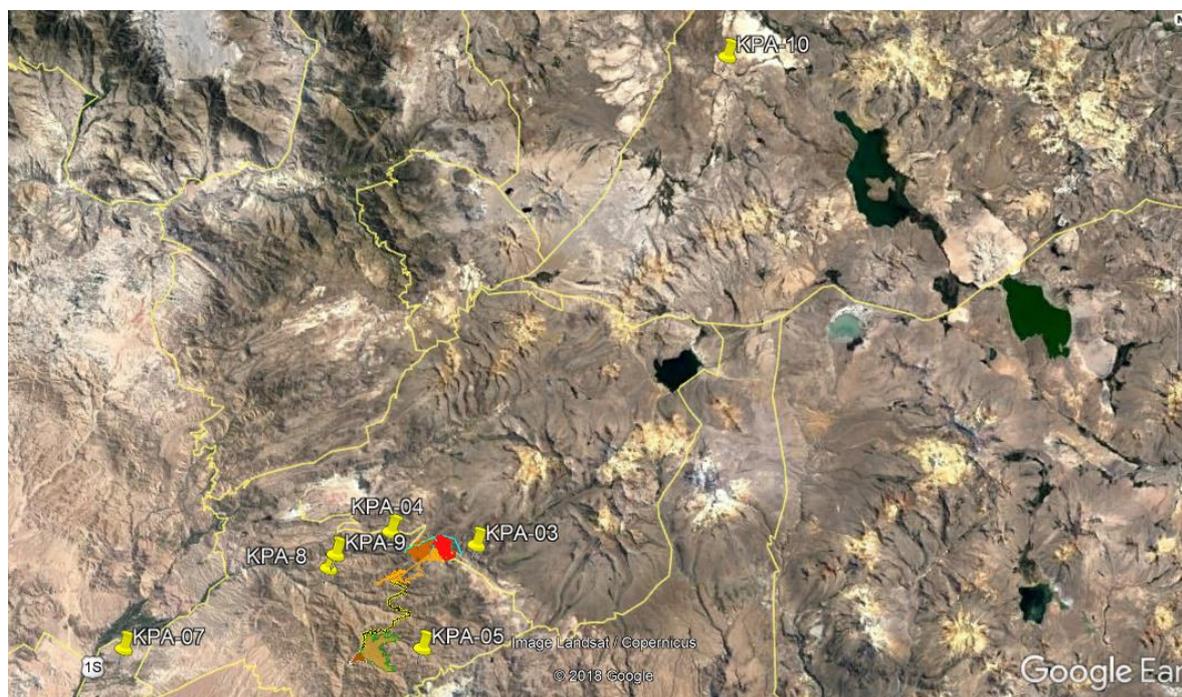
**Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones, Moquegua e Ilo**

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
ALT-4	Rio Atarani	69	31	31	0	Ninguna
AS-1	Rio Asana	69	31	31	0	Ninguna
P-11		69	31	31	0	Ninguna
AS-04		69	31	-	-	punto seco
P-12		69	31	31	0	Ninguna
P-01		Quebrada Millune	69	31	28	3
P-10	Quebrada Sarayenque	69	31	31	0	Ninguna
Q-CH	Rio Charaque	69	31	31	0	Ninguna
CH-3		69	31	31	0	Ninguna
CORT-1	Quebrada Cortadera	69	31	28	3	Fluoruros, B, Mn,
CAP-1	Rio Capillune	69	31	31	0	Ninguna
CAP-2		69	31	28	3	B, Mn, Hg
13172RTUMI	Rio Tumilaca	69	31	30	1	Mn
MQ-3	Rio Moquegua	69	31	28	3	Coliformes fecales, B, Mn
13172RMOQUE1		69	31	30	1	Mn
13172RMOQUE2		69	31	28	3	C.E, B, Mn
13172ROSMO1		Rio Osmore	69	31	29	2

Se han monitoreado 31 parámetros del Estándar de Calidad Ambiental ECA Categoría 3 agua para riego D-1 y 38 parámetros adicionales que permiten entender el comportamiento químico del cuerpo de agua

## 4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

### 4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire



**Figura 03.** Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

**Tabla 11.** Estaciones de monitoreo calidad de aire

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	330218	8107538	Cerro Samanape (Altarani)
KPA4	321194	8109045	Tala, punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves (Cortadera)
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA9	315390	8106188	Poblado Coscore
KPA10	355530	8159651	Vízcachas

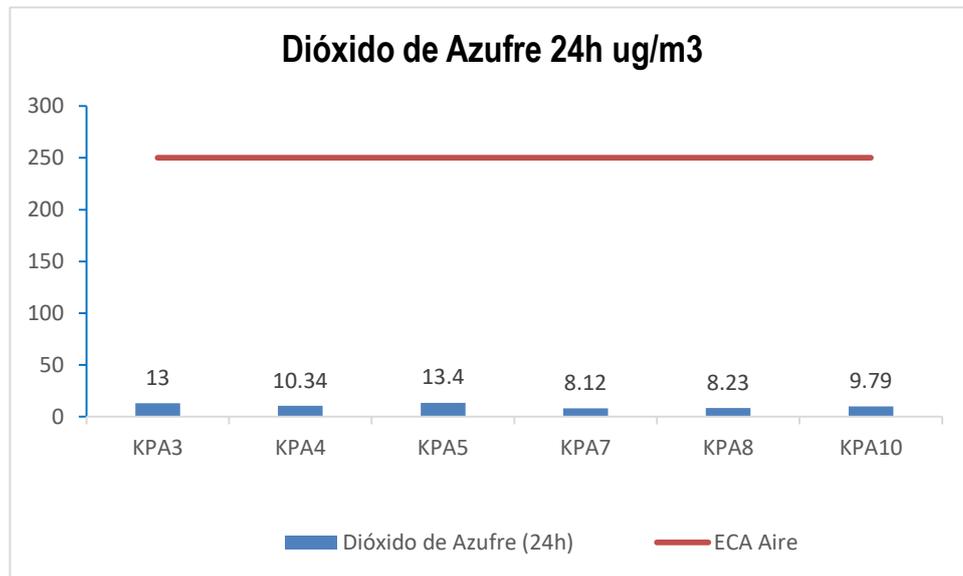
## 4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 12. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

N° ALS LS			193342/2019-1.0	193343/2019-1.0	193344/2019-1.0	193345/2019-1.0	193347/2019-1.0	193348/2019-1.0	DS N° 003-2017-MINAM
Fecha de Muestreo			29/03/2019	30/03/2019	31/03/2019	01/04/2019	04/04/2019	08/04/2019	ECA Aire
Hora de Muestreo			11:00:00	12:00:00	14:00:00	16:00:00	10:00:00	11:00:00	Estándares de Calidad Ambiental para Aire
Tipo de Muestra			Calidad de Aire						
Identificación			KPA3	KPA4	KPA5	KPA7	KPA8	KPA10	
Parametro	Unidad	LD							
<b>Gases</b>									
Dióxido de Azufre (24h)	ug/m3	0.88	13	10.34	13.4	8.12	8.23	9.79	250
Dióxido de Nitrógeno (1h)	ug/m3	0.45	8.8	4.9	4.5	3.6	4.1	2.1	200
Monóxido de Carbono (8h)	ug/m3	85.89		916	916	529.6	572.5	1031	10000
Humedad Relativa*	%	0,1	37.1	60.4	64.9	68.7	62.9	66.7	---
Presión Atmosférica*	mBar	0,1	653.3	692.1	664.4	866.2	721.2	605.5	---
Temperatura a Nivel del Suelo*	°C	0	12	14.6	11.5	18.3	13	4.5	---
Velocidad del Viento*	m/s	0,1	2.7	3	4	2.7	5.5	4.5	---
Dirección de Viento*	---	---	SW	NW	S	SW	W	N	---
<b>Material Particulado</b>									
Material Particulado PM10	ug/m3	1,0	14.1	27.7	43.3	25.5	10.2	14.1	100
Material Particulado PM2.5	ug/m3	2,0	6.5	10	6.8	6.5	7.4	7.9	50
<b>Metales en PM-10</b>									
Plomo (Pb)	ug/m3	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	1.5

#### 4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

##### 4.2.3.1. Dióxido de azufre



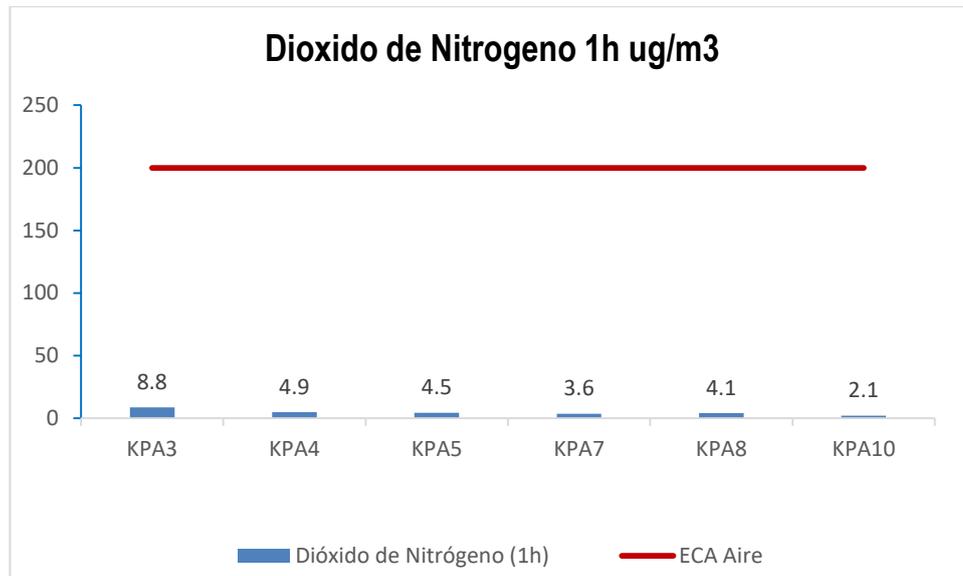
**Gráfico 35.** Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 250 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 35, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de azufre en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de tipo industrial de combustibles con azufre como el diésel. Todas las estaciones cumplen con el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (<13 – 16.85 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (<13 – 13.82 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (10.78 – 11.05 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (9.5 – 10.06 ug/m<sup>3</sup>).

#### 4.2.3.2. Dióxido de Nitrógeno



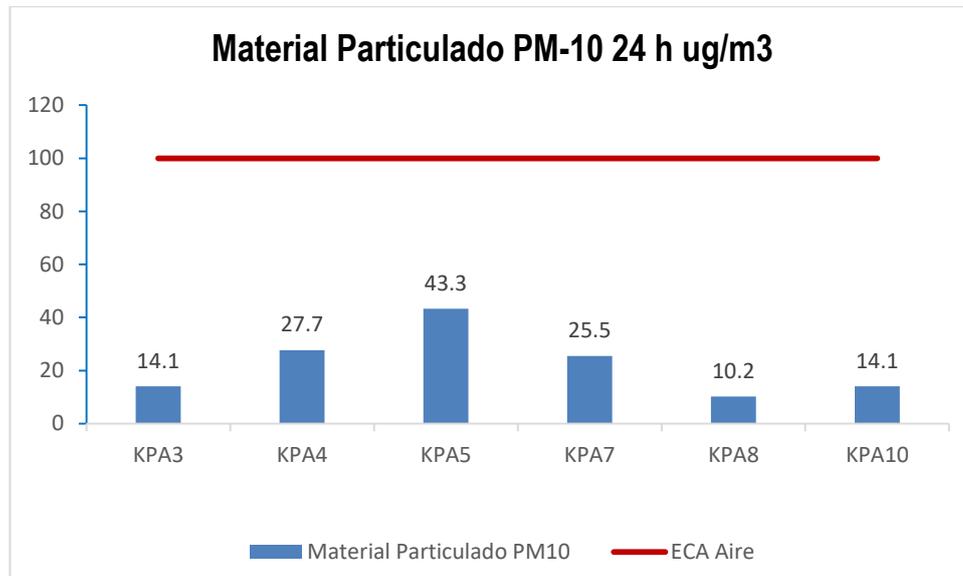
**Gráfico 36.** Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diésel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 36, se ha detectado baja presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere pocas fuentes de combustión de combustibles. Todas las estaciones cumplen con los ECA aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (< 4 – 63 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (7.32 – 60 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (4.76 – 36 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (10 – 76.2 ug/m<sup>3</sup>).

#### 4.2.3.3. Material Particulado menor a 10 um



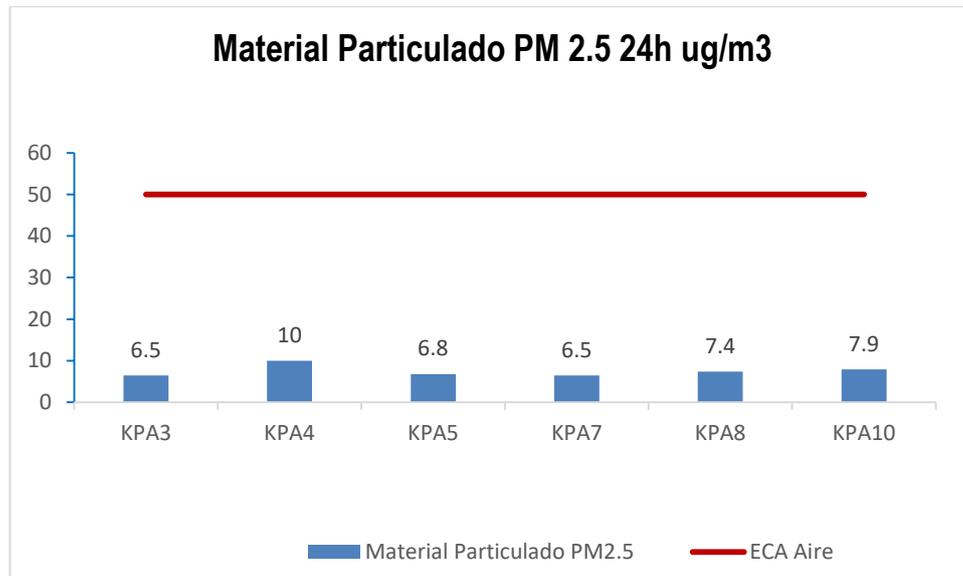
**Gráfico 37.** Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El material particulado menor a 10 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 100 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 37, se ha detectado baja presencia de material particulado PM-10 en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. La estación KPA-7 presenta valores moderados de PM-10 probablemente debido a re suspensión de material de suelo. Todas las estaciones cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (3.2 – 123.1 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (16.4 – 57.8 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (21.5 – 82.3 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (53.2 – 92.9 ug/m<sup>3</sup>), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-10.

#### 4.2.3.4. Material particulado menor a 2.5 um



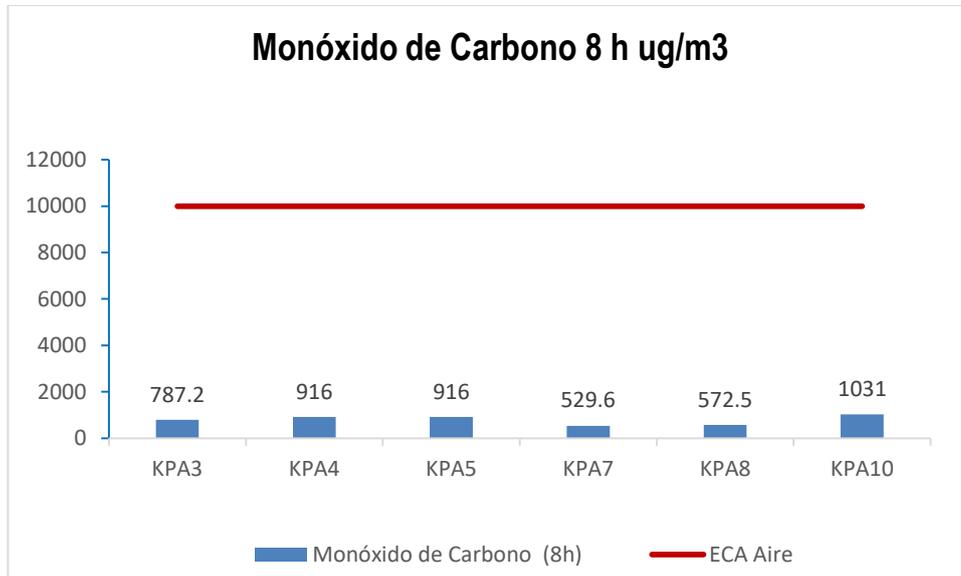
**Gráfico 38.** Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El material particulado menor a 2,5 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 50 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 38, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones de monitoreo, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. El origen del Material Particulado en la estación KPA-7 es el polvo de las zonas descubiertas. Todas las estaciones de monitoreo cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (1.6 – 22.7 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (5.4 – 28.5 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (8 – 24.8 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (18 – 68.7 ug/m<sup>3</sup>), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-2.5, probablemente a material re suspendido de suelo y fuentes de combustión.

#### 4.2.3.5. Monóxido de Carbono



**Gráfico 39.** Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El monóxido de carbono se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene. El ECA Aire fija un valor de 1000 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

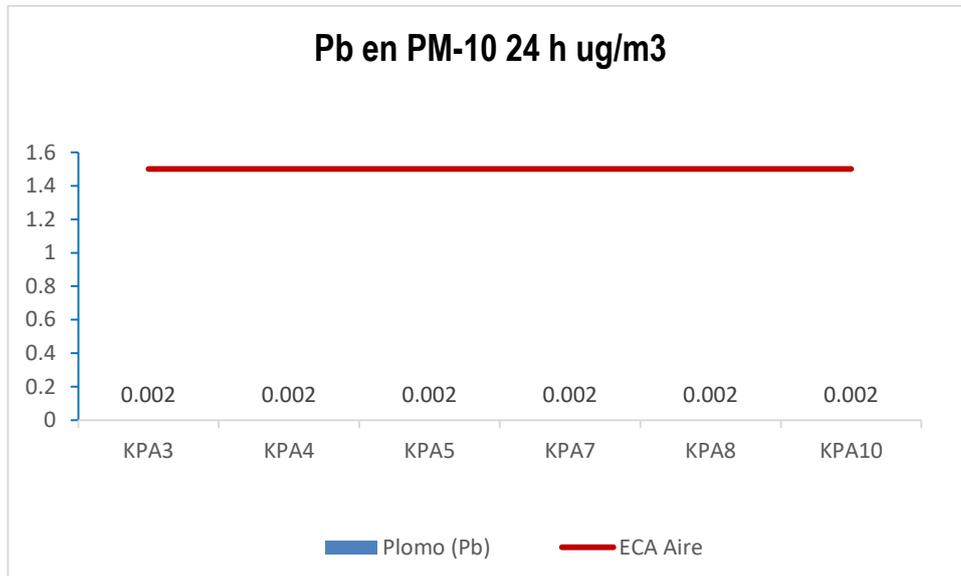
Como se observa en el gráfico 39, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo. Las concentraciones de Monóxido de carbono son bajas y cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (859 – 4648 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (<335 – 2840 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (<335 – 3835 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (458 – 4030 ug/m<sup>3</sup>).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de monóxido de carbono.

**Metales:**

**4.2.3.6. Plomo**



**Gráfico 40.** Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El plomo en material particulado se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel y gasolina, así como por deposición desde el aire o polvo. El ECA Aire fija un valor de 0.5 ug/m<sup>3</sup> para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 40, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (<0.002 – 0.0051 ug/m<sup>3</sup>), KPA-4 (<0.002 – 0.0068 ug/m<sup>3</sup>), KPA-5 (<0.002 – 0.006 ug/m<sup>3</sup>) y KPA-7 (<0.002 – 0.0189 ug/m<sup>3</sup>).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de plomo en material particulado.

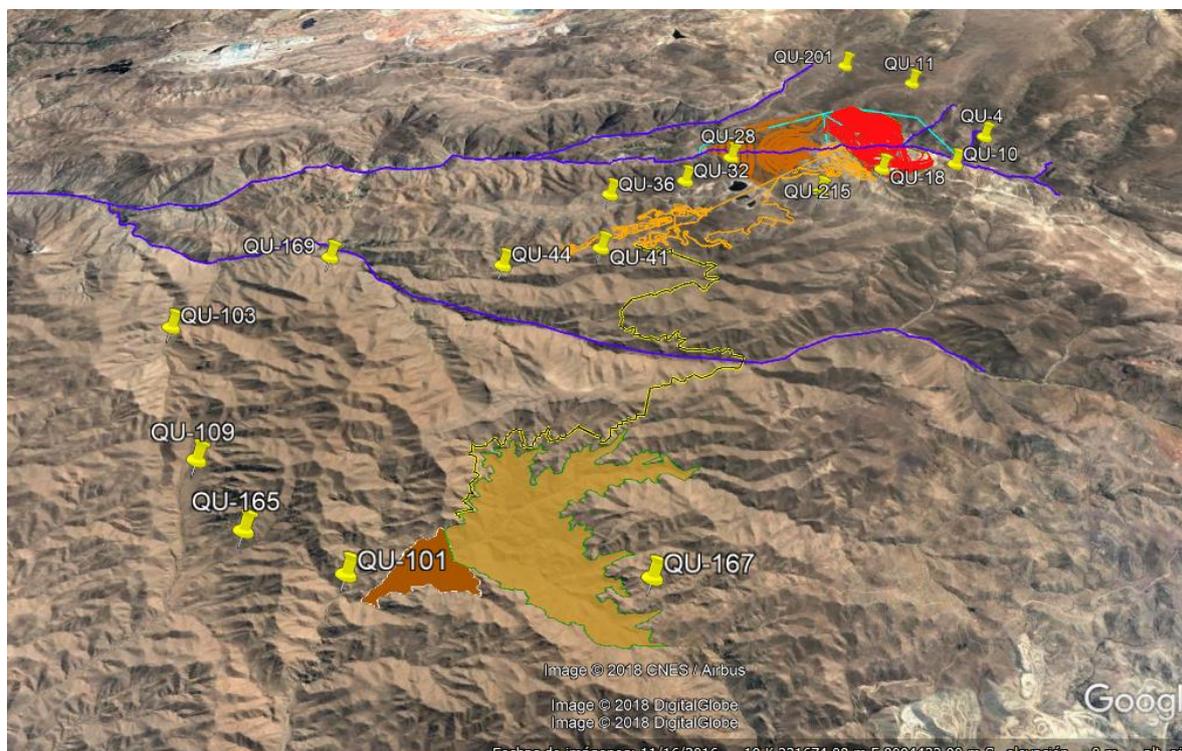
## 4.2.4. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

Tabla 13. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Moitoreados			
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	Observacion
KPA3	Cerro Samanape (Altarani).	6	6	0	Ninguna
KPA4	Tala	6	6	0	Ninguna
KPA5	Zona de Cortaderas	6	6		Ninguna
KPA7	San Antonio	6	6	0	Ninguna
KPA8	Poblado Calientes	6	6		
KPA9	Poblado Coscore	6	6	-	problemas sociales
KPA10	Vizcachas	6	6	0	Ninguna

### 4.3. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO

#### 4.3.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad ambiental de suelo



**Figura 04.** Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

Tabla 14. Estaciones de monitoreo calidad de suelo

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
QU-201	326755	8111354	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte
QU-11	328307	8110612	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	329669	8108452	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba del polvorín
QU-18	327137	8107187	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco, a 200 m de la carretera
QU-10	328813	8107402	Mina Sur, a 500 m de Mirador Barrada
QU-215	325674	8106333	Zona Caracoles, a 440 m de carretera de acceso a Poza C4
QU-169	315372	8104024	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la carretera al campamento Salviani
QU-28	323766	8107543	Zona Caracoles, a 350 m de Poza C4, cercano a la antena de alta tensión
QU-103	312702	8101946	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes
QU-41	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	318952	8103832	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-109	314088	8098700	Capillune
QU-165	315276	8097229	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109
QU-167	322070	8096421	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.
QU-101	317135	8096407	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.
QU-32	322720	8106672	Zona Caracoles, a 1 km aprox. De la poza C-4
QU-36	321073	8106169	Zona Caracoles, a 3 km aprox. De la poza C-4

4.3.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio

Tabla 15. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de suelo I

N° ALS LS			DS N° 011-2017-MINAM	188933/2019-1.0	188923/2019-1.0	188921/2019-1.0	182136/2019-1.0	182135/2019-1.0	182140/2019-1.0	182141/2019-1.1	182139/2019-1.0
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019
Hora de Muestreo			Suelo Agrícola	10:10:00	11:05:00	12:40:00	10:30:00	09:30:00	14:30:00	11:50:00	13:00:00
Tipo de Muestra				Suelo							
Identificación				QU-201	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28
Parametro	Unidad	LD									
<b>003 ENSAYOS FISICOQUIMICOS</b>											
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	0.9	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.0189	0.4	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO</b>											
Benceno	mg/kg	0.0031	0.03	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Tolueno	mg/kg	0.0038	0.37	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
Etilbenceno	mg/kg	0.0028	0.082	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028
m-Xileno	mg/kg	0.0035	---	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035
p-Xileno	mg/kg	0.0038	---	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
o-Xileno	mg/kg	0.0031	---	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Xilenos	mg/kg	0.0104	11	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104
Naftaleno	mg/kg	0.0031	0.1	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS</b>											
Fración de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	mg/kg	0.6	200	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1.0	1200	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Fración de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1.0	3000	< 1.0	104.3	50.9	30.6	< 1.0	17.9	23.2	< 1.0
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH s)</b>											
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0.0009	0.1	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL</b>											
PCB 28	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 52	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 101	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 118	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB 153	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 138	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 180	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB Total	mg/kg	0.0142	0.5	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS</b>											
Aldrin	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Hepcloro Epóxido	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Endrin	mg/kg	0.0013	---	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013
4,4'- DDT	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
<b>007 ENSAYOS DE METALES</b>											
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.02	6.6	0.02	0.03	0.03	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0.6	---	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	2	---	8469	33504	24367	12006	9195	24684	23973	13283
Arsenico (As)	mg/kg	3.5	50	< 3.5	< 3.5	< 3.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Boro (B)*	mg/kg	3.6	---	< 3.6	< 3.6	< 3.6	24.8	19	19.9	24.9	10.8
Bario (Ba)	mg/kg	0.3	750	68.7	429.5	275.2	65	70.9	260.6	251.6	191.7
Berilio (Be)	mg/kg	0.3	---	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0.5	0.4	0.8	0.9	0.7
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1.5	---	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	0.9	---	1213	1552	2581	1310	1808	2044	4939	2175
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.5	1.4	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0.8	---	2.8	7.7	8.3	10.3	8.6	9.6	13.3	6.8
Cromo (Cr)	mg/kg	0.9	---	3.7	11.7	10.8	22.5	12.3	11.1	11.1	3.5
Cobre (Cu)	mg/kg	0.8	---	14.7	35	27.7	498.7	338.1	33.3	37.9	101.9
Hierro (Fe)	mg/kg	1.2	---	9655	17698	19714	32137	24656	19720	22251	11569
Potasio (K)	mg/kg	2.5	---	1642	1162	2255	1694	1256	2303	3423	1768
Litio (Li)*	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	2.7	< 2.0	8.4	18.8	2.8
Magnesio (Mg)	mg/kg	2	---	2140	1587	2198	3293	3072	2632	5060	1740
Manganeso (Mn)	mg/kg	1	---	126	262	548	305.8	423	522.6	781.4	1270
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.6	---	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Sodio (Na)	mg/kg	9	---	168	284	265	54.9	83.6	160.5	300.1	55.3
Niquel (Ni)	mg/kg	1	---	< 1	8	6	6	4.5	6.3	8.8	2.9
Fosforo (P)*	mg/kg	4.5	---	286.4	392.9	468.8	340.8	522.6	512	322.4	272.2
Plomo (Pb)	mg/kg	2	70	< 2	14	12	15.3	20.5	20.1	16.6	434.9
Antimonio (Sb)	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Selenio (Se)	mg/kg	1.6	---	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	2.4	---	287.4	356.1	316.6	661.4	459.6	744.2	1165	813.6
Estañio (Sn)*	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0.7	---	16.5	49.8	48.8	19.8	23.3	48.5	136.2	38.2
Titanio (Ti)*	mg/kg	0.3	---	830.7	1690	1375	692.8	643.2	1188	633.8	233.7
Talio (Tl)	mg/kg	3	---	< 3	< 3	< 3	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0.5	---	23.7	56.8	62.9	87.5	66.4	56.9	49.8	20.9
Zinc (Zn)	mg/kg	0.5	---	22.9	33.1	42.5	99.5	60.1	48.9	55.2	368.5

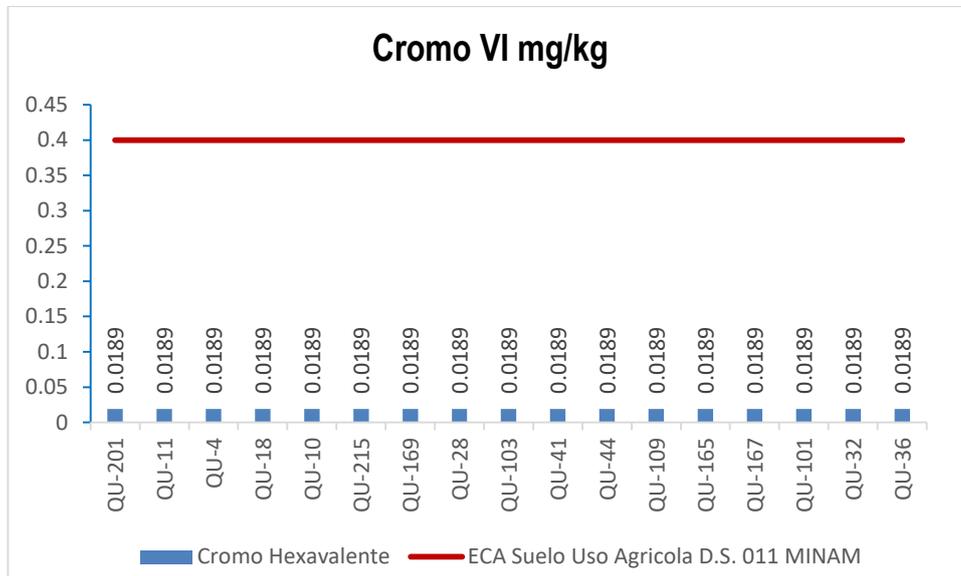
**Tabla 15. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de suelo I**

N° ALS LS			DS N° 011-2017-MINAM	188708/2019-1.0	188686/2019-1.0	188697/2019-1.0	188709/2019-1.0	188710/2019-1.0	188932/2019-1.0	188924/2019-1.0	182137/2019-1.0	182138/2019-1.0
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	04/04/2019	04/04/2019
Hora de Muestreo				15:40:00	14:10:00	13:15:00	08:00:00	09:00:00	12:00:00	10:30:00	12:15:00	11:45:00
Tipo de Muestra			Suelo Agrícola									
Identificación				Suelo								
Parametro	Unidad	LD		QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36
<b>002 ANALISIS EN CAMPO</b>												
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	0.9	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.0189	0.4	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO</b>												
Benceno	mg/kg	0.0031	0.03	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Tolueno	mg/kg	0.0038	0.37	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
Etilbenceno	mg/kg	0.0028	0.082	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028
m-Xileno	mg/kg	0.0035	---	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035
p-Xileno	mg/kg	0.0038	---	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
o-Xileno	mg/kg	0.0031	---	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Xilenos	mg/kg	0.0104	11	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104
Naftaleno	mg/kg	0.0031	0.1	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS</b>												
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0.6	200	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1.0	1200	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Fración de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1.0	3000	9	35.3	35.7	< 1.0	26.8	< 1.0	< 1.0	63.9	< 1.0
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH s)</b>												
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0.0009	0.1	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL</b>												
PCB 28	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 52	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 101	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 118	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB 153	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 138	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 180	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB Total	mg/kg	0.0142	0.5	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCORADOS</b>												
Aldrin	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Hepcladoro Epóxido	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Endrin	mg/kg	0.0013	---	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013
4.4'- DDT	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
<b>007 ENSAYOS DE METALES</b>												
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.02	6.6	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04	0.03	< 0.02	< 0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0.6	---	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	2	---	16257	19537	18042	23280	18730	20382	19470	15173	12050
Arsenico (As)	mg/kg	3.5	50	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	11.9	59.1	7.9	< 2.0	< 2.0
Boro (B)*	mg/kg	3.6	---	22	24.3	36.1	24.8	21.5	< 3.6	< 3.6	13	16.9
Bario (Ba)	mg/kg	0.3	750	130.6	228.7	120.1	307.1	216.8	176.6	178.6	129.3	199.9
Berilio (Be)	mg/kg	0.3	---	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	< 0.3	< 0.3	0.6	0.4
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1.5	---	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	0.9	---	3636	2291	5700	3947	3863	4056	3035	1783	2577
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.5	1.4	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0.8	---	7.9	13.6	10.7	12.9	11.1	20.9	11.1	4.7	8.3
Cromo (Cr)	mg/kg	0.9	---	12.9	13.6	11.1	11.6	9	16.6	12.1	4.1	7.6
Cobre (Cu)	mg/kg	0.8	---	26.4	31.3	42.3	35.1	36.2	45.5	39	30.4	17.5
Hierro (Fe)	mg/kg	1.2	---	20203	23357	22503	23284	21193	31547	24955	11709	15922
Potasio (K)	mg/kg	2.5	---	4191	3796	5684	4281	3582	2238	5931	1737	2602
Litio (Li)*	mg/kg	2.5	---	14.4	11	25.8	20.7	13.8	< 2.5	< 2.5	3.1	5.1
Magnesio (Mg)	mg/kg	2	---	3464	3003	4946	4211	4213	7635	4223	2045	3666
Manganeso (Mn)	mg/kg	1	---	217.1	591.3	445.8	753.3	549	1266	497	247.6	432.3
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.6	---	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Sodio (Na)	mg/kg	9	---	264	210.1	352.5	350.8	382.8	175	94	156.5	248.7
Niquel (Ni)	mg/kg	1	---	7.5	11.4	10	10.7	9.6	13	7	3.9	5.9
Fosforo (P)*	mg/kg	4.5	---	308.5	854	738.9	364.6	500.4	339.9	484.9	633.3	615
Plomo (Pb)	mg/kg	2	70	10.4	13.7	12.6	16.8	14.3	35	17	7.2	11.3
Antimonio (Sb)	mg/kg	2.5	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Selenio (Se)	mg/kg	1.6	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.6	< 1.6	< 2.0	< 2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	2.4	---	1747	2718	2380	2416	2217	430.8	418.1	1058	829.5
Estano (Sn)*	mg/kg	2.5	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0.7	---	87.8	85.2	89.6	147	102	72.9	81	31.3	47.7
Titanio (Ti)*	mg/kg	0.3	---	856.7	1145	1263	1061	1008	1454	1010	644.5	1017
Talio (Tl)	mg/kg	3	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 3	< 3	< 2.0	< 2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0.5	---	44.9	65.4	62.4	56.2	51.9	82	63	26.5	44.9
Zinc (Zn)	mg/kg	0.5	---	45.6	60.1	56.7	69.5	59	91.1	52.4	28.9	46.2

### 4.3.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

#### Metales

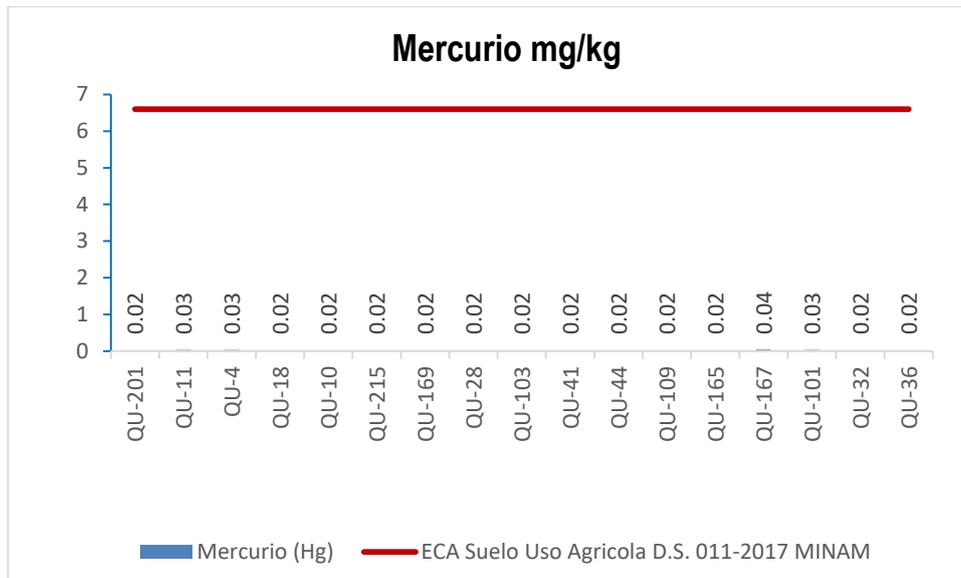
#### 4.3.3.1. Cromo VI



**Gráfico 41.** Variación espacial del contenido de cromo VI en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de cromo VI en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.0189 mg/kg), cercana a una zona de alta tensión en concentraciones por debajo de lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con Cromo VI.

**4.3.3.2. Mercurio**

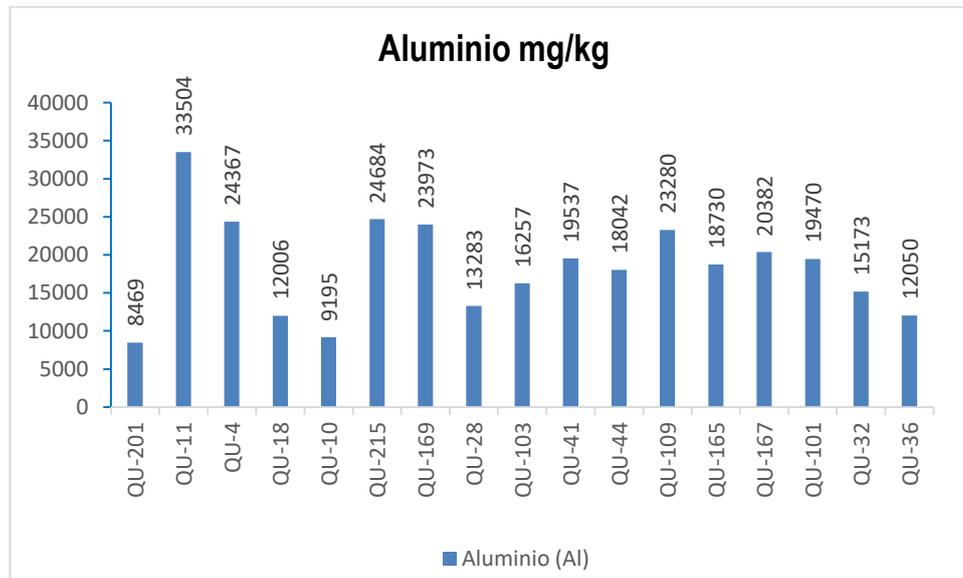


**Gráfico 42.** Variación espacial del contenido de mercurio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de mercurio en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.002 mg/kg) para las estaciones QU-201, QU-18, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103, QU-41, QU-44, QU-109, QU-165, en las estaciones, QU-167 la concentración fue de 0.04 y la estación QU-11, QU-4 y QU-101 la concentración fue de 0.03 mg/kg, las concentraciones están por debajo de lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con mercurio.

Las concentraciones de mercurio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 0.08 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

#### 4.3.3.3. Aluminio

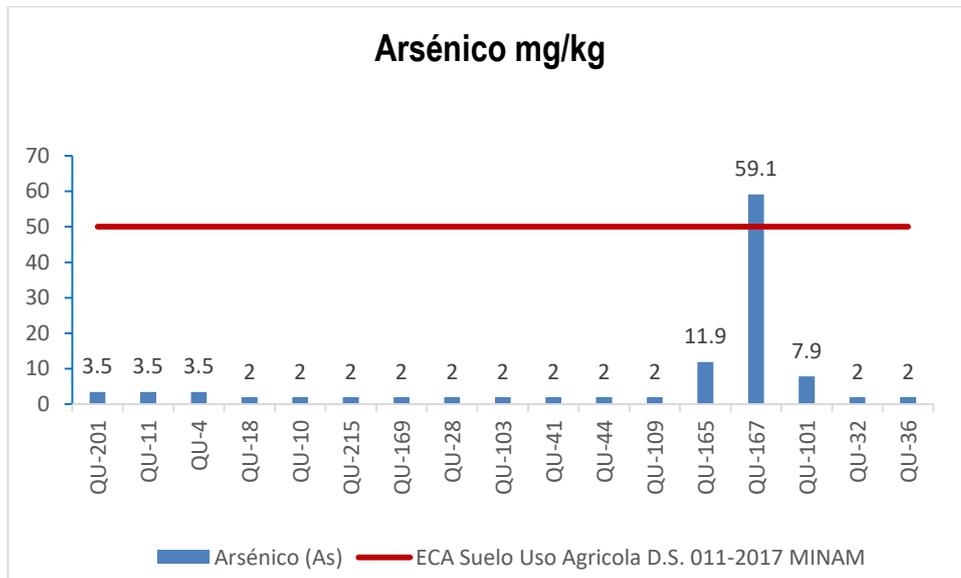


**Gráfico 43.** Variación espacial del contenido de aluminio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El aluminio es uno de los elementos más abundantes en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Alunita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 8469 y 33504 mg/kg. Siendo la estación QU-11 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de aluminio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 82300 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.4. **Arsénico**

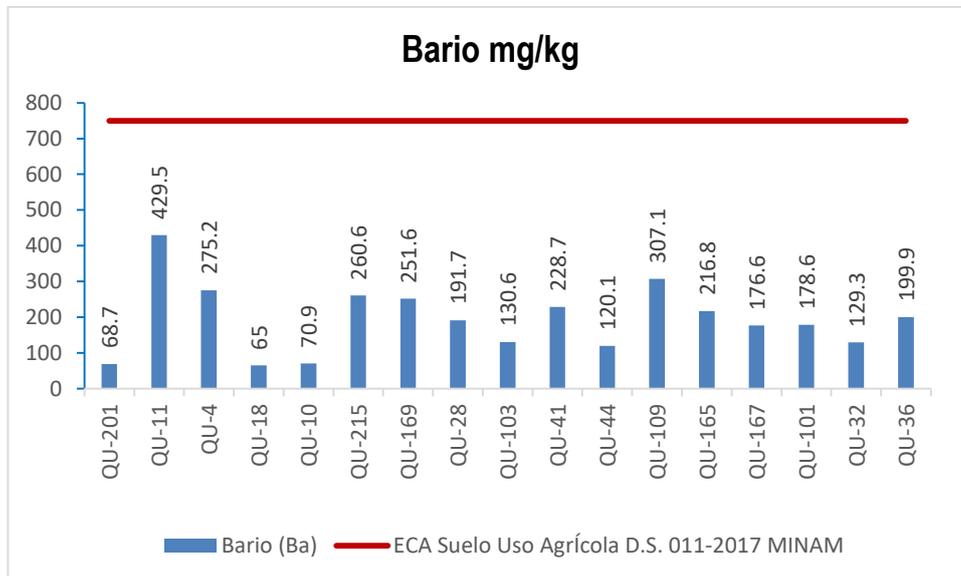


**Gráfico 44.** Variación espacial del contenido de arsénico en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de arsénico en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola excepto la estación de monitoreo cercanas a la quebrada cortadera QU-167 con una concentración de 59.1 mg/kg presento mayor concentración de arsénico en el suelo presenta valores superiores propuestos por Taylor 1960 existe acumulación geoquímica arsénico.

Las concentraciones de arsénico son similares a los valores establecido para nivel de fondo 1.8 mg/kg, propuestos por Taylor 1960 no existe acumulación geoquímica para todas las estaciones de Monitoreos a excepción de QU-167.

**4.3.3.5. Bario**

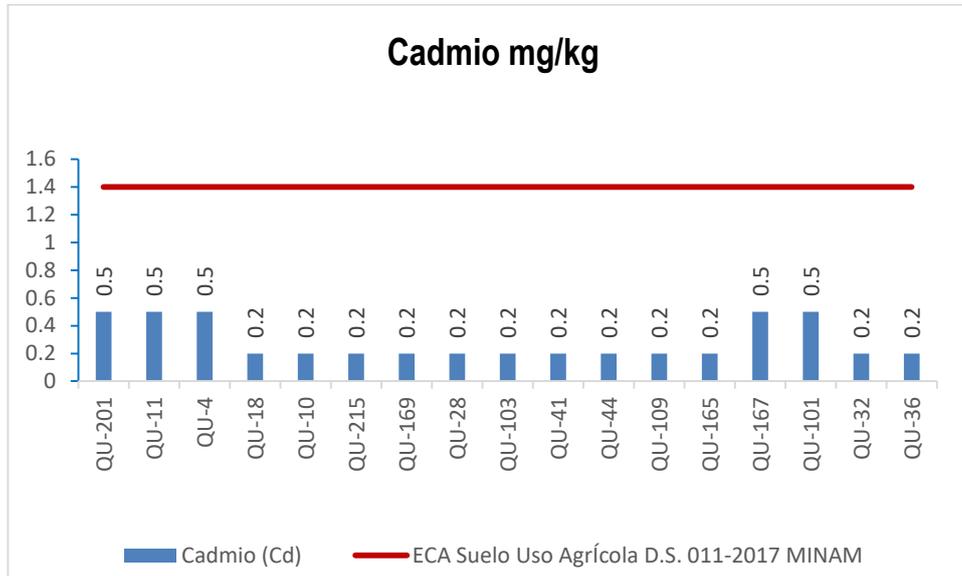


**Gráfico 45.** Variación espacial del contenido de bario en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de bario en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola se encuentran en un rango entre 65 y 429.5 mg/kg. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de bario son menores a los valores establecido para nivel de fondo 425 mg/kg, excepto QU-11 que presento concentraciones de 429.5 mg/kg propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

**4.3.3.6. Cadmio**

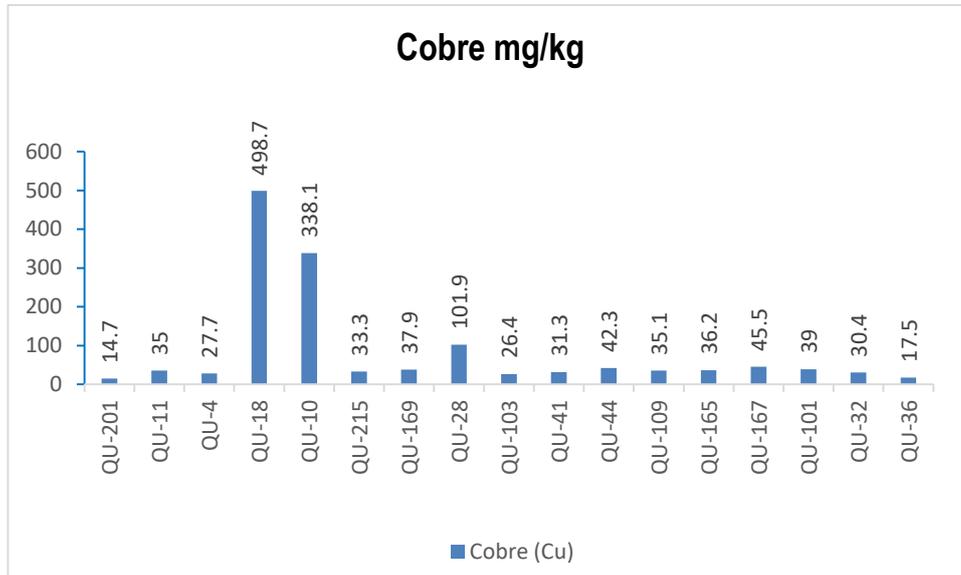


**Gráfico 46.** Variación espacial del contenido de cadmio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de cadmio no ha sido detectada en las estaciones de monitoreo, cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de cadmio son similares a los valores establecido para nivel de fondo 0.2 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

**4.3.3.7. Cobre**

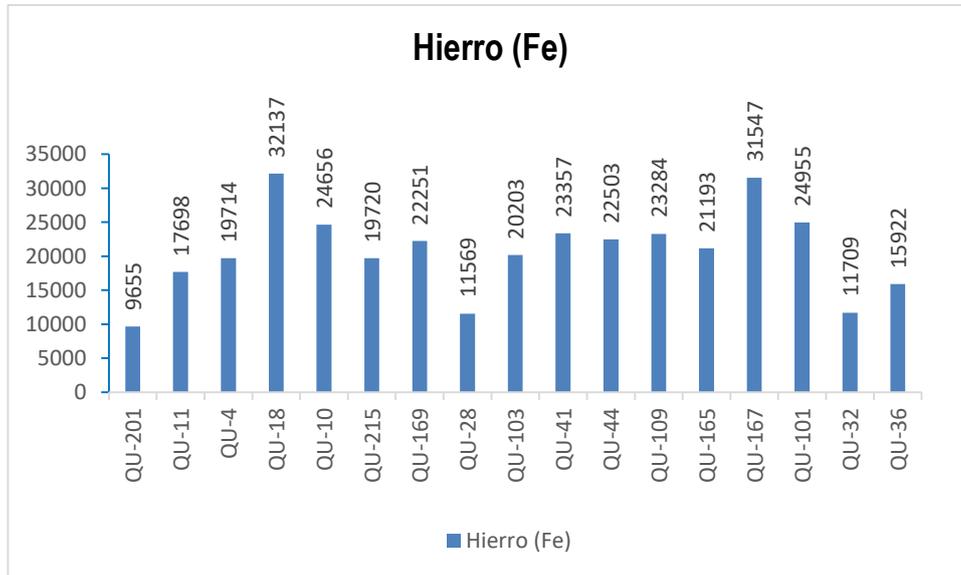


**Gráfico 47.** Variación espacial del contenido de cobre en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El cobre es uno de los elementos a explotar en el Proyecto Quellaveco, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 14.7 y 498.7 mg/kg.

Las concentraciones de cobre son similares a los valores establecido para nivel de fondo 55 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-18 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

**4.3.3.8. Hierro**

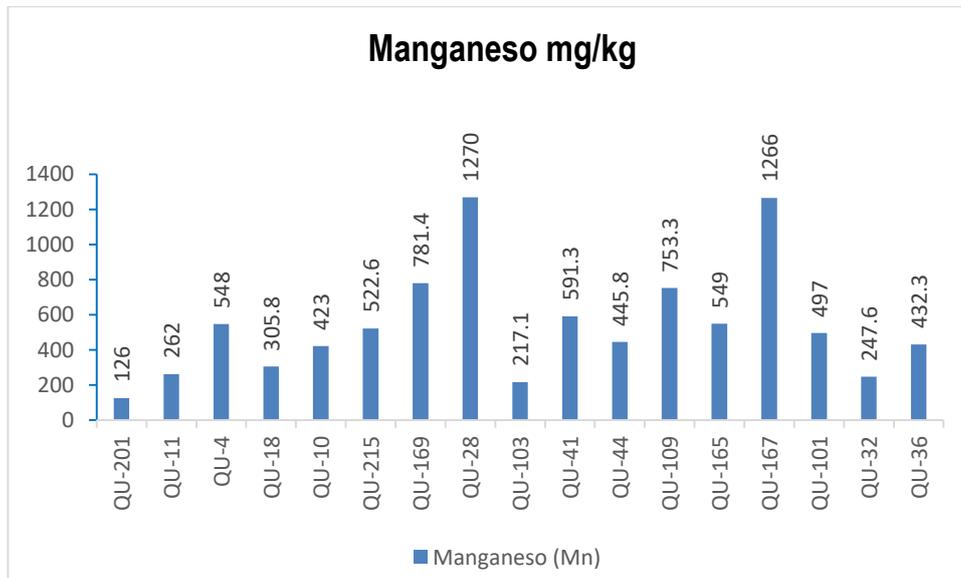


**Gráfico 48.** Variación espacial del contenido de hierro en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El hierro es uno de los elementos abundante en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Jarosita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 9655 y 32137 mg/kg. Siendo la estación QU-18 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de hierro son menores a los valores establecido para nivel de fondo 50000 - 630000 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

#### 4.3.3.9. Manganeso

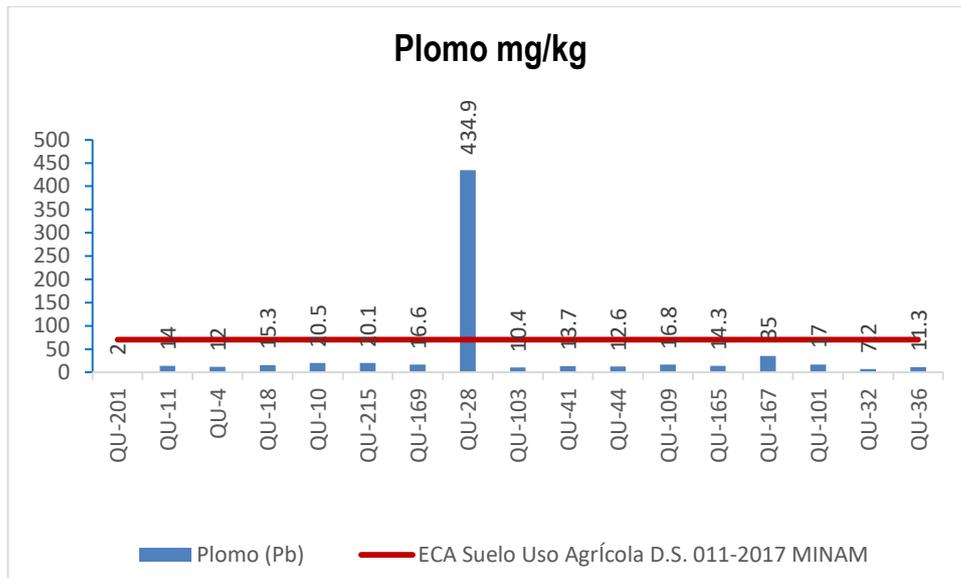


**Gráfico 49.** Variación espacial del contenido de manganeso en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El manganeso es uno de los elementos abundante en el suelo, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 126 y 1270 mg/kg. Siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de manganeso son similares a los valores establecido para nivel de fondo 950 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.10. Plomo

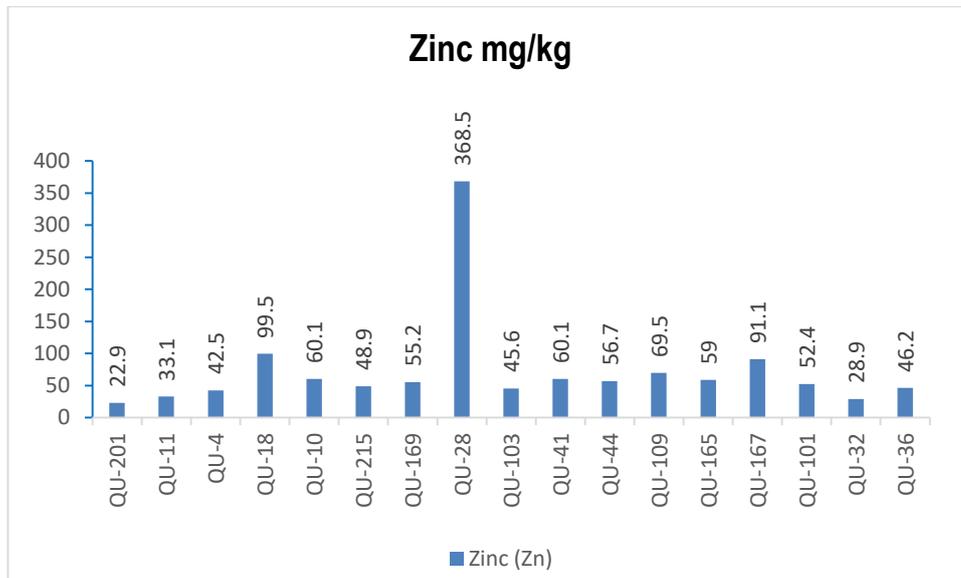


**Gráfico 50.** Variación espacial del contenido de plomo en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de plomo en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola, la concentración se encuentra entre 2 y 434.9 mg/kg, siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de plomo son similares a los valores establecido para nivel de fondo 12.5 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo excede, por lo que existe acumulación geoquímica de plomo.

**4.3.3.11. Zinc**



**Gráfico 51.** Variación espacial del contenido de zinc en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de zinc en las estaciones de monitoreo se encuentra entre 22.9 y 368.5 mg/kg, siendo la estación QU-28, QU-18 y QU-167 las que presentan mayor concentración.

Las concentraciones de manganeso son similares a los valores establecido para nivel de fondo 70 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica de zinc.

## 4.3.4. Tablas resumen de resultados de calidad ambiental de suelo

Tabla 16. Principales Observaciones de los resultados de calidad de Suelo

Punto	Ubicación	Parámetros Monitoreados			
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	Observación
QU-201	A 900 km de Quebrada Chararque, carretera a	17	17	0	Ninguna
QU-11	Ubicado en mina norte, a 300 m del canal de	17	17	0	Ninguna
QU-4	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba	17	17	0	Ninguna
QU-18	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco	17	17	0	Ninguna
QU-10	Mina Sur, a 500 m de mirador Barreda	17	17	0	Ninguna
QU-215	Zona Caracoles, a 440 m de carretera de acceso a	17	17	0	Ninguna
QU-169	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la	17	17	0	Ninguna
QU-28	Zona Caracoles, a 350 m de poza C-4, cercano a la	17	16	1	Pb
QU-103	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera	17	17	0	Ninguna
QU-41	A 300 m de la quebrada Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-44	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con	17	17	0	Ninguna
QU-109	Capillune	17	17	0	Ninguna
QU-165	Área de operaciones, a 2 km del punto QU-109	17	17	0	Ninguna
QU-167	A 800 m aprox de quebrada los Chalsos,	17	17	1	As
QU-101	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento	17	17	0	Ninguna
QU-32	Zona Caracoles, a 1 km aprox de la poza C4	17	17	0	Ninguna
QU-36	Zona Caracoles, a 3 km aprox de la poza C-4	17	17	0	Ninguna

#### 4.4. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL y VIBRACIONES

##### 4.4.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental y vibraciones



**Figura 05.** Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

**Tabla 17. Estaciones de monitoreo calidad de ruido ambiental y vibraciones**

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Correspondiente a viviendas en el poblado de San Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.
R-5	295922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca del poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua
R-7B	315429	8106229	Comunidad de Alto Coscore.
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes.
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota.
R-11	356132	8150668	Huachunta.

**4.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio**

**Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental I**

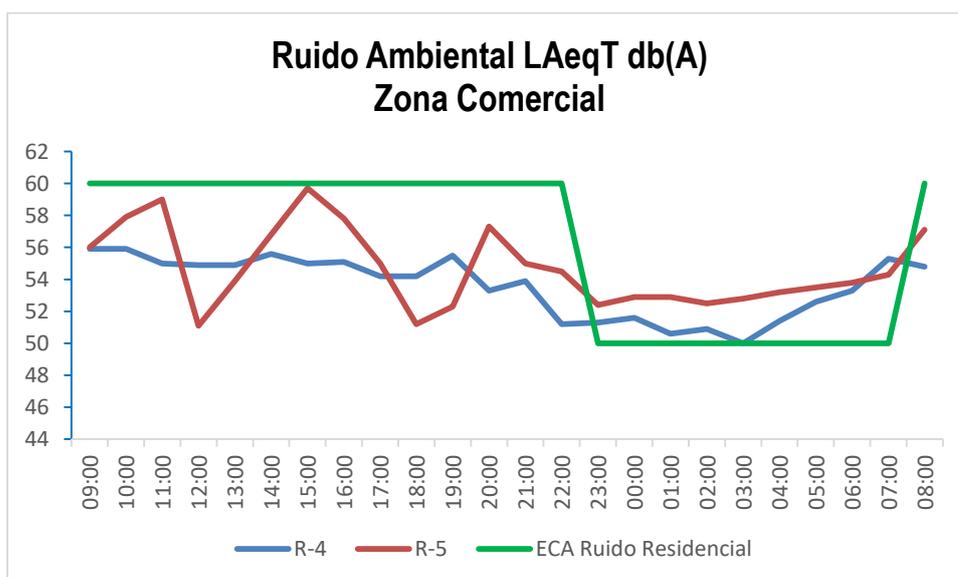
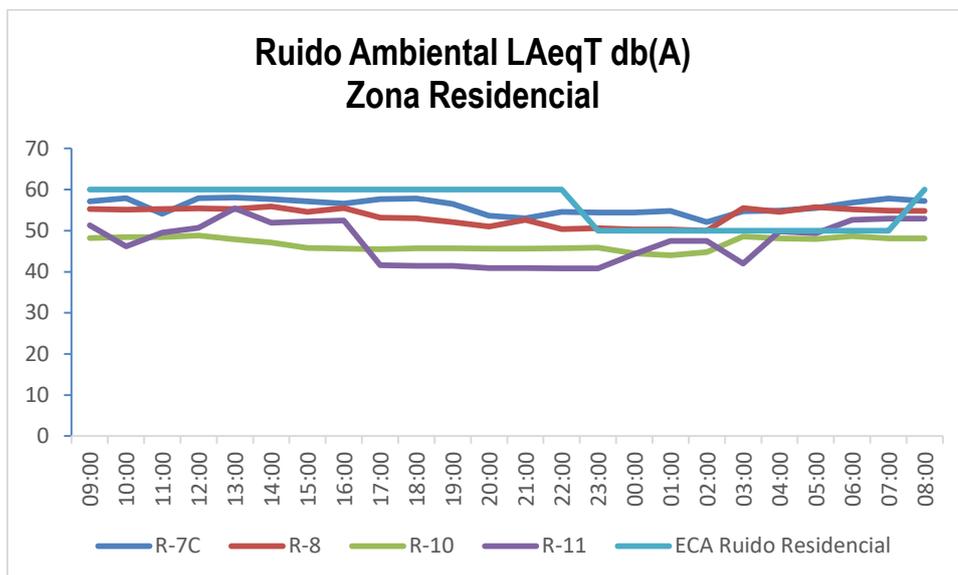
N° ALS LS		200267/2019-1.0	200268/2019-1.0	200269/2019-1.0	200266/2019-1.0	200271/2019-1.0	200270/2019-1.0
Fecha de Muestreo		01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora de Muestreo		08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental					
Identificación		R-4	R-5	R-7C	R-8	R-10	R-11
Parametro	Unidad						
LAeqT (24 horas)*	dBa	55.7	56.9	58	55.5	48.9	50.9
Lmáx (24 horas)*	dBa	73.6	76.3	76.1	74.7	63.8	75.2
Lmín (24 horas)*	dBa	43.9	41.6	45.8	38	45	42.2
LAeqT (Diurno)*	dBa	53.8	54.9	56.1	53.9	46.7	49.6
Lmáx (Diurno)*	dBa	71.6	74.1	74.4	73.3	63.2	73.1
Lmín. (Diurno)*	dBa	41.6	38.9	42.9	35.5	42.8	40.1
LAeqT (Nocturno)*	dBa	51.1	52.6	53.5	50.5	44.9	45
Lmáx (Nocturno)*	dBa	69.3	72.4	71.3	69.2	55.1	71
Lmín. (Nocturno)*	dBa	40.1	38.2	42.6	34.5	41	38
LAeqT (hora 01)*	dBa	55.9	56	57.1	55.3	48.2	51.3
Lmáx (hora 01)*	dBa	72.8	78.5	73.7	75.8	70.5	73.9
Lmín. (hora 01)*	dBa	42.4	40.6	44.9	37.4	35.1	41.6
Fecha01*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora01*	---	09:00:00	10:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	11:30:00
LAeqT (hora 02)*	dBa	55.9	57.9	57.9	55.1	48.4	46.2
Lmáx (hora 02)*	dBa	72.7	78	72.4	75.8	70.6	74.7
Lmín. (hora 02)*	dBa	43.4	40.7	44	37.8	44.3	41.4
Fecha02*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora02*	---	10:00:00	11:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	12:30:00
LAeqT (hora 03)*	dBa	55	59	54.1	55.3	48.4	49.5
Lmáx (hora 03)*	dBa	72.4	74.9	78.3	75.7	57.9	74.1
Lmín. (hora 03)*	dBa	42.6	40.2	44.1	37.1	44.8	41.4
Fecha03*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora03*	---	11:00:00	12:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	13:30:00
LAeqT (hora 04)*	dBa	54.9	51.1	57.9	55.4	48.8	50.7
Lmáx (hora 04)*	dBa	73.8	72.4	76.5	73.2	56.7	73.4
Lmín. (hora 04)*	dBa	43.8	39.6	44.9	37.2	45.3	41
Fecha04*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora04*	---	12:00:00	13:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	14:30:00
LAeqT (hora 05)*	dBa	54.9	53.9	58.1	55.3	47.9	55.4
Lmáx (hora 05)*	dBa	70.8	71.3	73	75.9	56.8	74.8
Lmín. (hora 05)*	dBa	42.6	39.9	44.8	37.9	45.2	41.5
Fecha05*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora05*	---	13:00:00	14:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00	15:30:00
LAeqT (hora 06)*	dBa	55.6	56.8	57.7	55.9	47.1	51.9
Lmáx (hora 06)*	dBa	70.8	70	75.8	75.2	62.5	74.1
Lmín. (hora 06)*	dBa	43.4	39.2	44.6	37.8	43.8	41.3
Fecha06*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora06*	---	14:00:00	15:00:00	17:00:00	18:00:00	19:00:00	16:30:00
LAeqT (hora 07)*	dBa	55	59.7	57.1	54.6	45.8	52.2
Lmáx (hora 07)*	dBa	71.3	77.8	71.7	70.7	56.9	73.9
Lmín. (hora 07)*	dBa	43.3	40.6	44.6	37.9	43.9	41.4
Fecha07*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora07*	---	15:00:00	16:00:00	18:00:00	19:00:00	20:00:00	17:30:00
LAeqT (hora 08)*	dBa	55.1	57.8	56.6	55.5	45.6	52.5
Lmáx (hora 08)*	dBa	74.3	70.8	75.3	74.4	56	74.8
Lmín. (hora 08)*	dBa	43.7	39.5	43.8	37.7	42.7	40.8
Fecha08*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora08*	---	16:00:00	17:00:00	19:00:00	20:00:00	21:00:00	18:30:00
LAeqT (hora 09)*	dBa	54.2	55	57.7	53.2	45.5	41.6
Lmáx (hora 09)*	dBa	69.6	70.8	74	73.9	54	74.9
Lmín. (hora 09)*	dBa	44.7	39.6	42.6	37.4	42.7	40.4
Fecha09*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora09*	---	17:00:00	18:00:00	20:00:00	21:00:00	22:00:00	19:30:00
LAeqT (hora 10)*	dBa	54.2	51.2	57.8	53	45.7	41.4
Lmáx (hora 10)*	dBa	57.3	77.5	77.8	74.3	54.1	74.6
Lmín. (hora 10)*	dBa	44.3	39.8	41.4	36.8	41.9	40.6
Fecha10*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora10*	---	18:00:00	19:00:00	21:00:00	22:00:00	23:00:00	20:30:00
LAeqT (hora 11)*	dBa	55.5	52.3	56.5	52.1	45.7	41.4
Lmáx (hora 11)*	dBa	70.1	73.8	72.3	69.9	57	74.1
Lmín. (hora 11)*	dBa	44.1	39.3	41.5	36.5	40.9	40.2
Fecha11*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora11*	---	19:00:00	20:00:00	22:00:00	23:00:00	00:00	21:30:00

**Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental II**

N° ALS LS		200267/2019-1.0	200268/2019-1.0	200269/2019-1.0	200266/2019-1.0	200271/2019-1.0	200270/2019-1.0
Fecha de Muestreo		01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora de Muestreo		08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental					
		R-4	R-5	R-7C	R-8	R-10	R-11
Identificación							
Parametro	Unidad						
LAeqT (hora 12)*	dBA	53.3	57.3	53.6	51	45.6	40.9
Lmáx (hora 12)*	dBA	75.8	70.6	68.7	70.1	50.6	74.5
Lmín. (hora 12)*	dBA	42.2	39.2	41.5	36.3	41.8	39.1
Fecha12*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora12*	---	20:00:00	21:00:00	23:00:00	00:00	01:00:00	22:30:00
LAeqT (hora 13)*	dBA	53.9	55	53	52.6	45.6	40.9
Lmáx (hora 13)*	dBA	70.4	70.4	72.5	70.9	46.6	73
Lmín. (hora 13)*	dBA	39.9	39.7	42.1	36.3	40.9	39
Fecha13*	---	01/04/2019	02/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora13*	---	21:00:00	22:00:00	00:00	01:00:00	02:00:00	23:30:00
LAeqT (hora 14)*	dBA	51.2	54.5	54.6	50.4	45.7	40.8
Lmáx (hora 14)*	dBA	73.9		73.6	69.5	56.9	73.3
Lmín. (hora 14)*	dBA	39.9	38.6	43.6	35.6	41.1	40.1
Fecha14*	---	01/04/2019	02/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora14*	---	22:00:00	23:00:00	01:00:00	02:00:00	03:00:00	00:30:00
LAeqT (hora 15)*	dBA	51.3	52.4	54.4	50.6	45.9	40.8
Lmáx (hora 15)*	dBA	68.2	70	73.9	71	57.2	74.4
Lmín. (hora 15)*	dBA	41.2	38.7	42.3	35.3	41.8	39.9
Fecha15*	---	01/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora15*	---	23:00:00	00:00	02:00:00	03:00:00	04:00:00	01:30:00
LAeqT (hora 16)*	dBA	51.6	52.9	54.4	50.3	44.5	44.3
Lmáx (hora 16)*	dBA	73.9	72.1	70.4	71.7	56.7	69.8
Lmín. (hora 16)*	dBA	41.2	38.1	43.7	33.3	41.7	39.7
Fecha16*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora16*	---	00:00	01:00:00	03:00:00	04:00:00	05:00:00	02:30:00
LAeqT (hora 17)*	dBA	50.6	52.9	54.8	50.3	44	47.5
Lmáx (hora 17)*	dBA	64.4	73.5	70.5	71.7	57.3	69.1
Lmín. (hora 17)*	dBA	40.2	38.8	45.9	33.3	41.7	39
Fecha17*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora17*	---	01:00:00	02:00:00	04:00:00	05:00:00	06:00:00	03:30:00
LAeqT (hora 18)*	dBA	50.9	52.5	52.1	50	44.8	47.5
Lmáx (hora 18)*	dBA	68.4	77.4	72.3	67.1	60.6	69.6
Lmín. (hora 18)*	dBA	40.5	38.7	42.7	32.5	43.7	37.3
Fecha18*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora18*	---	02:00:00	03:00:00	05:00:00	06:00:00	07:00:00	04:30:00
LAeqT (hora 19)*	dBA	50	52.8	54.7	55.5	48.6	42
Lmáx (hora 19)*	dBA	66.7	73.2	70	72.4	60.4	69.5
Lmín. (hora 19)*	dBA	40.6	38.8	40.7	32.1	44.9	35.1
Fecha19*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora19*	---	03:00:00	04:00:00	06:00:00	07:00:00	08:00:00	05:30:00
LAeqT (hora 20)*	dBA	51.4	53.2	54.9	54.6	48.1	49.8
Lmáx (hora 20)*	dBA	68.4	70.4	73.9	70.1	60.3	69
Lmín. (hora 20)*	dBA	40.3	38.9	44.2	32	44.6	34.9
Fecha20*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora20*	---	04:00:00	05:00:00	07:00:00	08:00:00	09:00:00	06:30:00
LAeqT (hora 21)*	dBA	52.6	53.5	55.5	55.7	48	49.4
Lmáx (hora 21)*	dBA	64.3	70.1	75	74	60.4	69.6
Lmín. (hora 21)*	dBA	39.9	38.8	44.7	32.3	44.2	31.3
Fecha21*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora21*	---	05:00:00	06:00:00	08:00:00	09:00:00	10:00:00	07:30:00
LAeqT (hora 22)*	dBA	53.3	53.8	56.8	55.2	48.7	52.6
Lmáx (hora 22)*	dBA	73.4	71	71.5	74.2	59.9	73.1
Lmín. (hora 22)*	dBA	40.5	38.7	44.7	32.3	44.3	41.8
Fecha22*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora22*	---	06:00:00	07:00:00	09:00:00	10:00:00	11:00:00	08:30:00
LAeqT (hora 23)*	dBA	55.3	54.3	57.8	54.9	48.1	52.9
Lmáx (hora 23)*	dBA	68.4	74.5	77.2	75.5	58.6	73.1
Lmín. (hora 23)*	dBA	40.1	39.9	44.1	36.4	44.4	41.8
Fecha23*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora23*	---	07:00:00	08:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	09:30:00
LAeqT (hora 24)*	dBA	54.8	57.1	57.2	54.8	48.1	52.9
Lmáx (hora 24)*	dBA	71.7	77.1	73.2	73.3	57.6	73.1
Lmín. (hora 24)*	dBA	40.2	39.4	44.3	36.9	44.3	41.8
Fecha24*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora24*	---	08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00

### 4.4.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

#### 4.4.3.1. Ruido Ambiental

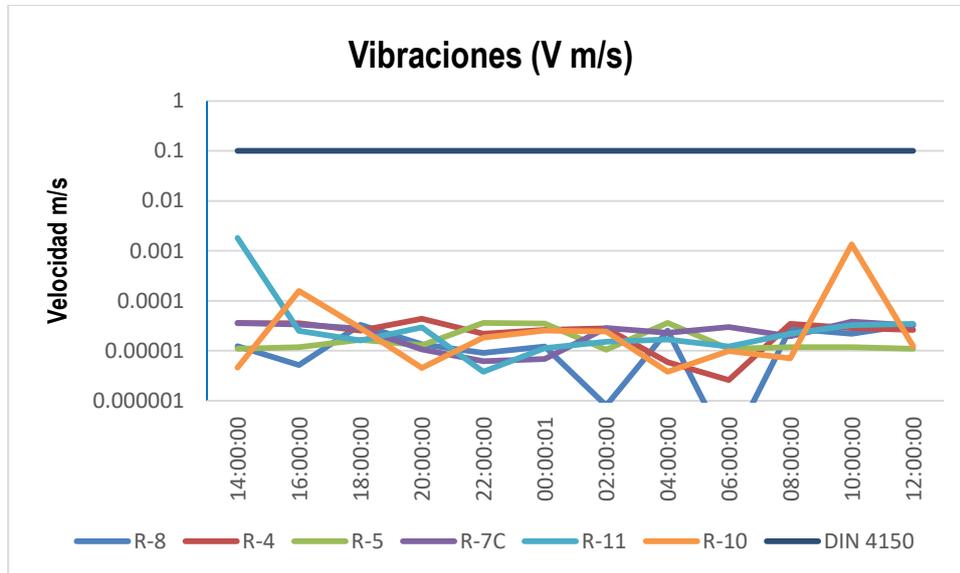


**Gráfico 52.** Variación espacial del ruido ambiental de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El ruido en el centro poblado de Calientes R-7C, Tala R-8, Chilota R-10 y Huachunta R-11 cumple con el ECA Ruido Residencial durante el periodo diurno y nocturno, excepto entre las 23 y 7 horas para las estaciones de R-7C y R-8 tiene picos de ruido ambiental a lo largo del día en forma periódica, se debe a una fuente periódica de ruido donde probablemente que se tiene mayor actividad debido a la salida de la población a sus centros de trabajo.

El monitoreo en el centro poblado de Chen Chen R-4 y San Antonio R-5 cerca de la Panamericana cumple con el ECA Ruido Comercial, excepto entre las 23 y 7 horas, donde se produce el mayor desplazamiento de vehículos.

#### 4.4.3.2. Vibraciones



**Gráfico 53.** Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

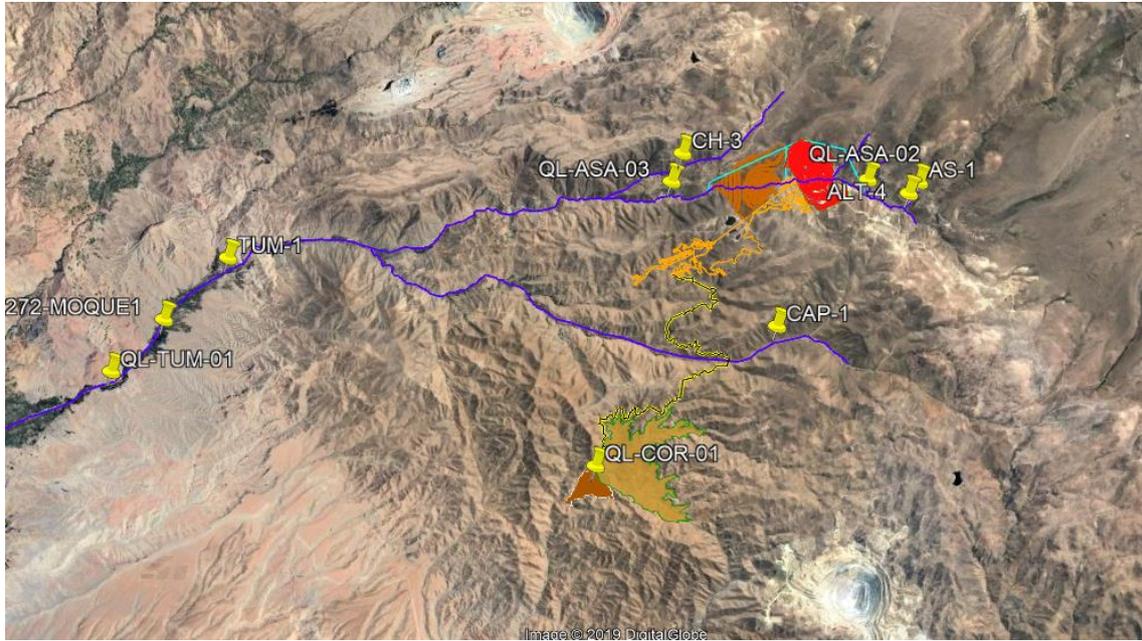
Los valores de vibraciones medidos en todas las estaciones de monitoreo expresados como velocidad, comparados con la Norma DIN 4150, no presentan riesgos de daño estructural los valores son menores a 0.00001 m/s

Los resultados del monitoreo de vibraciones, se presentan en el gráfico 53, no se realizó el monitoreo de vibraciones en la estación R-7B por problemas sociales.

## 4.5. MONITOREO DE SEDIMENTOS

### 4.5.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de sedimentos

#### Zona de operaciones, Moquegua e Ilo



#### Zona de Alta Montaña



**Figura 06.** Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo, zona de Alta montaña MAP-7 EH marzo 2019

#### 4.5.2. Resultados del monitoreo de sedimentos

Los resultados de sedimentos se presentan en las tablas 19 y 20, estos han sido comparados con los valores de fondo para la corteza terrestre propuestos por Taylor 1964. En el caso de que la concentración del elemento supere 10 veces el valor de fondo se podría estar en un escenario de acumulación geoquímica.

#### 4.5.3. Interpretación de los resultados de sedimentos

Se observa que en la zona de operaciones las concentraciones de arsénico y cadmio en el sedimento son mayores a los valores de fondo propuestos por Taylor para la corteza terrestre en todas las estaciones de monitoreo. La concentración de arsénico tomo valores entre 2.3 a 14.9 mg/kg, estos valores son mayores a 1.8 mg/kg, sin embargo, los valores no superan 10 veces el valor por lo que no se tiene evidencia de acumulación geoquímica de arsénico. La concentración de cadmio tomo valores entre 1.25 a 2.49 mg/kg, estos valores superan en más de 10 veces el valor de fondo de 0.2 mg/kg, se tiene acumulación geoquímica de cadmio a lo largo de la cuenca presentando los valores más altos en quebrada Cortadera QL-COR-01.

Otros metales que presentan valores superiores a los valores de fondo son plomo y antimonio sin embargo los valores no superan 10 veces el valor de fondo, por lo que no existe acumulación geoquímica de estos metales.

En la zona de alta montaña la concentración de arsénico en el sedimento es mayor a los valores de fondo propuestos por Taylor para la corteza terrestre en todas las estaciones de monitoreo. La concentración de arsénico tomo valores entre 4.0 a 171.6 mg/kg, estos valores son mayores a 1.8 mg/kg. En el río Vizcachas QL-VIZ-01, río Chilota QL-BCHI-06, QL-BCHI-07 las concentraciones superan 10 veces el valor por lo que se tiene evidencia de acumulación geoquímica de arsénico. La concentración de boro tomo valores entre 25.8 mg/kg, en el río Vizcachas QL-VIZ-01, este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 10 mg/kg, la concentración de cobre en el río Vizcachas QL-VIZ-01 tomo valores de 59.8 mg/kg este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 55 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Litio tomo valores de 27.2 este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 20.0 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Molibdeno tomo valores de 5.5 mg/kg valor mayor a 1.5 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Antimonio tomo valor de 2.1 mg/kg valor mayor a 0.2 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de antimonio fue 2.1 mg/kg, para QL-BCHI-06 valor de 0.8 mg/kg, QL-VIZ-05 valor de 0.5 mg/kg no superan en más de 10 veces el valor de fondo de 0.2 mg/kg. No se evidencia acumulación geoquímica para ningún caso.



Tabla 19. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP 7 EH

Producto declarado			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Valores de Fondo en la Corteza Terrestre Taylor 1964
Matriz analizada			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	
Fecha de muestreo			2019-03-22	2019-03-22	2019-03-22	2019-03-23	2019-03-23	2019-03-24	2019-03-24	2019-03-25	2019-03-25	2019-03-25	
Hora de inicio de muestreo (h)			09:55	11:30	12:45	14:00	16:06	13:40	11:10	14:48	13:15	11:20	
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente			TUM-1	QL-TUM-01	18272-MOQUE1	QL-ASA-03	CH-3	CAP-1	QL-COR-01	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	
Código del Laboratorio			19031895	19031896	19031897	19031898	19031899	19031900	19031901	19031902	19031903	19031904	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados										
<b>Metales</b>													
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	3522.2	3723.2	4093.8	6883.3	3087.8	4826.5	8951.9	3192.9	4446.2	4050.0	82300.0
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	5.5	6.0	7.3	2.3	1.6	3.8	14.9	2.8	2.6	3.3	1.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	0.6	<0.2	<0.2	<0.2	6.0	<0.2	<0.2	<0.2	10
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	34.5	34.6	51.8	110.6	78.7	74.4	128.9	56.4	68.0	89.1	425.0
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.14	0.14	0.25	0.28	0.22	0.22	0.41	0.18	0.24	0.23	2.8
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	3961.2	4311.3	7319.1	1921.1	1602.7	1941.5	4268.4	1803.9	2042.4	2282.8	41500.0
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.71	1.52	1.25	1.33	1.27	2.46	2.49	1.64	1.26	2.27	0.2
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	27.3	27.7	28.9	32.2	22.1	32.0	51.1	21.2	23.3	25.2	60.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	4.47	4.09	3.72	7.35	4.21	6.50	8.27	5.69	4.67	8.98	25.0
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	9.20	7.79	2.24	4.29	3.70	10.24	7.01	11.32	7.60	11.05	100.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	31.3	33.2	22.5	226.0	27.7	30.2	52.8	35.0	20.0	15.6	55.0
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	12500.0	11276.5	7481.2	9351.7	6879.1	16210.8	16336.7	9261.1	7111.7	13547.0	56300.0
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	598.2	653.3	663.0	751.6	1204.0	905.8	1738.3	290.1	417.9	498.0	20900.0
Litio (Li)	0.3	mg/kg	4.6	5.1	6.8	2.6	2.8	5.1	18.7	1.8	1.9	2.5	20.0
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	3198.8	3366.1	3126.3	1939.4	2042.1	4309.3	6190.7	1150.6	1024.9	2139.0	23300.0
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	241.26	255.94	299.34	360.52	391.50	692.83	528.57	246.43	206.48	363.81	950.0
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	0.4	0.9	0.3	<0.2	0.8	<0.2	<0.2	<0.2	1.5
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	149.7	163.5	368.4	256.8	158.8	95.0	375.7	230.1	288.6	365.8	23600.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	3.69	3.34	2.41	5.59	2.79	3.92	5.53	6.93	5.12	8.40	75.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	482.2	493.4	463.1	343.3	339.0	446.0	598.9	459.1	449.9	532.1	1050.0
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	7.02	6.41	7.17	10.75	13.59	66.16	22.00	10.50	10.67	7.53	12.5
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.3	<0.2	0.4	<0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.2	0.4	0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.1
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	<0.1	0.4	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	2.0
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	21.1	21.2	35.0	32.5	15.4	16.6	53.1	18.7	23.1	27.7	375.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	203.71	194.99	114.92	577.64	352.30	267.62	461.14	594.12	521.57	716.15	5700.0
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.5
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	38.48	34.56	15.80	29.62	23.85	52.87	41.64	39.02	28.63	55.13	135.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	22.0	20.8	35.8	30.3	19.3	44.8	58.1	36.0	27.8	36.7	70.0



Tabla 20. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de Alta Montaña MAP 7 EH

Producto declarado			Sedimento	Sedimento	Valores de Fondo en la Corteza Terrestre Taylor 1964							
Matriz analizada			Sedimento									
Fecha de muestreo			2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-27	2019-03-27	2019-03-27	2019-03-28	2019-03-28		
Hora de inicio de muestreo (h)			10:35	12:15	13:10	10:25	09:30	12:20	11:50	11:00	12:40	
Condiciones de la muestra			Conservada									
Código del Cliente			QL-VI7-01	QLBHUA-01	QLBHUA-05	QL-BCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	
Código del Laboratorio			19040144	19040145	19040146	19040147	19040148	19040149	19040150	19040151	19040152	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados									
<b>Metales</b>												
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	31967.5	6851.3	4286.2	7075.4	4081.7	2401.5	3945.9	5560.6	3502.6	82300.0
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	171.6	9.2	7.9	107.2	16.5	52.2	4.0	7.5	3.9	1.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	25.8	0.8	<0.2	0.8	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	10
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	159.9	168.6	132.4	135.6	96.2	77.9	74.2	109.4	76.6	425.0
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	1.30	0.27	0.14	0.23	0.16	<0.03	0.17	0.33	0.16	2.8
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	1235.3	2567.8	1498.5	3721.9	3015.8	1550.4	1228.8	1065.2	1257.4	41500.0
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	4.33	1.35	0.91	1.69	2.69	1.37	0.79	0.91	0.81	0.2
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	48.5	40.8	14.7	31.5	30.9	18.7	16.9	31.3	21.6	60.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	10.84	9.67	4.01	8.33	9.42	5.03	5.73	4.33	4.77	25.0
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	9.96	6.90	3.97	7.26	10.00	5.79	2.31	3.35	2.85	100.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	59.8	28.0	16.8	21.9	9.7	11.1	7.3	10.9	10.0	55.0
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	11317.7	8232.0	15080.0	>20000	12597.5	7578.9	8639.5	7637.0	56300.0
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	1538.7	1748.0	1177.7	1501.3	1086.0	732.0	795.6	1138.8	1000.2	20900.0
Litio (Li)	0.3	mg/kg	27.2	4.7	3.0	7.7	3.5	2.4	2.5	3.4	3.2	20.0
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	3050.5	2923.6	2722.0	3577.4	2515.2	1029.0	960.7	2207.0	1801.0	23300.0
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	274.54	190.89	60.29	443.59	418.38	155.50	211.96	194.82	212.39	950.0
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	5.5	0.7	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1.5
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	349.7	309.3	189.5	537.7	246.4	160.1	182.9	172.4	200.5	23600.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	10.14	5.57	3.76	5.99	5.17	3.01	2.82	2.74	2.20	75.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	1785.6	452.1	704.5	611.5	509.1	717.8	243.4	347.9	234.9	1050.0
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	70.17	6.65	3.22	5.42	9.72	2.33	2.74	6.86	3.50	12.5
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	2.1	<0.2	<0.2	0.8	0.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.1
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.7	0.3	0.2	0.3	0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	2.0
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	29.9	39.0	19.5	63.0	25.6	13.5	17.9	20.6	18.5	375.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	468.75	786.03	623.91	757.95	1022.48	735.52	440.04	512.44	486.76	5700.0
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.5
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	50.69	53.06	27.22	49.02	91.60	44.63	23.78	24.64	24.83	135.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	105.1	38.5	21.5	28.9	48.5	21.7	20.2	22.4	17.0	70.0

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Los eventos sociales no han permitido el monitoreo de algunas estaciones de monitoreo
- ✓ La calidad del agua superficial en Moquegua, Ilo, Zona de Operaciones y Zona de Alta montaña mantiene su calidad tal como viene registrándose en estudios anteriores en época húmeda desde el año 2013, conforme a lo establecido en la validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto. La influencia de lluvia diluye algunos parámetros y puede también permitir el ingreso de otros por escorrentías como el aluminio, hierro y manganeso.
- ✓ La calidad del agua aguas arriba y aguas debajo del área de operaciones es de buena calidad con respecto a la línea base MAP 1,2,4 y 5 cumple con lo establecido en el ECA Agua categoría 3 para riego conforme a lo establecido en el D.S. 004-2017 MINAM.
- ✓ La calidad de suelo registra niveles de As y Pb en las estaciones de monitoreo zona de Cortadera QU-167 acumulación geoquímica de arsénico (As) y zona de Caracoles QU-28 acumulación geoquímica de plomo (Pb) excediendo notablemente el ECA de suelo uso agrícola establecido en el D.S. 011-2017 MINAM para el caso de Pb.
- ✓ La calidad del aire registrada en el MAP 7 época húmeda es buena y cumple con todos los parámetros de calidad establecidos en el ECA Aire. Los resultados son similares a los obtenidos en los MAP 3, 4 y 5.
- ✓ Las estaciones de monitoreo de ruido ambiental R-7C (Calientes), R-8 (Tala) y R-10 (Chilota) y R-11 (Huachunta) registrado valores de ruido ambiental que cumplen con el ECA ruido de zona residencial, se encuentran influenciados por las actividades agrícolas, ganaderas y otras. de la población por el ruido vehicular que pasa por la carretera Panamericana. Para la zona comercial se tiene valores de ruido que cumplen con los ECA ruido comercial en las estaciones de monitoreo R-4 (Chen Chen) y R-5 (San Antonio) influenciadas por desplazamiento vehicular.
- ✓ En la zona de operaciones, Moquegua, cuenca de los ríos Capillune, Cortadera y Asana, se tiene evidencia de acumulación geoquímica de Cadmio en los sedimentos. En la zona de alta montaña en los ríos Vizcachas y Chilota se tiene evidencias de acumulación geoquímica de Arsénico, siendo el río Vizcachas el de mayor acumulación, el río Vizcachas presenta acumulación geoquímica de cadmio y también el río Vizcachas presenta acumulación geoquímica de antimonio.

## 6. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de la composición mineralógica del suelo en la quebrada Millune, río Capillune, zona cercana al embalse y cuenca del río Chilota, para el mejor entendimiento de los resultados de calidad de agua.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Campaña Siete de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época marzo 2019.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Sexta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época húmeda octubre 2018.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Quinta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época húmeda marzo 2017.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire setiembre 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire marzo 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Segunda Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Marzo abril 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento, aire y suelo abril 2015 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA abril del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA setiembre del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA diciembre del 2018.