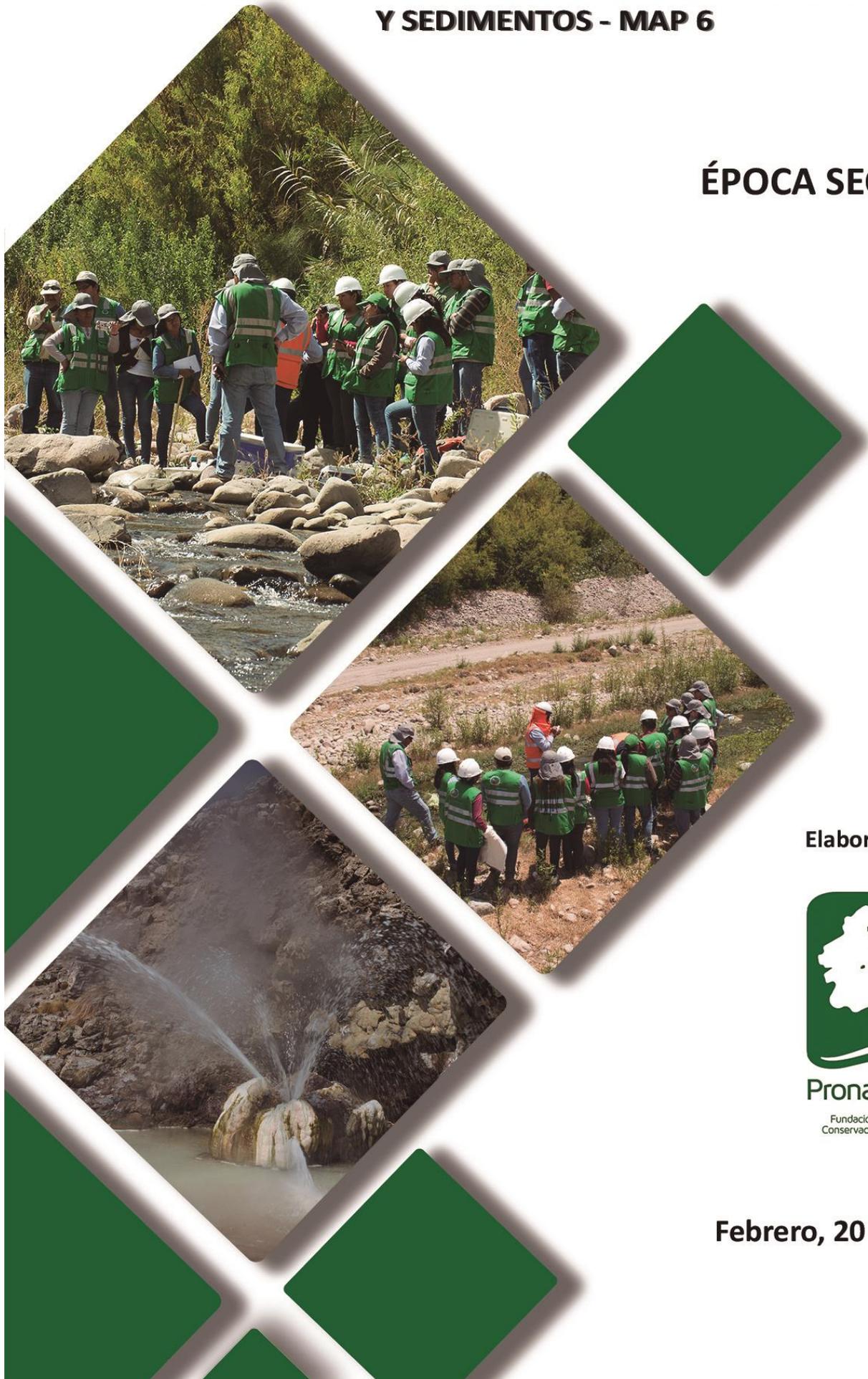


**INFORME DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL
MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO
DEL PROYECTO QUELLAVECO
AGUA SUPERFICIAL, AIRE, SUELO, RUIDO, VIBRACIONES
Y SEDIMENTOS - MAP 6**

ÉPOCA SECA



Elaborado por:



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza

Febrero, 2019

INDICE

1. GENERALIDADES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
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.....	106
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire	107
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio	108
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	109
5. CONCLUSIONES	138
6. RECOMENDACIONES	142
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142

PRESENTACION DE RESULTADOS DE SEXTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP-6 EPOCA SECA 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 Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 6 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.

MAP-3

¹ “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.

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).

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.

2. 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).

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.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Sexta Campaña de MAP-6 época seca

3.2. Objetivos Específicos

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

4. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de alta montaña

En el MAP-6 época seca, 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-6 ES

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-6 época seca, se monitorearon 17 estaciones de monitoreo de agua superficial (ALT -04, AS- 01, P-11, AS-04, 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.

Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP-6 ES

Estación	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
ALT -04	330645	8107397	Río Altarani, aguas arriba del área del Proyecto.
AS- 01	331045	8107820	Aguas arriba del área del proyecto
P-11	329803	8107688	Río Asana, aguas arriba de la confluencia con el río millune
AS-04	328934	8108131	Río Asana
P-12	321575	8107971	Río Asana
P-01	329328	8108128	Río Millune
P-10	328851	8109515	Quebrada Sarallenque
QCH	325307	8111144	Aguas arriba de la bocatoma del canal de irrigación de la comunidad de TALA, antes del puente de la carretera hacia el proyecto Quellaveco.
CH-03	321998	8109036	Río Charaque
CORT-1	318518	8097100	Quebrada Cortadera
CAP-01	326840	8102473	Río Capillune
CAP-02	313843	8104495	Río Capillune
13172Rtumi	300020	8100959	Río Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua.
MQ-3	291101	8098064	Río Moquegua
13172RMoqu1	290125	8095445	Río Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172RMoqu2	286468	8079914	Río Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle
13172Rosmo1	266686	8057260	Río Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS Ilo.

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP-6 época seca, se monitorearon 07 estaciones de monitoreo de aire los puntos KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10 como se observa en la tabla 03.

Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP-6 ES

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	3300218	8107538	Cerro Samanape
KPA4	321194	8109045	Tala punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA9	315390	8106188	Poblado Coscore.
KPA10	355530	8159651	Vizcachas.

Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones

En el MAP-6 época seca, se monitorearon 07 estaciones de ruido ambiental los puntos R-4, R-5, R-7B, R-7C, R-10, R-11, como se observa en la tabla 04. La estación R-8 no se monitoreo debido a problemas sociales de la zona de muestreo.

Tabla 04. Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones del MAP-6 ES

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.

Monitoreo de Calidad de Calidad de Suelo

En el MAP-6 época seca, 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-6 ES

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 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, 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	Área 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

Monitoreo de Sedimentos

En el MAP-6 época seca, 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-6 ES

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 tunel 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-6 ES:

El monitoreo de calidad de agua, aire, suelo, ruido ambiental, vibraciones y sedimentos se realizó del 22 de octubre al 13 de diciembre, donde participaron 120 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.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

5.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de alta montaña del MAP-6 época seca, octubre 2018

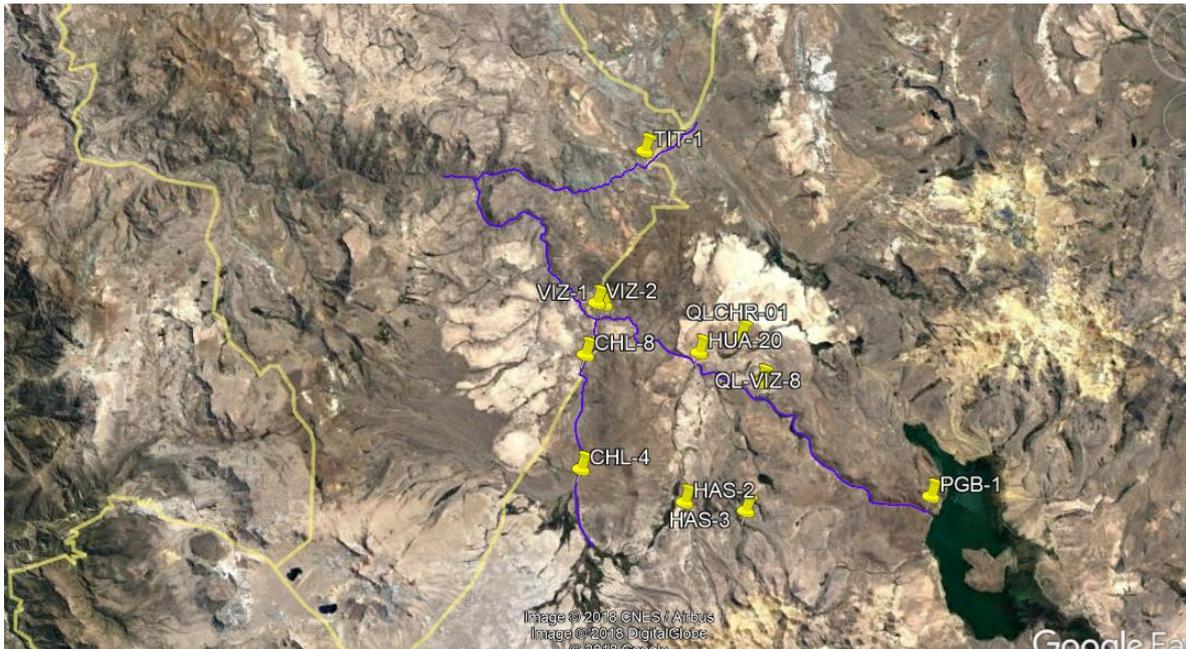
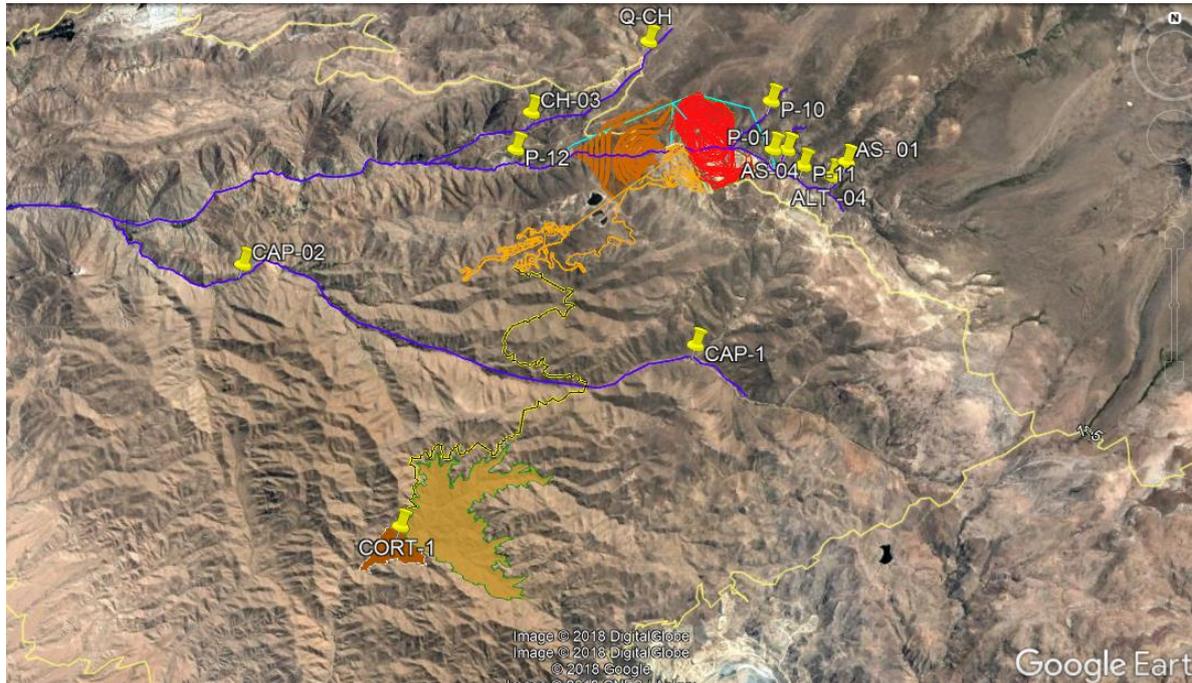


Figura 02. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 época seca, octubre 2018



Zona de Operaciones



Moquegua e Ilo

5.1.2. Determinación de los Caudales

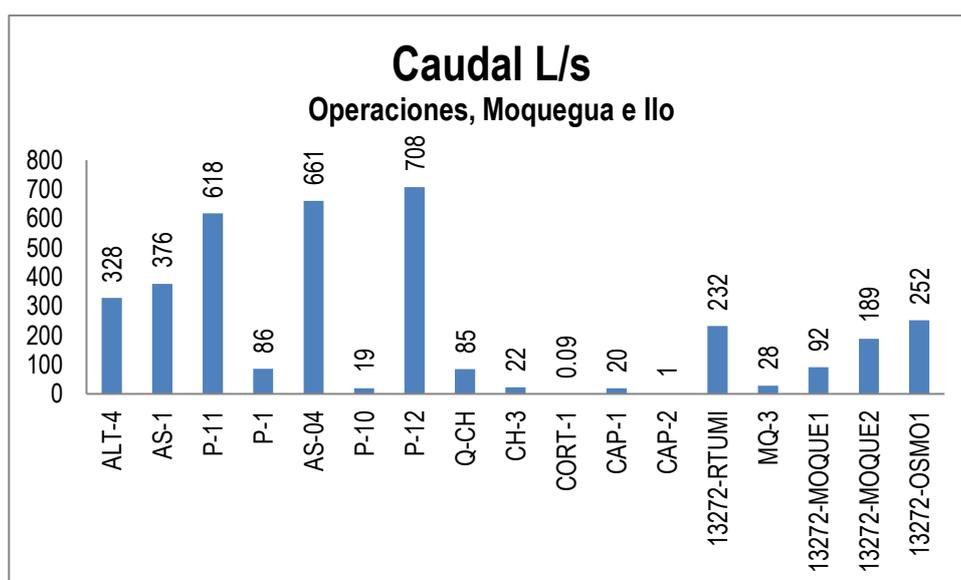
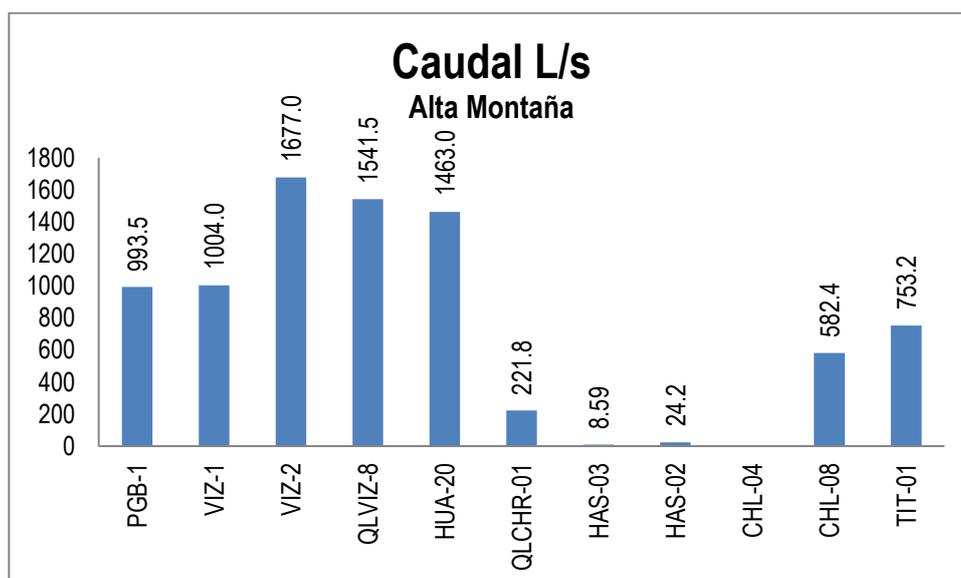


Gráfico 01. Caudales medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

En la cuenca del Vizcachas la estación PGB-1 (993.5 L/s) cercana al embalse de Pasto Grande valores superiores a los obtenidos en los MAPs 3, 4 y 5 (1.6 – 59.8 L/s), estos valores de caudal se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 1541.5 L/s en la estación QLVIZ-8 y 1677 L/s en la estación VIZ-2, al comparar los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores están dentro de los esperados para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de 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 Chilota la estación CHL-8 (582.4 L/s) presenta un caudal que se encuentra dentro de lo esperado con la validación de la línea de base ambiental para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (438 – 5796 L/s).

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 753.2 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 seca. 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 (24.2 L/s), HAS-3 (8.59 L/s) presentan valores de caudal similares a los obtenidos en los MAP-3, 4 y 5 HAS-2 (21.2 -61.6 L/s), HAS-3 (4.8 – 1024.7 L/s), el caudal en la estación HUA-20 (1463.0 L/s) el valor fue muy superior a lo encontrado en los MAP-3, 4 y 5 (15.9 – 86.5 L/s).

En la cuenca del río Chincune la estación QLCHR-01 (221.8 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 (328 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 seca. La cuenca del río Asana en la estación AS-1 (376 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 (618 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 seca. El caudal en la estación AS-04 (661 L/s) presenta un caudal similar a lo registrado en los MAP 1, 2, 4 y 5 (480 – 854-3 L/s) esto indica época seca en el periodo de monitoreo. El caudal en la estación P-12 (708 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 seca en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Millune estación P-01 (86 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 seca en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Sarallenque estación P-10 (19 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 seca en el periodo de monitoreo.

El cuadal del río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 22 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 seca en el periodo de monitoreo. La estación Q-CH presento un caudal de 85 L/s similar a lo obtenido para CH-3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presento un caudal mínimo de 0.09 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 1.0 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 seca en el periodo de monitoreo. La estación CAP-1 presenta un caudal de 20 L/s que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (3 – 1330 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Tumilaca en la estación 13172RTumi1 (232 L/s) es menor a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (261.2 – 707.8 L/s) corresponde a época seca.

El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (92 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 seca. El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (189 L/s) es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (185.5 – 699.6 L/s) corresponde a época seca. El caudal en la estación MQ-3 fue de 28 L/s este valor será referencial para monitoreos posteriores.

El caudal del río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (252 L/s) es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (143.3 – 983 L/s) corresponde a época seca.

5.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

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

Fecha de Muestreo			28/10/2018	01/11/2018	01/11/2018	29/10/2018	29/10/2018	
Hora de Muestreo			11:15:00	12:30:00	11:30:00	10:40:00	12:40:00	
Tipo de Muestra		Estación de Muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Método de Análisis	LD	Unidad						
002 ENSAYOS EN CAMPO								
Caudal (L/s)*	---	L/s	993.5	1004.0	1677.0	1541.5	1463.0	---
Conductividad	---	uS/cm	766	620	811	638	797	2500
Oxígeno Disuelto.	---	mg/L	6.47	5.85	6.48	6.15	5.93	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	4.04	4.91	6.99	4.69	4.76	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	13.8	18.2	18.2	15.4	18.6	---
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	<1.0	3.7	8.6	<1.0	<1.0	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	<1.0	3.7	8.6	<1.0	<1.0	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO ₃ /L	<1.2	4.5	10.6	<1.2	<1.2	518
Carbonato	0,6	mg CO ₃ -2/L	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	108.4	110.3	88.7	116.5	108.5	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0,006	mg/L	16.035	25.649	31.22	21.715	22.14	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	515	364	311	410	517	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	<2	24	25	8	15	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.033	0.08	0.063	0.046	0.048	---
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 ⁻ /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
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	<0.006	0.521	0.335	0.658	0.607	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES								
Bromuro, Br ⁻	0,001	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	---
Cloruros, Cl ⁻	0,020	mg/L	82.68	65.28	50.97	77.4	77.6	500
Fluoruros, F ⁻	0,002	mg/L	0.359	0.292	0.236	0.342	0.348	1
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	0.058	0.147	0.111	0.103	0.104	---
Nitritos, (como N)	0,001	mg NO ₂ -N/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	10
Sulfatos, SO ₄ -2	0,015	mg SO ₄ -2/L	192.1	148.2	108.3	173.4	177.9	1000
Parámetros Orgánicos								
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 ₂ /L	2	12	11	3	8	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.2
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS								
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	<1.8	<1.8	23	<1.8	<1.8	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	33	170	790	9.3	49	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

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

Fecha de Muestreo			28/10/2018	01/11/2018	01/11/2018	29/10/2018	29/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			11:15:00	12:30:00	11:30:00	10:40:00	12:40:00	
Tipo de Muestra		Estación de Muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	
Método de Análisis	LD	Unidad						
Metales								
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	7.016	2.299	1.621	4.433	3.597	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	0.00076	< 0.00004	< 0.00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.00428	0.0031	0.04371	0.00244	0.00217	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0503	0.1054	0.0788	0.0835	0.0945	0.7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	0.00092	0.0005	< 0.00002	0.00079	0.00069	0.1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	1.339	1.158	0.818	1.35	1.149	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	0.00372	0.0021	0.00136	0.00286	0.00285	0.01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	29.25	27.98	22.04	28.55	29.87	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	0.03049	0.01699	0.01058	0.02299	0.02192	0.05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.01373	0.00533	0.004	0.00523	0.00344	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	0.3097	0.2916	0.2468	0.2979	0.3115	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	< 0,015	0,042	0,054	0,042	0,040	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	1.064	0.639	0.8625	0.3869	0.4109	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.4178	0.286	0.1976	0.3695	0.3453	2.5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	8.335	8.396	6.186	8.677	8.915	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	1.992	1.786	1.139	1.847	1.974	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	< 0.00002	< 0.00002	0.00068	< 0.00002	< 0.00002	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	0.028	0.0186	0.0117	0.0229	0.0231	0.2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	0.0081	0.0006	0.0006	0.0011	0.0005	0.05
Potasio (K)	0,04	mg/L	12.04	11	8.32	11.24	11.75	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	9	14	17.4	12.4	11.7	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	58.62	49.62	38.43	53.77	54.56	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	0.00061	< 0.00002	< 0.00002	0.0004	0.00042	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0096	0.0174	< 0.0002	< 0.0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0009	0.0023	< 0.0001	< 0.0001	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0.3676	0.3312	0.1547	0.298	0.297	2
Otros								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	0.064	0.032	< 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		Fecha y Hora de Muestreo	29/10/2018	28/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	27/10/2018	
Hora de Muestreo			11:40:00	12:55:00	14:00:00	15:30:00	11:20:00	
Tipo de Muestra		Estación de Muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Método de Análisis	LD	Unidad						
002 ENSAYOS EN CAMPO								
Caudal (L/s)*	---	L/s	221.8	8.59	24.2	582.4	753.2	---
Conductividad	---	uS/cm	202	76.4	133.5	206	9830	2500
Oxígeno Disuelto.	---	mg/L	6.78	5.83	6.18	6.9	4.64	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.94	7.39	7.42	9.49	7.68	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	17.5	19.4	14.2	21.3	25.4	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	13	10.5	12.2	13.6	158.8	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	31.9	10.5	12.2	37.1	158.8	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO ₃ ⁻ /L	15.8	12.8	14.8	16.6	193.8	518
Carbonato	0,6	mg CO ₃ ⁻² /L	11.4	< 0.6	< 0.6	14.1	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	20.9	17.1	28.4	33.5	606.7	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0,006	mg/L	42.644	44.138	50.787	51.496	44.971	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	131	60	78	144	8120	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	3	7	7	6	114	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.063	0.038	0.109	0.074	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.105	0.113	0.144	0.167	0.329	---
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 ⁻ /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
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	< 0.006	< 0.006	< 0.006	0.029	5.55	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES								
Bromuro, Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros, Cl-	0,020	mg/L	2.528	0.323	0.4	24.58	2797	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0.117	0.077	0.079	0.139	0.606	1
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	< 0.003	< 0.003	0.133	0.006	0.483	---
Nitritos, (como N)	0,001	mg NO ₂ -N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos, SO ₄ ⁻²	0,015	mg SO ₄ ⁻² /L	16.93	20.72	35.57	21.79	907.9	1000
Parámetros Orgánicos								
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 ₂ /L	17	7	8	9	19	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0.005	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.013	0.2
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS								
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	23	110	2	17	2	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	5400	350	1700	350	70	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

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

Fecha de Muestreo		Fecha y	29/10/2018	28/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	27/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo		Hora de	11:40:00	12:55:00	14:00:00	15:30:00	11:20:00	
Tipo de Muestra		Estación de Muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	
Método de Análisis	LD	Unidad						
Metales								
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.016	0.021	0.017	0.775	15.51	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	0.00033	< 0.00004	< 0.00004	0.0021	0.00243	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.0066	0.00123	0.00769	0.15166	0.6386	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0207	0.0118	0.0204	0.0159	0.0701	0.7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.00099	0.1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.091	0.014	0.011	0.295	27.35	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.01217	0.01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	5.54	4.73	8.15	10.69	187	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00055	0.08896	0.05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0.00329	0.7765	0.2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0009	0.1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0503	0.0485	0.0705	0.1675	4.78	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0,093	0,050	0,098	0,052	< 0,015	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.3054	0.7143	0.05	1.235	4.105	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.0064	0.0011	0.0014	0.0368	4.995	2.5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	1.815	1.389	2.648	2.361	43.48	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.01537	0.00888	0.00104	0.04228	2.85	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	0.00169	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0005	0.0571	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	0.0004	< 0.0002	0.05
Potasio (K)	0,04	mg/L	3.53	2.7	3.63	3.92	95.04	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	21.7	21.3	25.6	23.4	25.8	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	11.35	4.803	5.432	20.2	1520	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.00132	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0014	< 0.0002	0.0302	< 0.0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.001358	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0013	0.0036	0.0045	0.0053	0.0004	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	0.7538	2
Otros								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	0.036	< 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			23/10/2018	23/10/2018	22/10/2018	22/10/2018	23/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			11:40:00	10:35:00	11:20:00	14:35:00	12:30:00	
Estación de Muestreo			ALT-4	AS-1	P-11	P-1	AS-04	
Método de Análisis	LD	Unidad						
002 ENSAYOS EN CAMPO								
Caudal (L/s)*	---	L/s	328.1	376.1	617.6	85.9	660.8	---
Conductividad	---	uS/cm	71.9	187.1	128.4	431	134.3	2500
Oxígeno Disuelto.	---	mg/L	6.81	7.34	6.81	6.47	7.1	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.9	7.74	7.81	4.46	7.9	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	14	13.3	15	16.2	13.9	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	18.1	26.2	23.7	< 1.0	24.5	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	18.1	26.2	23.7	< 1.0	24.5	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO ₃ /L	22.1	31.9	28.9	< 1.2	29.9	518
Carbonato	0,6	mg CO ₃ -2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	11.5	43.5	34	107	29	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0,006	mg/L	31.047	35.218	19.181	60.245	35.434	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	41	114	97	348	93	---
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	3	4	6	2	6	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.014	0.008	0.007	0.007	0.012	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.062	0.078	0.121	0.091	0.068	---
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 ⁻ /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
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	0.023	0.018	< 0.006	< 0.006	0.071	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES								
Bromuro, Br-	0,004	mg/L	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	---
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	1.268	0.953	0.805	0.963	1.093	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0.051	0.076	0.065	0.399	0.072	1
Nitratos, (como N)*	0,002	mg NO ₃ -N/L	< 0.004	< 0.004	< 0.002	0.055	< 0.004	---
Nitritos, (como N)*	0,004	mg NO ₂ -N/L	10.27	38.79	< 0.004	< 0.004	26.54	10
Sulfatos, SO ₄ -2	0,050	mg SO ₄ -2/L	< 0.004	< 0.004	24.57	190.6	< 0.004	1000
Parámetros Orgánicos								
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 ₂ /L	10	5	17	13	14	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.2
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS								
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	2	2	2	< 1.8	2	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	1600	170	1400	6.8	1400	---

 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			23/10/2018	23/10/2018	22/10/2018	22/10/2018	23/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			11:40:00	10:35:00	11:20:00	14:35:00	12:30:00	
Estación de Muestreo			ALT-4	AS-1	P-11	P-1	AS-04	
Método de Análisis	LD	Unidad						
Metales								
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.034	0.069	0.076	13.05	0.095	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.00092	0.00126	0.00109	0.00051	0.00106	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0071	0.0127	0.0113	0.0181	0.012	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	0.017	0.034	0.031	0.02	0.024	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	3.57	13.69	9.61	31.13	9.69	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00207	< 0.00001	0.05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.00078	0.00096	0.00101	0.00735	0.0023	0.2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	0.0004	0.0003	< 0.0001	< 0.0001	0.0003	0.1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0317	0.0957	0.0707	0.3511	0.069	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0.052	0.058	0.045	< 0.015	0.057	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.0804	0.4629	0.2474	0.2452	0.2351	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0021	0.0016	0.0045	0.0013	2.5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	0.735	2.485	1.789	6.968	1.767	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.00272	0.02459	0.01549	0.37755	0.01387	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	0.00034	0.00042	< 0.00002	< 0.00002	0.00051	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0007	< 0.0002	0.0027	< 0.0002	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	1.57	1.9	1.83	3.15	1.8	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	15.1	19.2	20	29.8	17.3	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	4.145	8.126	6.475	11	6.525	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0013	0.0025	0.0028	0.0011	0.0036	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0045	0.0025	0.0034	0.0015	0.0033	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	0.0266	< 0.0100	2
Otros								
Fosfatos	0,004	mg PO4-3-P/L	0.051	< 0.002	< 0.004	< 0.004	0.019	---

 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			22/10/2018	25/10/2018	25/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	26/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			13:15:00	12:10:00	09:15:00	10:40:00	15:00:00	13:15:00	
Estación de Muestreo			P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
002 ENSAYOS EN CAMPO									
Caudal (L/s)*	---	L/s	19.2	708.3	84.6	22.4	0.1	19.5	---
Conductividad	---	uS/cm	57	145.4	73.8	97.2	1823	82.3	2500
Oxígeno Disuelto.	---	mg/L	6.24	7.22	7.45	7.29	6.33	5.93	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.97	8.32	8.01	8.57	8.83	7.98	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	17.7	15.6	12	14.8	20	18.4	---
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS									
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	22.2	11.3	22.7	28.6	99.3	30.7	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	22.2	11.3	22.7	28.6	99.3	30.7	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	27.1	13.8	27.6	34.9	121.1	37.4	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	11	48.7	21.9	26.1	548.4	23.9	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	20.677	37.213	32.364	31.241	36.658	26.384	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	45	109	76	80	1270	63	---
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	7	15	8	< 2	5	2	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos									
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.013	< 0.005	0.016	0.031	0.039	0.051	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.079	0.145	0.112	0.085	0.091	0.084	---
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 ⁻ /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
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	0.047	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES									
Bromuro, Br-	0,004	mg/L	< 0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	0.782	0.82	0.71	1.47	282.1	0.712	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0.043	0.116	0.07	0.08	1.778	0.088	1
Nitratos, (como N)*	0,002	mg NO3-N/L	< 0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Nitritos, (como N)*	0,004	mg NO2-N/L	< 0.004	48.18	10.77	14.91	415	8.836	10
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg SO4-2/L	2.802	< 0.020	< 0.020	< 0.020	0.038	0.049	1000
Parámetros Orgánicos									
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	16	3	2	4	7	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	0.074	0.007	< 0.002	< 0.002	0.2
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS									
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	< 1.8	< 1.8	2	2	14	9.3	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	130	350	1400	32	5400	2400	---

 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			22/10/2018	25/10/2018	25/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	26/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			13:15:00	12:10:00	09:15:00	10:40:00	15:00:00	13:15:00	
Eslación de Muestreo			P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
Metales									
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.102	1.754	0.136	0.028	0.055	0.044	5
Antimonio (Sb)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
Arsénico (As)	0,0003	mg/L	0.00099	0.00105	0.00112	0.00123	0.00248	0.00085	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0091	0.015	0.0165	0.0215	0.0725	0.0239	0.7
Berilio (Be)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.1
Bismuto (Bi)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.021	0.035	0.04	0.053	2.49	0.035	1
Cadmio (Cd)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	3.07	13.46	5.75	7.58	166.3	6.31	---
Cobalto (Co)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.00047	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.05
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	0.00109	0.01526	0.00272	0.00239	0.00277	0.00098	0.2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.1
Estaño (Sn)	0,0003	mg/L	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0371	0.1126	0.0615	0.0724	0.8244	0.0574	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0.034	0.08	0.097	0.094	0.057	0.056	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.1097	0.2727	0.1692	0.0456	0.0538	0.0177	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0018	< 0.0001	< 0.0001	0.2494	< 0.0001	2.5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	1.041	2.753	1.742	2.431	21.67	1.836	---
Manganeso (Mn)	0,0003	mg/L	0.00625	0.05625	0.00978	0.00119	0.00657	0.0013	0.2
Mercurio (Hg)	0,0003	mg/L	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	0.001
Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.00092	0.00112	0.00095	0.00612	0.00073	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.2
Plata (Ag)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0007	0.0006	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.05
Potasio (K)	0,04	mg/L	2.6	2.23	2.56	3.13	7.24	2.2	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	0.0009	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	18.5	19.2	18.5	18.6	16.8	11.6	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	3.458	7.912	4.924	6.455	152.8	4.98	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0053	0.0046	0.0058	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---
Uranio (U)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0.000779	< 0.00003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0048	0.003	0.0039	0.0039	0.0028	0.0018	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	2
Otros									
Fosfatos (como P)*	0,004	mg PO4-3-P/l	< 0.004	< 0.003	0.07	< 0.003	0.016	0.016	---

 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			26/10/2018	24/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	24/10/2018	24/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			10:15:00	08:45:00	10:35:00	17:15:00	17:30:00	10:50:00	
Estación de Muestreo			CAP-2	13272-RTUM	MQ-3	3272-MOQUE	3272-MOQUE	3272-OSMO	
Método de Análisis	LD	Unidad							
002 ENSAYOS EN CAMPO									
Caudal (L/s)*	---	L/s	1.0	232.3	28.2	91.7	188.5	252.4	---
Conductividad	---	uS/cm	2570	361	894	1381	3140	2530	2500
Oxígeno Disuelto.	---	mg/L	5.64	8.07	10.95	8.71	6.84	9.56	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.73	8.47	9.26	7.63	8.62	9.3	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	21.3	18.6	25.8	21.3	22.1	26.9	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS									
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	118.7	74.2	116.6	220.6	263.7	45.3	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	118.7	74.2	136.4	220.6	263.7	66.3	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO ₃ /L	144.8	90.5	142.2	269.2	321.7	55.3	518
Carbonato	0,6	mg CO ₃ -2/L	< 0.6	< 0.6	11.9	< 0.6	< 0.6	12.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	478.8	128.3	314.8	435.2	996.5	676.6	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0,006	mg/L	30.59	37.24	45.594	55.819	20.677	12.739	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	1680	228	584	811	2049	1662	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos									
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.024	0.014	0.008	0.119	0.044	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.065	0.059	0.044	0.175	0.128	0.049	---
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 ⁻ /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
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	0.063	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES									
Bromuro, Br-	0,004	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	497.3	14.11	74.83	143.2	532.4	481.3	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	1.538	0.211	0.29	0.352	0.352	0.258	1
Nitratos, (como N)*	0,002	mg NO ₃ -N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.008	< 0.001	< 0.001	---
Nitritos, (como N)*	0,004	mg NO ₂ -N/L	475.9	78.94	195.3	269.3	680.9	603.4	10
Sulfatos, SO ₄ -2	0,050	mg SO ₄ -2/L	0.023	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	1000
Parámetros Orgánicos									
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 O ₂ /L	< 2	6	9	4	18	10	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	< 0.002	0.014	0.025	< 0.002	0.045	0.031	0.2
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS									
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	13	1700	1200	33	170	7.8	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	3900	5400	24000	92000	11000	13000	---

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			26/10/2018	24/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	24/10/2018	24/10/2018	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1
Hora de Muestreo			10:15:00	08:45:00	10:35:00	17:15:00	17:30:00	10:50:00	
Estación de Muestreo			CAP-2	13272-RTUM	MQ-3	3272-MOQUE	3272-MOQUE	3272-OSMO	
Método de Análisis	LD	Unidad							
Metales									
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	< 0.002	0.173	0.022	0.035	0.011	0.009	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	0.00693	0.00258	0.00432	0.01272	0.00565	0.0048	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.1421	0.038	0.0707	0.0911	0.0988	0.0693	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	5.479	0.156	0.659	1.226	1.708	1.703	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	175.7	42.63	106.8	150.8	351.5	235.3	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.0019	0.00242	0.00114	0.00268	0.00128	< 0.00003	0.2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	0.0006	< 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	1.595	0.2412	0.6661	0.9805	2.531	1.856	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0.031	0.052	0.04	0.178	0.1	0.044	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.0145	0.1422	0.0082	0.0259	0.0152	0.0461	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.6494	0.0096	0.0392	0.1037	0.0853	0.0983	2.5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	20.11	5.131	14.34	17.54	47.04	40.27	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.004	0.04097	0.00389	0.05122	0.10102	0.07227	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	0.00704	0.00204	0.00309	0.00371	0.00748	0.00526	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0004	0.0007	0.0007	0.0008	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	< 0.0002	< 0.0002	0.0006	< 0.0002	0.0004	0.05
Potasio (K)	0,04	mg/L	7.1	2.74	5.45	6.19	11.64	10.89	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.0023	0.0047	< 0.0004	0.02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	13.3	17.5	23.1	24.9	10.1	6.4	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	287.7	23.24	62.43	107.8	298.4	258.1	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0026	0.0013	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	0.003209	0.000746	0.002022	0.005334	0.018991	0.00679	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0025	0.0026	0.0065	0.0125	0.0066	0.0032	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	< 0.0100	2
Otros									
Fosfatos (como P)*	0,004	mg PO4-3-P/l	< 0.003	0.053	0.209	4.742	2.288	< 0.003	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

5.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

5.1.4.1. Temperatura

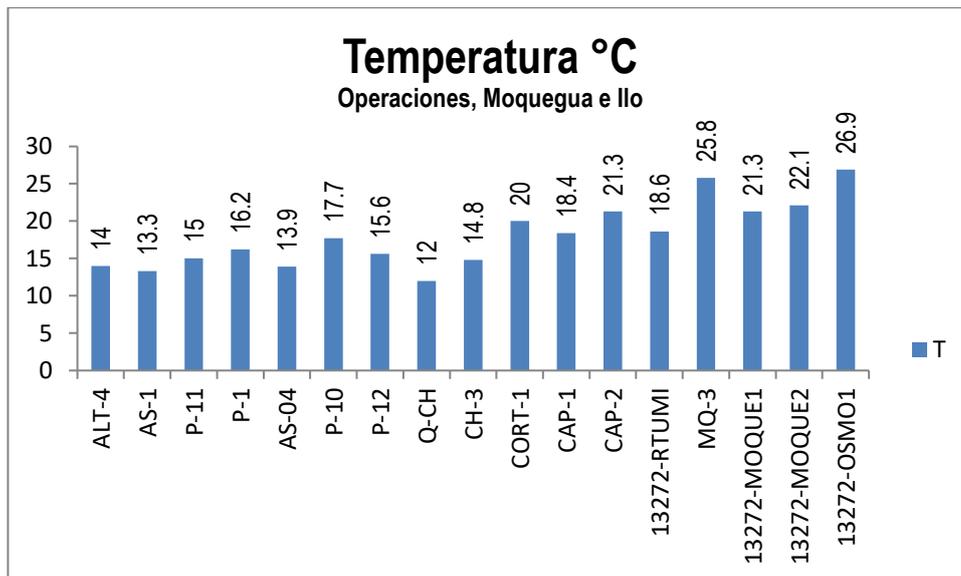
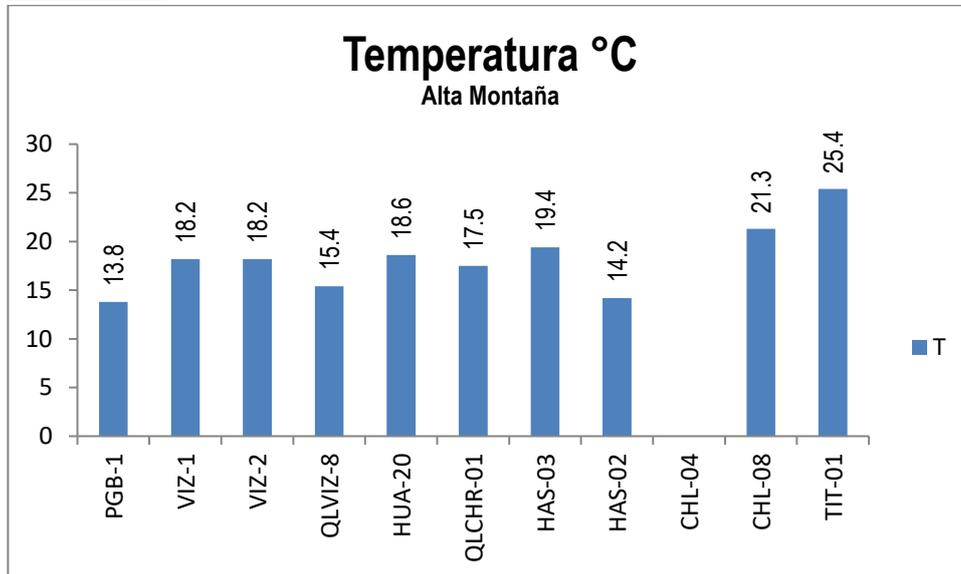


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 13.8 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 25.4 °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 la esperado por la línea de base ambiental (5.72 y 33.23 °C).

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas moderadas 21.3 °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 14.2 y 19.4 °C, propios de la altura.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (14 °C) presenta valores similares de temperatura con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (5.1 – 24.7 °C) corresponde a época de primavera.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo cercanas a la zona de operaciones AS-01, P-11, AS-4, P-12 estuvo entre 13.3 °C y 15.6. 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), AS-04 (7.7 – 11.2), P-12 (2.3 – 22.9).

La temperatura del agua en la quebrada Millune estación P-01 (16.2 °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 de temperaturas de primavera.

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 de temperaturas de primavera.

La temperatura del agua en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de 14.8 °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 de temperaturas de primavera. 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 °C que será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta una temperatura de 21.3 °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 de temperaturas de primavera. La estación CAP-1 presenta una

temperatura de 18.4 °C que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (6.8 – 23.7 °C), el valor sugiere época de temperaturas de primavera.

La temperatura del río Tumulaca en la estación 13172RTumi1 (18.6 °C) está dentro del rango obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (15.6 – 19.9 °C) corresponde a época de primavera.

La temperatura del agua en el río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (21.3 °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 de primavera. La temperatura del agua del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (22.1 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (23.3 – 26 °C) corresponde a época de primavera. La temperatura en la estación MQ-3 fue de 25.8 °C este valor será referencial para monitoreos posteriores.

La temperatura del agua en el río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (26.9 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (21.2 – 27.2 °C) corresponde a época de primavera.

5.1.4.2. Oxígeno Disuelto

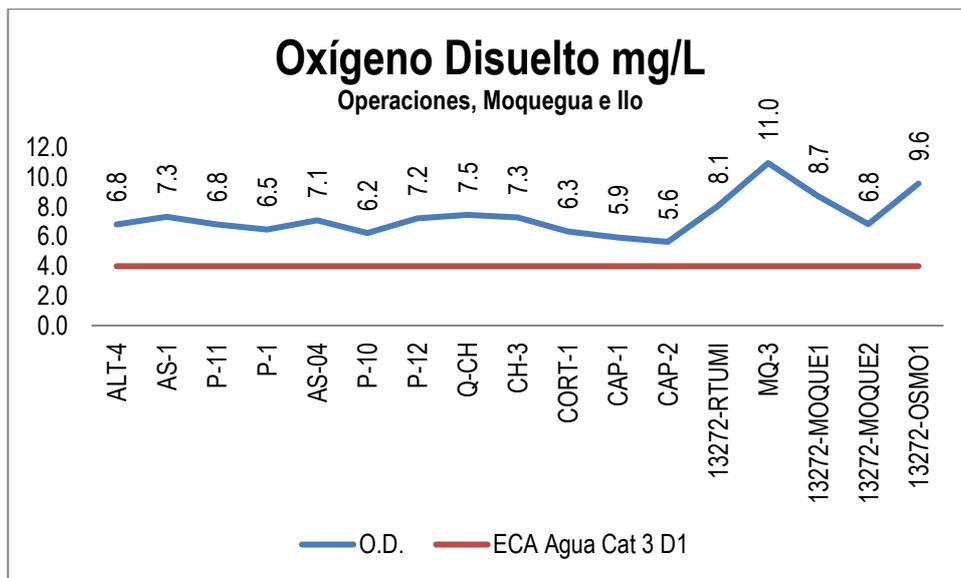
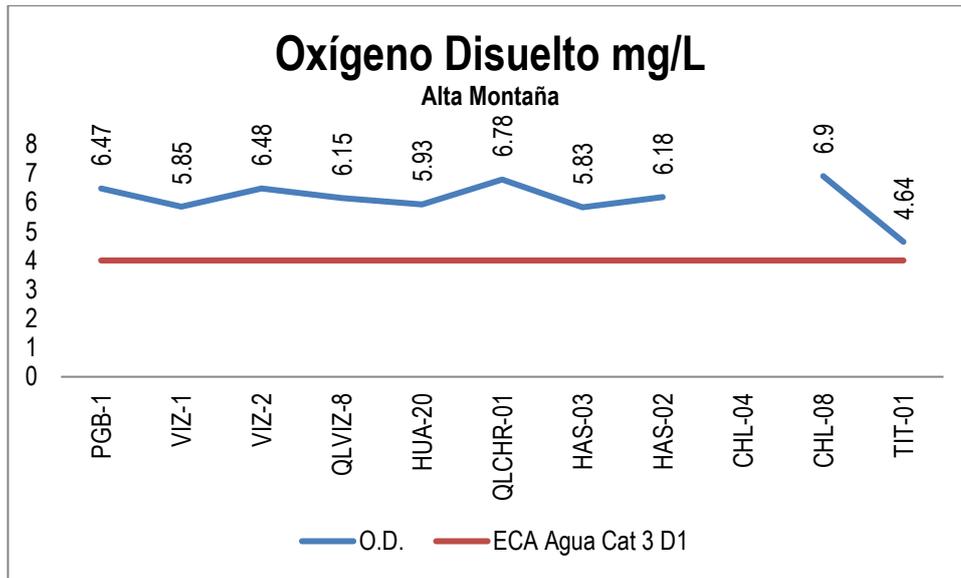


Gráfico 03. Variación espacial del oxígeno disuelto de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 mgO₂/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 mgO₂/L. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales exige un valor mínimo 4 mg O₂/L y en el caso de bebida de animales, como mínimo 5 mg O₂/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 valores medios de Oxígeno Disuelto 4,64 mg/L, probablemente debido a que 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 (5.9 mg/L) y CAP-2 (5,6 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 (8,1 mg/L), MQ-3 (11.0 mg/L), 13172RMoqu1 (8,7 mg/L), 13172RMoqu2 (6,8 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,6 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).

5.1.4.3. Potencial de Hidrógeno – pH

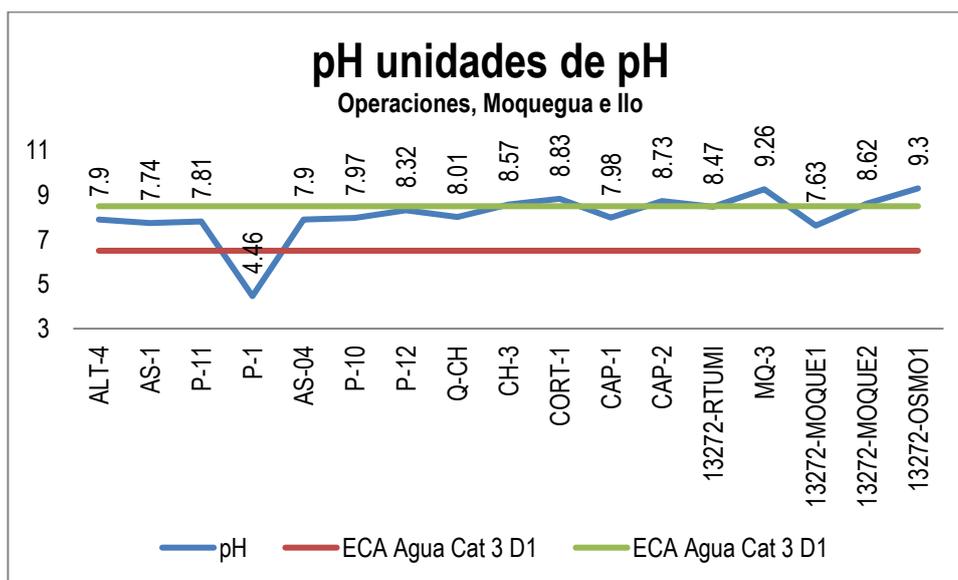
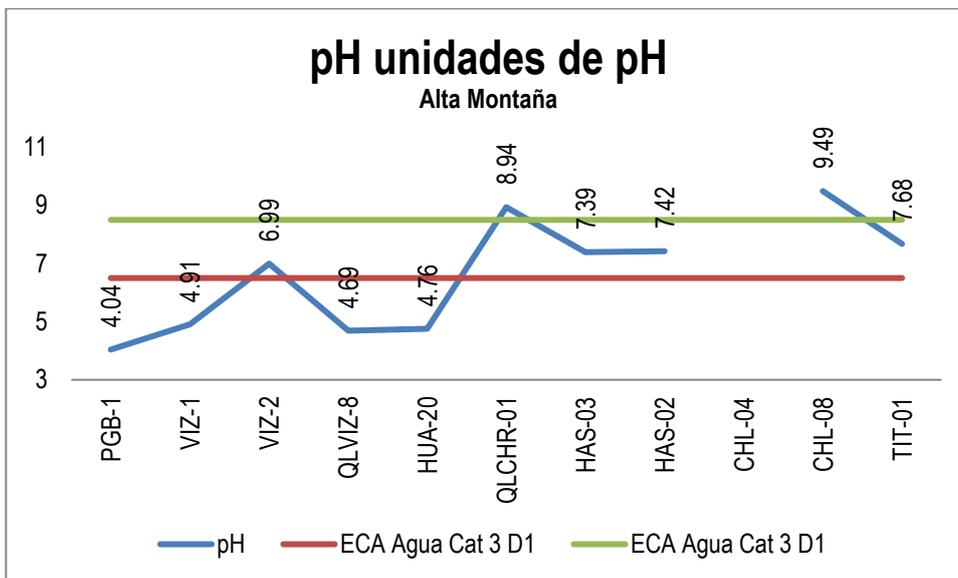


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 9.49 valor alto probablemente debido al tipo de suelo calcáreo de la zona.

En la zona de alta montaña en el río Vizcachas en la estación PGB-1 cercana al Embalse de Pasto Grande presenta aguas ácidas el valor del pH fue 4.04 esto es característico en época seca por presencia de iones aluminio, hierro y manganeso provenientes del suelo y aguas del embalse, están cercanos a lo establecido por la línea de base ambiental (4.13 – 9.01). Las estaciones QLVI-8 (4.69) y VIZ-1 (4.91) presentan valores de pH ácido debido a la fuerte influencia de las aguas ácidas provenientes de las aguas del embalse Pasto Grande (caudal en la estación PGB-1 de 993.5 L/s), el ingreso de las aguas del río Chilota neutraliza las aguas del río Vizcachas dando un pH neutro en la estación VIZ-2 (6.99), 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 (4.76) presento un valor de pH por debajo de lo encontrado en los MAPs 3, 4 y 5 (7.8 – 8.77) probable ingreso de material de suelo con contenidos altos de aluminio, sulfatos que acidifican el agua. Los valores de pH en la quebrada HAS-2 (7.42) y HAS-3 (7.39), presentan contenidos adecuados de pH con valores dentro de lo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, los valores son similares a los esperados por los MAP 3, 4 y 5 para HAS-02 (6.9 – 8.3) y HAS-03 (6.9 – 7.4).

El agua en el río Chincune en la estación QLCCHR-01 el valor de pH fue 8.94 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 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3, esto se debe al paso del agua por una zona de material carbonato que alcaliniza el agua, 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 de pH 7.68, esto es característico en el periodo seco, se encuentra dentro 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 (15.51 mg/L), hierro (4.105 mg/L), manganeso (2.850 mg/L) y de sulfatos (907.9 mg/L) es neutralizado por el alto contenido de bicarbonato (158.8 mg HCO_3/L).

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Altarani en la estación ALT-04 (7.9) y río Asana AS-01 (7.74), P-11 (7.81), AS-04 (7.9) y P-12 (8.32), 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 (4.46) asociado a valores altos de aluminio (13.05 mg/L), altos de manganeso (0.3775 mg/L), moderados de sulfatos (190.6 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 (8.01) y CH-3 (8.57) los valores 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 superan ligeramente el rango 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 7.98 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 8.73 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 8.83 no 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 (8.47) y 13172RMoque1 (8.2) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3. Las estaciones MQ-3 (9.26), 13172RMoqu2 (8.62) y 13172Rosmo1 (8.2), superan el ECA Agua Cat 3 probablemente debido a la actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle (remueve acidez), 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 para la estación 13172RMoqu1 (7.73 – 8.39), fue mayor para las estaciones 13172RTumi (7.88 – 8.18) y 13172RMoqu2 (8.18 – 8.36) y menor para la estación 13172ROsmo1 (8.37 – 8.72). La línea base para estas estaciones se amplía con estos nuevos resultados. El valor alto de MQ-3 sigue la misma tendencia de estas estaciones su valor será referenciales para futuros monitoreos.

5.1.4.4. **Conductividad Eléctrica**

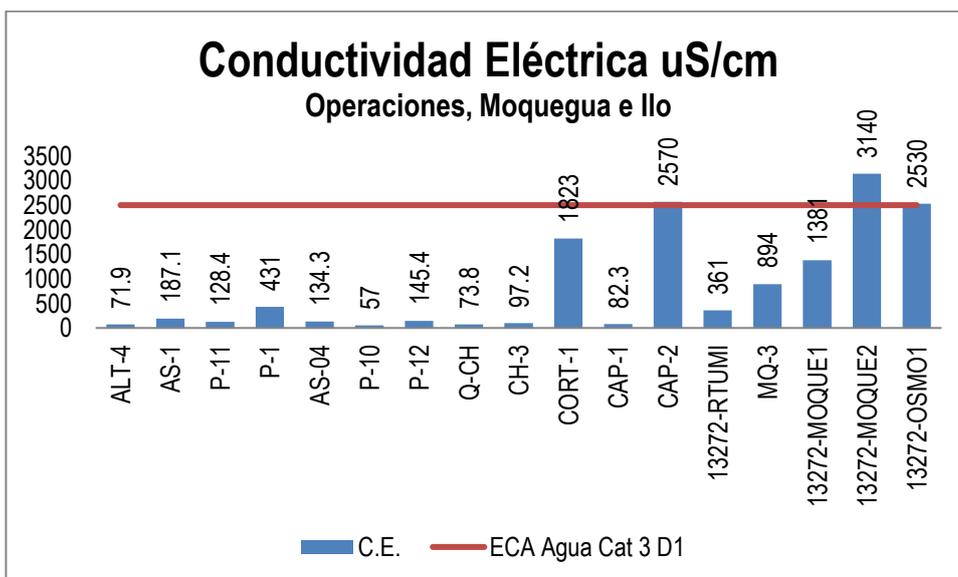
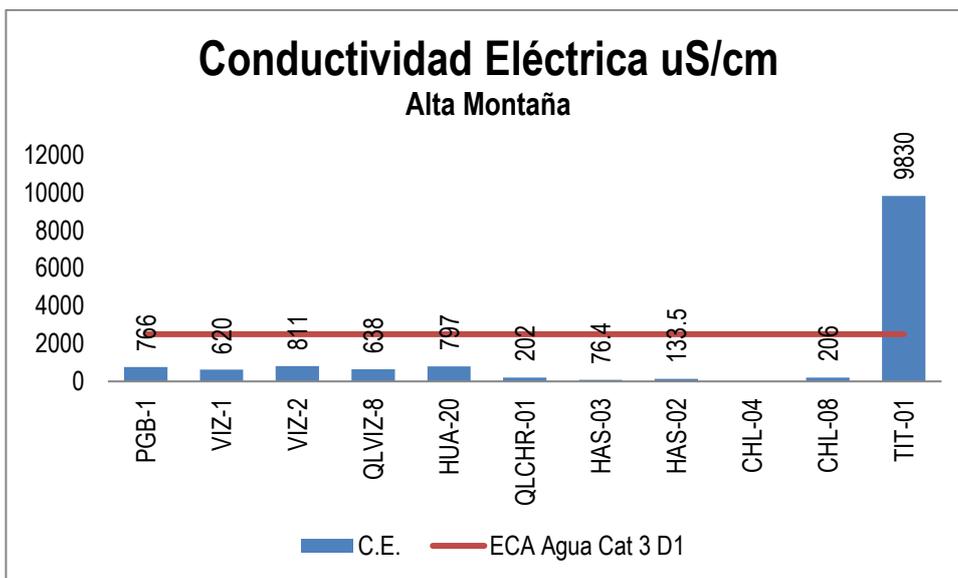


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 (766 uS/cm), QLVIZ-8 (638 uS/cm), VIZ-1 (620 uS/cm) y VIZ-2 (811 uS/cm), se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para PGB-1 (13.46 – 866 uS/cm) y supera para VIZ-2 (95 – 689 uS/cm), la estación VIZ-1 presenta un valor superior a lo encontrado para los MAPs 3, 4 y 5 (138.4 – 514 uS/cm), esto se debe a la influencia de las aguas provenientes de la estación PGB-01 con un caudal alto de 993.5 L/s que influye en la conductividad aguas abajo en comparación a otros monitoreos. La conductividad en la estación QLVIZ-8 es intermedia entre PGB-1 y VIZ-1, este valor será referencial para futuros monitoreos

En el río Chilota la estación CHL-8 presenta una conductividad de 206 uS/cm, cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. Este valor se encuentra dentro de lo establecido en la línea base (94 – 1257 uS/cm).

En el río Calasaya estación HUA-20 (797 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales; el valor de la conductividad supera lo encontrado en los MAPs 3, 4 y 5 (151.7 – 190.8 uS/cm), probable ingreso de sólidos disueltos desde el suelo. Las quebradas HAS-02 (133.5 uS/cm) y HAS-03 (76.4 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales; la conductividad de las estaciones se encuentra dentro de lo encontrado en los MAPs 3, 4 y 5 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 (202 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 (9830 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 (71.9 uS/cm) y las estaciones del río Asana AS-01 (187.1 uS/cm), P-11 (128.4 uS/cm), AS-4 (134.3 uS/cm) y P-12 (145 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 (431 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 (57 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 (73.8 uS/cm) y CH-3 (97.2 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 (82.3 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 (2570 uS/cm) no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de 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 aninones 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 (1823 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 (361 uS/cm), MQ-3 (894 uS/cm) y 13172RMoqu1 (1381 uS/cm), son moderadas y cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego. La conductividad en las estaciones 13172RMoqu2 (3140 uS/cm) y 13172ROsmo1 (2530 uS/cm) son altas 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. Los valores de conductividad encontradas en estas estaciones en época seca son similares a los encontrados en los anteriores MAP 1, 2, 4 y 5 13172RTumi (322 - 367 uS/cm), 13172RMoqu1(833 - 1408 uS/cm) y 13172ROsmo1(1739 - 2680 uS/cm), la estación 13172RMoqu2 (1770 - 2890 uS/cm), presento valores superiores. LA conductividad de MQ-3 es referencial para monitoreos posteriores.

FISICOQUIMICOS

5.1.4.5. Aceites y Grasas

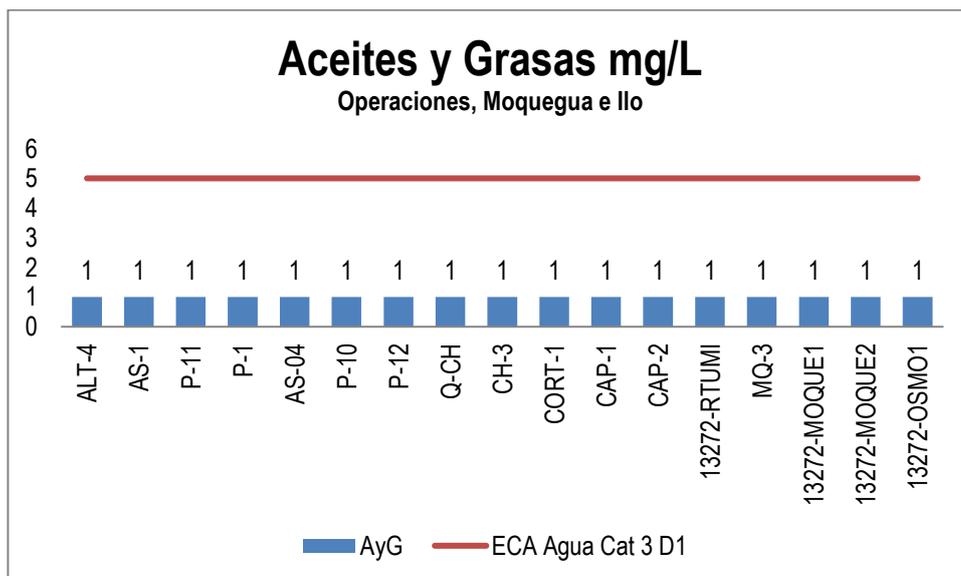
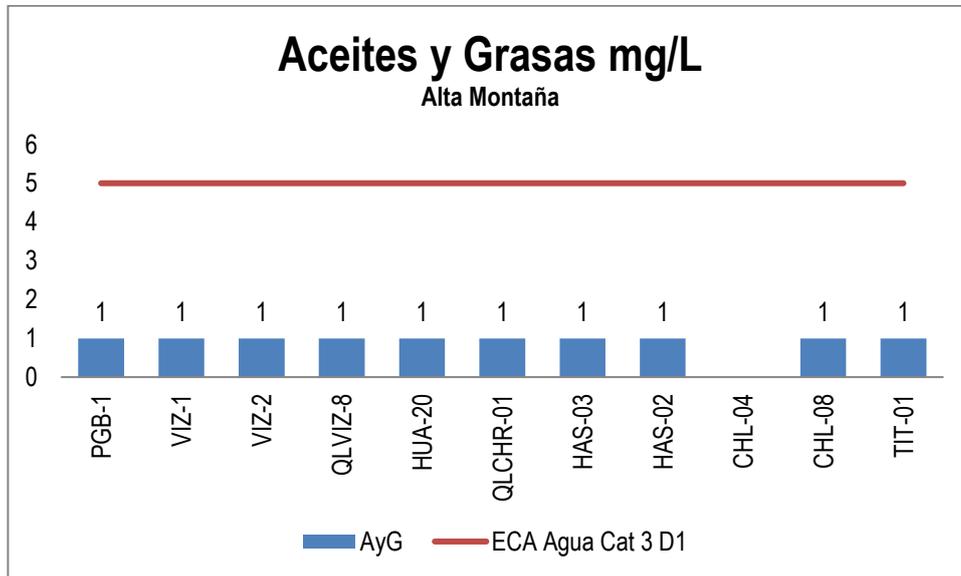


Gráfico 06. Variación espacial del valor de los aceites y grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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.

5.1.4.6. Bicarbonatos

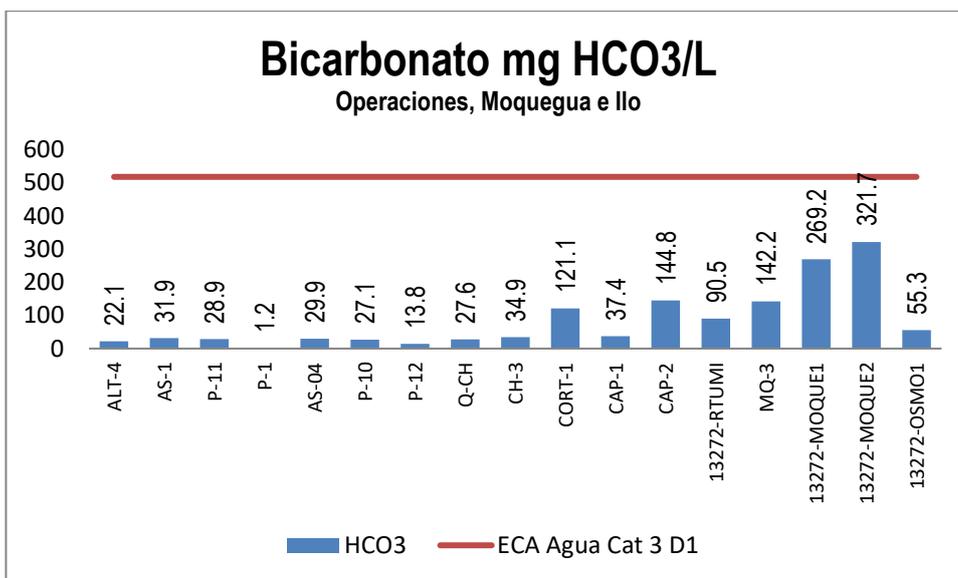
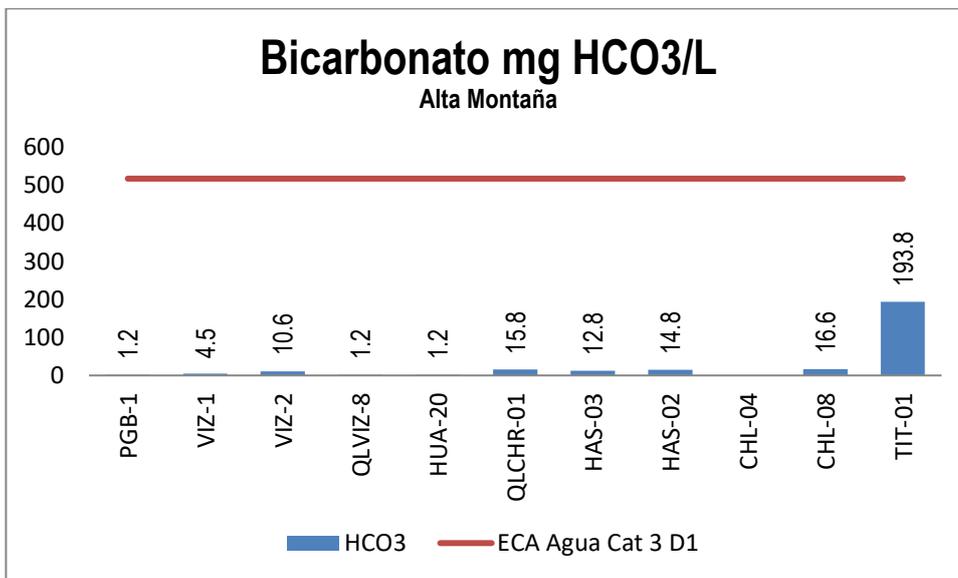


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 (1.2 mg HCO_3/L), QLVIZ-8 (1.2 mg HCO_3/L) y VIZ-1 (4.5 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 (10.6 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 (16.6 mg HCO_3/L) y río Chincune estación QLCHR-01 (15.8 mg HCO_3/L) así como en las quebradas HAS-02 (14.8 mg HCO_3/L) y HAS-03 (12.8 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 moderado de bicarbonatos (193.8 mg HCO_3/L) que se encuentra en el rango de lo reportado por el MAP-3, 4 y 5 (2.4 – 559.2 mg HCO_3/L). 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 (22.1 mg HCO_3/L) y río Asana estaciones AS-01 (31.9 mg HCO_3/L), P-11 (28.9 mg HCO_3/L), AS-04 (29.9 mg HCO_3/L) y P-12 (13.8 mg HCO_3/L) se encuentran entre 15.2 y 29.9 mg HCO_3/L cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Situación similar se presenta en el río Charaque Q-CH (27.6 mg HCO_3/L) y CH-3 (34.9 mg HCO_3/L); río Capillune CAP-1 (37.4 mg HCO_3/L) y CAP-2 (144.8 mg HCO_3/L); Quebrada Cortadera CORT-1 (121 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 (90.5 mg HCO_3/L), 13172RMoque1 (269.2 mg HCO_3/L), 13172RMoque2 (321.7 mg HCO_3/L) y 13172Rosmo1 (55.3 mg HCO_3/L), presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172RTum1 (74.0 – 94.7 mg HCO_3/L), 13172RMoque1 (152.3 – 278.6 mg HCO_3/L), y 13172Rosmo1 (53.4 – 179.2 mg HCO_3/L), superior a 13172RMoque2 (183 – 277.1 mg HCO_3/L). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo, característico en época seca con bajo caudal. El contenido de bicarbonato en MQ-3 (142.2 mg HCO_3/L) es referencial para monitoreos posteriores.

5.1.4.7. **Cianuro WAD**

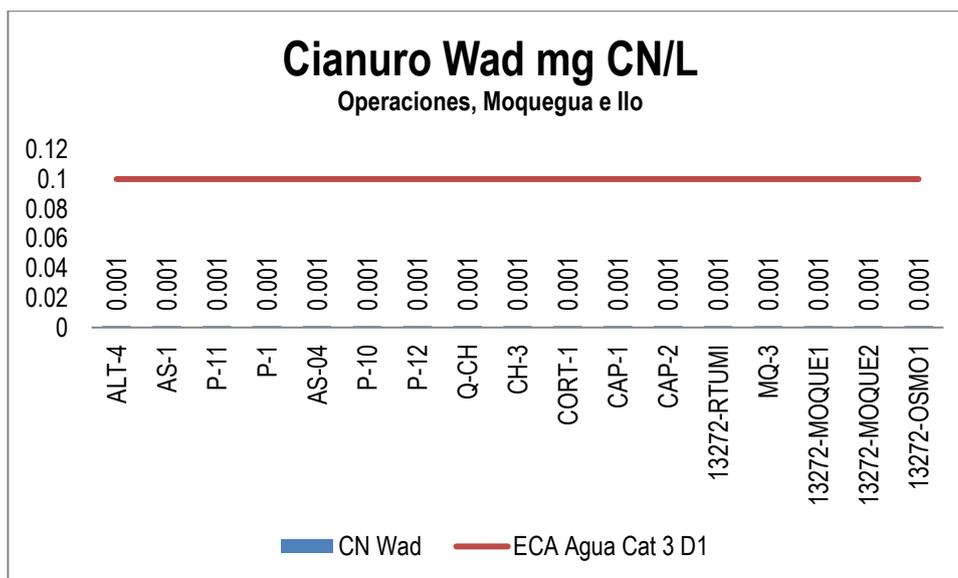
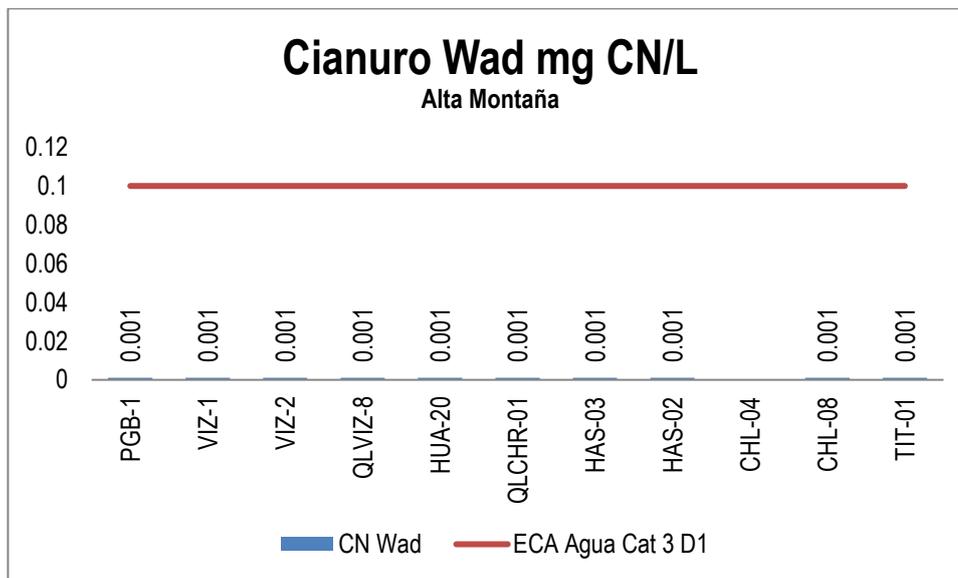


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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.

5.1.4.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

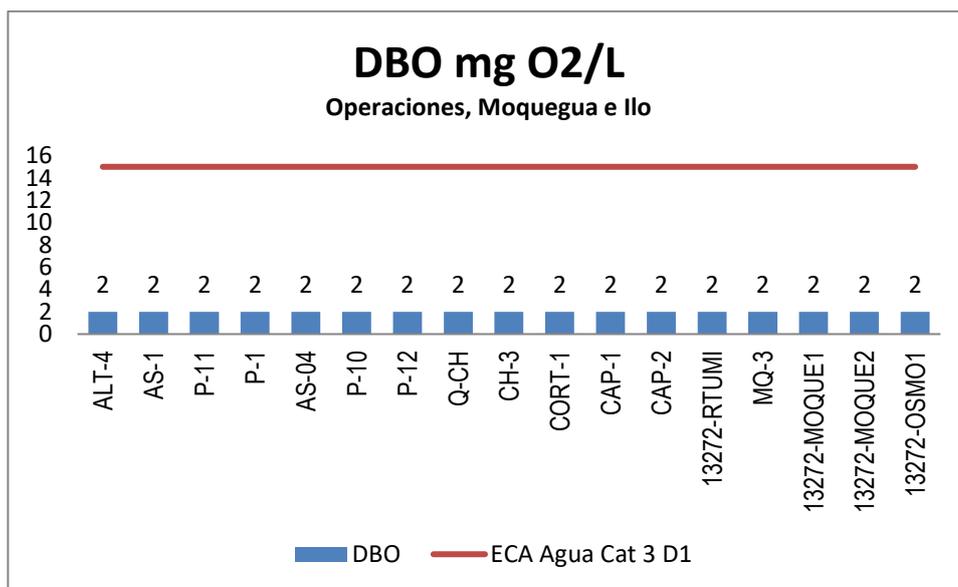
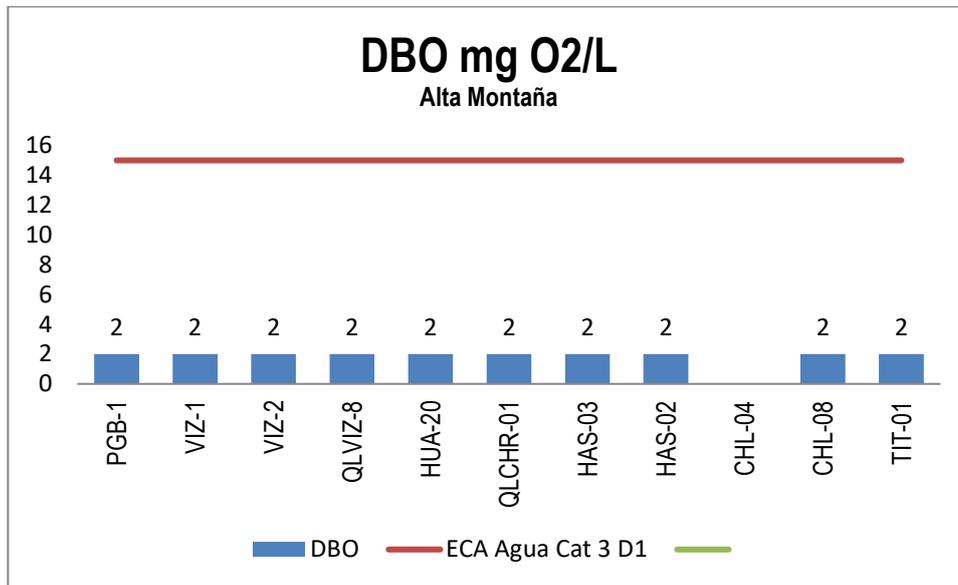


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 DBO₅ de 15 mg O₂/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 6 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 ECAs. Esta diferencia entre el MAP 6 época seca 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 6 época seca son similares a los resultados obtenidos en el MAP-1 en época seca, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de operaciones donde ninguna estación presentó DBO y cumplen con el ECA categoría 3.

5.1.4.9. Demanda Química de Oxígeno

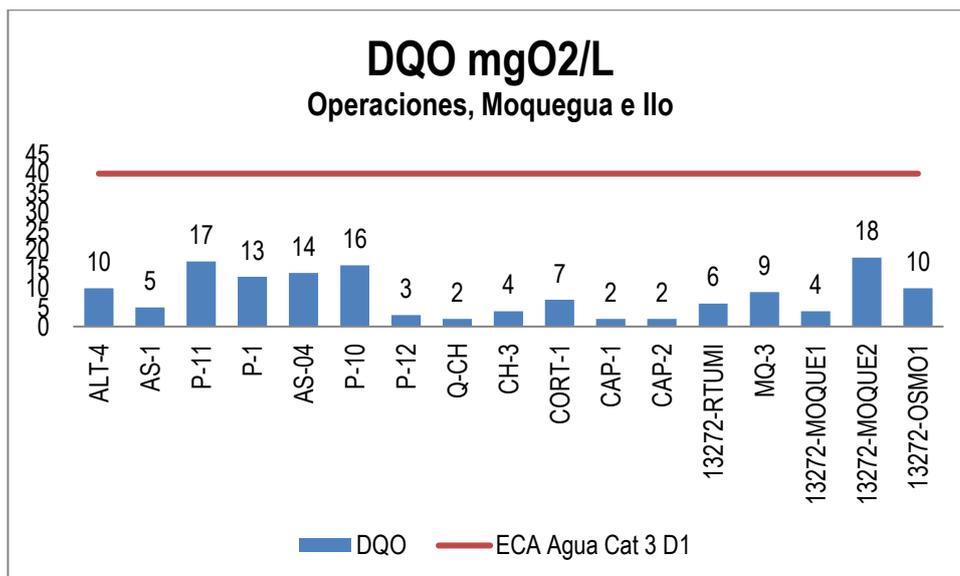
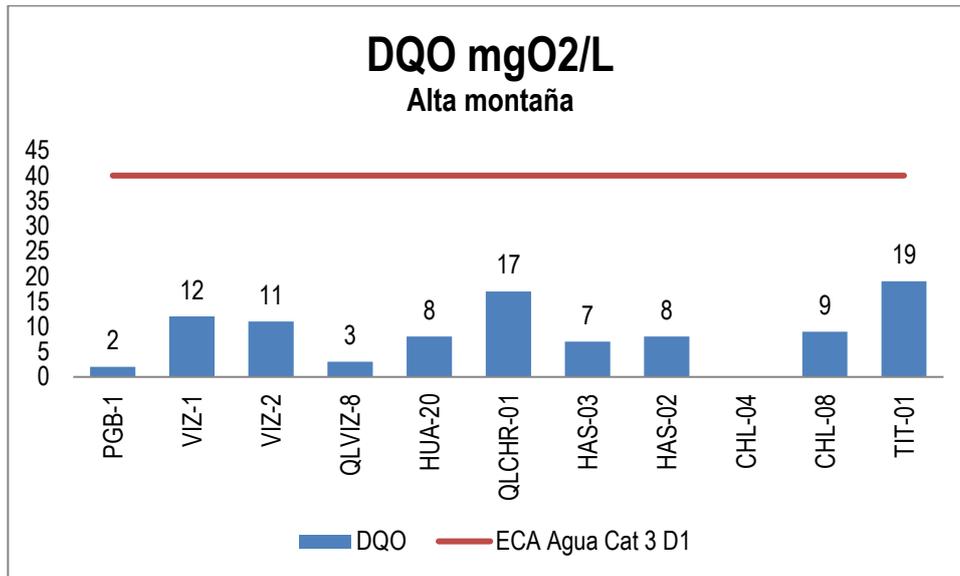


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 O₂/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 18 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 (2 mg/L), QLVIZ-8 (3 mg/L), VIZ-1 (12 mg/L) y VIZ-2 (11 mg/L) los valores de DQO son similares a los encontrados en los 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 (17 mg/L) presenta valores moderados de DQO. El río Calasaya HUA-20 (8 mg/L) y quebradas HAS-2 (8 mg/L) y HAS-3 (7 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 (19 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 (10 mg/L) y el río Asana estaciones AS-01 (5 mg/L), P-11 (17 mg/L), AS-4 (14 mg/L) y P-12 (3 mg/L), así como en el río Charaque estación Q-CH (2 mg/L) y CH-3 (4 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 (13 mg/L) y en la quebrada Sarayenque P-10 (16 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 (2 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 (7 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo los valores de DQO son bajos 13172R Tumi (6 mg/L), 13172R Moque1 (4 mg/L), 13172R Moque2 (18 mg/L) y 13172R Rosmo1 (10 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), 13172R Moque1 (2 - 10 mg/L) y 13172R Rosmo1 (0 - 17 mg/L), superior para 13172R Moque2 (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.

5.1.4.10. **Dureza Total**

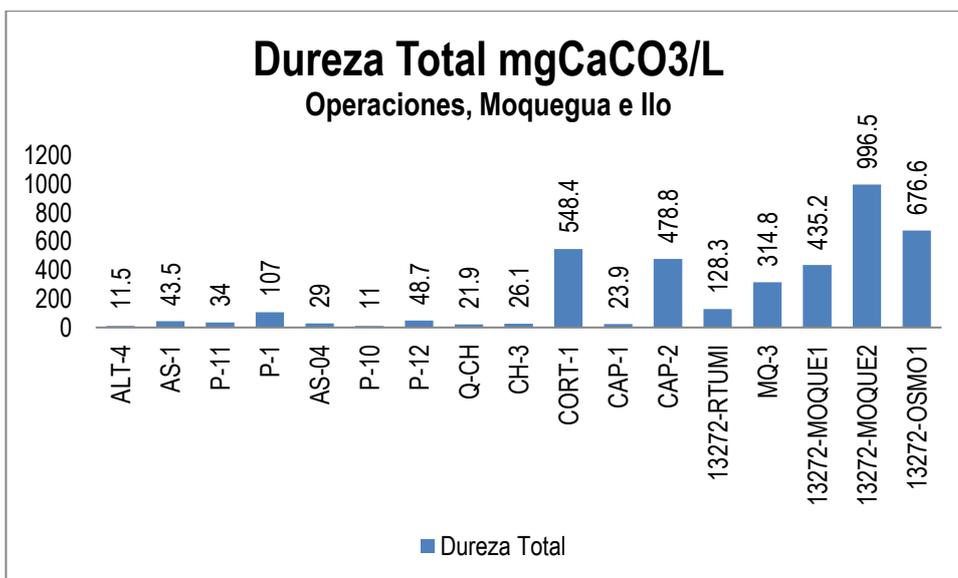
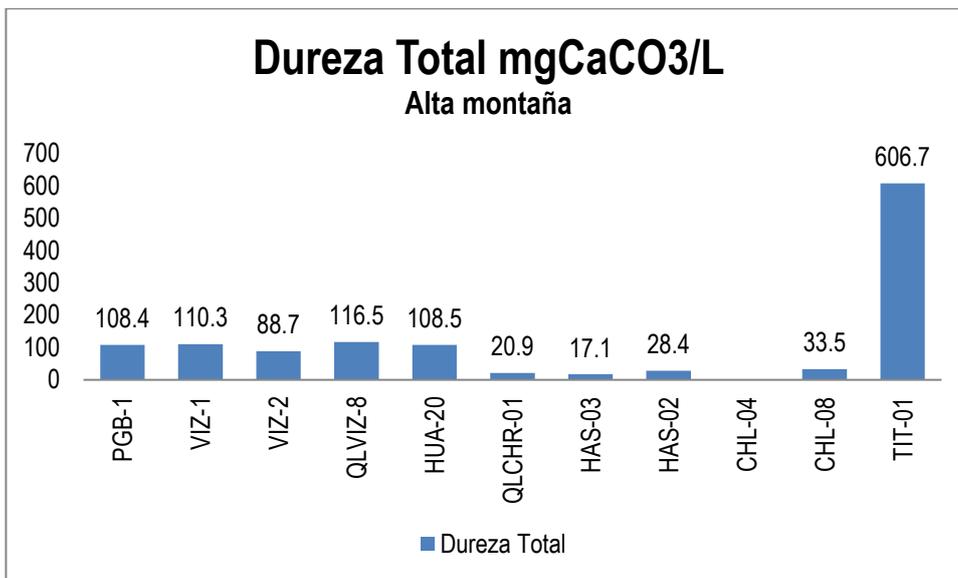


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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_3/L de dureza como CaCO_3 , medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO_3/L , dura de 200 a 300 mg CaCO_3/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_3/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 (108.4 mg CaCO_3/L) es medianamente dura, el valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (60.8 - 126.5 mg CaCO_3/L) en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua. Las estaciones VIZ-1 (110. mg CaCO_3/L) y VIZ-2 (88.7 mg CaCO_3/L) presentan valores dureza clasificados como medianamente duro y blando respectivamente, esta situación es superior a lo establecido por los MAP 3, 4 y 5 para el VIZ-1 (35 – 102.9 mg CaCO_3/L) y la línea de base ambiental para el VIZ-2 (21.9 – 85.7 mg CaCO_3/L), en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua. La dureza del agua en la estación QLVIZ-8 (116.5 mg CaCO_3/L) es medianamente dura similar al agua en la estación PGB-1 y VIZ-1, el valor es referencial para futuros monitoreos.

La dureza del agua en el río Chilota CHL-8 (33.5 mg CaCO_3/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_3/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 (20.9 mg CaCO_3/L) se clasifica como blanda, río Calasaya estación HUA-20 (108.5 mg CaCO_3/L) se clasifica como moderadamente dura y las quebradas HAS-2 (28.4 mg CaCO_3/L) y HAS-3 (17.1 mg CaCO_3/L) se clasifican como blanda, similar a lo obtenido en los MAP 3, 4 y 5 HAS-2 (31.9 – 33.5 mg CaCO_3/L) y HAS-3 (17.7 – 23 mg CaCO_3/L) y son superiores a lo encontrado para la estación HUA-20 (25.4 – 41.9 mg CaCO_3/L).

La dureza en la estación TIT-1 (606.7 mg CaCO_3/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_3/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 (11.5 mgCaCO₃/L), río Asana estaciones AS-01 (43.5 mgCaCO₃/L), P-11 (34.0 mg CaCO₃/L), AS-4 (29 mg CaCO₃/L), P-12 (48.7 mg/L), quebrada Sarayenque estación P-10 (11.0 mgCaCO₃/L) y río Charaque Q-CH (21.9 mgCaCO₃/L), CH-3 (21.9 mg CaCO₃/L) son blandas. En la estación de las aguas de la quebrada Millune P-01 (107.0 mg CaCO₃/L) la dureza es media; en el río Capillune en la estación CAP-1 (23.9 mgCaCO₃/L) es blanda y en la estación CAP-2 (478.8 mg CaCO₃/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 mgCaCO₃/L) y AS-01 (14 - 77.3 mgCaCO₃/L), similar a lo obtenido en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (38.9 – 57.1 mg CaCO₃/L), similar a los valores de línea base para las estaciones P-10 (7 – 21.7 mg CaCO₃/L), P-11 (25.3 – 53.5 mg CaCO₃/L), P-12 (34.6 – 70.7 mg/L), P-01 (62.5 – 126.5 mg CaCO₃/L), CH-3 (12.1 – 37.5 mg CaCO₃/L) y CAP-2 (52.2 - 1141 mg CaCO₃/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la dureza en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (128.3 mg CaCO₃/L) es moderadamente dura, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (435.2 mg CaCO₃/L) es muy dura, 13172RMoqu2 (996.5 mg CaCO₃/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (676.6 mg CaCO₃/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 6 para las estaciones son superiores a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 (108.3 – 119.8 mg CaCO₃/L), 13172RMoqu1 (262.6 – 407.4 mg CaCO₃/L), 13172RMoqu2 (555.6 – 920.3 mg CaCO₃/L) y similar a lo encontrado para la estación 13172Rosmo1 (488.7 – 789.2 mg CaCO₃/L).

5.1.4.11. Fósforo Reactivo Disuelto

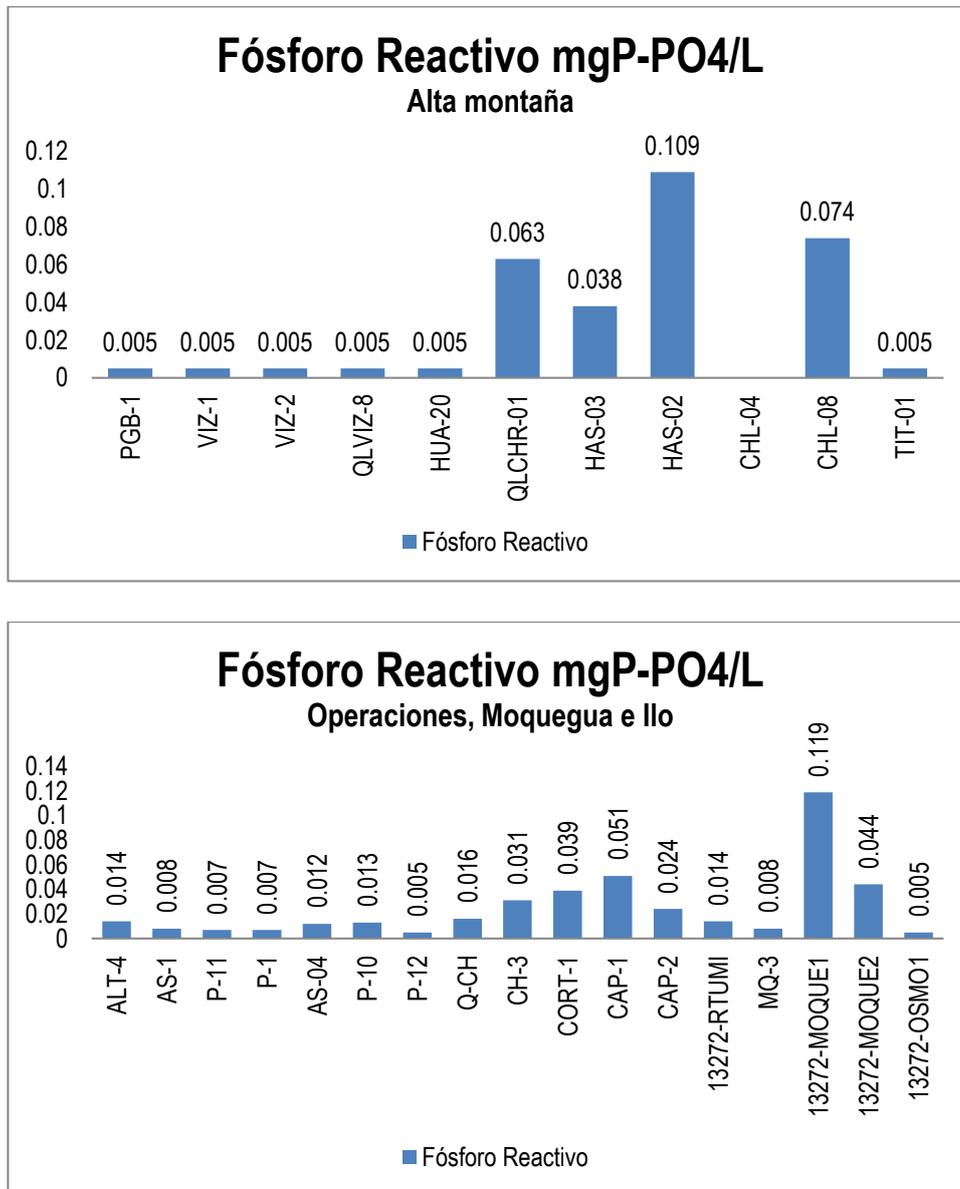


Gráfico 12. Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 (PO_4^{3-}) entre <0.005 a 0.109 mg de P- 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 (0.019 mg/L) y VIZ-2 (0.056 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 (0.074 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 (0.063 mg/L), río Calasaya HUA-20 (<0.005 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.109 mg/L) y HAS-3 (0.038 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) no ha sido detectado en época de seca, 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 (0.014 mg/L), río Asana AS-01 (0.008 mg/L), P-11 (0.007 mg/L), AS-4 (0.012 mg/L), P-12 (0.005 mg/L) son bajos. Situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.007 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (0.013 mg/L), río Charaque Q-CH (0.016 mg/L) y CH-3 (0.031 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 ($0.005 - 0.068$ 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 (0.051 mg/L) y CAP-2 (0.024 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), no se ha detectado mayores fuentes de fósforo en época seca. En la quebrada Cortadera CORT-1 (0.039 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 (0.014 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (0.119 mg /L) es moderada, 13172RMoqu2 (0.044 mg/L) baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.005 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 6 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), existe un incremento de fósforo en época seca probablemente el ingreso de aguas

subterráneas o escorrentías desde el suelo o ingreso de aguas residuales sean las causas. La estación MQ-3 presenta valores bajos de fósforo (0.008 mg/L) similar a lo que sucede en el río Tumulaca, este valor es referencial para monitoreos posteriores.

5.1.4.12. Sólidos Totales Disueltos

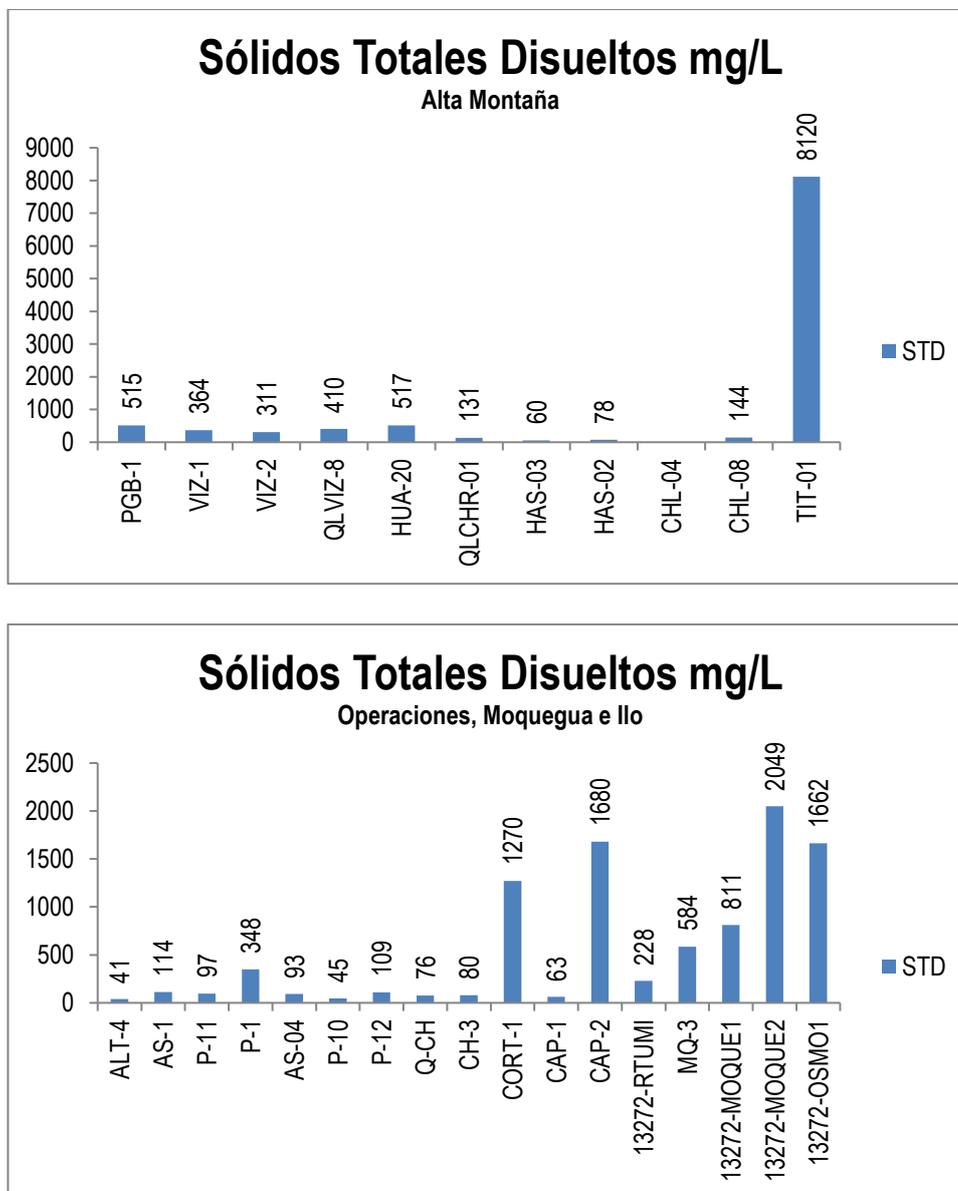


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 60 a 8120 mg/L, estos característicos de la época seca donde por lo general se presenta alta concentración de los STD. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (515 mg/L), QLVIZ-8 (410 mg/L), VIZ-1 (364 mg/L) y VIZ-2 (311 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), superiores para PGB-1 (235 - 500 mg/L), en época de seca por concentración aumenta la concentración de STD. Los valores altos en PGB-1 se asocian con valores moderados de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeso (alto), plomo, potasio y sodio. La estación QLVIZ-8 presenta un contenido de STD similar al PGB-1 por las mismas razones, este valor es referencial para monitoreos futuros.

El contenido de STD del agua en el río Chilota CHL-8 (144 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 seca, el bajo caudal concentra el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Chincune QLCHR-01 (131 mg/L) es moderado, en el río Calasaya HUA-20 (517 mg/L) y las quebradas HAS-2 (78 mg/L) y HAS-3 (60 mg /L) se encuentran superan los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 (111 – 124 mg /L), similares para HAS-2 (81 – 94 mg/L) y superiores para HAS-3 (51 – 56 mg /L), los sólidos se concentran con bajos caudales.

El contenido de STD en el río Titire en la estación TIT-1 (8120 mg/L) es alto, la disminución del caudal incrementa el valor de STD en época de seca por concentración de las sales también se tiene el ingreso de aguas de naturaleza geotermal, 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 (41 mg/L), río Asana AS-01 (114 mg/L), P-11 (97 mg/L), AS-4 (93 mg/L), P-12 (109 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (95 – 107 mg/L) 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 (348 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 (45 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 (76 mg/L), CH-3 (80 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 (63 mg/L) el contenido de STD es bajo, sin embargo, en el CAP-2 (1680 mg /L) son 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 (1270 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 Tumilaca estación 13172Rtumi1 (228 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (584 mg/L), 13172RMoqu1 (811 mg /L), 13172RMoqu2 (2049 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1662 mg/L) son altos por concentraciones de sales e ingreso de aguas subterráneas. Los resultados del MAP 6 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.

5.1.4.13. Sólidos Totales Suspendidos

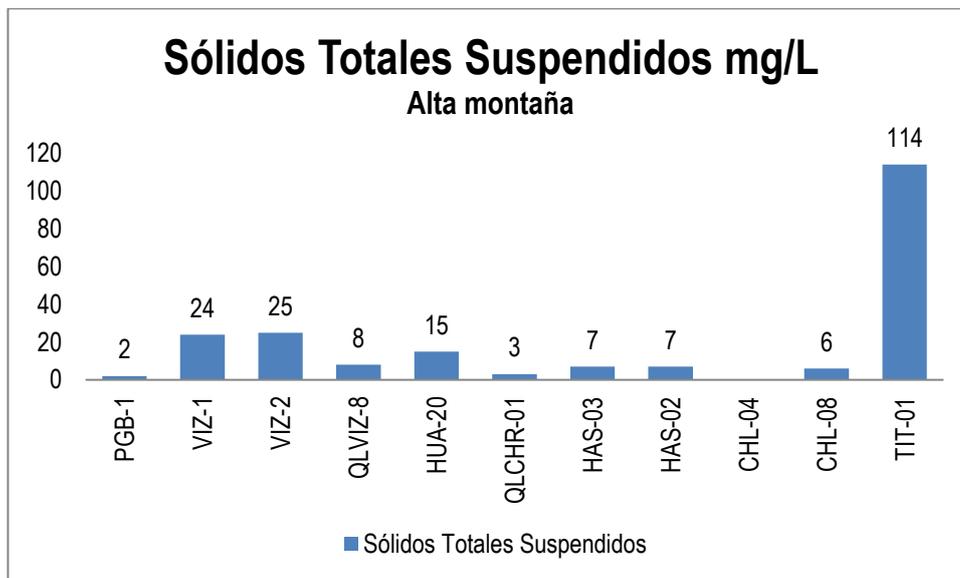


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 114 mg/L, estos característicos de la época seca donde se tienen aguas transparentes. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (2 mg/L), QLVIZ-8 (8 mg/L), VIZ-1 (24 mg/L) y VIZ-2 (25 mg/L) presentan valores bajos 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), superiores para VIZ-1 (1 - 5 mg/L), similar para VIZ-2 (2 - 180 mg/L). Los valores bajos en VIZ-1 y VIZ-2 se asocian con presencia de material suspendido.

El contenido de STS del agua en el río Chilota CHL-8 (6 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 seca, no existe mayores desprendimientos de material de suelo.

El contenido de STS en el río Chincune estación QLCHR-01 (3 mg/L), río Calasaya HUA-20 (15 mg/L) y las quebradas HAS-2 (7 mg/L) y HAS-3 (7 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), se tiene un pequeño ingreso de material de suelo al agua.

El contenido de STS en el río Titire en la estación TIT-1 (114 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 (3 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (4 mg/L), P-11 (6 mg/L), AS-4 (6 mg/L) son bajos, P-12 (15 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 STS en las aguas de la quebrada Millune P-01 (2 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 seca. En la quebrada Sarayenque P-10 (7 mg/L) son medianamente transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-10 (2 - 404 mg/L) característico de la época seca.

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 seca.

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 (2 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (2 mg/L), 13172RMoqu1 (2 mg/L), estación 13172RMoqu2 (2 mg/L) y 13172Rosmo1 (2 mg/L) son bajas, en época seca se tiene aguas claras. 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 en comparación a la época húmeda.

5.1.4.14. Sulfuros

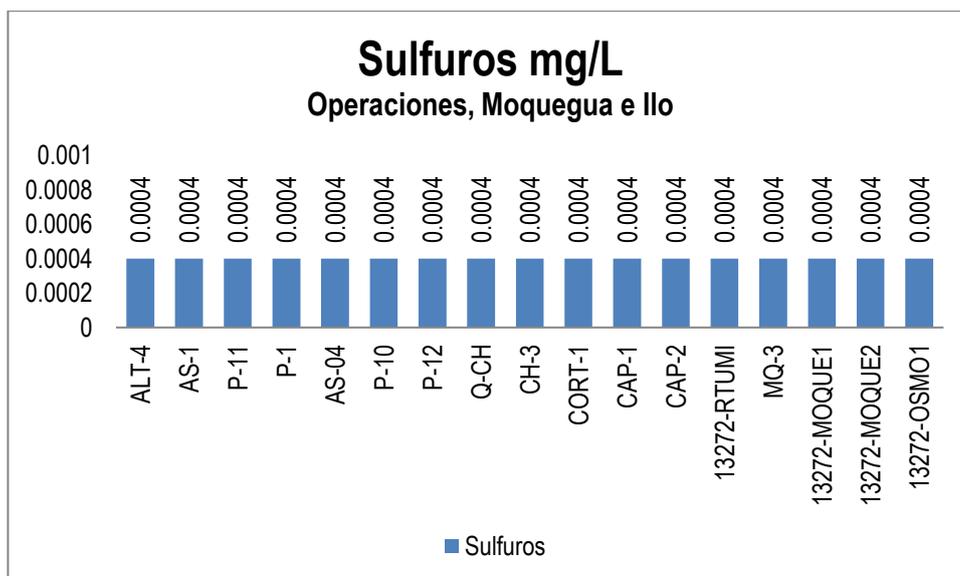
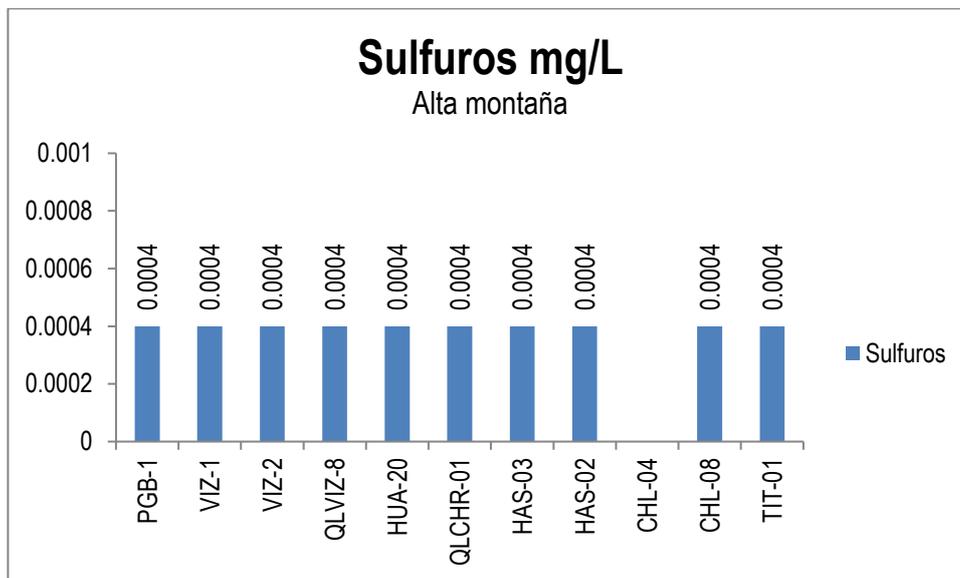


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 H₂S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H₂S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H₂SO₄ 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 seca se tiene aguas claras no se tiene mayor ingreso 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), AS-4 (<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 1, 2, 4 y 5 para la estación ALT-04 (ND), AS-01 (ND – 0.005 mg/L), (AS-4 (<0.0004 – 0.006 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 Tumulaca 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 6 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 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) no se tiene mayor ingreso de sulfuro en época seca.

ANIONES

5.1.4.15. Cloruros

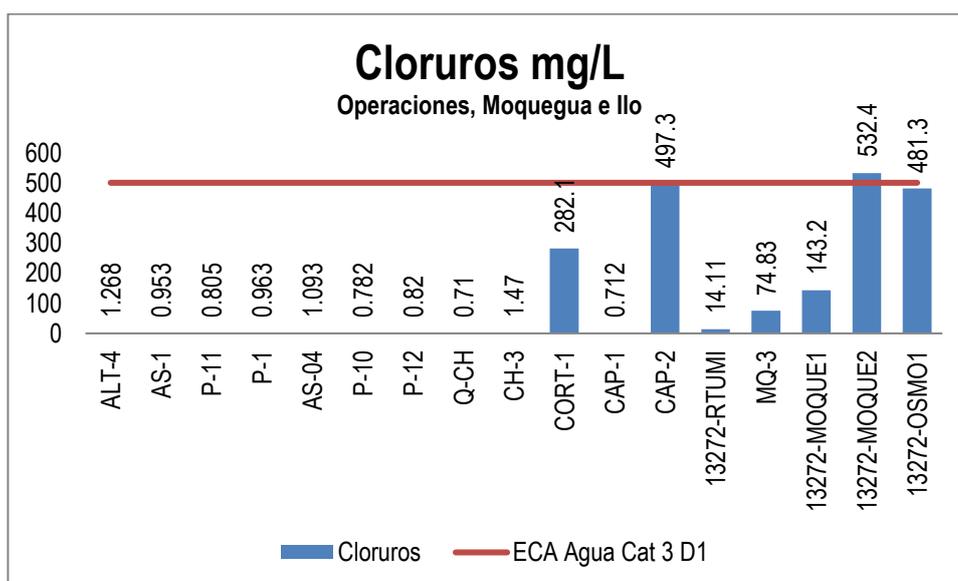
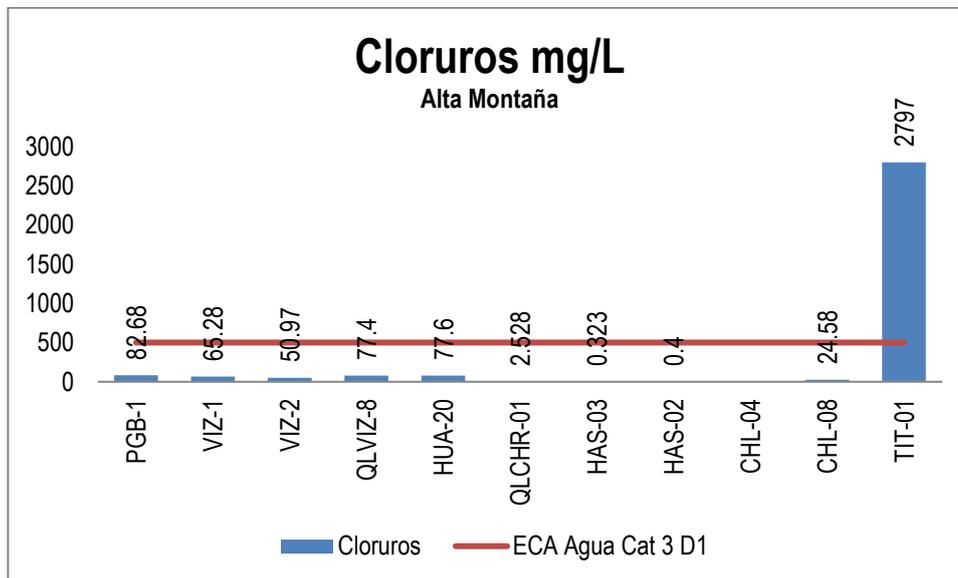


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.4 a 2797 mg/L, estos característicos de la época seca

donde pueden presentarse concentración por disminución del caudal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (82.68 mg/L), QLVIZ-8 (77.4 mg/L), VIZ-1 (65.28 mg/L) y VIZ-2 (50.97 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), superiores a VIZ-1 (4.028 – 59.37 mg/L) y similares a VIZ-2 (8.862 – 61.91 mg/L), en época de seca la concentración aumenta por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas en PGB-1.

El contenido de cloruros del agua en el río Chilota CHL-8 (24.58 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 seca.

El contenido de cloruros en el río Chincune QLCRH-8 (2.528 mg/L), río Calasaya HUA-20 (77.4 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.4 mg/L) y HAS-3 (0.323 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), el valor de cloruros aumenta en comparación con la época seca, HAS-2 y HAS-3 mantienen la concentración.

El contenido de cloruros en el río Titire en la estación TIT-1 (2797 mg/L) es alto debido a la concentración de sales con el bajo caudal e ingreso de aguas de origen geotermal, 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 (1.268 mg/L), río Asana AS-01 (0.953 mg/L), P-11 (0.805 mg/L), AS-4 (1.093 mg/L), P-12 (0.82 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.652 – 0.807 mg/L) 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 (0.963 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 (0.782 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 (0.71 mg/L) y CH-3 (1.47 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 (0.712 mg/L) es baja mientras que en CAP-2 (497.3 mg /L) es alto, 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 observa una mayor concentración de cloruros por efecto del ingreso de aguas subterráneas o por riego con aguas subterráneas y disminución del caudal.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cloruros en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (14.11 mg/L) es baja, en el río Moquegua en las estaciones MQ-3 (74.83 mg/L), 13172RMoqu1 (143.2 mg/L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de cloruros, la estación 13172RMoqu2 (532.4 mg/L) es alta. En el río Osmore la concentración de cloruros en la estación 13172Rosmo1 (481.3 mg/L) es alta probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de cloruros. Los resultados del MAP 6 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5 para las estaciones 13172Rtumi1 (12.08 – 15.67 mg/L) es similar, para la estación 13172RMoqu1 (72.32 – 150 mg/L) es similar, para la estación 13172RMoqu2 (250.8 – 470.4 mg/L) es superior 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.

5.1.4.16. Fluoruro

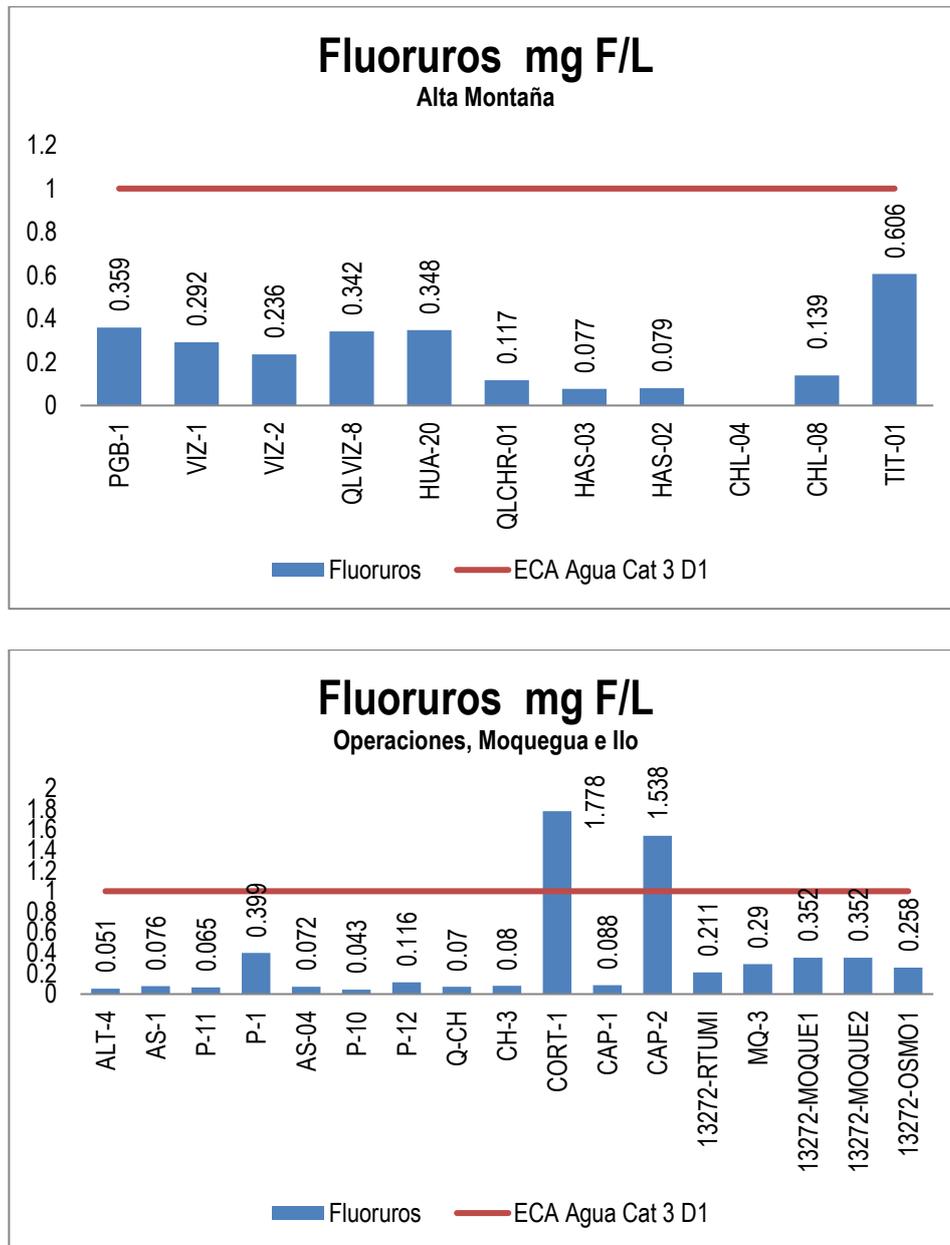


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 oseo o 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 0.077 a 0.606 mg/L, estos característicos de la época seca y húmeda, no se tiene mayores fuentes de fluor. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.359 mg/L), QLVIZ-8 (0.342 mg/L), VIZ-1 (0.292 mg/L) y VIZ-2 (0.236 mg/L) presentan valores bajos 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 seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvia.

El contenido de fluoruros del agua en el río Chilota CHL-8 (0.139 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 época seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvia.

El contenido de fluoruros en el río Chincune QLVIZ-8 (0.342 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.348 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.079 mg/L) y HAS-3 (0.077 mg /L) son superiores a 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), en época seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvia.

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 lluvia.

La concentración de fluoruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.051 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (0.076 mg/L), P-11 (0.065 mg/L), AS-4 (0.072 mg/L), P-12 (0.117 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.073 – 0.126 mg/L) y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.022 – 0.072 mg/L), AS-01 (0.029 – 0.12 mg/L), P-11 (0.022 – 0.106 mg/L), P-12 (0.036 – 0.138 mg/L).

La concentración de fluoruros en la estación de la quebrada Millune P-01 (0.503 mg/L) valor moderado, este valor es esperado en la línea base P-01 (0.111 – 0.452 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.043 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 (0.07 mg/L) y CH-3 (0.08 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 (0.088 mg/L) es bajo y en CAP-2 (1.538 mg /L) es alto, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP 1 (0.002 – 0.104 y para CAP-2 (0.111 – 2.691 mg/L), en CAP-2 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 (1.778 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 (0.211 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.29 mg/L), 13172RMoqu1 (0.352 mg /L), la estación

13172RMoqu2 (0.352 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.258 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 6 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.

5.1.4.17. Nitratos

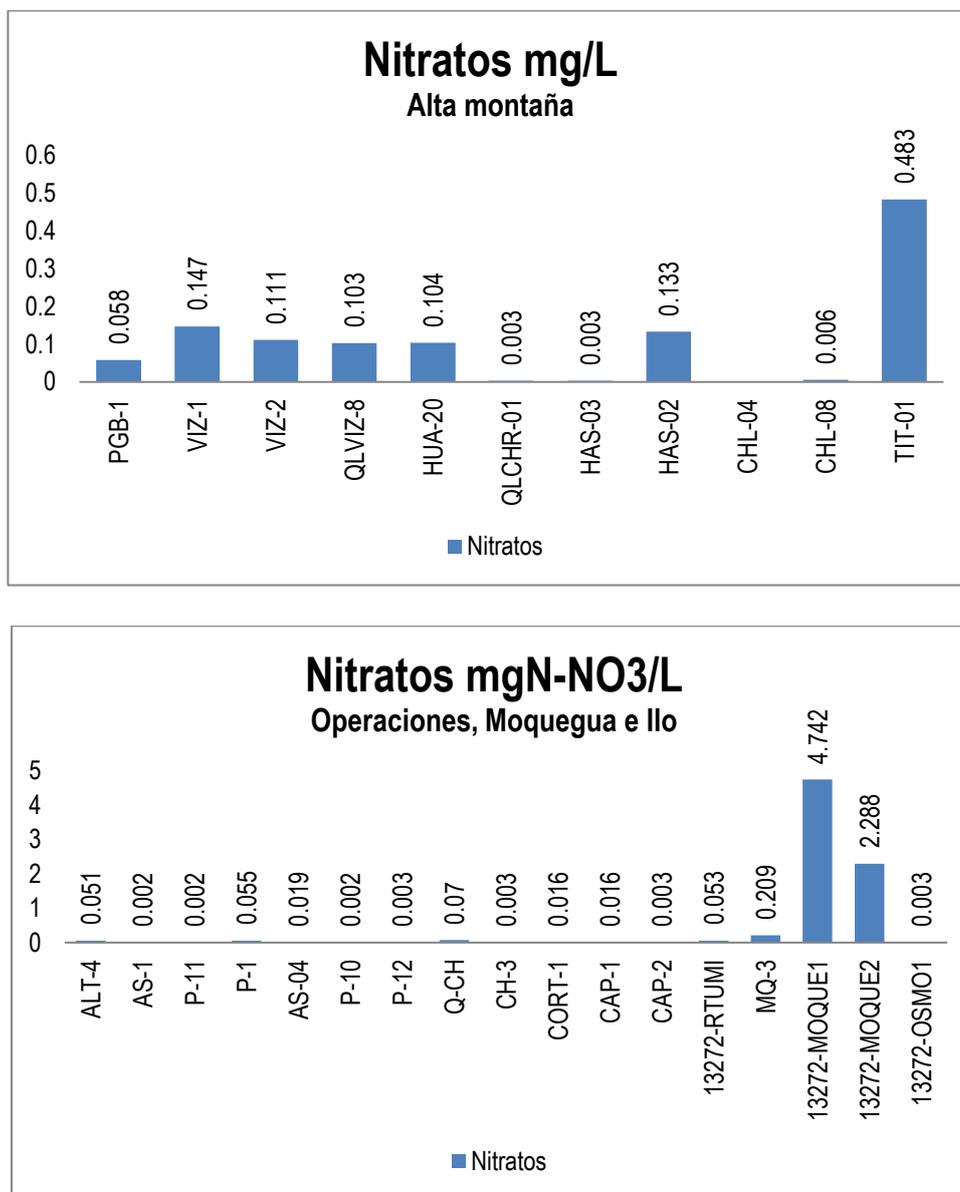


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 <math><0.003</math> a 0.483 mg/L, estos característicos de la época seca por concentración de sales. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.058 mg/L), QLVI-8 (0.103 mg/L), VIZ-1 (0.147 mg/L) y VIZ-2 (0.111 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 (<math><0.003</math> – 0.375 mg/L), superior para VIZ-1 (<math><0.003</math> – 0.129 mg/L) y similar para VIZ-2 (<math><0.003</math> – 0.185 mg/L), en época de seca las concentraciones de nitratos en PGB-01 se incrementan.

El contenido de nitratos del agua en el río Chilota CHL-8 (0.004 mg/L), son bajos y con respecto a la línea de base ambiental para el CHL-8 (<math><0.003</math> – 0.156 mg/L) están dentro de lo esperado.

El contenido de nitratos en el río Chincune QLCHR-01 (<math><0.003</math>), río Calasaya HUA-20 (0.104 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.133 mg/L) y HAS-3 (<math><0.003</math> mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 superiores para HUA-20 (<math><0.003</math> – 0.008 mg/L), similares para HAS-2 (0.008 – 0.137 mg/L) y HAS-3 (<math><0.003</math> mg/L), no se tiene mayores fuentes de nitratos en época seca.

El contenido de nitratos en el río Titire en la estación TIT-1 (0.483 mg/L) es moderado, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.068 – 0.972 mg/L), se observa concentración de nitratos por disminución del caudal e ingreso de aguas geotermales.

Los nitratos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.051 mg/L) y río Asana AS-01 (<math><0.002</math> mg/L), P-11 (<math><0.002</math> mg/L), AS-4 (0.019 mg/L), P-12 (0.003 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.014 – 0.046 mg/L) y valores de línea base para las estaciones ALT-01 (0.003 – 0.274 mg/L), AS-01 (<math><0.003</math> – 0.127 mg/L), P-11 (0.003 – 0.169 mg/L), P-12 (0.003 – 0.131 mg/L)

El contenido de nitratos en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.055 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 (0.002 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 (0.07 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 (<math><0.003</math> 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 seca. Situación similar se presenta en la quebrada Cortadera CORT-1 (0.016 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 (0.052 mg/L) es baja, en el río Moquegua la estación MQ-3 (0.209 mg/L) la concentración nitratos es baja ausencia de fuentes de nitratos, la estación 13172RMoque1 (4.742 mg/L) es alta presencia de una fuente de nitratos probablemente agua subterránea o aguas residuales, la estación 13172RMoque2 (2.288 mg/L) es alta, 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 6 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estación 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 ingreso de aguas residuales y disminución del caudal incrementan la concentración de nitratos en el valle.

5.1.4.18. Sulfatos

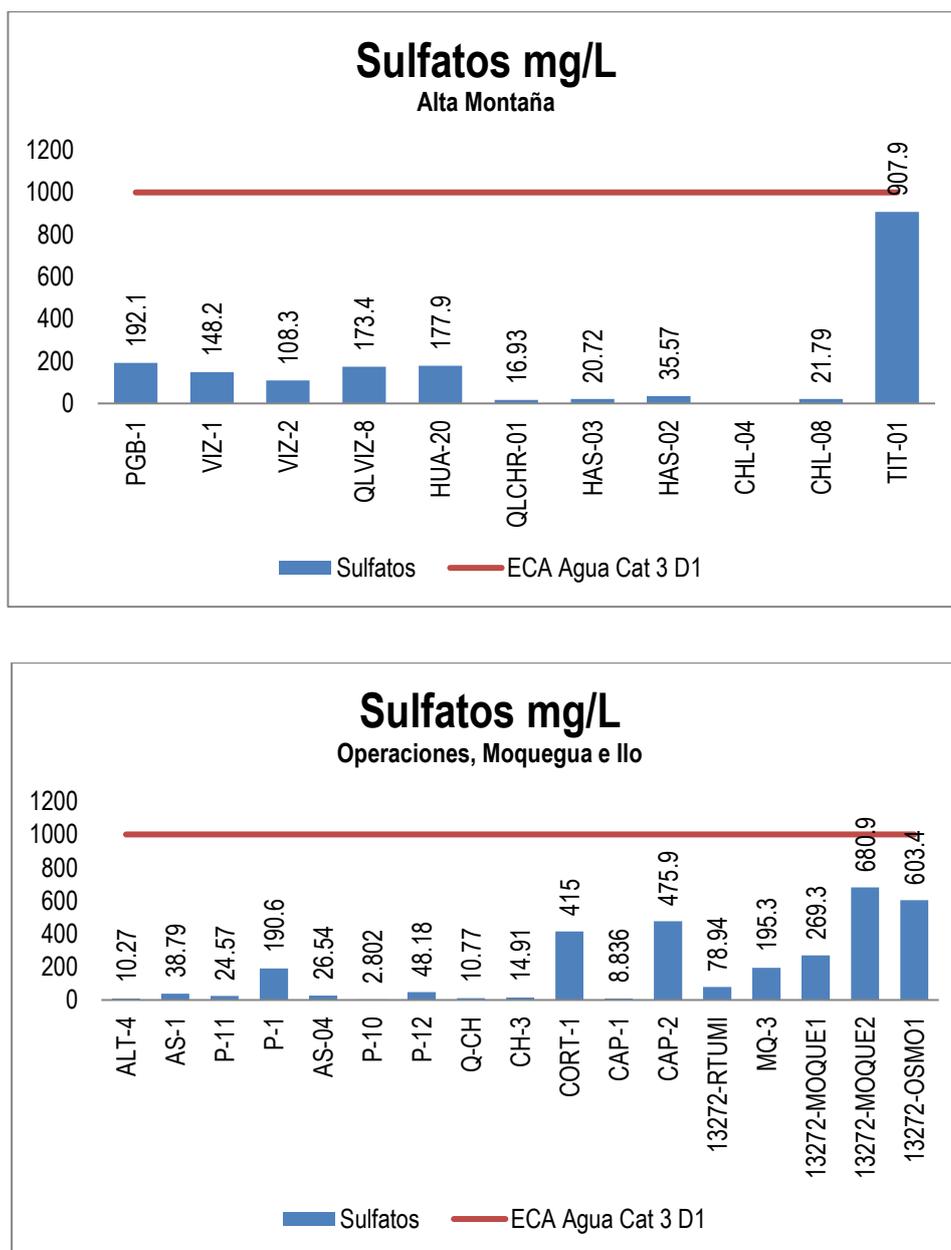


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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)Al₃(SO₄)₂(OH)₆) y la Jarosita KFe₃(SO₄)₂(OH)₆. 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 16.93 a 907.9 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración de sales por disminución del caudal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (192.1 mg/L), QLVIZ-8 (108.3 mg/L), VIZ-1 (148.2 mg/L) y VIZ-2 (108.3 mg/L) presentan valores altos de sulfatos debido a la influencia del agua del embalse, estos los valores son superiores a 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 similar para VIZ-2 (7.542 – 133.6 mg/L), en época seca la concentración aumenta en PGB-01.

El contenido de sulfatos del agua en el río Chilota CHL-8 (21.79 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).

El contenido de sulfatos en el río Chincune QLCHR-01 (16.93 mg/L) es moderado, en el río Calasaya HUA-20 (177.9 mg/L) es moderado y en las quebradas HAS-2 (35.57 mg/L) y HAS-3 (20.72 mg /L) es moderado. 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 – 25.7mg /L), no se tiene una mayor fuente de sulfatos en época seca en estas estaciones de monitoreo.

El contenido de sulfatos en el río Titire en la estación TIT-1 (907.9 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (63.93 – 1006 mg/L), se observa incremento del contenido de sulfatos en época seca por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas.

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 2.802 a 680.9 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde la concentración de las sales por disminución de caudal.

Los sulfatos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (10.27 mg/L), río Asana AS-01 (38.79 mg/L), P-11 (24.57 mg/L), AS-4 (26.54 mg/L), P-12 (48.18 mg/L) son bajos, Los valores encontrado en comparación a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (39.43 – 59.36 mg/L) son menores y 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 similares.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (190.6 mg/L) es alta 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 (2.802 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 (10.77 mg/L) y CH-3 (15.34 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 (8.836 mg/L) es baja, en la estación CAP-2 (475.9 mg /L) es moderado 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 Tumilaca estación 13172Rtumi1 (78.94 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (195.3 mg/L), 13172RMoque1 (195.3 mg /L), la estación 13172RMoque2 (680.9 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (603.4 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), se produce una concentración del contenido de sulfatos por disminución del caudal e ingreso de aguas de origen subterráneo.

METALES

5.1.4.19. Aluminio

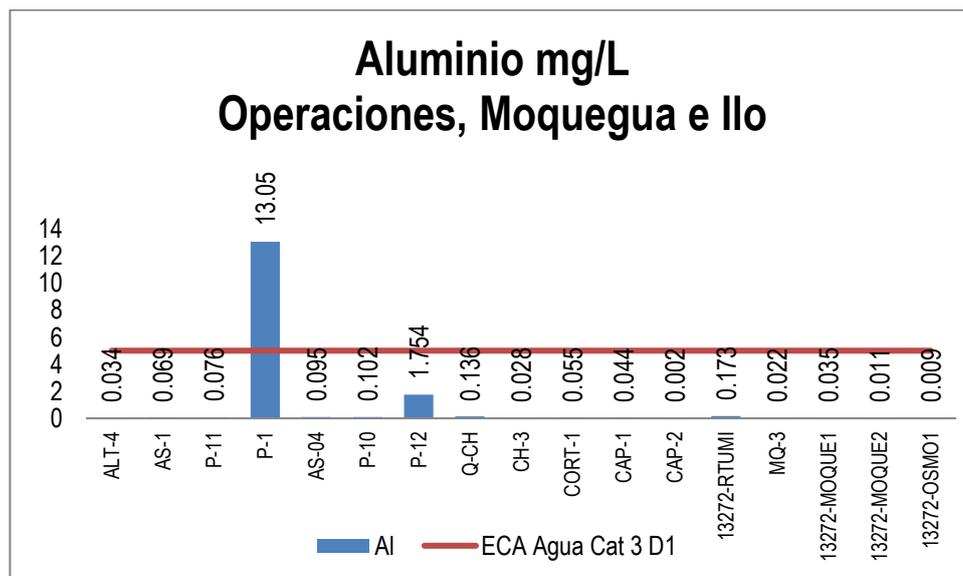
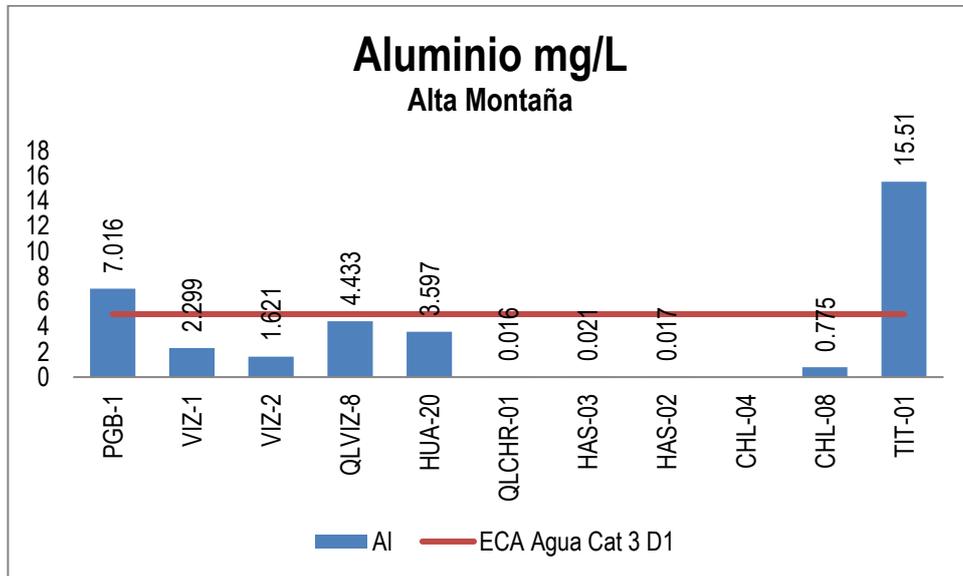


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.016 a 15.51 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde existe concentración de sales por disminución del caudal y mayor oxidación del material suelo.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (7.016 mg/L) presenta un valor alto, QLVIZ-8 (4.433 mg/L), VIZ-1 (2.299 mg/L) y VIZ-2 (1.621 mg/L) presentan valores moderados 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 seca en el caso del PGB-01 se tiene una mayor concentración de aluminio debido a mayor oxidación y disolución del material de suelo junto con la disminución del caudal.

El contenido de aluminio del agua en el río Chilota CHL-8 (0.775 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 (0.016 mg/L), río Calasaya HUA-20 (3.597 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.017 mg/L) y HAS-3 (0.021 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 (15.51 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.343– 26.89 mg/L), se observa ingreso de aluminio en época seca y húmeda por razones diferentes, en época seca el ingreso de aluminio puede ser por aguas subterráneas o disolución desde el suelo.

El contenido de aluminio en las estaciones de la zona de operaciones excepto el Millune P-01, presentan concentraciones de aluminio entre <0.011 a 1.754 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

La concentración de aluminio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.034 mg/L), río Asana AS-01 (0.069 mg/L), P-11 (0.076 mg/L), AS-4 (0.095 mg/L), P-12 (1.754 mg/L) son bajos, en el caso de P-12 se tiene influencia de las aguas del río Millune, estos valores son menores a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.966 – 2.415 mg/L) y similares a 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 (13.85 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 Sarallenque P-10 (0.156 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 (0.136 mg/L) y CH-3 (0.023 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 (0.044 mg/L) y CAP-2 (<0.002 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 seca. Situación similar se observa en la quebrada Cortadera CORT-1 (0.055 mg/L) este valor es referencial para monitoreos futuros.

En la zona de Moquegua e Ilo las concentraciones de aluminio se encuentran entre 0.027 y 0.272 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 seca 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 (0.173 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.022 mg/L), 13172RMoque1 (0.035 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0011 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.009 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 6 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), 13172RMoqu1 (0.023 – 1.153 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.194 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.0385 mg/L), no se tiene mayor ingreso de aluminio en época seca, aguas claras sin sedimentos o material de suelo.

5.1.4.20. Arsénico

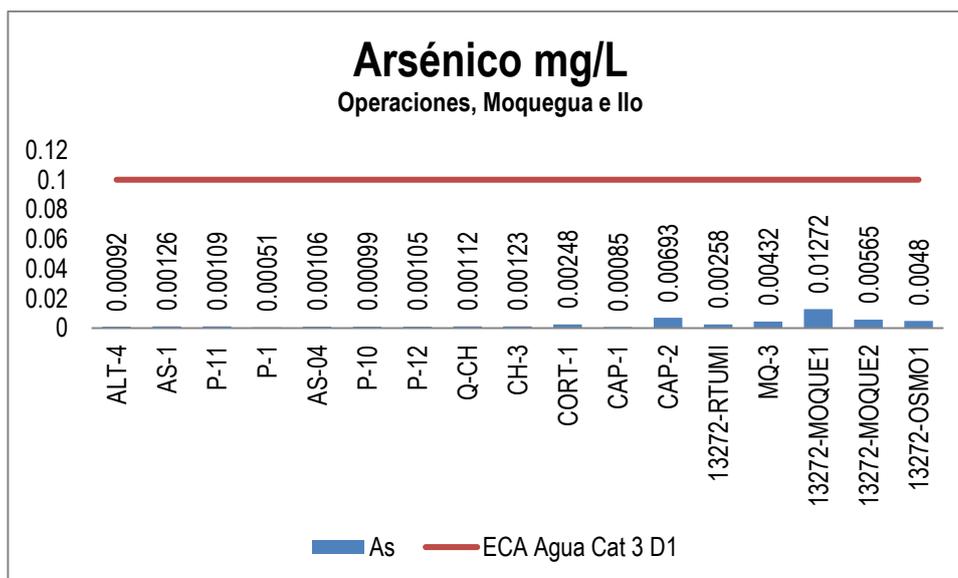
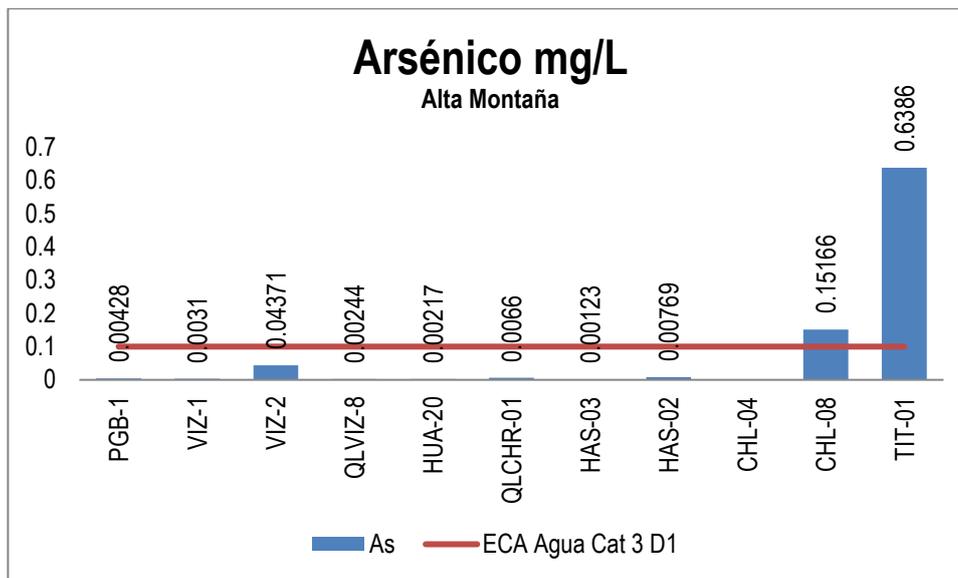


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 en gráfico 21, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto CHL-08 y TIT-1 presentan concentraciones de arsénico entre 0.00123 a 0.04371 mg/L,

cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración por disminución del caudal e ingreso de aguas de origen subterráneo en especial cerca de la estación CHL-08.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.00428 mg/L), QLVIZ-8 (0.00244 mg/L), VIZ-1 (0.0031 mg/L) y VIZ-2 (0.04371 mg/L) presentan valores bajos de arsénico que se incrementan con el ingreso del agua del río Chilota, estos los 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 seca 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 (0.15166 mg/L) es alto 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 (0.0066 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.00217 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.00769 mg/L) y HAS-3 (0.00123 mg /L)son bajos, estos valores son similares a los reportados 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 mayores para HAS-3 (0.001 – 0.00108 mg /L), en época seca la concentración de metales por disminución del caudal incrementa la concentración de arsénico en la quebradas HAS-02 y HAS-03.

El contenido de arsénico en el río Titire en la estación TIT-1 (0.6383 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 seca por disminución del caudal.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de arsénico entre 0.00051 y 0.01271 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de arsénico en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.00092 mg/L), río Asana AS-01 (0.00126 mg/L), P-11 (0.00109 mg/L), AS-4 (0.00106 mg/L), P-12 (0.00105 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (ND – 0.00108 mg/L) y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.0003 – 0.0038 mg/L), P-11 (0.0003 – 0.0044 mg/L), mayores para P-12 (0.0003 – 0.0095 mg/L).

La concentración de arsénico en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.00086 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 (0.00099 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 (0.00112 mg/L) y CH-3 (0.00127 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 (0.00085 mg/L) y CAP-2 (0.0078 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 seca.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de arsénico en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.00258 mg/L) es baja, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (0.00432 mg/L), 13172RMoqu1 (0.01272 mg /L), 13172RMoqu2 (0.00565 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0048 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 6 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 seca.

5.1.4.21. **Bario**

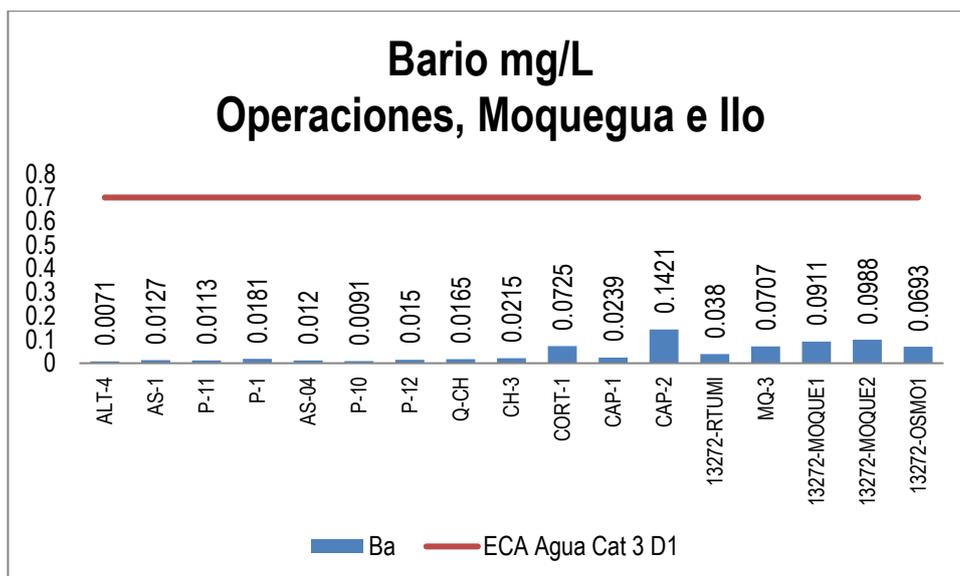
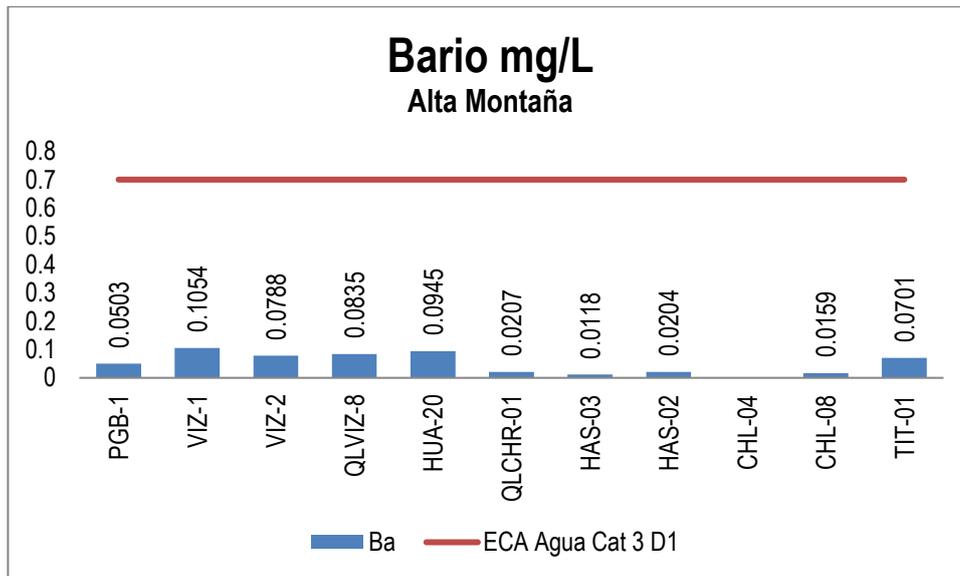


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.0118 a 0.1054 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de bario entre 0.0071 mg/L a 0.1421 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

5.1.4.22. **Boro**

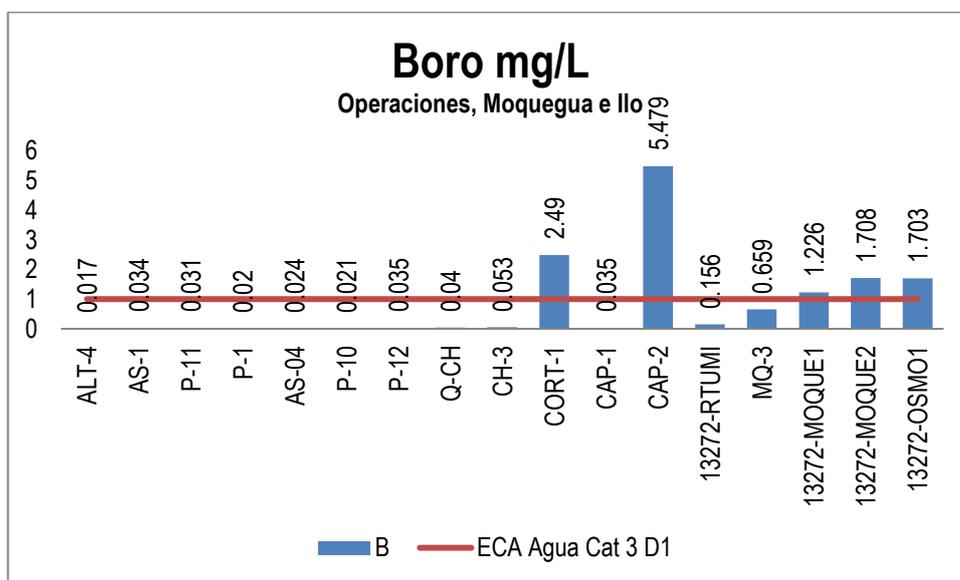
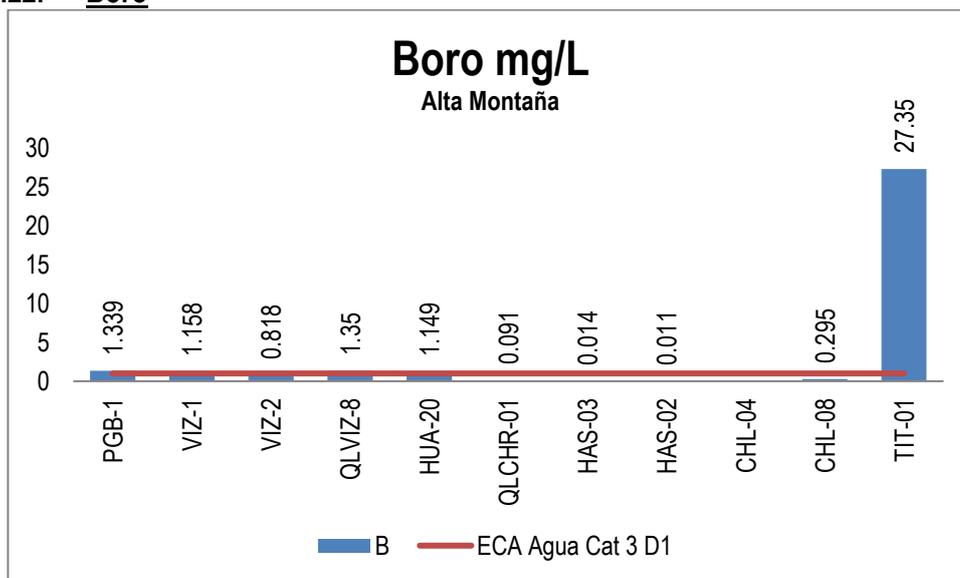


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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.

El contenido de Boro en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de boro entre 0.011 a 27.35 mg/L, las estaciones VIZ-2, QLCHR-01, HAS-2, HAS-3 y

CHL-4 cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.339 mg/L) supera el ECA Agua Cat 3, presenta un valor alto de boro proveniente del agua subterránea, la estación QLVIZ-8 (1.35 mg/L) y VIZ-1 (1.158 mg/L) presentan valores altos de boro debido a la influencia de la calidad de agua del embalse. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (0.463 – 1.537 mg/L), VIZ-1 (0.1 – 1.24 mg/L) y VIZ-2 (0.1258 – 1.34 mg/L), se observa incremento de la concentración de boro por disminución del caudal en época seca.

El contenido de boro del agua en el río Chilota CHL-8 (0.295 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.1335 – 1.829 mg/L), se observa una dilución del contenido de boro por efecto de la dilución generada por ingresos de otras fuentes de agua en la estación CHL-8.

El contenido de boro en el río Calasaya HUA-20 (1.149 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.011 mg/L) y HAS-3 (0.014 mg/L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.1184 – 0.2 mg/L) son similares, para HAS-2 (0.016 – 0.0262 mg/L) y HAS-3 (0.02 – 0.081 mg/L) son los menores, no se tiene fuentes de ingreso de boro en época seca.

El contenido de boro en el río Titire en la estación TIT-1 (27.35 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es alto y 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 0.017 y 5.479 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca el contenido de boro se concentra por ingreso de aguas subterráneas o riego con estas.

La concentración de boro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.017 mg/L), río Asana AS-01 (0.034 mg/L), P-11 (0.031 mg/L), AS-4 (0.024 mg/L), P-12 (0.035 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.02 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (0.021 mg/L), río Charaque CH-3 (0.04 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.0269 – 0.0412 mg/L) y similares 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 (0.035 mg/L) es bajo, para CAP-2 (4.623 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 (2.49 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de boro en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (0.156 mg/L) es baja, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (0.659 mg/L), 13172RMoqu1 (1.226 mg /L), 13172RMoqu2 (1.708 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1.703 mg/L) la concentración de boro es alta. Los resultados del MAP 6 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) y 13172Rosmo1 (1.801 – 1.85 mg/L) son similares, existe una concentración de boro por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas o riego con estas.

5.1.4.23. **Cadmio**

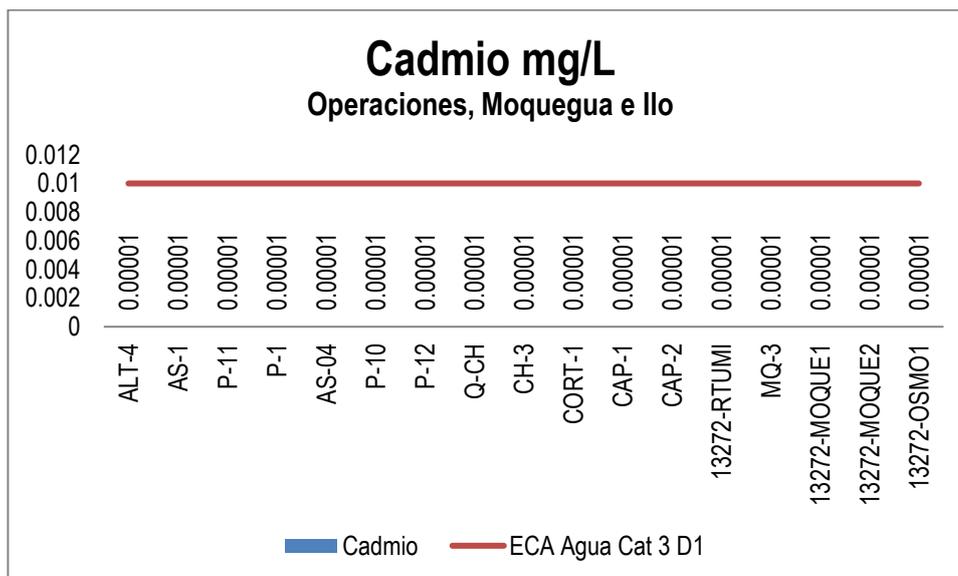
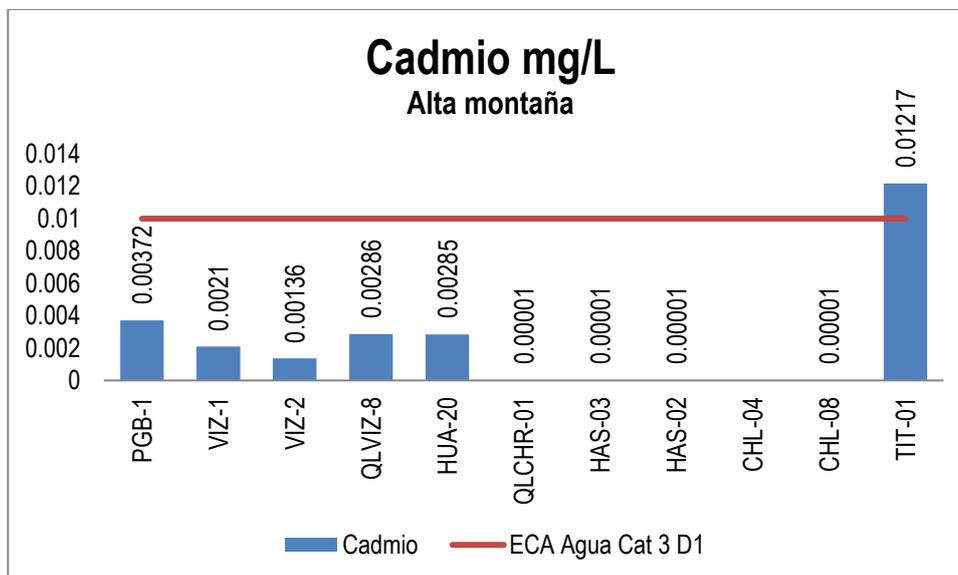


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.00372 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. 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), similares 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 seca.

La concentración de cadmio en el río Titire en la estación TIT-1 (0.01217 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 seca no se detecta una fuente de cadmio en periodo seco.

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 (<0.00003 mg/L), AS-01 (<0.00003 mg/L), (P-11 (<0.00003 mg/L), P-01 (<0.00003 mg/L), P-10 (<0.00003 mg/L), AS-04 ($<0.00003 - 0.00004$ 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 seco.

Los resultados del MAP 6 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar 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 seca.

5.1.4.24. Calcio

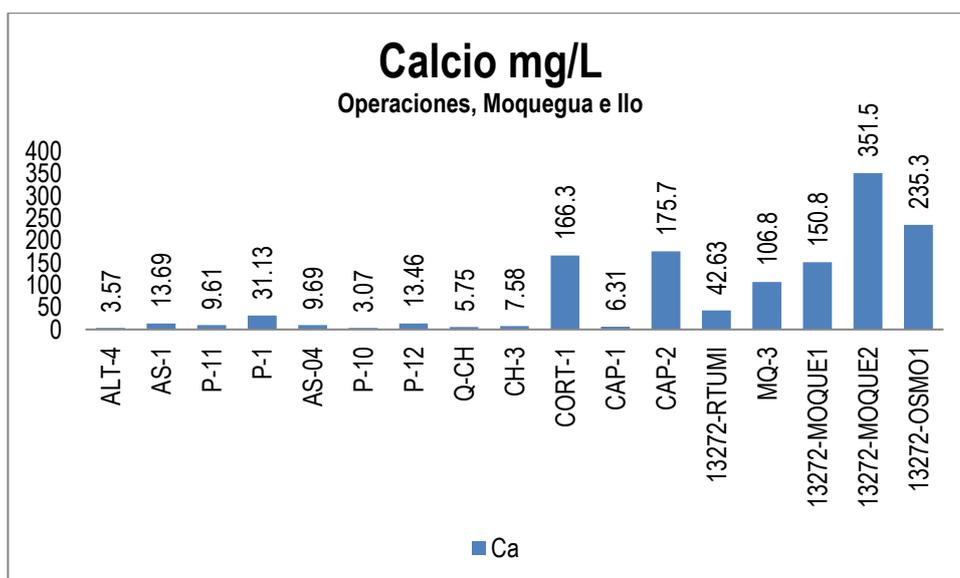
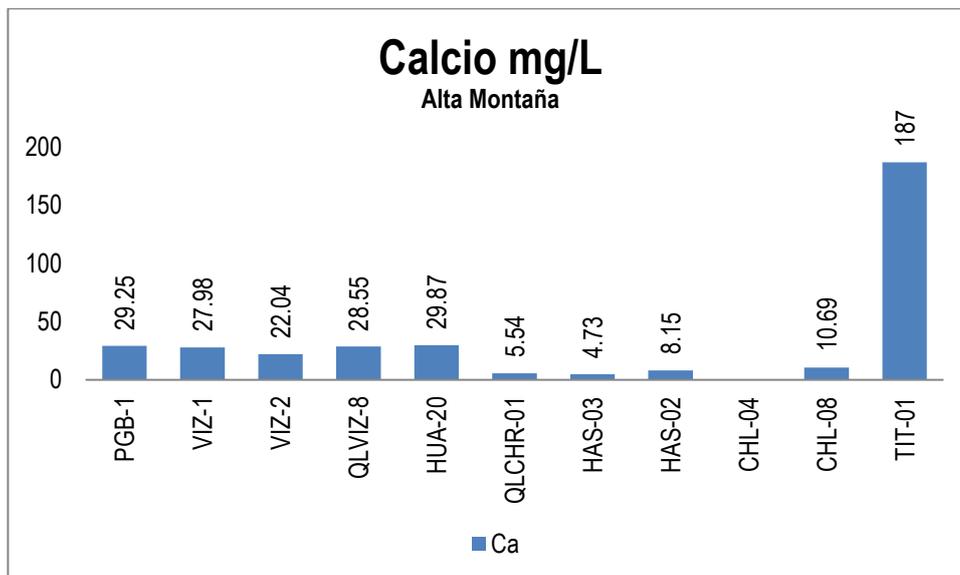


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 (CaSO_4), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), la calcita y la aragonita (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 4.73 a 187 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca 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 (29.25 mg/L) presenta valores altos son similares al periodo seco, QLVIZ-8 (28.55 mg/L) y VIZ-1 (27.98 mg/L) presenta valores altos por influencia del agua del embalse y VIZ-2 (22.04 mg/L) presentan valores altos 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 similares para VIZ-2 (5.18 – 26.76 mg/L), se observa que la concentración de calcio en el periodo seco para estas estaciones está influenciada por el agua del embalse.

La concentración de calcio del agua en el río Chilota CHL-8 (10.69 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 un incremento de la concentración de calcio en el periodo seco para estas estaciones.

La concentración de calcio en el río Chincune QLCHR-01 (5.54 mg/L), río Calasaya HUA-20 (29.87 mg/L) y las quebradas HAS-2 (8.15 mg/L) y HAS-3 (4.73 mg/L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (5.42 – 10.353 mg/L) son superiores, HAS-2 (7.77 – 8.373 mg/L) y HAS-3 (4.46 – 4.936 mg/L) son similares, se observa un incremento de la concentración de calcio en el periodo seco para la estación HUA-20.

La concentración de calcio en el río Titire en la estación TIT-1 (187 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 3.57 y 351.5 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse precipitación del calcio por disminución del caudal o ingreso de aguas subterráneas por riego o infiltración.

La concentración de calcio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (3.57 mg/L), río Asana AS-01 (13.69 mg/L), P-11 (9.61 mg/L), AS-4 (9.69 mg/L), P-12 (13.46 mg/L) son bajos menores al de época húmeda debido a la precipitación del calcio, en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (31.13 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (3.07 mg/L), río Charaque Q-CH (5.75 mg/L) y CH-3 (7.58 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (12.13 – 17.31 mg/L) 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).

La concentración de calcio en el río Capillune CAP-1 (6.31 mg/L) es baja y en CAP-2 (175.7 mg/L) es alto 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 (166.3 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de calcio en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (42.63 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (106.8 mg/L), 13172RMoqu1 (150.8 mg/L), 13172RMoqu2 (351.5 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (235.3 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 6 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (31.88 – 40.73 mg/L) es similar, 13172RMoqu1 (82.41 – 151.3 mg/L) es menor, para 13172RMoqu2 (181.6 – 297.6 mg/L) es mayor y 13172Rosmo1 (139.1 – 251.1 mg/L) es similar, ingreso de aguas subterráneas que influyen cuando se tiene bajo caudal.

5.1.4.25. **Cobalto**

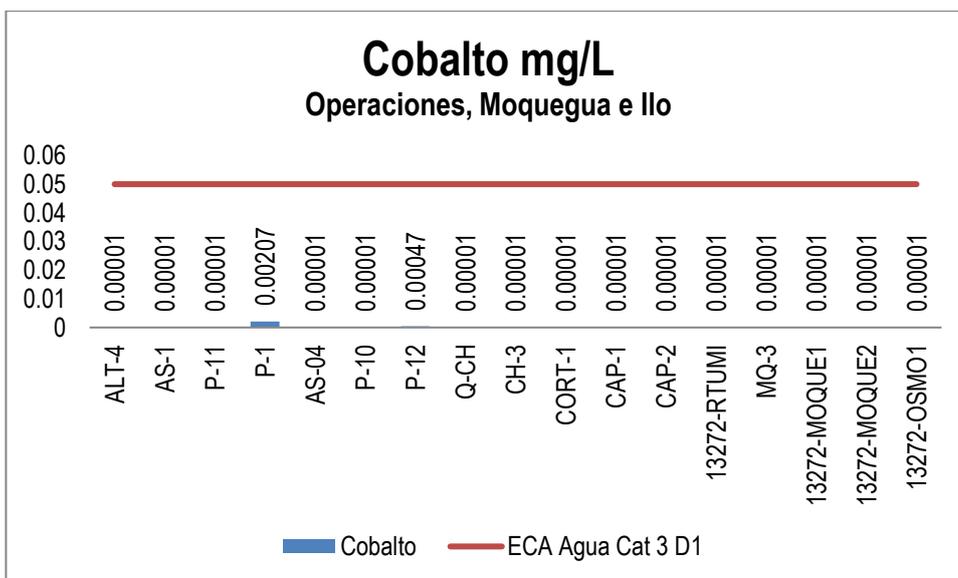
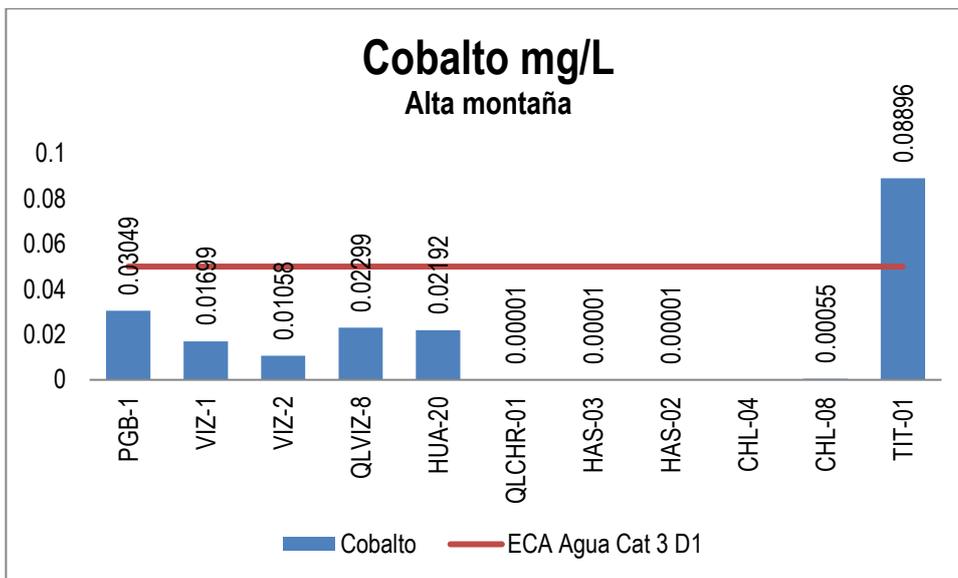


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 ($<0.00001 - 0.03049$ mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde se concentran por disminución del caudal. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son mayores para el PGB-1 ($0.00004 - 0.02611$ mg/L), similar para 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 concentración de cobalto en la estación PGB-01 por influencia del agua del embalse.

El contenido de cobalto en el río Titire en la estación TIT-1 (0.08896 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 seca por ingreso desde el suelo, disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas.

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 0.00207 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

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 (<0.00004), AS-04 ($<0.00004 - 0.00058$ mg/L), 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 Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.00001 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.00001 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.00001 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (<0.00001 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.00001 mg/L) no han sido detectados. Los resultados del MAP 6 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 mg/L), no se ha detectado fuentes de cobalto en la época seca.

5.1.4.26. **Cobre**

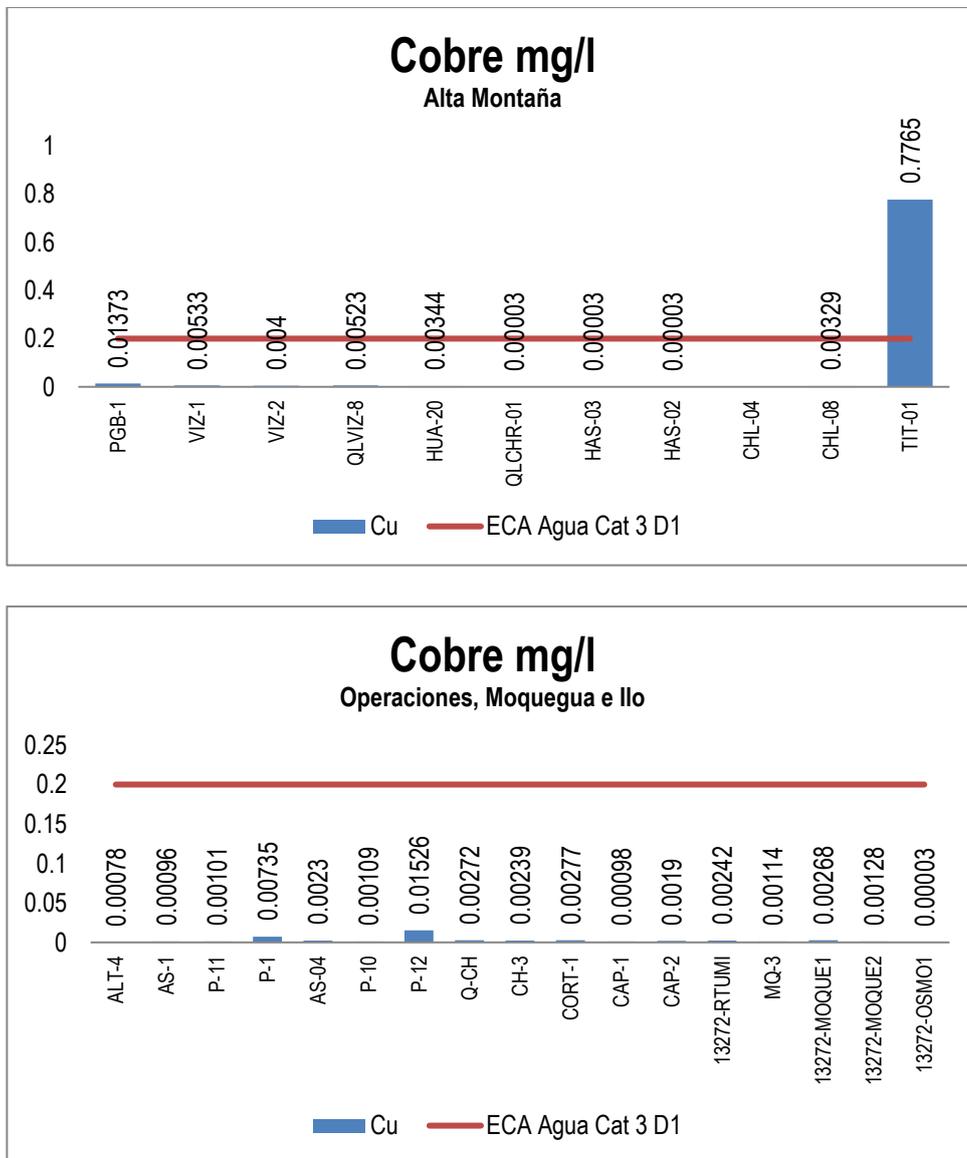


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 – 0.01373 mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. 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) no se observa mayores fuentes de cobre en época seca en esta área de estudio.

El contenido de cobre en el río Titire en la estación TIT-1 (0.7765 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 seca menor que en época húmeda no se tiene ingreso por escorrentías, es probable que la fuente sea el ingreso de agua geotermal.

La concentración de cobre en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobre entre 0.00078 y 0.01526 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de cobre en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani (0.00078 mg/L) y río Asana estación AS-01 (0.00098 mg/L), P-11 (0.00101 mg/L) es baja, AS-04 (0.0023 mg/L) es similar al MAP 1, 2, 4 y 5, P-12 (0.01526) es bajo, en la quebrada Millune P-1 (0.00735) es baja, en el río Charaque Q-CH (0.00272 mg/L) y CH-3 (0.00239 mg/L). La concentración de cobre en el río Capillune estación CAP-1 (0.00098 mg/L) y CAP-2 (0.0019 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 (0.00242 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.00114 mg/L), 13172RMoqu1 (0.00268 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (0.00128 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.00003 mg/L) son bajos no tiene fuentes de ingreso de cobre. Los resultados del MAP 6 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), no existe ingreso de cobre desde el suelo por escorrentía o por desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

5.1.4.27. **Hierro**

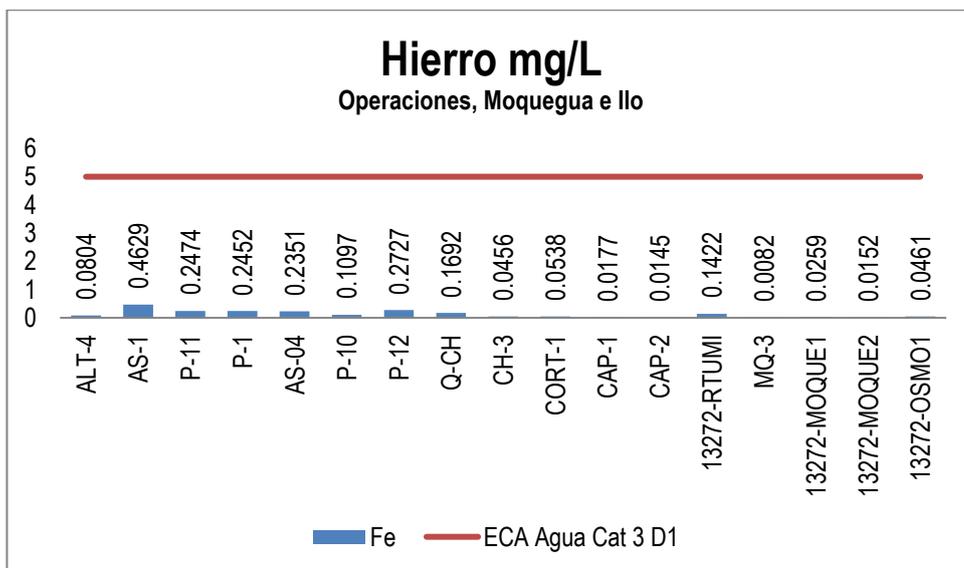
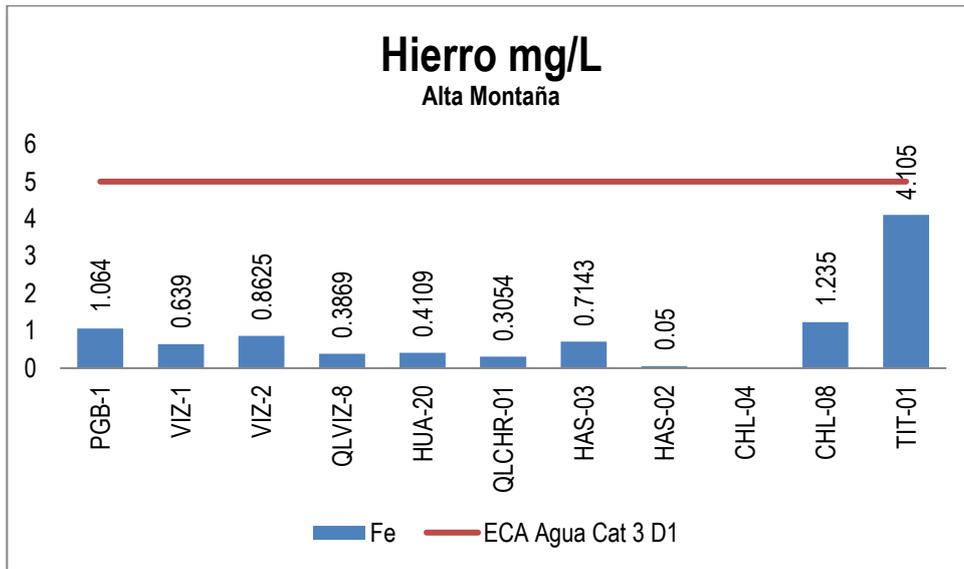


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.2627 a 4.105 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde se incrementa la concentración de hierro por disminución del caudal y efecto de oxidación del material de hierro expuesto.

La concentración de hierro en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.064 mg/L), QLVIZ-8 (0.3869 mg/L), VIZ-1 (0.639 mg/L) y VIZ-2 (0.8625 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 seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo.

La concentración de hierro del agua en el río Chilota CHL-8 (1.235 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 seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo.

La concentración de hierro en el río Chincune QLCHR-01 (0.3054 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.4109 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.05 mg/L) y HAS-3 (0.7143 mg /L) son similares 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 seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo.

La concentración de hierro en el río Titire en la estación TIT-1 (4.105 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), la fuente de hierro es el ingreso de agua geotermal de la zona.

La concentración de hierro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, presentan concentraciones de hierro entre 0.0082 a 0.4629 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 (0.0804 mg/L), río Asana AS-01 (0.4629 mg/L), P-11 (0.2474 mg/L), AS-4 (0.2351 mg/L), P-12 (0.2727 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.1692 mg/L), CH-3 (0.0456 mg/L) estos valores son superiores a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.063 – 0.239 mg/L) 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 (0.2452 mg/L) es baja, esta concentración de hierro es esperada 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 (0.00177 mg/L) y CAP-2 (0.0145 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.001 – 16.32 mg/L), no se tiene fuente de hierro en época seca.

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de hierro en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (0.1422 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.0082 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0259 mg/L), estación 13172RMoqu2 (0.0152 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0471 mg/L) son bajas, no se tiene mayor ingreso de hierro al agua. Los resultados del MAP 6 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), a diferencia de la época húmeda la época seca se caracteriza por aguas claras sin mayor aporte desde el suelo.

5.1.4.28. Manganeso

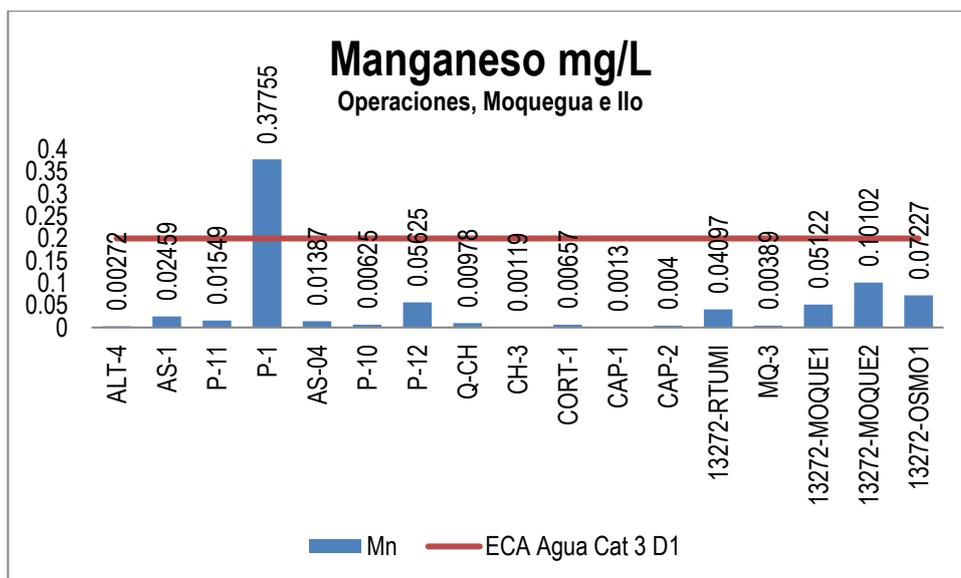
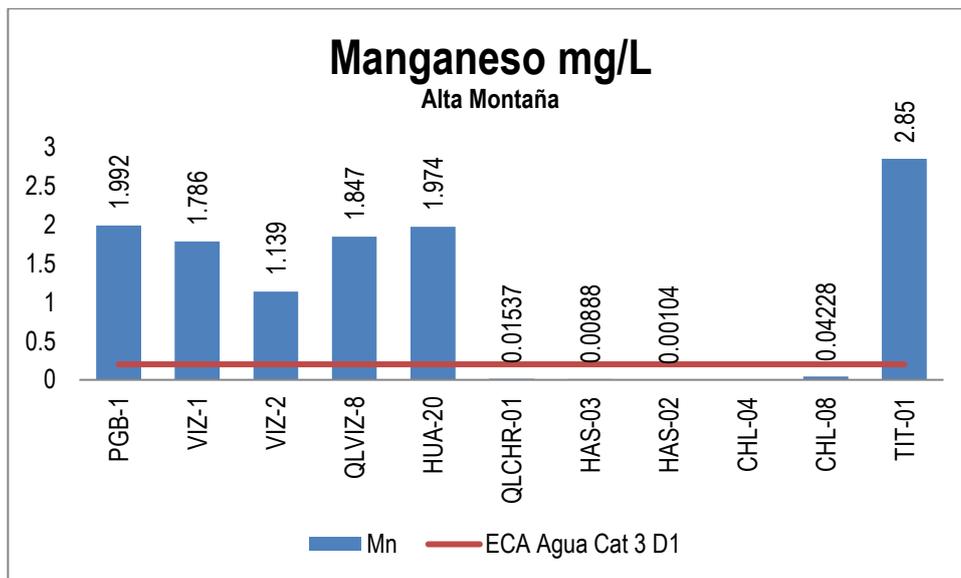


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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.

La concentración de manganeseo en el agua en las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de manganeseo entre 0.01537 y 2.85 mg/L, estos resultados son altos.

La concentración de manganeseo en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.1992 mg/L), QLVIZ-8 (1.847 mg/L), VIZ-1 (1.786 mg/L) y VIZ-2 (1.139 mg/L) presentan valores altos de manganeseo esto debido a la influencia de la calidad de agua del embalse que en la estación PGB-1 presenta alta concentración de manganeseo y alto valor de caudal, estos los 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 (0.04228 mg/L) son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0109 – 0.3267 mg/L), no se tiene una fuente de manganeseo.

La concentración de manganeseo en el río Calasaya HUA-20 (1.974 mg/L) es un valor alto 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), en época seca no se tiene mayor fuente de manganeseo.

El contenido de manganeseo en el río Titire en la estación TIT-1 (2.85 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), la fuente de manganeseo proviene del suelo en el agua subterránea que emerge a la superficie.

La concentración de manganeseo en las estaciones de la zona de operaciones excepto la estación P-01 en la quebrada Millune, presentan concentraciones de manganeseo entre 0.00119 a 0.10102 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego. El principal aporte de manganeseo es desde el suelo,

La concentración de manganeseo en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani (0.00272 mg/L), río Asana AS-01 (0.02459 mg/L), P-11 (0.01549 mg/L), AS-4 (0.01387 mg/L), P-12 (0.05625 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.00978 mg/L) y CH-3 (0.00119 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (0.04217 – 0.0892 mg/L) 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 (0.37755 mg/L) es alta supera el ECA Agua Cat 3 la oxidación y disolución de material de suelo permite el ingreso del manganeseo, el resultado es similar al esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.2027 – 0.474 mg/L).

El contenido de manganeso en el río estaciones CAP-1 (0.0013 mg/L) y CAP-2 (0.04 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.0002 - 3.961 mg/L) y CAP-2 (0.0002 – 0.6964 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de manganeso en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.04097 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.00389 mg/L), 13172RMoqu1 (0.05122 mg/L), 13172RMoqu2 (0.10102 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.07227 mg/L) son bajas en época seca. Los resultados del MAP 6 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).

5.1.4.29. Plomo

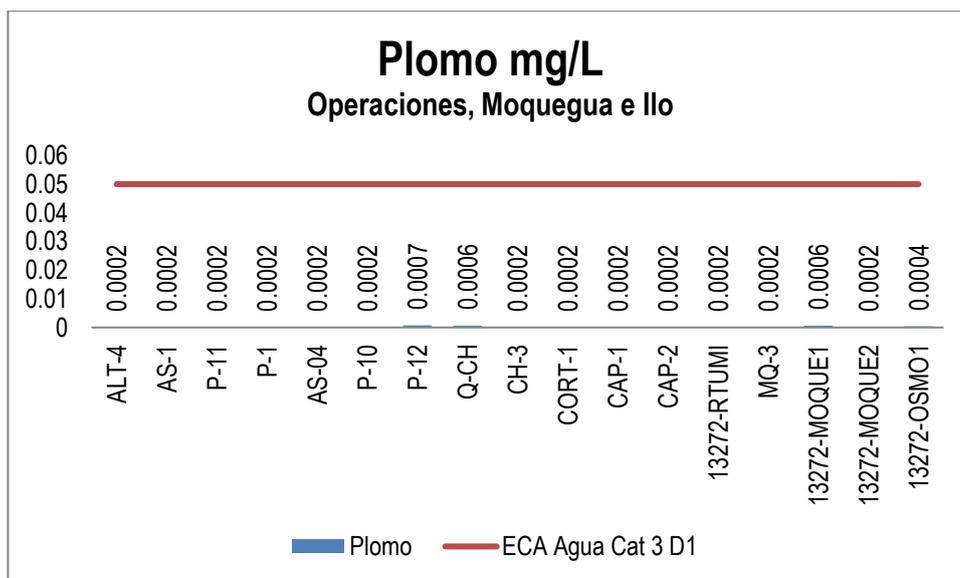
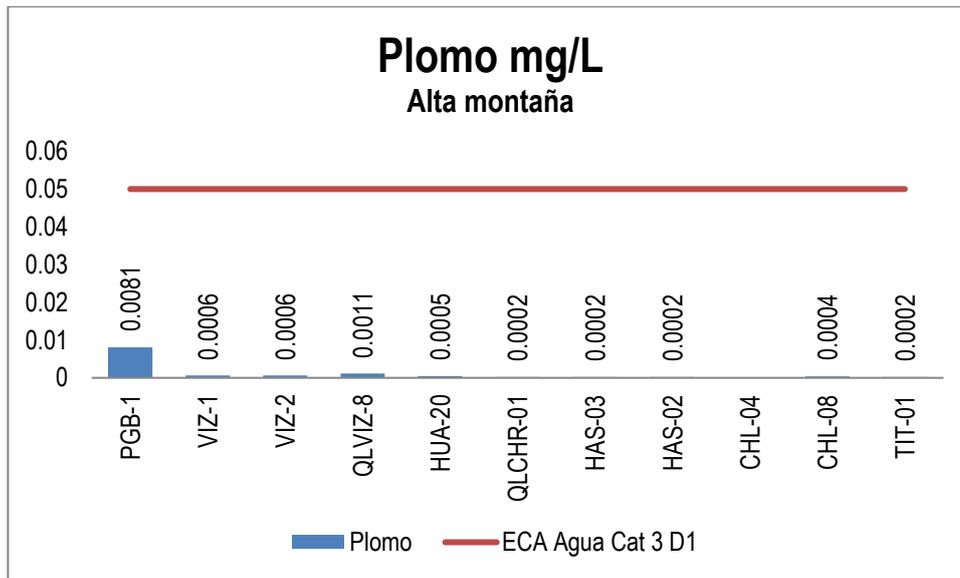


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 0.0081 mg/L, todas cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son

característicos de la época seca. 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) no se tiene ingreso de plomo desde el suelo, en la estación PGB-01 el origen es desde el embalse.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de plomo entre <0.0002 y 0.0007 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca no se tiene ingreso de plomo desde el suelo.

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), AS-04 (<0.0001 – 0.00031 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), no se observa fuentes de plomo.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de plomo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.0002 mg/L) no ha sido detectado, en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0002 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0006 mg /L) es bajo, la estación 13172RMoqu2 (<0.0002 mg/L) es baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0004 mg/L) es bajo, no se tiene ingreso de plomo desde el suelo. Los resultados del MAP 6 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 6, 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).

5.1.4.30. Sodio

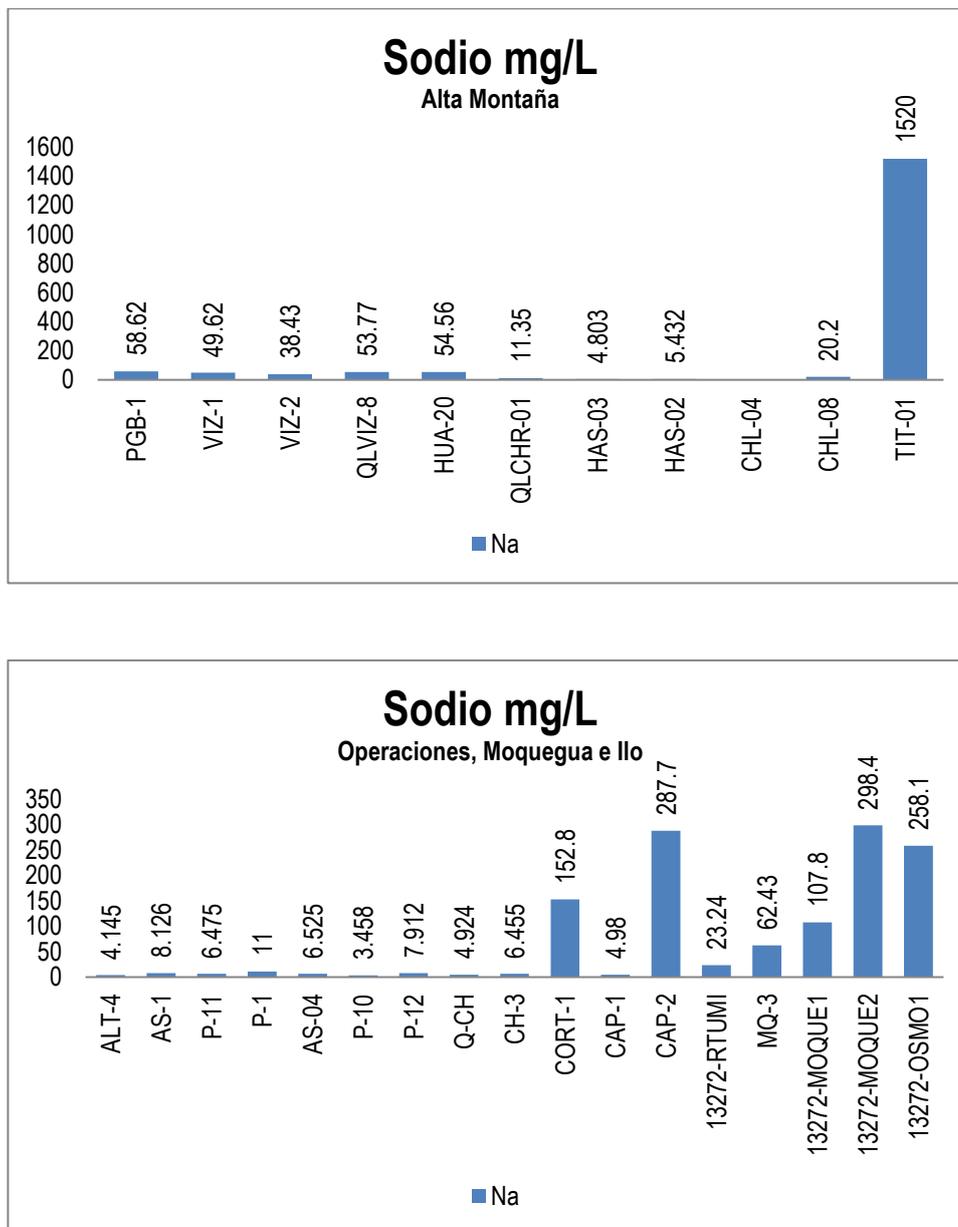


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 4.803 y 58.62 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde existe concentración de sales en bajos caudales.

La concentración de sodio en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (58.62 mg/L) presenta valores altos, para QLVIZ-8 (53.77 mg/L), VIZ-1 (49.62 mg/L) y VIZ-2 (38.43 mg/L) presentan valores bajos de sodio 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 (28.18 – 62.53 mg/L), VIZ-1 (11.28 – 64.75 mg/L) y VIZ-2 (10.78 – 61.8 mg/L), en el caso de PGB-01 el ingreso de aguas desde el embalse incrementa el contenido de sodio.

La concentración de sodio en el río Chilota CHL-8 (20.2 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 (11.35 mg/L), río Calasaya HUA-20 (54.56 mg/L) y las quebradas HAS-2 (5.432 mg/L) y HAS-3 (4.803 mg /L) son mayores que los reportados en los MAP 3, 4 y 5 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 (1520 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (45.33 – 3199 mg/L), se observa ingreso de aguas geotermales que incrementan la concentración de sodio en época seca.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sodio entre 4.145 y 298.4 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de sodio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (4.145 mg/L), río Asana AS-1 (8.126 mg/L), P-11 (6.475 mg/L), AS-4 (6.525 mg/L), P-12 (7.912 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (11 mg/L), río Charaque Q-CH (4.924 mg/L) y CH-3 (6.455 mg/L) estos valores comparado a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (6.702 – 7.59 mg/L) son menores; 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 mayor, 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 (4.98 mg/L) es bajo y en CAP-2 (272.8 mg /L) es alto por ingreso de agua de riego y subterránea, así como concentración por reducción del caudal, 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 una concentración del sodio en el agua por el ingreso de aguas de riego y subterráneas de riego en CAP-2.

La concentración de sodio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (23.24 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (62.43 mg/L), 13172RMoqu1 (107.8 mg /L), 13172RMoqu2 (298.4 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (258.1 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 6 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación13172Rtumi1 (18.06 – 21.61 mg/L) es mayor, para 13172RMoqu1 (66.84 – 108.9 mg/L) es similar, para 13172RMoqu2 (164.1 – 290.9 mg/L) es menor y para 13172Rosmo1 (143.7 – 265.3 mg/L) es similar, existe incremento de este elemento por disminución del caudal e ingreso de aguas de riego.

5.1.4.31. **Zinc**

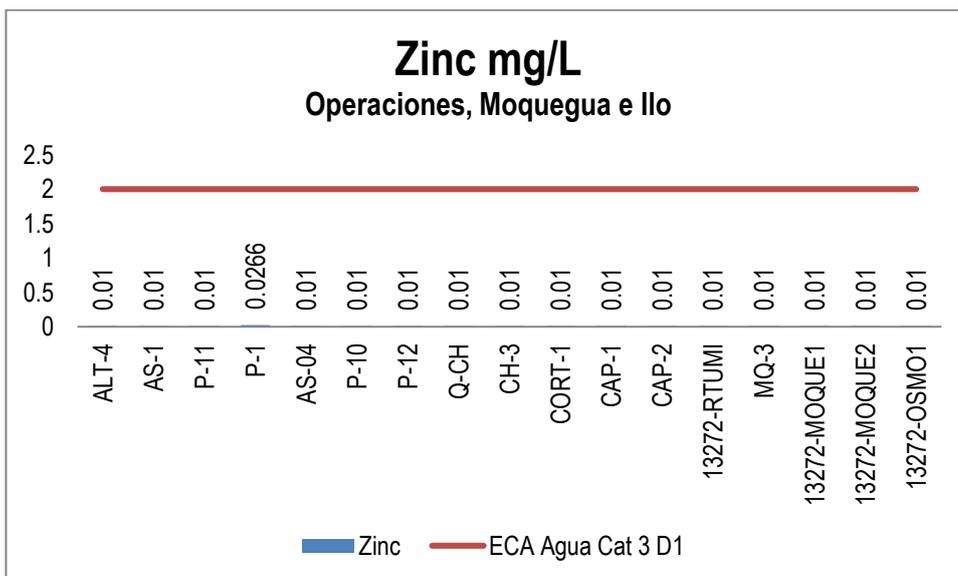
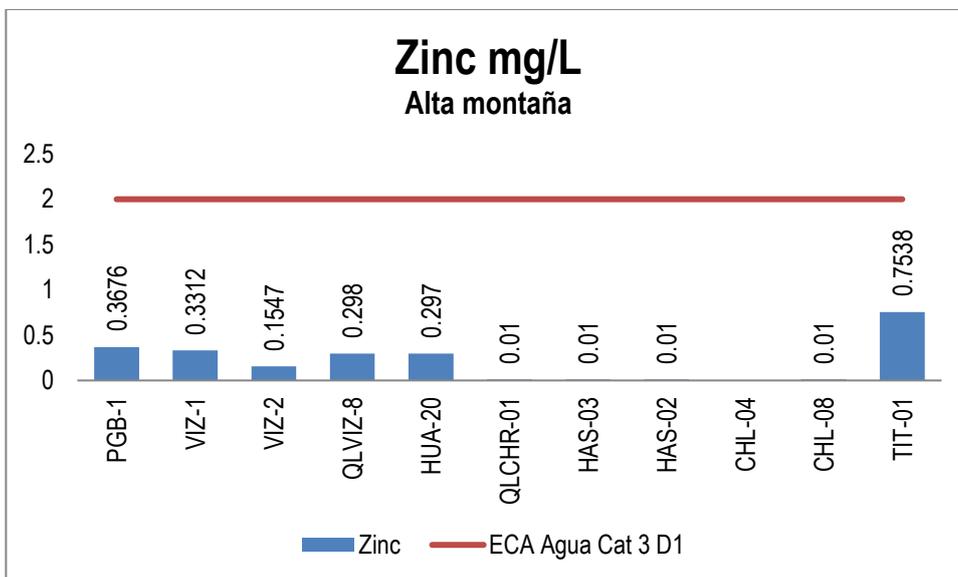


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 ($<0.01 - 0.7538$ mg/L), la concentración de zinc en PGB-1 (0.3676 mg/L), QLVIZ-8 (0.298 mg/L), VIZ-1 (0.3312 mg/L), VIZ-2 (0.1547 mg/L), HAS-2 (<0.01 mg/L), HAS-3 (<0.01 mg/L), HUA-20 (0.297 mg/L), QLCHR-01 (<0.01 mg/L), CHL-8 (<0.01 mg/L) y TIT-01 (0.7538 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. 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), mayores 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), similar 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 0.0266 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca, no se ha detectado fuente de zinc.

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 6 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 ($<0.003 - 0.0083$ mg/L), 13172RMoqu1 ($<0.003 - 0.0042$ mg/L), 13172RMoqu2 ($<0.003 - 0.0236$ mg/L) y para 13172Rosmo1 ($<0.003 - 0.016$ mg/L), no existe ingreso de zinc desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo.

MICROBIOLÓGICOS

5.1.4.32. Coliformes Termotolerantes o Fecales

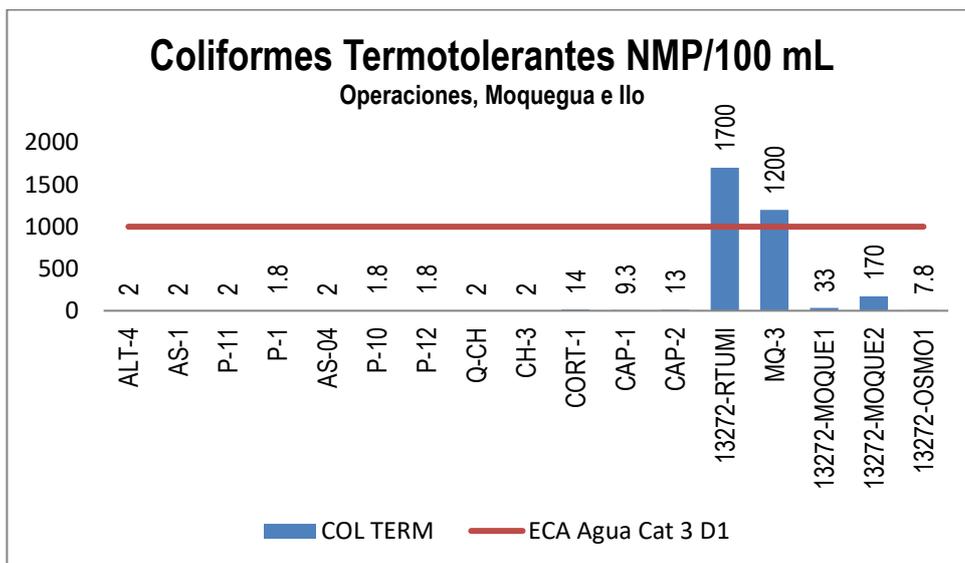
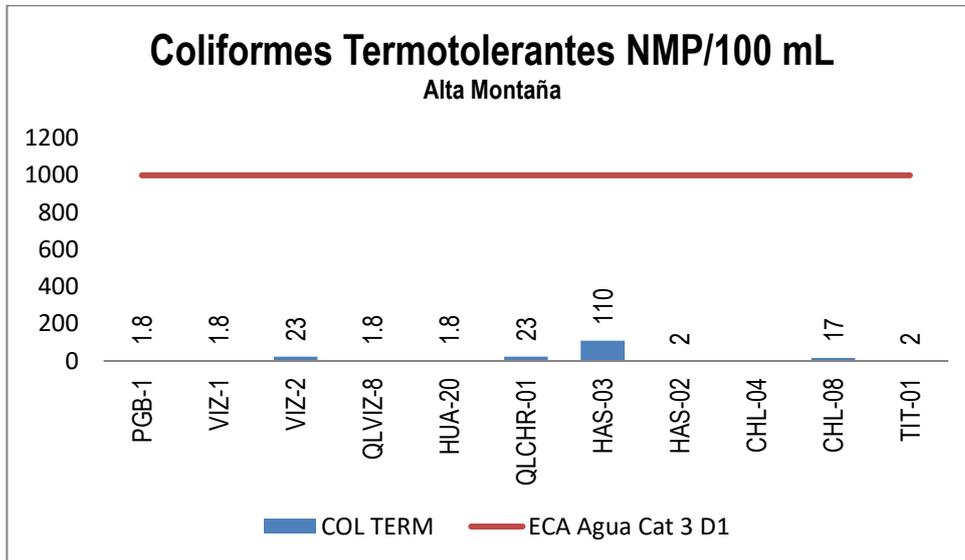


Gráfico 33. Variación espacial de la numeración de coliformes termotolerantes de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-6 ES octubre 2018

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 – 110 mg/L) cumplen con el ECA Agua categoría 3 agua de riego. Los valores reportados en las estaciones PGB-1 (1.8 NMP/100 mL), QLVIZ-8 (1.8 NMP/100 mL), VIZ-1 (1.8 NMP/100 mL), VIZ-2 (23 NMP/100 mL), HAS-2 (2 NMP/100 mL), HAS-3 (100 NMP/100 mL), HUA-20 (1.8 NMP/100 mL), CHL-8 (17 NMP/100 mL) y TIT-1 (2 NMP/100 mL) son bajos, característicos de la época seca donde no ingresa material de suelo. 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), 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), 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 (2 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 <1.8 a 1700 NMP/100 mL, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto la estación 13172RTumi y 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 (2 NMP/100 mL), en el río Asana estación AS-01 (2 NMP/100 mL), P-11 (2 NMP/100 mL), AS-04 (2 NMP/100 mL), P-12 (1.8 NMP/100 mL), en la quebrada Millune (1.8 NMP/100 mL), en los ríos Charaque Q-CH (2 NMP/100 mL), CH-3 (1.8 NMP/100 mL) y río Capillune CAP-1 (9.3 NMP/100 mL), CAP-2 (11 NMP/100 mL) son bajos no hay ingreso de este material fecal al agua. Estos valores son similares 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), en el río Asana estación AS-01 (2 – 490 NMP/100 mL), P-11 (0.4 – 1400 NMP/100 mL), P-01 (0.4 – 2 NMP/100 mL), AS-04 (<1.8 - 20 NMP/100 mL), P-12 (0.4 – 1700 NMP/100 mL), CAP-1 (0.4 – 79 NMP/100 mL), CAP-2 (<1.8 – 170 NMP/100 mL), 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 (1700 NMP/100 mL) debido a ingreso de aguas residuales de origen doméstico, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (33 NMP/100 mL), la estación 13172RMoqu2 (170 NMP/100 mL) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (7.8 NMP/100 mL) son bajos. Los resultados del MAP 6 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 ingreso de otros cuerpos de agua al río en la estación al inicio del valle de Moquegua.

5.1.5. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

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

Estación de Monitoreo	Lugar	Parámetros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No Cumplen ECA	
PGB-01	río Vizcachas	69	31	27	4	pH bajo, Al, B, Mn
VZ-01		69	31	28	3	pH bajo, B, Mn
VZ-02		69	31	31	0	Ninguna
QLVZ-8		69	31	28	3	pH bajo, B, Mn
HAS-2	Quebrada s/N Pampa Huachunta	69	31	31	0	Ninguna
HAS-3	Quebrada Vilaje	69	31	31	0	Ninguna
HUA-20	río Calasaya	69	31	28	3	pH bajo, B, Mn
QLCHR-01	río Chincune	69	31	30	1	pH alto
CHL-4	río Chilota	69	31			No se Monitoreo
CHL-8		69	31	29	2	pH alto, As
TIT-8	río Titire	69	31	21	10	C.E., Cloruros, Al, As, B, Cd, Co, Cu, Li, Mn

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

Estación de Monitoreo	Lugar	Parámetros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No Cumplen ECA	
ALT-4	Río Altarani	69	31	31	0	Ninguna
AS-1	Río Asana	69	31	31	0	Ninguna
P-11		69	31	31	0	Ninguna
AS-04		69	31	31	0	Ninguna
P-12		69	31	31	0	Ninguna
P-01		Quebrada Millune	69	31	28	3
P-10	Quebrada Sarayenque	69	31	31	0	Ninguna
QCH	Río Charaque	69	31	31	0	Ninguna
CH-3		69	31	30	1	pH alto
CORT-1	Quebrada Cortadera	69	31	28	3	pH alto, Fluoruro, B
CAP-1	Río Capillune	69	31	31	0	Ninguna
CAP-2		69	31	27	4	C.E., pH alto, Fluoruro, B
13172RTUMI	Río Tumilaca	69	31	30	1	Coliform. Termo.
MQ-3	Río Moquegua	69	31	29	2	pH alto, Coliform. Termo.
13172RMOQUE1		69	31	30	1	B
13172RMOQUE2		69	31	27	4	C.E., pH alto, Cloruro, B
13172ROSMO1	Río Osmore	69	31	28	3	C.E., pH alto, B

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

5.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

5.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire

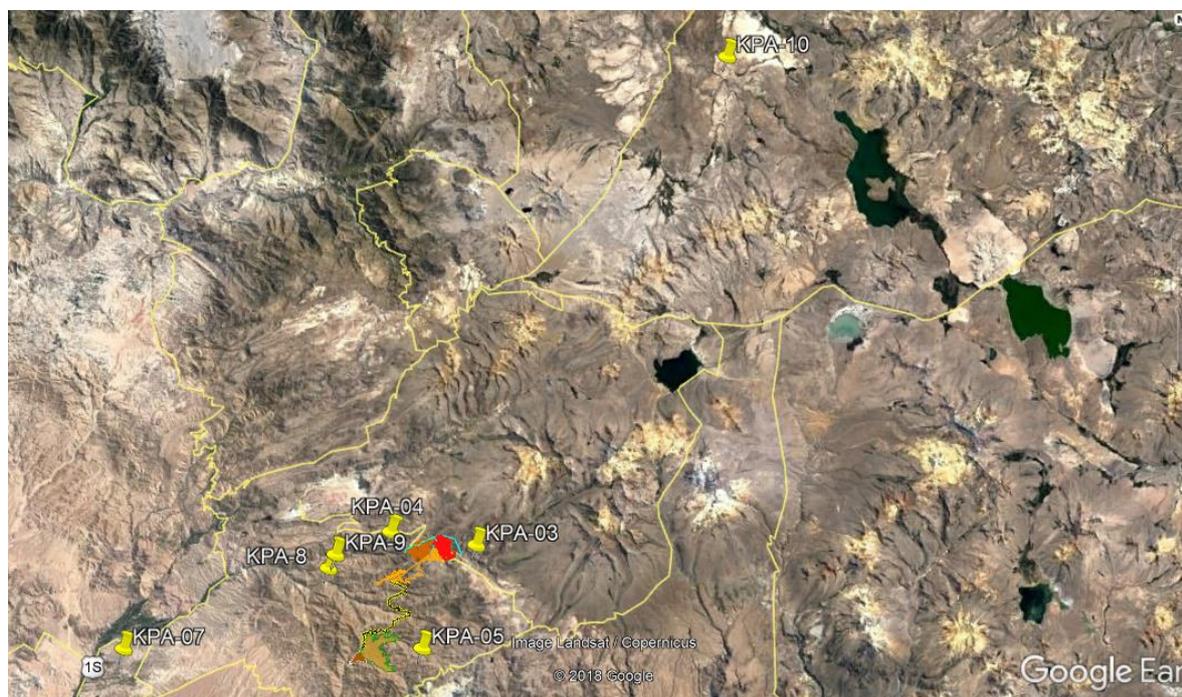


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP-6 ES octubre 2018

Tabla 11. Estaciones de monitoreo calidad de aire

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	328860	8107351	Cerro Samanape
KPA4	321194	8109045	Tala punto ubicado al este de la chancador
KPA5	324951	8096872	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA9	315390	8106188	Poblado Coscore.
KPA10	355530	8159651	Vizcachas.

5.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

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

N° ALS LS			549179/2018-1	9180/2018-1	9183/2018-1	9182/2018-1	9181/2018-1	49185/2018-1	DS N° 003-2017- MINAM
Fecha de Muestreo			22/10/2018	24/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018	30/10/2018	ECA Aire
Hora de Muestreo			12:30:00	10:30:00	18:00:00	12:30:00	09:30:00	10:00:00	Estándares de Calidad Ambiental para Aire
Tipo de Muestra			Calidad de Aire						
Identificación			KPA3	KPA5	KPA7	KPA8	KPA9	KPA10	
Parámetro	Unidad	LD							
Gases									
Dióxido de Azufre (24h)	ug/m3	0,88	8.24	3.99	11.45	3.03	3.63	10.82	250
Dióxido de Nitrógeno (1h)	ug/m3	0,45	37.7	15.4	40.7	46.5	31.4	47.8	200
Monóxido de Carbono (8h)	ug/m3	85,89	2662	1031	1045	543.9	1345	572.5	10000
Humedad Relativa*	%	0,1	36	44.5	44.4	24.6	34.8	50	---
Presión Atmosférica*	mBar	0,1	652.7	663.5	864.8	720.3	708.5	604.3	---
Temperatura a Nivel del Suelo*	°C	0	10	8.5	20.9	15.9	12.8	6.3	---
Velocidad del Viento*	m/s	0,1	2.6	4.8	2.8	6.3	3.4	5.6	---
Dirección de Viento*	---	---	SW	S	W	W	W	N	---
Material Particulado									
Material Particulado PM10	ug/m3	1,0	37.4	30.2	81.6	30.4	41.7	21.5	100
Material Particulado PM2.5	ug/m3	2,0	6.3	5.8	9.4	7.6	6.2	4.2	50
Metales en PM-10									
Plomo (Pb)	ug/m3	0,002	<0.002	<0.002	0.007	<0.002	<0.002	<0.002	1,5

5.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

5.2.3.1. Dióxido de azufre

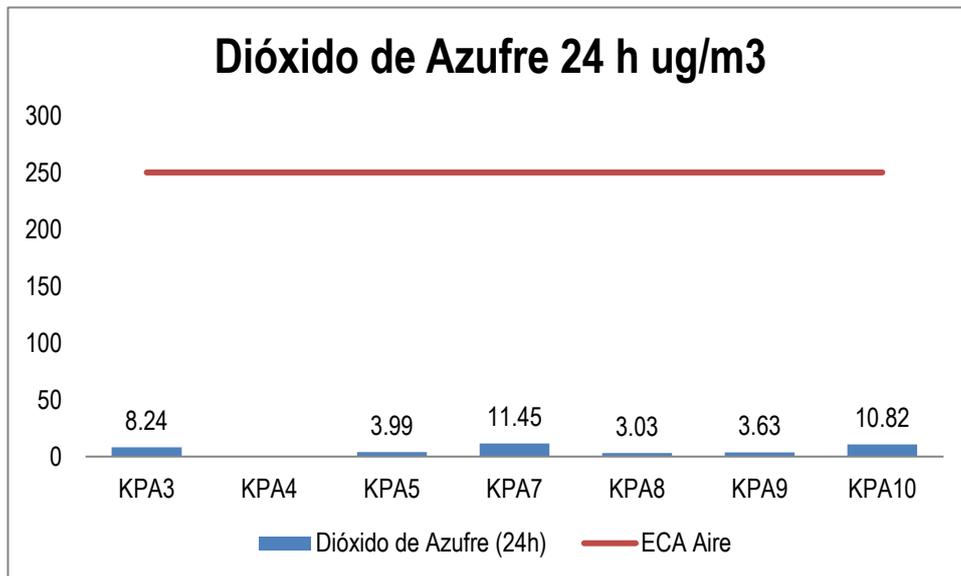


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

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/m³ 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 diesel. 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/m³), KPA-4 (<13 – 13.82 ug/m³), KPA-5 (10.78 – 11.05 ug/m³) y KPA-7 (9.5 – 10.06 ug/m³).

5.2.3.2. Dióxido de Nitrógeno

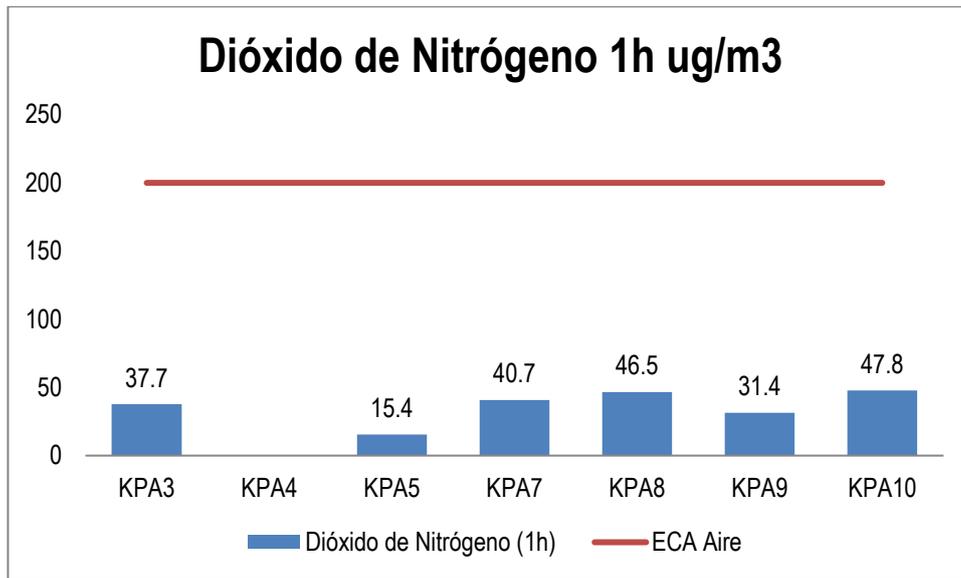


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 ug/m³ 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 y 4 para la época seca y húmeda KPA-3 (< 4 – 63 ug/m³), KPA-4 (7.32 – 60 ug/m³), KPA-5 (4.76 – 36 ug/m³) y KPA-7 (10 – 76.2 ug/m³).

5.2.3.3. Material Particulado menor a 10 um

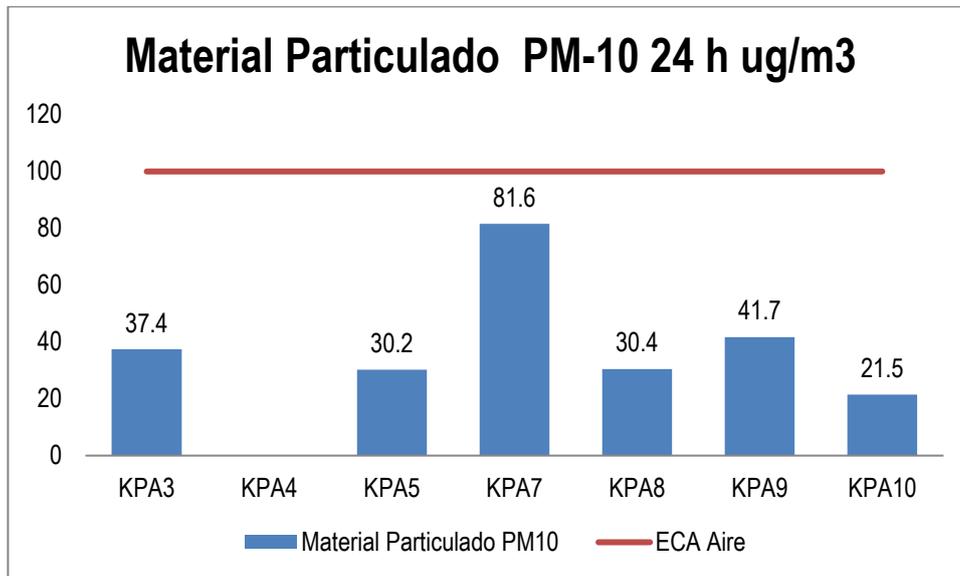


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

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/m³ 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/m³), KPA-4 (16.4 – 57.8 ug/m³), KPA-5 (21.5 – 82.3 ug/m³) y KPA-7 (53.2 – 92.9 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-10.

5.2.3.4. Material particulado menor a 2.5 um

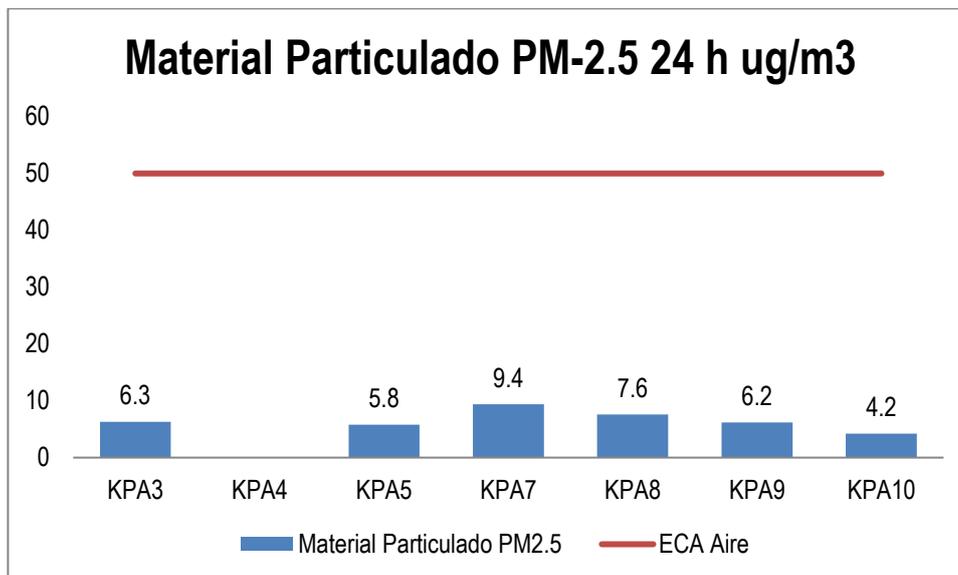


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

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/m³ 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/m³), KPA-4 (5.4 – 28.5 ug/m³), KPA-5 (8 – 24.8 ug/m³) y KPA-7 (18 – 68.7 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-2.5, probablemente a material re suspendido de suelo y fuentes de combustión.

5.2.3.5. Monóxido de Carbono

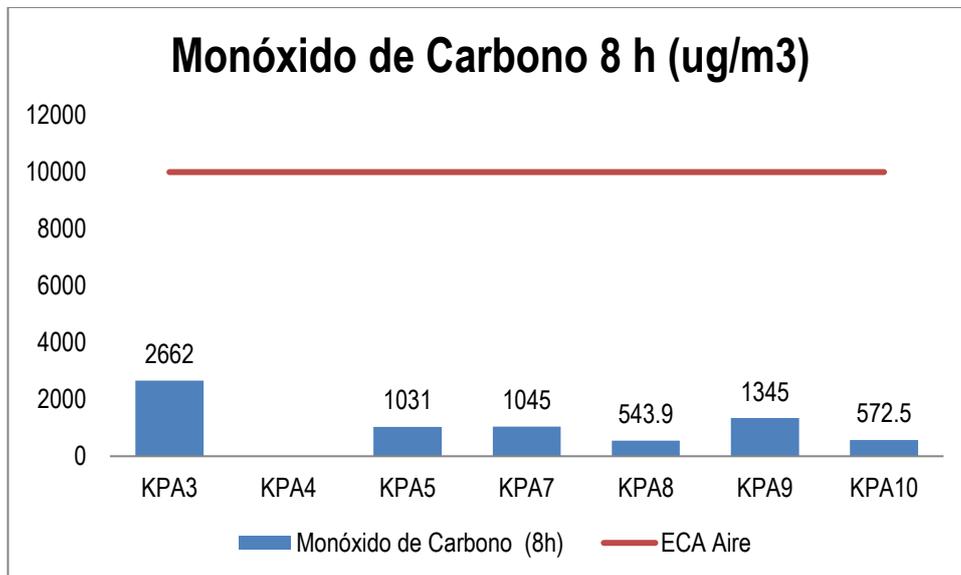


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

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/m³ 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/m³), KPA-4 (<335 – 2840 ug/m³), KPA-5 (<335 – 3835 ug/m³) y KPA-7 (458 – 4030 ug/m³).

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

Metales:

5.2.3.6. Plomo

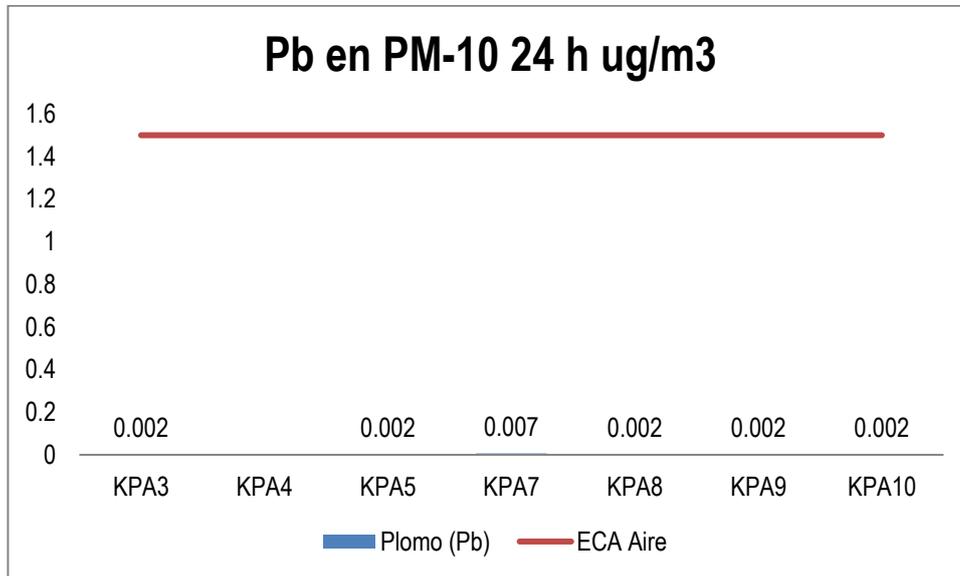


Gráfico 40. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-6 ES octubre 2018

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/m³ 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/m³), KPA-4 (<0.002 – 0.0068 ug/m³), KPA-5 (<0.002 – 0.006 ug/m³) y KPA-7 (<0.002 – 0.0189 ug/m³).

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

5.2.4. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

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

Estación de Monitoreo	Lugar	Parámetros Monitoreados			Observación
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
KPA3	Cerro Samanape	5	5	0	Ninguna
KPA4	Tala	5	5	0	Ninguna
KPA5	Zona de cortaderas	5	5	0	Ninguna
KPA7	San Antonio	5	5	0	Ninguna
KPA8	blado Calient	5	5	0	Ninguna
KPA9	blado Coscor	5	5	0	Ninguna
KPA10	Vizcachas	5	5	0	Ninguna

5.3. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO

5.3.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad ambiental de suelo

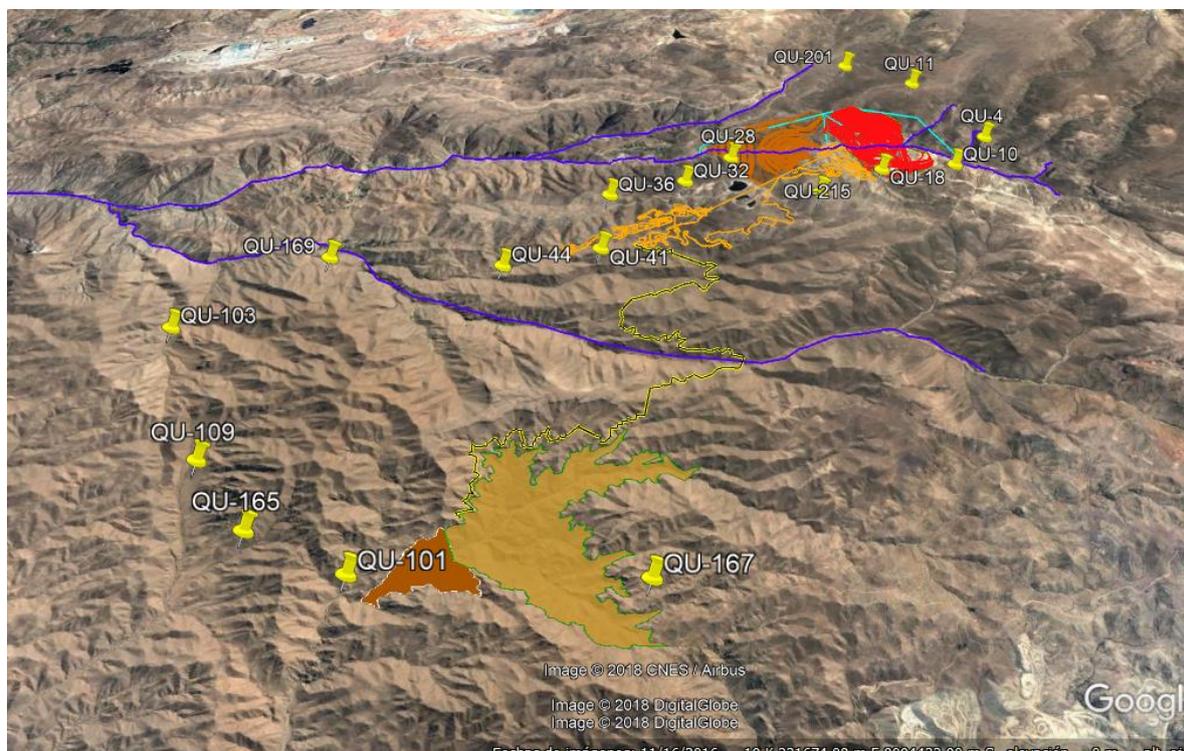


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo en la zona de operaciones MAP-6 ES octubre 2018

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

5.3.2. 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	545276/2018-1.0	545277/2018-1.0	545278/2018-1.0	545279/2018-1.0	545280/2018-1.0	545281/2018-1.0	545283/2018-1.0	545284/2018-1.0
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	30/10/2018	30/10/2018	30/10/2018	31/10/2018	31/10/2018	31/10/2018	27/10/2018	31/10/2018
Hora de Muestreo				09:05:00	11:00:00	12:20:00	12:40:00	13:30:00	11:20:00	13:30:00	10:00:00
Tipo de Muestra			Suelo Agrícola	Suelo							
Identificación				QU-201	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28
Parámetro	Unidad	LD									
002 ANALISIS EN CAMPO											
Cianuro Libre	mg/kg	0,2	0.9	<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	0.2501
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO											
Benceno	mg/kg	0,0031	0.03	<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
Etilbenceno	mg/kg	0,0028	0.082	<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
p-Xileno	mg/kg	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
Xilenos	mg/kg	0,0104	11	<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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS											
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0,6	200	<0.6	<0.6	<0.6	---	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1,0	1200	<1.0	<1.0	<1.0	---	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1,0	3000	54.2	59.1	92.5	---	43.6	64.8	83.6	41.9
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH's)											
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0,0009	0.1	<0.0009	<0.0009	<0.0009	---	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL											
PCB 28	mg/kg	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
PCB 101	mg/kg	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
PCB 153	mg/kg	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
PCB 180	mg/kg	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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCORADOS											
Aldrin	mg/kg	0,0022	---	<0.0022	<0.0022	<0.0022	---	<0.0022	<0.0022	<0.0022	<0.0022
Heptacloro Epóxido	mg/kg	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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCORADOS LIMITES BAJOS											
4,4'- DDT	mg/kg	0,00002	---	<0.00002	<0.00002	<0.00002	---	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
007 ENSAYOS DE METALES											
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,02	6.6	<0.02	<0.02	<0.02	---	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0,5	---	<0.5	<0.5	<0.5	---	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	1,0	---	12642	25872	9588	---	7890	15228	14929	16429
Arsenico (As)	mg/kg	2,0	50	<2.0	<2.0	<2.0	---	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Boro (B)*	mg/kg	0,5	---	10.7	10.1	8.8	---	9.2	13.3	22.1	14.4
Bario (Ba)	mg/kg	0,1	750	94.1	257.6	146.5	---	140.2	284.4	268.6	265.3
Berilio (Be)	mg/kg	0,1	---	0.3	0.7	0.4	---	0.3	0.5	0.5	0.7
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1,0	---	<1.0	<1.0	<1.0	---	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	2,5	---	1956	1634	2318	---	1657	2642	4144	2065
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,2	1.4	<0.2	<0.2	<0.2	---	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0,5	---	6	4.6	4.8	---	6.3	9.1	10.8	10.6
Cromo (Cr)	mg/kg	0,5	---	6.8	13.6	4	---	5	7.8	11.5	9.1
Cobre (Cu)	mg/kg	0,5	---	43.1	38.2	19.5	---	100.3	50.3	34.2	32.9
Hierro (Fe)	mg/kg	1,5	---	14963	13621	10032	---	13283	16719	19487	18883
Potasio (K)	mg/kg	1,0	---	617	966.4	1759	---	1749	2129	5441	2398
Litio (Li)*	mg/kg	2,0	---	<2.0	6.4	3.2	---	<2.0	6.4	11.2	8.6
Magnesio (Mg)	mg/kg	1,0	---	1065	1261	2018	---	2449	2435	4470	2832
Manganeso (Mn)	mg/kg	0,1	---	178.6	121.5	315.8	---	393.1	662.6	478.8	1586
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0,5	---	<0.5	<0.5	<0.5	---	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Sodio (Na)	mg/kg	5,0	---	180.7	234.7	194.8	---	119.2	126.5	249.1	122.4
Niquel (Ni)	mg/kg	0,5	---	4.5	8.5	3.5	---	7.1	5.9	10.6	6.9
Fosforo (P)*	mg/kg	3,0	---	651.4	431.6	381.5	---	454	359	817.2	463.9
Plomo (Pb)	mg/kg	1,0	70	<1.0	8.1	3.8	---	4.9	15.9	11.2	44.9
Antimonio (Sb)	mg/kg	2,0	---	<2.0	<2.0	<2.0	---	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Selenio (Se)	mg/kg	2,0	---	<2.0	<2.0	<2.0	---	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	5,0	---	1020	494.1	494.8	---	621.7	1053	1454	1982
Estaño (Sn)*	mg/kg	2,0	---	<2.0	<2.0	<2.0	---	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0,1	---	26.9	46	35.7	---	25.2	61.8	116.2	60.3
Titanio (Ti)*	mg/kg	0,5	---	1256	1321	715.5	---	748.6	858.2	955.8	892.7
Talio (Tl)	mg/kg	2,0	---	<2.0	<2.0	<2.0	---	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0,5	---	55.2	36.8	27	---	34.5	43.3	54.7	48.6
Zinc (Zn)	mg/kg	1,0	---	26.8	24.9	27.2	---	38.5	47.9	60.2	91.1

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

N° ALS LS			DS N° 011-2017-MINAM	545285/2018-1.0	147/2018	149/2018	150/2018	151/2018	152/2018	153/2018	1496/2018	1497/2018
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	28/10/2018	02/11/2018	02/11/2018	02/11/2018	02/11/2018	02/11/2018	02/11/2018	24/10/2018	24/10/2018
Hora de Muestreo			Suelo Agrícola	13:45:00	13:05:00	12:00:00	10:30:00	09:30:00	13:05:00	09:40:00	13:15:00	14:10:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36
Parámetro	Unidad	LD										
002 ANALISIS EN CAMPO												
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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO												
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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS												
Fracción 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
Fracción 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
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1,0	3000	< 1.0	< 1.0	46.9	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	53.6	21.6
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH's)												
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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL												
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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS												
Aldrin	mg/kg	0,0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Heptacloro 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
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS LIMITES BAJOS												
4,4'- DDT	mg/kg	0,00002	---	< 0.00002							< 0.00002	< 0.00002
007 ENSAYOS DE METALES												
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,02	6.6	< 0.02							< 0.02	0.06
Plata (Ag)	mg/kg	0,5	---	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	1,0	---	7705	6986	23806	7560	9599	20886	21109	10350	10791
Arsenico (As)	mg/kg	2,0	50	< 2.0	14.6	20.1	31	17.1	46	< 3.5	< 2.0	< 2.0
Boro (B)*	mg/kg	0,5	---	22.7	6.9	10.7	6.5	5.6	10	16.2	10.3	16.3
Bario (Ba)	mg/kg	0,1	750	70.2	59.9	140.9	93.9	130.4	158.7	148.6	118.5	136.3
Berilio (Be)	mg/kg	0,1	---	0.4	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	1	0.8
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1,0	---	< 1.0	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	2,5	---	6081	3664	4486	2366	2775	4699	3693	1678	3278
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,2	1.4	< 0.2	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0,5	---	13.4	9.6	15.4	< 0.8	< 0.8	16.9	11.5	4.5	10.6
Cromo (Cr)	mg/kg	0,5	---	24	19.9	18.8	6.8	5.8	17.7	12.6	4.5	9
Cobre (Cu)	mg/kg	0,5	---	53.3	35.6	57.6	28.9	24.1	47.3	45.4	23.9	47.9
Hierro (Fe)	mg/kg	1,5	---	31587	32684	31434	21767	16128	28914	22952	12274	20484
Potasio (K)	mg/kg	1,0	---	1497	1539	3144	1866	2614	2093	5861	1581	1848
Litio (Li)*	mg/kg	2,0	---	4	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	30.7	< 2.5	2.3	6.8
Magnesio (Mg)	mg/kg	1,0	---	4089	2723	5666	2213	2660	7666	4701	1650	3674
Manganeso (Mn)	mg/kg	0,1	---	442.7	347	575	455	400	853	313	291.1	471.3
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0,5	---	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Sodio (Na)	mg/kg	5,0	---	82.7	55	129	66	76	182	45	112.9	123.9
Niquel (Ni)	mg/kg	0,5	---	8.2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3.4	6.3
Fosforo (P)*	mg/kg	3,0	---	858.1	728.9	711.2	366.1	441.7	376.3	369.7	522.7	801.4
Plomo (Pb)	mg/kg	1,0	70	13.6	14	24	13	12	30	11	6.3	14.2
Antimonio (Sb)	mg/kg	2,0	---	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Selenio (Se)	mg/kg	2,0	---	< 2.0	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 2.0	< 2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	5,0	---	388.2	299	962.6	308.5	510.2	529.2	546.2	289.3	272.3
Estaño (Sn)*	mg/kg	2,0	---	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0,1	---	35.8	25.7	72.7	38.2	46.5	67.3	93.6	24.5	42.9
Titanio (Ti)*	mg/kg	0,5	---	691.1	1059	1120	470.1	734.2	1499	749.1	505.4	642.3
Talio (Tl)	mg/kg	2,0	---	< 2.0	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 2.0	< 2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0,5	---	86.6	111.8	69.8	39.2	33.4	68.6	49.4	29.3	52.4
Zinc (Zn)	mg/kg	1,0	---	41.7	32.3	81.7	36.4	37.9	83.7	38.2	22.3	36

5.3.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

Metales

5.3.3.1. Cromo VI

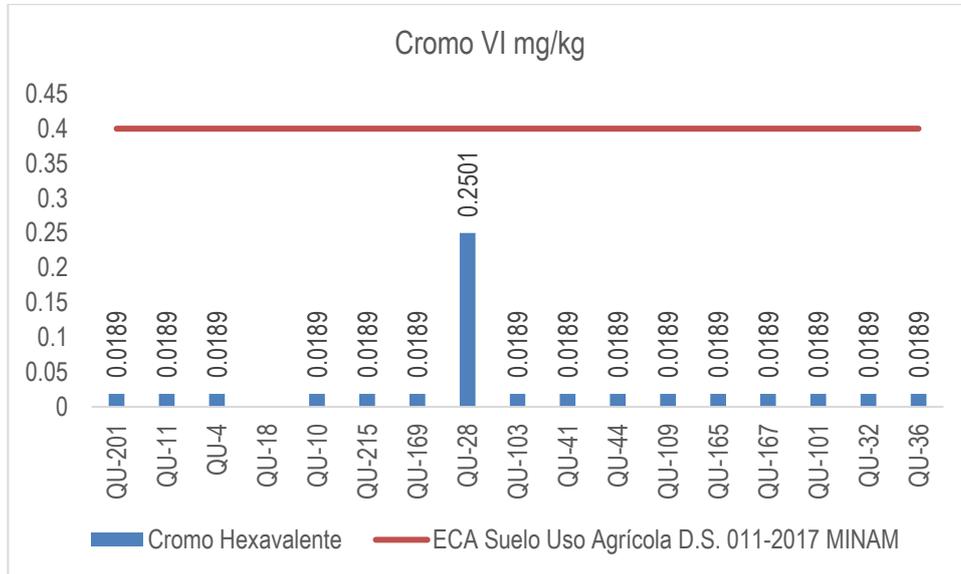


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de cromo VI en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

La concentración de cromo VI en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.0189 mg/kg) excepto en la estación QU-28, 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.

5.3.3.2. Mercurio

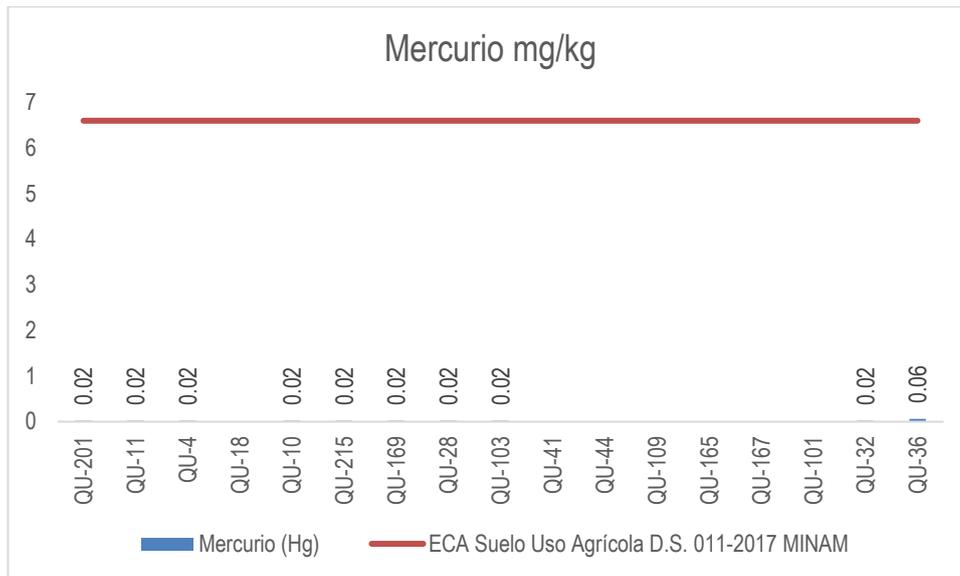


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de mercurio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

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-11, QU-4, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103 y QU-32 en las estaciones QU-18, QU-41, QU-44, QU-109, QU-165, QU-167, QU-101 no han sido reportados y la estación QU-36 la concentración fue de 0.06 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.

5.3.3.3. Aluminio

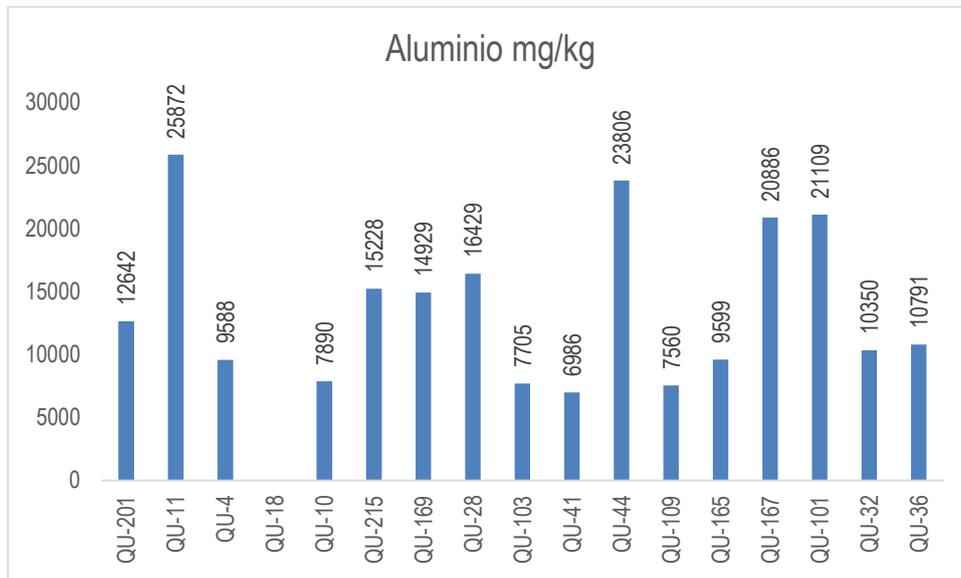


Gráfico 43. Variación espacial del contenido de aluminio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

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 7560 y 25872 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.

5.3.3.4. Arsénico

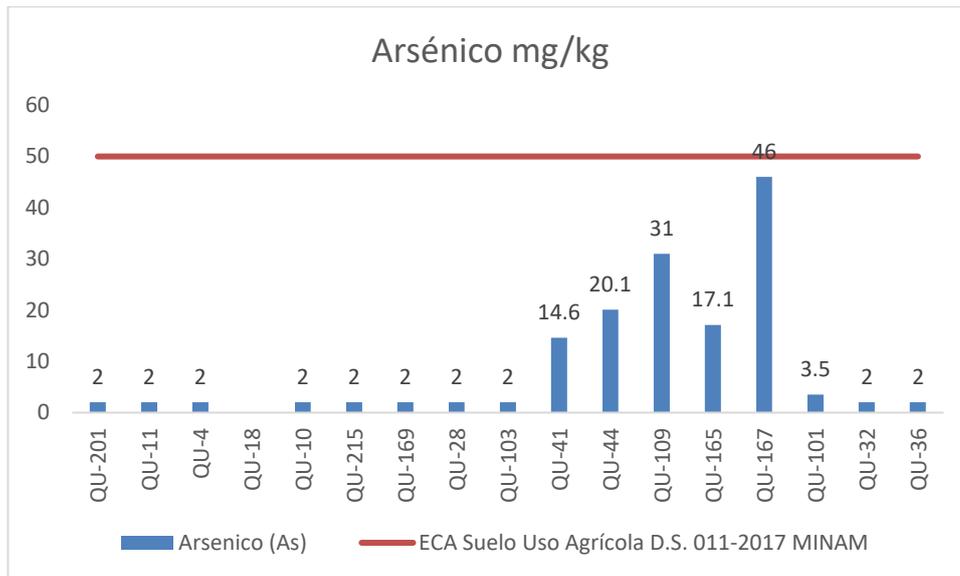


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de arsénico en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

La concentración de arsénico en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola las estaciones cercanas a la quebrada cortadera QU-167, QU-109 y QU-165 son los que presentan las mayores concentraciones de arsénico en el suelo.

Las concentraciones de arsénico son similares a los valores establecido para nivel de fondo 1.8 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, para las estaciones QU- 201, 11, 4, 10, 215, 169, 28, 101, 32 Y 36, no existe acumulación geoquímica. Las estaciones QU-41, 44, 109, 165 y 167 presenta valores superiores propuestos por Taylor 1960 existe acumulación geoquímica arsénico.

5.3.3.5. Bario

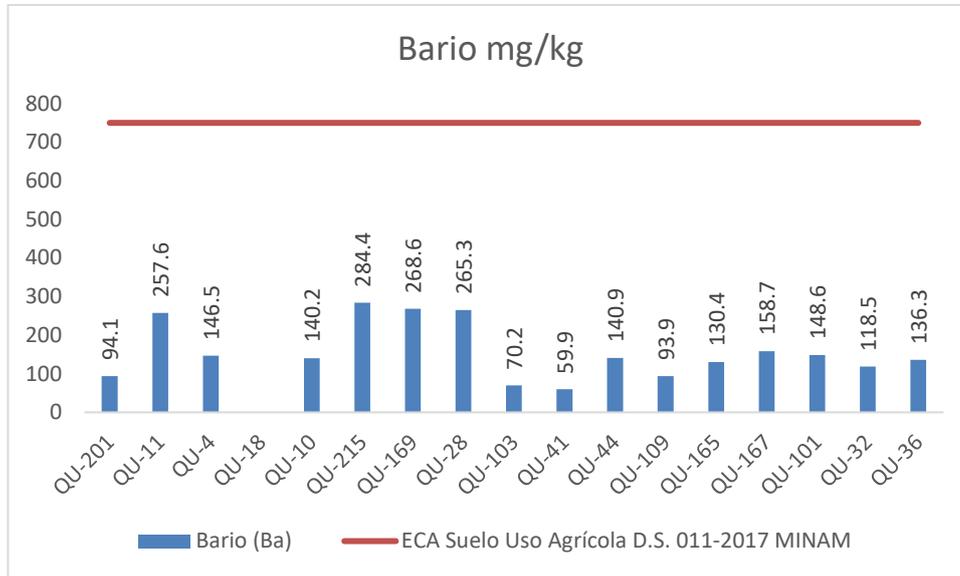


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de bario en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

La concentración de bario en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola se encuentran en un rango entre 59.9 y 284.4 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, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.6. Cadmio

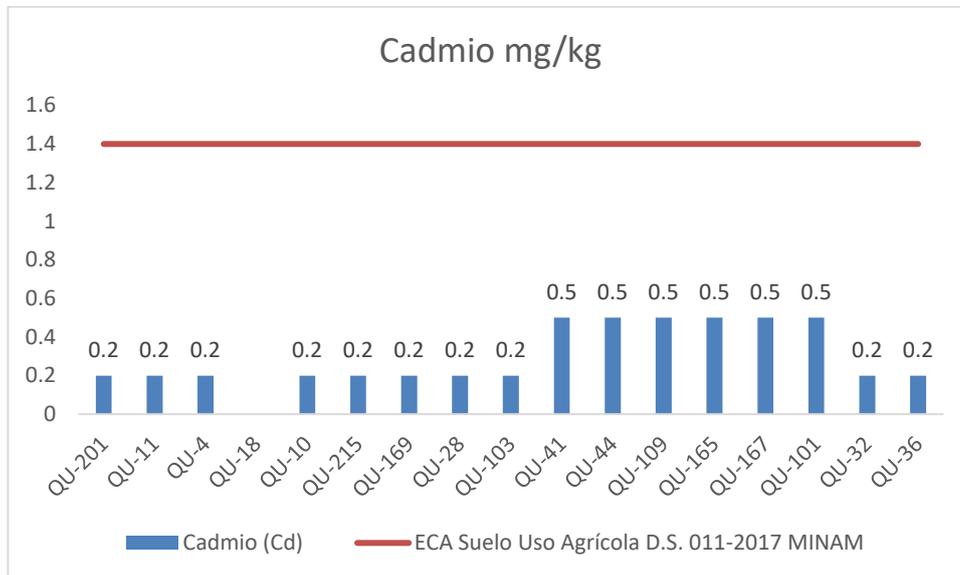


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de cadmio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

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.

5.3.3.7. Cobre

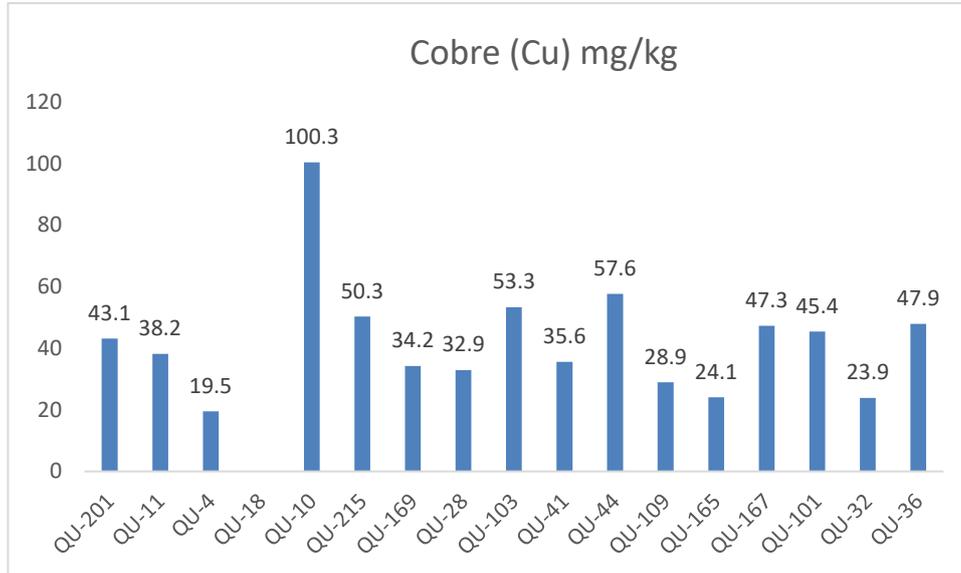


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de cobre en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

El cobre es uno de los elementos a explotar en el Proyecto Quellaveco, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 19.5 y 100.3 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-10 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.

5.3.3.8. Hierro

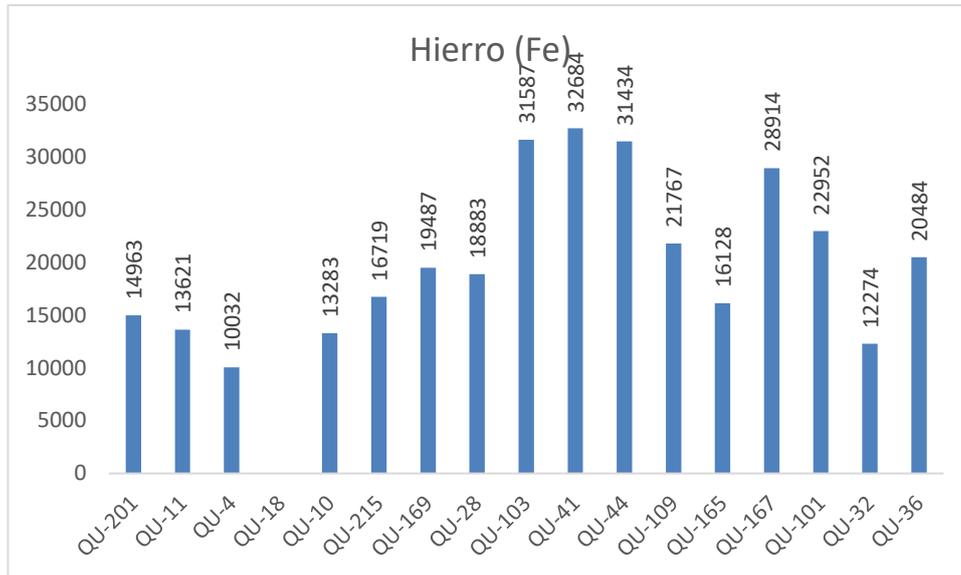


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de hierro en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

El hierro es uno de los elementos abundante en el suelo, puede encontrarse como minerales hidróxilados o como sulfatos (Jarosita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 10032 y 32684 mg/kg. Siendo la estación QU-41 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.

5.3.3.9. Manganeso

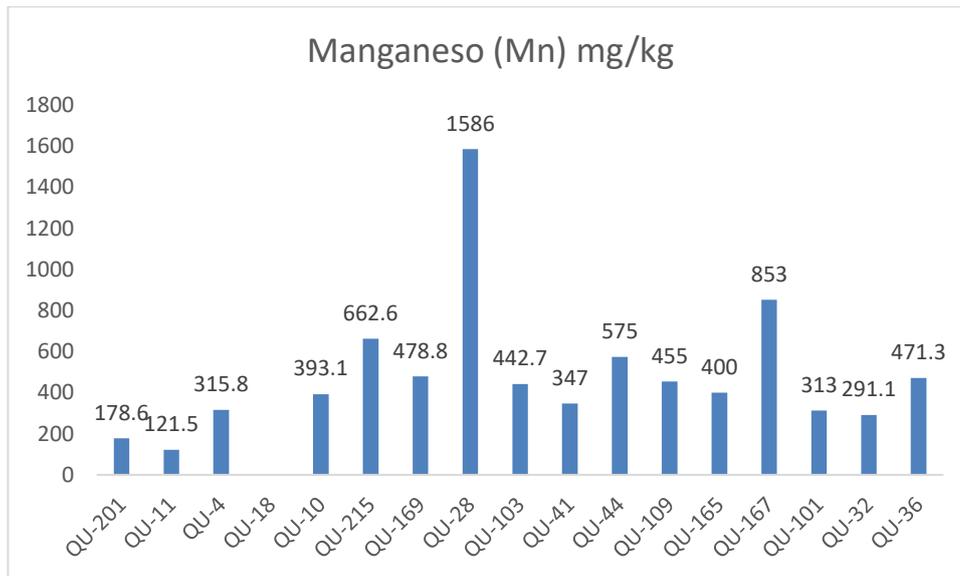


Gráfico 49. Variación espacial del contenido de manganeso en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

El manganeso es uno de los elementos abundante en el suelo, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 121.5 y 1586 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.

5.3.3.10. **Plomo**

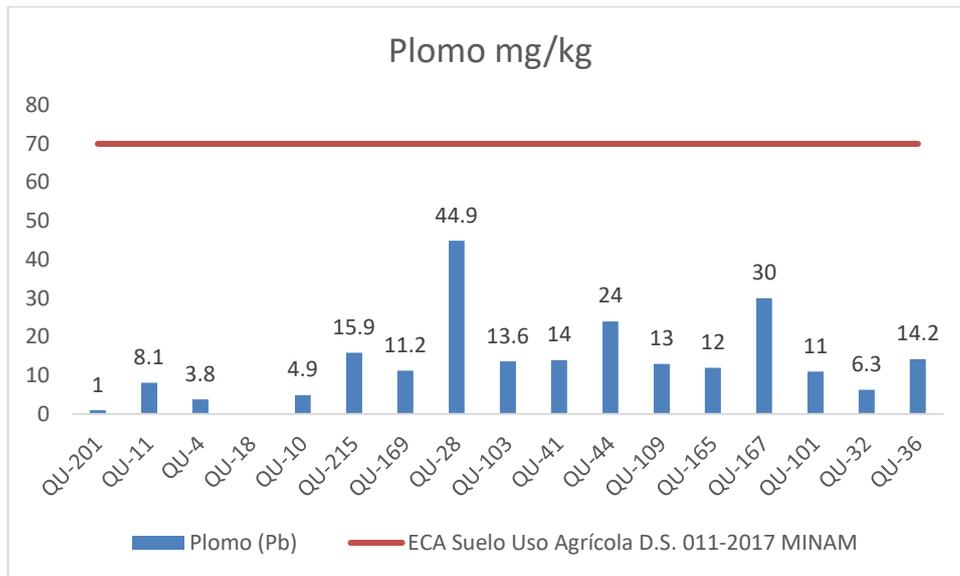


Gráfico 50. Variación espacial del contenido de plomo en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

La concentración de plomo en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola, la concentración se encuentra entre 1 y 44.9 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 no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.11. Zinc

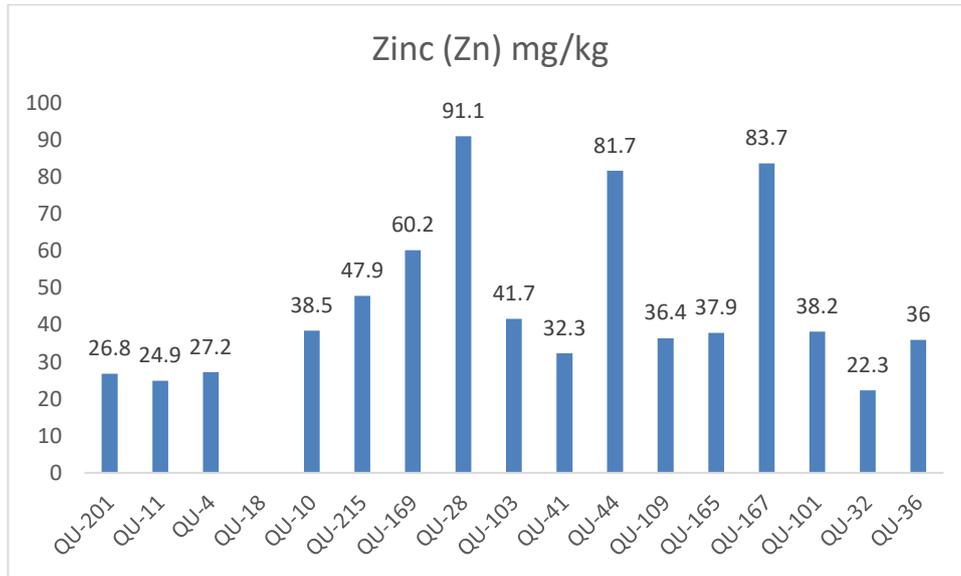


Gráfico 51. Variación espacial del contenido de zinc en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

La concentración de zinc en las estaciones de monitoreo se encuentra entre 22.3 y 91.1 mg/kg, siendo la estación QU-28, QU-44 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.

5.3.4. 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 la quebrada Charaque, carretera a mina norte	17	17	0	Ninguna
QU-11	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento	17	17	0	Ninguna
QU-4	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba del polvorín	17	17	0	Ninguna
QU-18	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco, a 200 m de la carretera	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 Poza C4	17	17	0	Ninguna
QU-169	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la carretera al campamento Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-28	Zona Caracoles, a 350 m de Poza C4, cercano a la antena de alta tensión	17	17	0	Ninguna
QU-103	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes	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 la quebrada Papujune	17	17	0	Ninguna
QU-109	Capillune	17	17	0	Ninguna
QU-165	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109	17	17	0	Ninguna
QU-167	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.	17	17	0	Ninguna
QU-101	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.	17	17	0	Ninguna
QU-32	Zona Caracoles, a 1 km aprox. De la poza C-4	17	17	0	Ninguna
QU-36	Zona Caracoles, a 3 km aprox. De la poza C-4	17	17	0	Ninguna

5.4. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL y VIBRACIONES

5.4.1. 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-6 ES octubre 2018

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.

5.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio

Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental I

N° ALS LS		553260/2018-1.0	553261/2018-1.0	553262/2018-1.0	553263/2018-1.0	553264/2018-1.0	553265/2018-1.0
Fecha de Muestreo		31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora de Muestreo		13:00:00	11:00:00	07:00:00	16:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental					
Identificación		R-10	R-11	R-4	R-5	R-7B	R-7C
Parámetro	Unidad						
LAeqT (24 horas)*	dBa	53,2	50,3	52,2	58,8	49,7	54,8
Lmáx (24 horas)*	dBa	74,9	72,5	70,1	74,5	75,1	78,6
Lmín (24 horas)*	dBa	36,7	45,5	46,6	46,3	43,1	46,0
LAeqT (Diurno)*	dBa	52,8	49,3	50,1	53,2	47,0	51,9
Lmáx (Diurno)*	dBa	74,8	72,3	68,6	71,8	72,8	76,3
Lmín. (Diurno)*	dBa	34,4	44,6	43,9	41,7	40,4	43,8
LAeqT (Nocturno)*	dBa	42,4	43,6	48,1	57,4	46,4	51,6
Lmáx (Nocturno)*	dBa	58,0	59,4	64,6	71,1	71,2	74,7
Lmín. (Nocturno)*	dBa	32,8	38,4	43,3	44,5	39,8	42,1
LAeqT (hora 01)*	dBa	57,3	51,3	54,9	56,7	44,9	46,3
Lmáx (hora 01)*	dBa	80,3	71,9	75,0	74,6	60,1	66,9
Lmín. (hora 01)*	dBa	40,3	43,6	45,3	43,8	43,3	43,7
Fecha01*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora01*	---	14:00:00	12:00:00	08:00:00	17:00:00	14:00:00	11:30:00
LAeqT (hora 02)*	dBa	43,6	46,2	57,4	57,3	44,2	52,1
Lmáx (hora 02)*	dBa	66,5	65,7	75,9	72,7	55,7	79,6
Lmín. (hora 02)*	dBa	34,0	43,4	45,2	43,5	43,4	43,8
Fecha02*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora02*	---	15:00:00	13:00:00	09:00:00	18:00:00	15:00:00	12:30:00
LAeqT (hora 03)*	dBa	49,9	49,5	51,0	56,6	46,9	45,3
Lmáx (hora 03)*	dBa	73,6	75,1	70,2	73,2	76,3	58,8
Lmín. (hora 03)*	dBa	34,0	43,4	44,9	43,3	43,5	43,6
Fecha03*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora03*	---	16:00:00	14:00:00	10:00:00	19:00:00	16:00:00	13:30:00
LAeqT (hora 04)*	dBa	42,3	50,7	47,8	56,4	52,9	61,6
Lmáx (hora 04)*	dBa	64,2	75,4	61,6	77,1	80,6	86,9
Lmín. (hora 04)*	dBa	33,9	41,0	44,7	43,7	41,0	43,6
Fecha04*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora04*	---	17:00:00	15:00:00	11:00:00	20:00:00	17:00:00	14:30:00
LAeqT (hora 05)*	dBa	38,2	55,4	48,0	57,2	45,9	60,5
Lmáx (hora 05)*	dBa	59,5	73,8	63,2	75,8	74,5	86,7
Lmín. (hora 05)*	dBa	34,0	41,5	44,8	43,5	40,9	43,5
Fecha05*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora05*	---	18:00:00	16:00:00	12:00:00	21:00:00	18:00:00	15:30:00
LAeqT (hora 06)*	dBa	36,0	51,9	48,6	54,6	46,0	52,6
Lmáx (hora 06)*	dBa	49,3	69,1	67,7	73,1	61,2	79,4
Lmín. (hora 06)*	dBa	34,3	41,3	45,3	43,2	41,7	43,7
Fecha06*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora06*	---	19:00:00	17:00:00	13:00:00	22:00:00	19:00:00	16:30:00
LAeqT (hora 07)*	dBa	44,1	52,2	49,0	55,1	49,3	67,6
Lmáx (hora 07)*	dBa	69,4	73,9	68,2	71,3	72,6	87,5
Lmín. (hora 07)*	dBa	34,2	41,4	44,9	43,1	41,4	43,2
Fecha07*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora07*	---	20:00:00	18:00:00	14:00:00	23:00:00	20:00:00	17:30:00
LAeqT (hora 08)*	dBa	36,5	52,5	50,1	57,3	42,8	45,6
Lmáx (hora 08)*	dBa	55,6	81,8	59,3	72,1	53,7	71,7
Lmín. (hora 08)*	dBa	34,1	40,8	45,2	43,9	41,4	42,9
Fecha08*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora08*	---	21:00:00	19:00:00	15:00:00	00:00:00	21:00:00	18:30:00
LAeqT (hora 09)*	dBa	37,6	41,6	49,2	56,9	42,6	45,2
Lmáx (hora 09)*	dBa	52,3	49,9	59,8	72,5	52,0	61,2
Lmín. (hora 09)*	dBa	34,0	40,4	44,2	43,4	40,9	42,9
Fecha09*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora09*	---	22:00:00	20:00:00	16:00:00	01:00:00	22:00:00	19:30:00
LAeqT (hora 10)*	dBa	37,2	41,4	50,6	57,2	42,5	48,8
Lmáx (hora 10)*	dBa	50,2	44,6	61,7	73,7	65,3	73,5
Lmín. (hora 10)*	dBa	33,7	40,6	44,7	43,3	39,8	42,7
Fecha10*	---	31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora10*	---	23:00:00	21:00:00	17:00:00	02:00:00	23:00:00	20:30:00
LAeqT (hora 11)*	dBa	38,1	41,4	48,0	56,3	41,3	46,3
Lmáx (hora 11)*	dBa	59,9	43,1	57,3	72,7	47,9	68,4
Lmín. (hora 11)*	dBa	33,6	40,2	44,1	43,4	40,1	42,7
Fecha11*	---	01/11/2018	30/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	26/10/2018
Hora11*	---	00:00:00	22:00:00	18:00:00	03:00:00	00:00:00	21:30:00
LAeqT (hora 12)*	dBa	39,8	40,9	45,3	55,4	41,2	59,1
Lmáx (hora 12)*	dBa	55,0	42,5	52,1	70,6	51,6	83,1
Lmín. (hora 12)*	dBa	33,5	39,1	44,2	44,6	40,3	42,8
Fecha12*	---	01/11/2018	30/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	26/10/2018

Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental II

N° ALS LS		553260/2018-1.0	553261/2018-1.0	553262/2018-1.0	553263/2018-1.0	553264/2018-1.0	553265/2018-1.0
Fecha de Muestreo		31/10/2018	30/10/2018	23/10/2018	28/10/2018	27/10/2018	26/10/2018
Hora de Muestreo		13:00:00	11:00:00	07:00:00	16:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental					
Identificación		R-10	R-11	R-4	R-5	R-7B	R-7C
Parámetro	Unidad						
Hora12*	---	01:00:00	23:00:00	19:00:00	04:00:00	01:00:00	22:30:00
LAeqT (hora 13)*	dBA	38,1	40,9	46,6	60,9	41,1	44,5
Lmáx (hora 13)*	dBA	55,0	45,0	66,7	65,7	48,8	58,9
Lmín. (hora 13)*	dBA	33,5	39,0	44,4	50,1	40,2	42,8
Fecha13*	---	01/11/2018	31/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	26/10/2018
Hora13*	---	02:00:00	00:00:00	20:00:00	05:00:00	02:00:00	23:30:00
LAeqT (hora 14)*	dBA	42,0	40,8	47,1	60,5	41,8	43,6
Lmáx (hora 14)*	dBA	58,9	43,3	65,5	70,0	61,9	52,0
Lmín. (hora 14)*	dBA	32,6	40,1	44,6	41,6	40,0	42,7
Fecha14*	---	01/11/2018	31/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora14*	---	03:00:00	01:00:00	21:00:00	06:00:00	03:00:00	00:30:00
LAeqT (hora 15)*	dBA	49,6	40,8	46,6	60,9	41,8	43,6
Lmáx (hora 15)*	dBA	54,6	44,4	65,2	67,7	62,2	46,3
Lmín. (hora 15)*	dBA	35,8	39,9	44,2	41,9	40,1	42,7
Fecha15*	---	01/11/2018	31/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora15*	---	04:00:00	02:00:00	22:00:00	07:00:00	04:00:00	01:30:00
LAeqT (hora 16)*	dBA	41,3	44,3	47,0	56,2	43,4	43,6
Lmáx (hora 16)*	dBA	62,7	61,8	61,3	71,4	54,4	47,6
Lmín. (hora 16)*	dBA	31,3	39,7	44,4	44,2	39,5	42,8
Fecha16*	---	01/11/2018	31/10/2018	23/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora16*	---	05:00:00	03:00:00	23:00:00	08:00:00	05:00:00	02:30:00
LAeqT (hora 17)*	dBA	39,6	47,5	47,1	47,6	41,9	52,8
Lmáx (hora 17)*	dBA	60,1	62,1	61,6	65,9	57,6	74,8
Lmín. (hora 17)*	dBA	30,0	39,0	44,2	42,0	38,1	43,0
Fecha17*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora17*	---	06:00:00	04:00:00	00:00:00	09:00:00	06:00:00	03:30:00
LAeqT (hora 18)*	dBA	49,0	47,5	46,6	50,9	54,3	52,1
Lmáx (hora 18)*	dBA	67,0	63,6	62,9	74,2	80,4	73,3
Lmín. (hora 18)*	dBA	30,5	37,3	44,3	41,8	39,9	42,7
Fecha18*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora18*	---	07:00:00	05:00:00	01:00:00	10:00:00	07:00:00	04:30:00
LAeqT (hora 19)*	dBA	54,4	42,0	47,3	50,0	42,7	44,7
Lmáx (hora 19)*	dBA	72,0	63,5	62,2	70,0	63,5	68,0
Lmín. (hora 19)*	dBA	30,4	35,1	44,1	41,0	39,6	40,7
Fecha19*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora19*	---	08:00:00	06:00:00	02:00:00	11:00:00	08:00:00	05:30:00
LAeqT (hora 20)*	dBA	55,5	49,8	47,5	45,8	54,3	54,9
Lmáx (hora 20)*	dBA	78,2	69,0	64,4	66,3	83,1	63,9
Lmín. (hora 20)*	dBA	35,1	34,9	43,8	41,5	37,9	39,2
Fecha20*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora20*	---	09:00:00	07:00:00	03:00:00	12:00:00	09:00:00	06:30:00
LAeqT (hora 21)*	dBA	57,4	49,4	47,3	49,0	50,4	55,5
Lmáx (hora 21)*	dBA	80,7	66,6	59,8	68,1	68,9	58,0
Lmín. (hora 21)*	dBA	36,6	31,3	43,7	41,4	39,5	52,7
Fecha21*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora21*	---	10:00:00	08:00:00	04:00:00	13:00:00	10:00:00	07:30:00
LAeqT (hora 22)*	dBA	57,3	52,6	48,7	53,6	48,9	46,8
Lmáx (hora 22)*	dBA	78,4	66,1	66,8	71,6	70,1	61,5
Lmín. (hora 22)*	dBA	35,6	50,8	43,8	41,6	41,2	32,7
Fecha22*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora22*	---	11:00:00	09:00:00	05:00:00	14:00:00	11:00:00	08:30:00
LAeqT (hora 23)*	dBA	54,5	52,9	52,9	56,0	42,4	44,8
Lmáx (hora 23)*	dBA	75,0	66,1	70,5	72,0	73,8	67,2
Lmín. (hora 23)*	dBA	33,8	49,8	41,7	43,4	41,0	32,1
Fecha23*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora23*	---	12:00:00	10:00:00	06:00:00	15:00:00	12:00:00	09:30:00
LAeqT (hora 24)*	dBA	54,5	52,9	61,9	56,0	45,5	38,2
Lmáx (hora 24)*	dBA	75,0	66,1	70,7	72,0	72,3	53,2
Lmín. (hora 24)*	dBA	33,8	49,8	56,6	43,4	42,4	32,3
Fecha24*	---	01/11/2018	31/10/2018	24/10/2018	29/10/2018	28/10/2018	27/10/2018
Hora24*	---	13:00:00	11:00:00	07:00:00	16:00:00	13:00:00	10:30:00

5.4.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

5.4.3.1. Ruido Ambiental

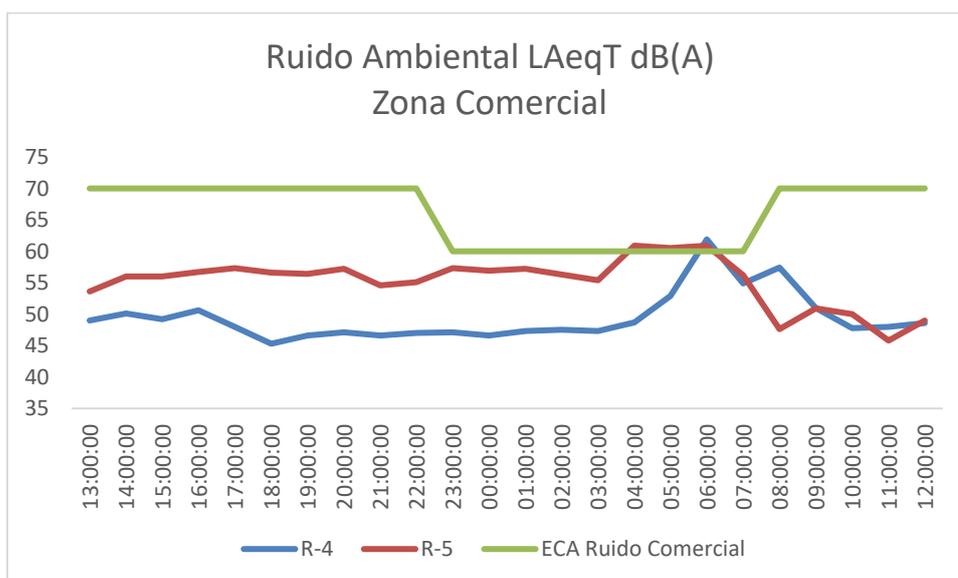
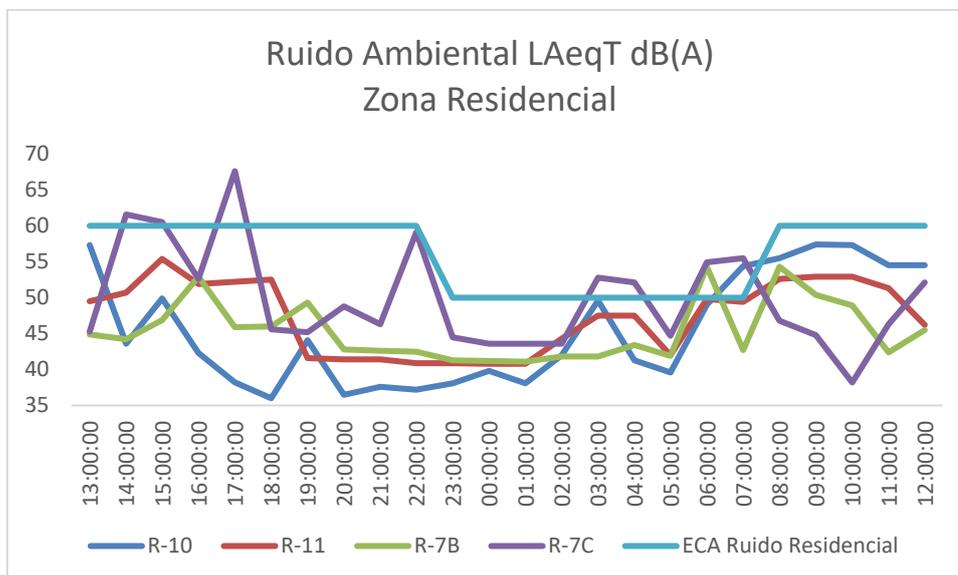


Gráfico 52. Variación espacial del ruido ambiental de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

El ruido en el centro poblado de Coscore R-7B, Chilota R-10 y Huachunta R-11 cumple con el ECA Ruido Residencial durante el periodo diurno y nocturno, entre las 06:00 a 07:00 horas se tiene mayor actividad debido a la salida de la población a sus centros de trabajo, la estación en el centro poblado de Calientes R-7C tiene picos de ruido ambiental a lo largo del día en forma periódica, se debe a una fuente periódica de ruido.

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 5 y 8 horas, donde se produce el mayor desplazamiento de vehículos.

5.4.3.2. Vibraciones

Los resultados del monitoreo de vibraciones, se presentan en el gráfico 53, no se realizó el monitoreo de vibraciones en la estación R-8 por problemas sociales.

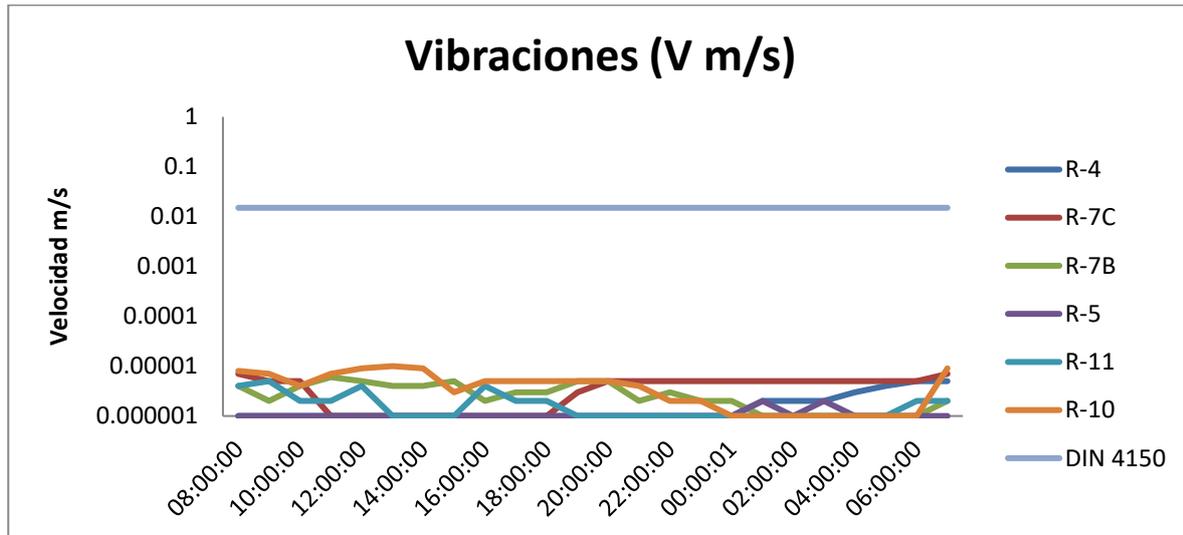


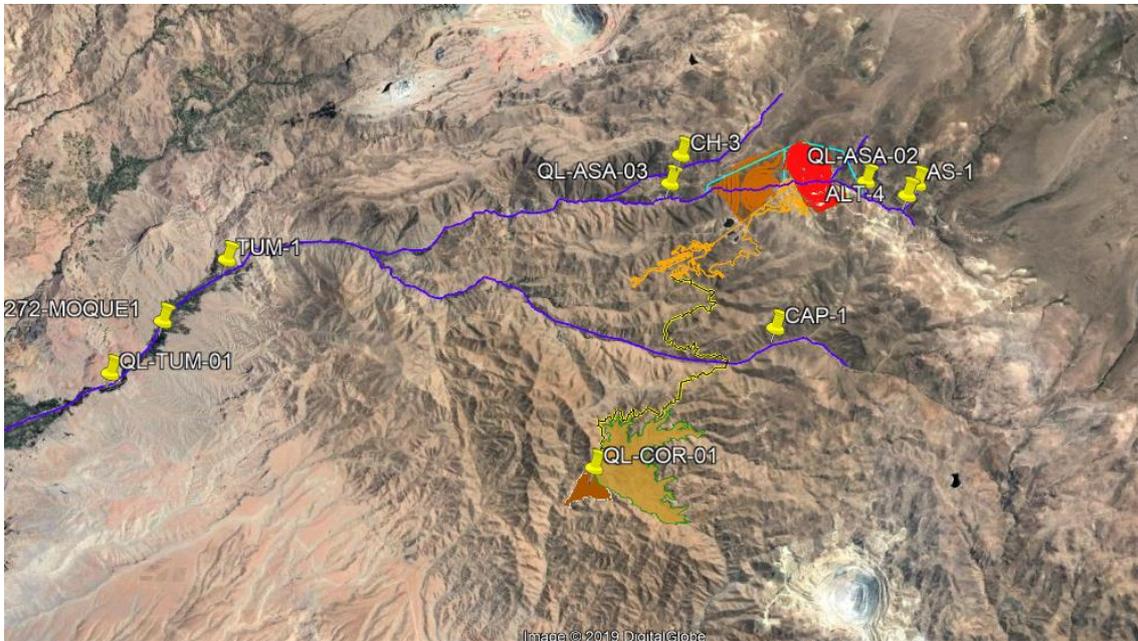
Gráfico 53. Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-6 ES octubre 2018

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

5.5. MONITOREO DE SEDIMENTOS

5.5.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de sedimentos

Zona de operaciones, Moquegua e Ilo



Zona de Alta Montaña

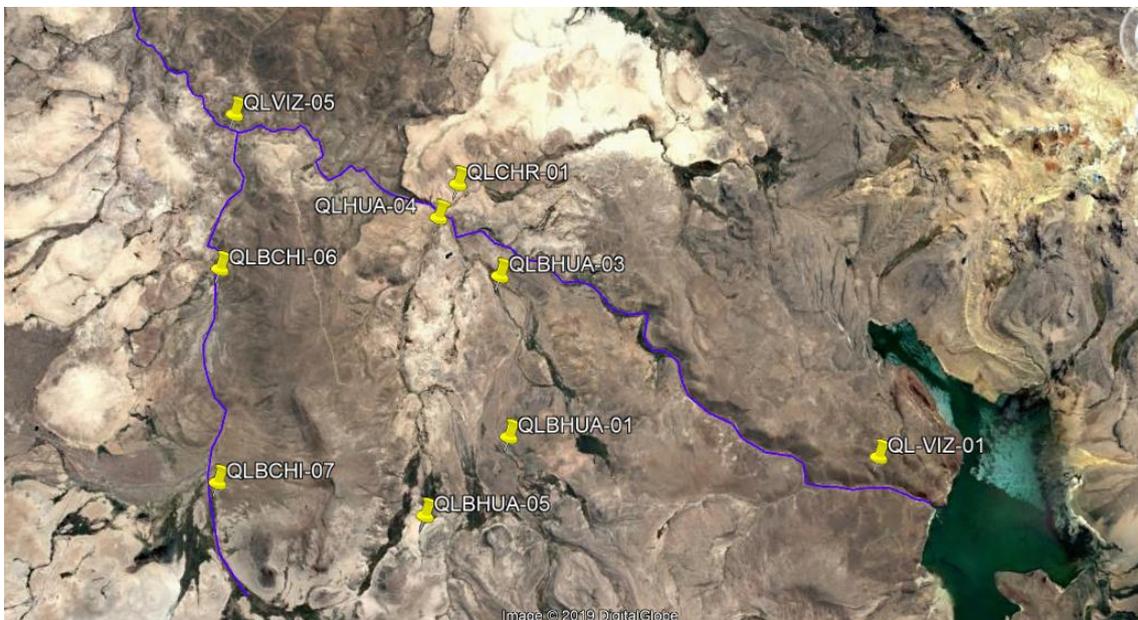


Figura 06. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo, zona de Alta montaña MAP-6 ES octubre 2018

5.5.2. 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.

5.5.3. 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 2.7 a 9.7 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 1.32 a 2.19 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 la cuenca del río Asana (AS-1) antes del paso por la zona de operaciones del proyecto Quellaveco.

Otros metales que presentan valores superiores a los valores de fondo son cobre, molibdeno, plomo 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 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 3.3 a 378.1 mg/kg, estos valores son mayores a 1.8 mg/kg. En el río Vizcachas QL-VIZ-01, QL-VIZ-05 y río Chilota QLACHI-06, QLACHI-07 y quebrada Chincune QLCHR-01 las concentraciones superan 10 veces el valor por lo que se tiene evidencia de acumulación geoquímica de arsénico. La concentración de cadmio tomo valores entre 0.81 a 7.88 mg/kg, en el río Vizcachas QL-VIZ-01, QL-VIZ-05 y quebrada Chincune QLCHR-01 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 del río Vizcachas después del paso cerca del embalse.



Tabla 19. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP 6 ES

Producto declarado	Sedimento	Sedimento	Valores de Fondo en la corteza terrestre Taylor 1964											
Matriz analizada	Sedimento	Sedimento												
Fecha de muestreo	2018-12-06	2018-12-06	2018-12-06	2018-12-07	2018-12-07	2018-12-08	2018-12-08	2018-12-10	2018-12-10	2018-12-10	2018-12-10			
Hora de inicio de muestreo (h)	11:50	12:40	14:05	14:28	09:45	12:15	15:00	08:15	10:00	12:00				
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada												
Código del Cliente	AS-1	ALT-4	QL-ASA-02	CH-3	QL-ASA-03	CAP-1	QL-COR-01	TUM-1	QL-TUM-01	13272-MOQUE1				
Código del Laboratorio	18121041	18121042	18121043	18121044	18121045	18121046	18121047	18121048	18121049	18121050				
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados				Resultados							
Metales														
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	7363.2	7897.7	5113.5	4959.7	5684.9	4847.3	3621.7	4586.1	4263.2	4381.3	82300.0	
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	7.1	4.3	3.7	2.7	3.9	4.9	9.7	5.6	5.5	6.5	1.8	
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	10.0	
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	96.7	96.1	70.4	71.3	61.3	91.7	54.3	46.2	43.4	43.7	425.0	
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.58	0.50	0.37	0.32	0.34	0.38	0.30	0.28	0.25	0.24	2.80	
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	2917.0	2368.4	2152.5	1815.1	1908.6	1559.5	6827.9	1741.1	2047.5	8191.6	41500.0	
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	2.19	1.50	1.59	1.48	1.53	1.63	2.44	1.33	1.32	1.42	0.20	
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	32.6	30.8	25.9	23.4	26.7	26.1	36.3	24.1	23.7	26.7	60.0	
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	12.64	4.84	7.82	5.45	7.70	4.56	4.87	4.41	3.35	4.58	25.00	
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	5.51	5.06	5.17	4.16	4.65	5.02	7.16	4.20	3.73	3.12	100.00	
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	37.5	44.9	167.9	40.6	342.6	38.4	32.0	66.3	55.2	20.6	55.0	
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	14680.6	8473.4	9707.2	8801.9	9470.7	9143.5	14705.3	8356.6	8373.9	8915.7	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	570.0	624.2	709.9	1112.2	566.3	583.1	628.4	498.6	551.6	494.4	20900.0	
Litio (Li)	0.3	mg/kg	3.7	4.0	3.0	3.0	2.7	4.0	6.6	4.3	4.9	6.3	20.0	
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	1619.9	1417.4	1984.7	2354.7	1762.8	2380.5	2734.3	1727.4	2161.6	2342.0	23300.0	
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	472.83	206.88	445.84	327.46	488.19	300.85	344.70	365.92	129.78	178.29	950.00	
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	0.2	0.3	1.3	0.3	4.4	0.6	0.7	1.1	0.6	0.3	1.5	
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	320.0	308.0	239.3	196.0	183.3	171.8	163.4	168.7	175.0	317.7	23600.0	
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	8.31	3.81	5.46	3.79	5.94	3.07	3.65	3.42	2.91	2.84	75.00	
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	739.2	531.8	445.1	403.4	473.2	422.8	639.7	437.5	465.1	535.2	1050.0	
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	7.42	20.63	19.06	15.99	15.11	42.08	32.69	9.65	8.35	5.68	12.50	
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	<0.2	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.7	<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	<0.3	0.1	
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	9.4	9.3	9.3	9.3	9.3	9.5	9.7	9.5	9.4	9.6	2.0	
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	39.8	34.6	30.5	26.3	31.6	17.2	19.0	20.5	21.7	33.6	375.0	
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	442.36	519.51	429.85	457.19	347.54	226.63	189.85	217.85	191.15	199.38	5700.00	
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	44.78	34.23	30.31	26.33	28.07	28.85	44.75	22.94	21.70	27.31	135.00	
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	70.6	51.9	50.0	50.2	52.8	49.9	44.9	36.9	30.6	34.4	70.0	



Tabla 20. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de Alta Montaña MAP 6 ES

Producto declarado	Sedimento	Valores de Fondo en la corteza terrestre Taylor 1964										
Matriz analizada	Sedimento											
Fecha de muestreo	2018-12-11	2018-12-11	2018-12-11	2018-12-12	2018-12-12	2018-12-12	2018-12-12	2018-12-13	2018-12-13	2018-12-13		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:48	15:15	13:05	10:15	09:40	13:00	12:25	13:40	11:00			
Condiciones de la muestra	Conservada											
Código del Cliente	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03			
Código del Laboratorio	18121729	18121730	18121731	18121732	18121733	18121734	18121735	18121736	18121737			
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados				Resultados					
Metales												
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	>35000	5808.6	9381.8	4503.5	10243.6	3085.0	4934.8	5352.7	4442.9	82300.0
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	378.1	13.9	10.3	54.4	131.4	39.4	3.7	28.0	3.3	1.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	206.8	1.1	2.1	<0.2	4.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.7	10.0
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	166.1	138.9	156.8	71.9	123.7	86.6	82.7	149.7	64.3	425.0
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	2.90	0.40	0.35	0.16	0.71	0.06	0.21	0.38	0.25	2.80
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	2602.3	2981.9	3105.6	2522.4	3266.1	1075.8	1245.8	1454.5	1230.0	41500.0
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	7.88	0.96	1.87	1.19	2.16	0.81	1.10	2.95	1.04	0.20
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	33.0	17.2	37.3	23.4	37.5	11.8	16.8	32.8	18.0	60.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	25.93	3.36	7.66	4.86	11.79	3.92	7.19	7.48	3.88	25.00
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	5.64	5.80	7.20	3.32	4.14	2.75	2.65	5.01	2.02	100.00
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	83.1	20.3	28.0	12.6	24.0	7.5	7.6	10.8	10.1	55.0
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	6214.5	12108.2	8122.5	11272.5	5688.6	7235.8	18846.2	6723.6	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	820.3	1743.0	1716.9	763.2	1852.5	885.2	996.9	1160.7	1435.9	20900.0
Litio (Li)	0.3	mg/kg	38.9	3.3	7.5	4.2	14.6	5.0	3.9	4.4	5.5	20.0
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	978.6	2094.7	2119.8	1408.9	2390.1	1575.2	1156.8	1241.8	2046.7	23300.0
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	588.49	65.96	259.17	260.42	735.15	99.20	92.38	400.33	123.52	950.00
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	17.4	0.3	0.8	<0.2	0.4	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1.5
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	500.9	304.6	427.0	404.6	619.6	212.1	359.1	231.6	279.0	23600.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	14.63	4.22	4.83	3.07	6.65	2.35	2.82	3.39	1.80	75.00
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	1789.5	1472.9	897.9	441.9	510.1	365.8	319.5	897.4	238.1	1050.0
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	186.62	4.63	8.09	3.23	8.09	1.96	3.24	7.47	3.51	12.50
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	4.4	0.2	0.3	0.3	0.3	<0.2	<0.2	0.3	<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	8.4	8.7	8.7	9.3	9.3	9.0	9.1	9.3	9.1	2.0
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	43.2	43.0	51.0	39.1	50.2	15.2	20.2	29.6	15.6	375.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	183.41	459.62	764.96	447.70	291.96	569.78	502.83	537.76	493.47	5700.00
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	19.07	25.52	44.88	28.00	30.37	17.86	22.79	36.71	17.78	135.00
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	220.7	31.0	39.7	20.2	85.8	15.4	22.2	31.8	20.2	70.0

6. 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 seca desde el año 2013, conforme a lo establecido en la validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto. La disminución del caudal como es típico en esta época, genera en algunos casos el incremento de la concentración de algunos elementos como arsénico, manganeso, aluminio, cloruros entre otros.
- ✓ La calidad del agua aguas arriba y aguas debajo del área de operaciones es de buena calidad, 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 del aire registrada en el MAP 6 época seca es buena y cumple con todos los parámetros de calidad establecidos en el ECA Aire. Los resultados son similares a los obtenidos en los monitoreos anteriores.
- ✓ Las estaciones de monitoreo de ruido ambiental R4(San Antonio) y R5 (Chen Chen) han registrado valores de ruido ambiental que cumplen con el ECA ruido de zona comercial, se encuentran influenciados por el ruido vehicular que pasa por la carretera Panamericana. Para los centros poblados de Coscore, Chilota y Huachunta, se tiene valores de ruido domiciliario que cumple con los ECA ruido domiciliario. En la estación ubicada en el centro poblado de Calientes se tiene una fuente periódica de ruido que supera el ECA ruido domiciliario.
- ✓ En la zona de operaciones, Moquegua, cuenca de los ríos Asana, Altarani, Charaque, Capillune, Cortadera, Tumilaca y Moquegua se tiene evidencia de acumulación geoquímica de Cadmio en los sedimentos. En la zona de alta montaña en los ríos Vizcachas, Chilota, quebradas Huachunta y Chincune se tiene evidencias de acumulación geoquímica de Arsénico, siendo el río Chilota el de mayor acumulación. También el río Vizcachas y la quebrada Chincune, presenta acumulación geoquímica de cadmio.

7. 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.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 agosto 2017.

- 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 diciembre 2014 – 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.