

Proyecto “Ejecución del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo IV (MAP IV), en cumplimiento de los compromisos asumidos en la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco”, ejecutado por Pronaturaleza.

PRESENTACION DE RESULTADOS DE CUARTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP IV) ÉPOCA SECA

**AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA,
ZONA DE OPERACIONES, MOQUEGUA E ILO
AIRE – ZONA DE OPERACIONES
RUIDO Y VIBRACIONES – ZONA DE OPERACIONES**



NOVIEMBRE 2016

Preparado por:
Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza

Para:
Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo

INDICE

1.	GENERALIDADES	3
2.	OBJETIVOS.....	6
	2.1. Objetivo General.....	6
	2.2. Objetivos Específicos.....	6
3.	ACTIVIDADES DEL MONITOREO.....	7
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
	4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	11
	4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo.....	11
	4.1.2. Determinación de los Caudales.....	12
	4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	15
	4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio.....	21
	4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	88
	4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire.....	88
	4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.....	88
	4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio.....	89
5.	CONCLUSIONES.....	99
6.	RECOMENDACIONES	100
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

PRESENTACION DE RESULTADOS DE CUARTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP IV EPOCA SECA AGUA SUPERFICIAL - ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, ZONA DE OPERACIONES, MOQUEGUA E ILO AIRE - ZONA DE OPERACIONES RUIDO Y VIBRACIONES

1. GENERALIDADES

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N° 5, 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 4 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP I

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 II

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 III

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 conduyó 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 IV

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

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 cuarta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP IV) – época seca - Agua superficial en la zona de abastecimiento de agua, operaciones, Maquegua e Ilo así como de la calidad de aire.

Zona de Abastecimiento de Agua

La zona de abastecimiento de agua 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.

Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificadorias

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. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Cuarta Campaña de MAP 4 de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua, zona de operaciones, Moquegua e Ilo en época seca – setiembre 2016.

2.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua y operaciones época seca.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire época seca.
- Interpretar los resultados de ruido y vibraciones medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire época seca.

3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de abastecimiento de agua

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

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

En el MAP IV época seca, se monitorearon 4 estaciones de monitoreo de agua superficial (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), y 4 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1), como se observa en la tabla 02.

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP IV época seca, se monitorearon 05 estaciones de monitoreo de aire como se observa en la tabla 03. Los puntos KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7, como se observa en la tabla 03.

Monitoreo de Ruido y Vibraciones

En el MAP IV época seca, se monitorearon 03 estaciones de monitoreo de ruido y vibraciones como se observa en la tabla 04. Los puntos R-4, R-5 y R-8, como se observa en la tabla 03.

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP IV

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Área de captación	
	Este	Norte	Altura	Ubicación	Descripción
CHB-1	350 135	8 161 160	4 301	Río Chilota antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto está ubicado en el río Chilota, 100 m antes de la confluencia con el río Vizcachas y al costado derecho de la carretera que va desde Humalzo a Puno. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia de vegetación y pedregosidad en la orilla. El fondo del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas, el agua del río presentaba una coloración amarilla oscura.
CHL-4	349 168	8 151 527	4 325	Río Chilota, antes de la confluencia con el río Saltiajuaira	Punto ubicado en el Río Chilota, antes de la confluencia con el Río Saltiajuaira, los márgenes están cubiertos de vegetación herbácea y en el fondo se apreció plantas acuáticas y material sedimentario. Cercano al punto encontramos ganado camélido.
CHL-8	349 532	8 158 316	4 350	Río Chilota, aguas abajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya	Punto ubicado en el Río Chilota, cercano al vertedero que utiliza Minera Quellaveco para las mediciones de caudal, el ancho del río es de aproximadamente 5 m y en el lecho se observa la presencia de algas y abundante pedregosidad de tamaño mediano y pequeño. Los márgenes están cubiertas por plantas herbáceas.
CHR-1	349 346	8 150 165	4 387	Río Chilota, frente a manantial de agua termal, en Pampa Chilota	Ubicado en Pampa Chilota, frente a manantial de agua termal, los márgenes presentan vegetación herbácea, el fondo de río tiene un color oscuro, se ha podido notar la presencia de aves y ganado camélido en el lugar.
TIT-1	352 482	8 170 277	4 352	Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre	Punto de muestreo ubicado en el río Titire, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre, este río es afluente del Río Vizcachas. El lecho del río es bastante pedregoso y con material sedimentario, en la margen derecha se ha formado una especie de playa y en la margen izquierda está cubierta de vegetación principalmente herbácea. Se observó restos de basura, provenientes del pueblo.
HAS-2	355 003	8 150 122	4 487	Quebrada sin nombre en Pampa Huachunta, antes de la descarga de la quebrada Jovinto	Ubicado aguas arriba de la Quebrada Huachunta, a unos 50 m cuesta arriba de la carretera Humalzo a Pasto Grande, cercano a esta carretera se encuentra una tubería de hierro antigua. La margen izquierda del río presenta un talud pronunciado con escasa vegetación y la margen derecha es menos pronunciada y con mayor presencia de vegetación.
HAS-3	359 031	8 150 074	4 550	Quebrada Vilaaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalzo - embalse Pasto Grande	El punto está ubicado a 10 m del canal de pasto grande, cercano a la carretera en dirección Humalzo - Pasto Grande. El lecho del río presenta gran cantidad de material sedimentario, así como también plantas acuáticas, las márgenes presentan vegetación herbácea. Existe presencia de ganado camélido cercanos a este punto.
HUA-20	355 553	8 158 648	4 340	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto de muestreo está ubicado aproximadamente 1 Km antes de la confluencia con el Río Vizcachas, cercano a este punto existe una vivienda de pastores, así como también gran cantidad de ganado camélido, el agua discurre lentamente pues en ciertos tramos forma una especie de bofedal, el fondo de la quebrada es pedregoso y con material sedimentado como arena. Las márgenes derecha e izquierda provistas de vegetación herbácea.
PGB-1	368 961	8 151 191	4 533	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande	El punto de muestreo está ubicado aguas arriba del Río Vizcachas a 100 metros antes del Embalse de Pasto Grande. Cercano al punto se encuentra el campamento que realiza el mantenimiento al embalse. El lecho del río tiene presencia de plantas acuáticas y abundante pedregosidad

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP IV (cont)

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Área de captación	
	Este	Norte	Altura	Ubicación	Descripción
VIZ-1	350 546	8 161 346		Vizcachas antes de confluencia con río Chilota	El punto está ubicado en el río Vizcachas a 100 m antes de la confluencia con el río Chilota, de sur a norte en el lado derecho de esta confluencia. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia pedregosidad en la orilla. El fondo del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas.
VIZ-2	350 031	8 161 637	4 296	Río Vizcachas después de la confluencia con el río Chilota	El punto está ubicado en el río Vizcachas a 100 m después de la confluencia con el río Chilota, de sur a norte en el lado izquierdo de esta confluencia, pasando el Puente Vizcachas. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia pedregosidad en la orilla. El lecho del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas.

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo III, agosto 2015.

Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones MAP IV

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Ubicación
	Este	Norte	Altura	
AS-4	328928	8108122	3601	Río Asana, después de confluir los ríos Asana y Millune
P-12	321508	8107968	3196	Río Asana, aguas abajo de la salida del túnel.
CH-3	322139	8109105	3322	Río Charaque, aguas abajo del futuro depósito del Material Estéril.
CAP-2	311328	8104992	2500	Río Capillune, aguas abajo del río capillune del área del Proyecto.
13172Rtumi	300020	8100959	1620	Río Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua.
13172RMoqu1	290125	8095445	1233	Río Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172RMoqu2	286468	8079914	921	Río Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle
13172Rosmo1	266686	8057260	223	Río Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS Ilo.

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo I, febrero 2014.

Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP IV

Punto	Ubicación	Coordenadas		Altitud (m)
		Norte	Este	
KPA2	Zona de campamento al este de la chancadora	8108432	329142	3633
KPA3	Cerro Samanape	8107351	328860	4057
KPA4	Tala punto ubicado al este de la chancador	8109045	321194	3270
KPA5	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves	8096872	324951	3635
KPA7	Centro poblado San Antonio	8096452	293071	1352

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo III, agosto 2015

Tabla 04. Estaciones de Monitoreo de Ruido y Vibraciones del MAP IV

Punto	Ubicación	Coordenadas		Altitud (msnm)
		Norte	Este	
R-4	Vivienda cercana al poblado San Antonio, a 16 m del camino del Dvo. Panamericana-Moquegua	8095 755	293136	1379
R-5	Vivienda cercana al poblado de Chen Chen, a 19 m del camino del Dvo. Panamericana- Moquegua.	8096603	295719	1533
R-8	Vivienda poblado Tala.	8108	32104474	3352

Desarrollo del monitoreo MAP IV:

El monitoreo se realizó del 09 al 11 de setiembre de calidad de agua donde participaron personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al Comité y Sub Comité del MAP. El monitoreo de calidad de aire se realizó entre el 08 y 13 de setiembre y se realizó el monitoreo de ruido y vibraciones del 11 al 14 de Julio.

Tabla 05. Cronograma de monitoreo de agua superficial en el zona de abastecimiento, zona de operaciones, calidad de aire, ruido y vibraciones

Días	Actividad	Estaciones
11 -14 Julio	Monitoreo de Ruido y Vibraciones	RA-4
		RA-5
		RA-8
09 – 11 Setiembre	Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento	TIT-1, VIZ-2, VIZ-1, CHL-8, CHB-1
		HAS-2, CHR-1, CHL-4
		PGB-1, HAS-3, HUA-20
11 -14 Setiembre	Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo	AS-4, CH-3, P-12
		13712RMOQUE1, 13172 RTUMI, CAP-2
		13172POSMO1, 13172RMOQUE02
08 – 13 Setiembre	Monitoreo de calidad de aire	KPA-7
		KPA-4
		KPA-3
		KPA-2
		KPA-5

Fuente: Reportes de Ensayo ALS CORPLAB

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

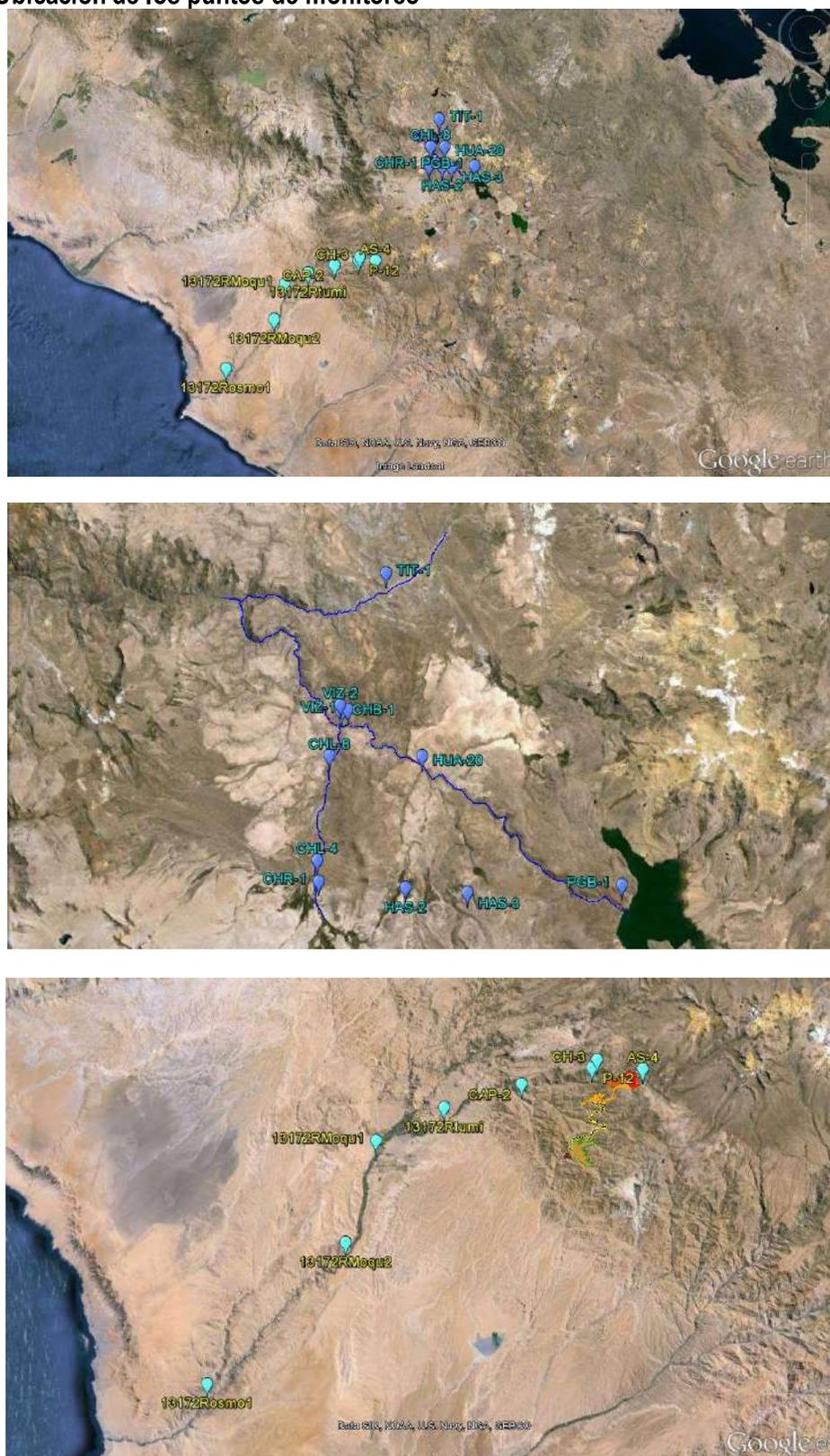


Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

4.1.2. Determinación de los Caudales

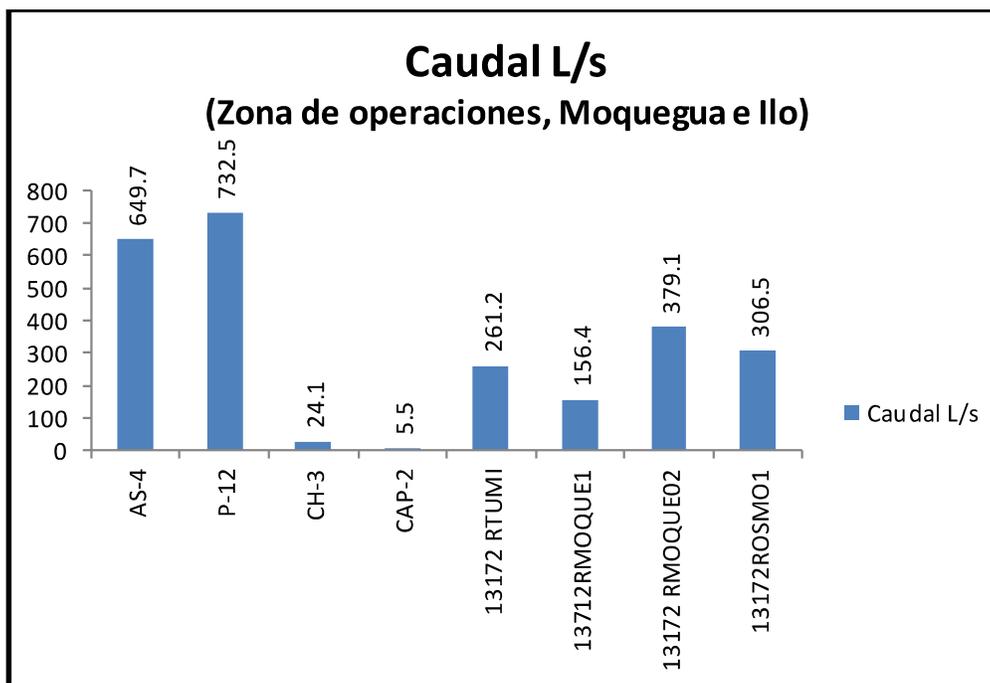
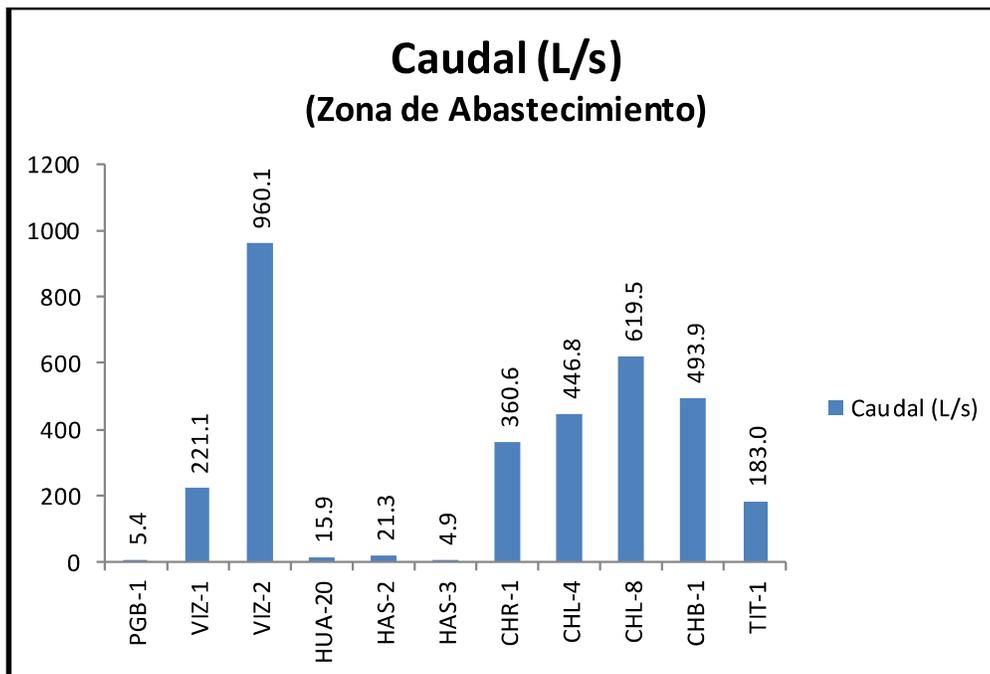


Gráfico 01. Caudales medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP IV Setiembre 2016.

En el gráfico 01, sobre la zona de Abastecimiento de agua, se observa en la estación PGB-1 que la cantidad de agua requerida del embalse Pasto Grande es 5,4 L/s, mayor en comparación con lo demandado para una época húmeda, esto cumple con lo esperado para esta época de acuerdo a la validación de la línea de base ambiental donde el valor mínimo es 2 L/s. Las estaciones HAS-2 y HAS-3 presentan valores de caudal similar a los medidos en el MAP III y MAP IV.

La cuenca del Chilota presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 493,9 L/s en la estación CHB-1, probablemente el ingreso de aguas de afloramientos. Al comparar los resultados del CHL-8 (619,5 L/s) con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado 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 Vizcachas presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 960.1 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 cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado 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 Titire presenta valor de caudal de 183 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda y seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29,3 – 70618 L/s). Este valor del TIT presenta un caudal menor con respecta a la época húmeda del MAP IV (672.75 L/s).

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Asana presenta valores similares de caudal para las estaciones AS-4 y P-12. Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-12 732,5 L/s, con la línea de base ambiental se observa un valor cercano a lo esperado para época seca (1019 – 3215 L/s), esto sugiere ausencia de lluvias e incremento de la temperatura. Por otro lado este valor es superior a los encontrados por el MAP I (628 L/s) y MAP II (679 L/s).

El río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 24.1 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), similar a lo encontrado en el MAP II (17,6 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 5,5 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), similar a lo encontrado en el MAP II (7,2 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

En la cuenca del río Tumilaca, Moquegua y Osmore se observa una caída del caudal en las estaciones de monitoreo 13172RTumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1. En la estación

13172RMoqu1 156,4 L/s el valor disminuye por el bajo aporte de los afluentes, tasa de evaporación en la región y captura de agua por la EPS para potabilización.

Los valores de las estaciones 13172RMoqu2 (379,1 L/s), 13172Rosmo1 (306,5 L/s) presentan una diferencia que puede deberse a la demanda agrícola de la zona, procesos de infiltración y la tasa de evaporación del valle. Situación similar se ha determinado en el MAP II para las estaciones 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172Rosmo1.

Los valores de caudales están dentro del rango esperado para la época seca, conforme a lo validado en la línea de base ambiental MAP I, II, III y IV (época húmeda).

4.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 06. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento												ECA cat.3	
			PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	HUA-20	HAS-2	HAS-3	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	TIT-1	D1	D2	
002 ANALISIS EN CAMPO																
Caudal (Campo)*	L/s	---	5.4	221.1	960.1	15.9	21.3	4.9	360.6	446.8	619.5	493.9	183.0			
Conductividad (Campo)	µS/cm	---	681	166	165.4	157	112.4	74.4	92.2	102.3	155.4	209	11660	2500	5000	
Oxígeno Disuelto (Campo)	mg/L	---	6.11	7.49	7.83	6.12	7.06	6.21	7.95	7.68	7.62	6.47	5	4	5	
pH (Campo)	Unidades pH	---	4.78	8.17	8.32	8.19	7.94	7.25	7.27	8.09	8.61	8.7	7.15	6.5	8.5	
Temperatura (Campo)	°C	---	15.1	12	10.7	19	12.8	16.3	9.6	12.9	12.8	18.1	21.7			
FISICOQUIMICOS																
Aceites y Grasas	mg/L	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	3.5	<1.0	<1.0	<1.0	5	10	
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO3/L	1	<1.0	37.1	31.3	39.3	8	7.8	20.8	24.4	28.8	33.3	302.2			
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	1	<1.0	37.1	31.3	39.3	8	7.8	20.8	24.4	28.8	33.3	302.2			
Bicarbonato	mg HCO3-/L	1.2	<1.2	45.3	38.2	47.9	9.8	9.5	25.3	29.8	35.1	40.6	368.6	518		
Carbonato	mg CO3-2/L	0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6			
Cianuro Libre	mg/L	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006			
Cianuro Total	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
Cianuro Wad	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1	0.1	
Cromo Hexavalente	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	15	15	
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	2	<2	3	<2	7	14	<2	5	10	7	4	11	40	40	
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.2	0.5	
Dureza Total	mg CaCO3/L	1	126.5	35	33.3	34.5	31.9	17.7	24.3	24.6	41.9	33.3	814.2			
Fenoles	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.01	
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg P/L	0.01	0.05	0.08	0.16	0.03	0.28	0.11	0.13	0.11	0.54	0.21	0.35			
Fósforo Total	mg P/L	0.012	0.041	0.067	0.083	0.038	0.127	0.072	0.085	0.146	0.274	0.079	0.348			
Material Extraíble en Hexano*	mg/L	1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	3.3	<1.4	<1.4	<1.4			
Nitrogeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0.006	0.36	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	8.77			

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

Tabla 06. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento														ECA cat. 3	
			PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	HUA-20	HAS-2	HAS-3	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	TIT-1	D1	D2			
Silicatos (Varios)	mg/L	0.006	25.781	42.274	46.832	34.418	51.411	38.455	48.806	49.175	48.242	38.672	53.234					
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	478	115	102	115	81	56	66	65	152	101	8776					
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	2	11	5	9	2	3	3	<2	9	128	16	43					
Sulfuros	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004					
ANIONES																		
Bromuro, Br-	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001					
Cloruros, Cl-	mg/L	0.02	81.46	8.433	13.6	6.879	0.753	0.696	0.795	1.159	27.72	14.28	3183					
Fluoruros, F-	mg/L	0.002	0.203	0.101	0.099	0.123	0.057	0.053	0.068	0.085	0.115	0.096	0.533					
Fosfatos (como P)	mg/L	0.02	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.074	0.045	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020					
Nitratos, (como N)	mg/L	0.003	0.051	<0.003	<0.003	0.008	0.041	<0.003	0.063	0.037	0.012	<0.003	0.219					
Nitritos, (como N)	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001					
Sulfatos, SO4-2	mg/L	0.015	191.1	28.57	22.13	27.35	40.06	25.7	22.62	18.94	20.95	18.92	816					
METALES TOTALES																		
Aluminio (Al)	mg/L	0.002	4.857	0.055	0.181	0.039	0.05	0.021	0.042	0.047	3.04	0.293	3.866					
Antimonio (Sb)	mg/L	0.00004	0.00036	<0.00004	0.00089	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00192	0.00135	0.0021					
Arsénico (As)	mg/L	0.0003	0.00698	0.00681	0.06928	0.00316	0.00902	0.00108	0.03375	0.06446	0.20716	0.09505	0.8925					
Bario (Ba)	mg/L	0.0001	0.0643	0.0234	0.017	0.0145	0.02	0.0116	0.0091	0.01	0.0608	0.0141	0.0931					
Berilio (Be)	mg/L	0.00002	0.00074	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002					
Bismuto (Bi)	mg/L	0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002					
Boro (B)	mg/L	0.002	1.537	0.161	0.172	0.126	0.016	0.081	0.025	0.049	0.293	0.179	33.86					
Cadmio (Cd)	mg/L	0.00001	0.00286	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00667					
Calcio (Ca)	mg/L	0.1	32.59	8.16	8.6	8.1	8.34	4.56	5.92	5.64	12.49	8.79	211.4					
Cobalto (Co)	mg/L	0.00001	0.02111	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00075	0.00271	0.0005	0.04708					
Cobre (Cu)	mg/L	0.00003	0.00931	0.00131	0.00205	0.00142	0.0005	<0.00003	0.00098	0.00099	0.01188	0.00235	0.20013					

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

Tabla 06. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento														ECA cat 3					
			PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	HUA-20	HAS-2	HAS-3	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	TIT-1	D1	D2							
Cromo (Cr)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.018	0.1	1		
Estadio (Sn)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0002	0.3436	0.08	0.1201	0.0772	0.0732	0.0484	0.0466	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465	0.0465
Fosforo (P)	mg/L	0.015	<0.015	0.034	0.043	<0.015	0.101	0.043	0.039	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
Hierro (Fe)	mg/L	0.0004	0.819	0.41	0.7601	0.337	0.2985	0.2306	0.6683	0.7479	4.416	0.883	1.617	5								
Litio (Li)	mg/L	0.0001	0.3723	0.021	0.0237	0.005	0.0014	0.0014	0.0051	0.0117	0.035	0.0245	6.491	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Magnesio (Mg)	mg/L	0.003	9.955	2.79	2.269	3.029	2.508	1.349	2.015	1.985	2.851	2.021	52.67	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0003	2.134	0.01593	0.04623	0.01748	0.00719	0.004	0.02617	0.04268	0.31227	0.06528	1.845	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0002	0.0082	<0.0002	<0.0002	0.00076	<0.0002	0.00026	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Níquel (Ni)	mg/L	0.0002	0.0215	0.004	0.0006	0.0005	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0392	0.2	1							
Plata (Ag)	mg/L	3E-06	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Plomo (Pb)	mg/L	0.0002	0.0121	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Potasio (K)	mg/L	0.04	13.7	4.72	3.81	5.52	3.64	2.93	3.12	3.22	4.2	3.37	111.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Selenio (Se)	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Silicio (Si)	mg/L	0.2	16.9	19.8	21.9	21.7	24.5	22.1	22.8	22.5	27.9	22.8	26.5									
Sodio (Na)	mg/L	0.006	60.22	16.38	16.31	15.14	5.572	4.964	7.139	9.002	21.59	15.73	2010									
Talio (Tl)	mg/L	0.0002	0.00041	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Titanio (Ti)	mg/L	0.0002	<0.0002	0.0025	0.0118	0.0021	0.0024	0.0024	0.0048	0.0054	0.1642	0.0193	0.0013									
Uranio (U)	mg/L	3E-06	0.000111	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Vanadio (V)	mg/L	0.0001	<0.0001	0.0015	0.0033	0.0025	0.0052	0.0036	0.0031	0.003	0.0131	0.0043	<0.0001									
Zinc (Zn)	mg/L	0.01	0.2624	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0122	<0.0100	0.4405	2	24							
MICROBIOLÓGICOS																						
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.8	<1.8	4	23	33	17	<1.8	4.5	11	49	7.8	2	1000								
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	12	140	920	540	1100	1600	1700	5400	920	2200	49	1000								

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

Tabla 07. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo.

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo							ECA Cat 3	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	172 RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1
CAMPO											
Caudal (m ³ /día)*	m ³ /día	---	649.6875	732.5375	24.1	5.475	261.2375	156.4375	379.1	306.4875	
Conductividad	µS/cm	---	133.5	160.4	91.8	3290	367	1408	2890	2680	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	8.07	6.96	6.89	7.39	7.53	8.58	7.87	9.33	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	7.27	7.65	7.78	7.77	8.18	7.73	8.33	8.41	8.5
Temperatura	°C	---	7.7	17.5	16.1	20.5	19.9	18.6	25.1	21.8	
FISICOQUÍMICOS											
Aceites y Grasas	mg/L	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO ₃ /L	1	13.3	13.9	24.4	142.2	77.6	228.4	226.8	129.2	
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	1	13.3	13.9	24.4	142.2	77.6	228.4	226.8	129.2	
Bicarbonato	mg HCO ₃ -/L	1.2	16.3	17	29.8	173.5	94.7	278.6	276.7	157.6	518
Carbonato	mg CO ₃ -2/L	0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	
Cianuro Libre	mg/L	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	
Cianuro Total	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Cianuro Wad	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1
Cromo Hexavalente	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	2	<2	12	12	<2	5	<2	4	17	40
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	0.002	<0.002	0.011	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.006	<0.002	0.5
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	1	38.9	47.9	25	718.6	119.8	404.1	861.6	789.2	
Fenoles	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0.01	0.03	0.05	0.12	0.04	0.07	0.33	0.2	<0.01	
Fósforo Total	mg P/L	0.012	0.015	0.022	0.062	0.052	0.061	0.154	0.11	0.041	
Material extraíble en Hexano*	mg/L	1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	
Nitrogeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

Tabla 07. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo.

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo										ECA Cat 3	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	B712RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1	D2		
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	mg/L	0.006	27.865	26.628	27.127	11.328	36.675	49.306	30.534	29.232				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	95	93	67	2141	250	866	2024	1835				
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	< 2	< 2	10	3	3	< 2	3	< 2				
Sulfuros	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004				
ANIONES														
Bromuro, Br-	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
Cloruros, Cl-	mg/L	0.02	0.79	2.916	1.851	644.9	15.57	150	470.4	447.7				
Fluoruros, F-	mg/L	0.002	0.073	0.086	0.056	1.28	0.178	0.267	0.266	0.231				
Fosfatos (como P)	mg/L	0.02	< 0.020	< 0.020	0.04	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020				
Nitratos, (como N)	mg/L	0.003	0.046	0.022	0.135	0.089	4.954	3.761	1.312	100.00				
Nitritos, (como N)	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.032	< 0.001				
Sulfatos, SO ₄ -2	mg/L	0.015	39.43	51.85	18.34	75.87	280.9	603.3	554.1	1000				
METALES TOTALES														
Aluminio (Al)	mg/L	0.002	0.966	1.14	0.061	< 0.002	0.23	0.023	0.076	0.023				
Antimonio (Sb)	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	0.00045	0.00036				
Arsénico (As)	mg/L	0.00003	0.00093	0.00108	0.00119	0.00292	0.01163	0.0059	0.00568	0.1				
Bario (Ba)	mg/L	0.0001	0.014	0.0173	0.0194	0.0394	0.0958	0.0983	0.0876	0.7				
Berilio (Be)	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002				
Bismuto (Bi)	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002				
Boro (B)	mg/L	0.002	0.032	0.058	0.037	6.605	0.228	1.101	1.872	1.85				
Cadmio (Cd)	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001				
Calcio (Ca)	mg/L	0.1	12.13	14.45	6.58	40.73	151.3	297.6	251.1					
Cobalto (Co)	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001				
Cobre (Cu)	mg/L	0.00003	0.00268	0.01349	0.0021	0.00208	0.00366	0.00248	0.00176	0.00102				

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

Tabla 07. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo.

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo												ECA Cat 3	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	B712RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1	D2				
Cromo (Cr)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.1	1
Estañó (Sn)	mg/L	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0002	0.0982	0.1109	0.0695	1.945	0.2439	1.011	2.319	2.051						
Fosforo (P)	mg/L	0.015	0.021	0.033	0.042	<0.015	0.026	0.115	0.113	<0.015						
Hierro (Fe)	mg/L	0.0004	0.1282	0.2013	<0.0004	0.196	0.2372	0.0202	0.1037	0.0715	5					
Litio (Li)	mg/L	0.0001	0.0014	0.0032	<0.0001	0.6856	0.0125	0.0765	0.0972	0.0825	2.5	2.5				
Magnesio (Mg)	mg/L	0.003	2.256	2.506	1.999	27.02	4.941	15.71	36.72	36.32	250					
Manganeso (Mn)	mg/L	0.00003	0.04217	0.04586	0.00174	0.14148	0.10033	0.03808	0.1023	0.07339	0.2	0.2				
Mercurio (Hg)	mg/L	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.001	0.001				
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.009	0.00277	0.00444	0.00865	0.007						
Níquel (Ni)	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.2	1				
Plata (Ag)	mg/L	3E-06	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003						
Plomo (Pb)	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.05	0.05				
Potasio (K)	mg/L	0.04	2.07	2.47	3.15	8.26	2.9	5.82	10.71	10.65						
Selenio (Se)	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0082	0.003	0.02	0.05				
Silicio (Si)	mg/L	0.2	17.8	17.9	15.6	15	18	24	15.2	13.7						
Sodio (Na)	mg/L	0.006	6.702	8.73	5.491	346.5	21.61	108.9	230.4	226.5						
Talio (Tl)	mg/L	0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002						
Titanio (Ti)	mg/L	0.0002	0.0022	0.005	0.0015	<0.0002	0.0017	0.0012	0.0025	0.0018						
Uranio (U)	mg/L	3E-06	<0.000003	<0.000003	<0.000003	0.005278	0.000694	0.005567	0.015245	0.010982						
Vanadio (V)	mg/L	0.0001	0.0028	0.003	0.0038	0.0011	0.0022	0.0119	0.0087	0.0034						
Zinc (Zn)	mg/L	0.01	<0.0100	<0.0100	0.0124	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0129	<0.0100	2	24				
MICROBIOLÓGICOS																
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	6.8	4.5	4.5	33	46	1000	1000				
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	33	79	240	240	240	220	7000	1700	1000	5000				

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

Temperatura

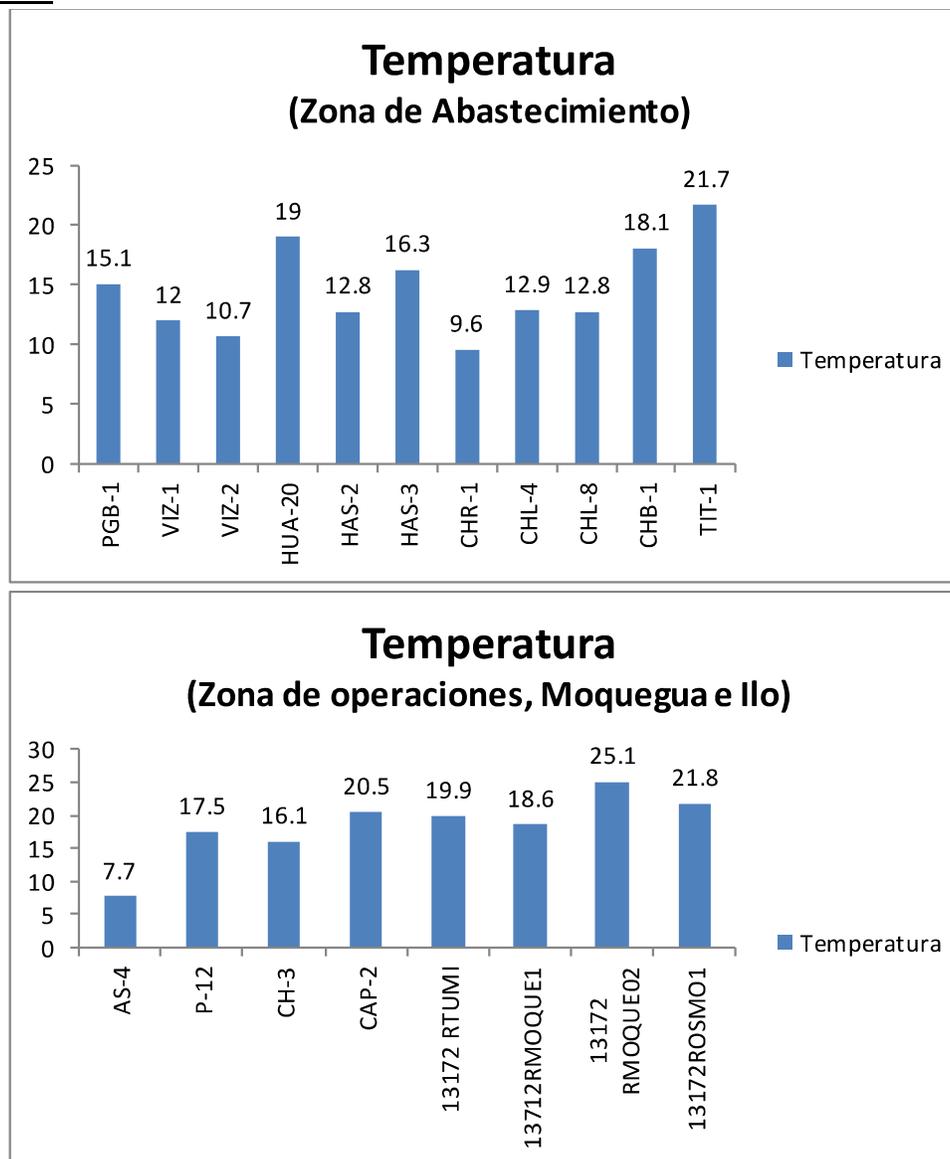


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

Como se observa en el gráfico 02, a la salida del embalse Pasto Grande en la estación PGB-01, la temperatura es media 15.1 °C debido a que la superficie de agua expuesta al sol es amplia y son aguas con poco movimiento.

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas moderadas que oscilan entre 9,1 a 18.1 °C, estos valores moderados pueden deberse influencia de agua de manantial (CHR-1 y CHL-4) y factores climáticos horas de sol.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas presentan temperaturas bajas que oscilan entre 12,0 a 10,7 °C, característico de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire es un valor alto, en la época seca no se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura.

La temperatura del agua en el río Asana en la estación de monitoreo AS-4 fue 7,7 °C y en P-12 fue 17.5 °C, estos valores son heterógenos debido a la diferencia en la hora de muestreo. La temperatura del agua en la cuenca del río Charaque (CH-3 16,1 °C) fue similar al del río Asana, mientras que la del río Capillune (20,5 °C) presenta un valor superior al de los otros puntos debido a la influencia de aguas de origen termal cercanos al poblado Calientes.

La temperatura del agua en la parte del valle y cercano a la desembocadura oscilaron entre 18,6 y 25,1 °C principalmente debido a la intensa radiación solar de la zona.

Oxígeno Disuelto

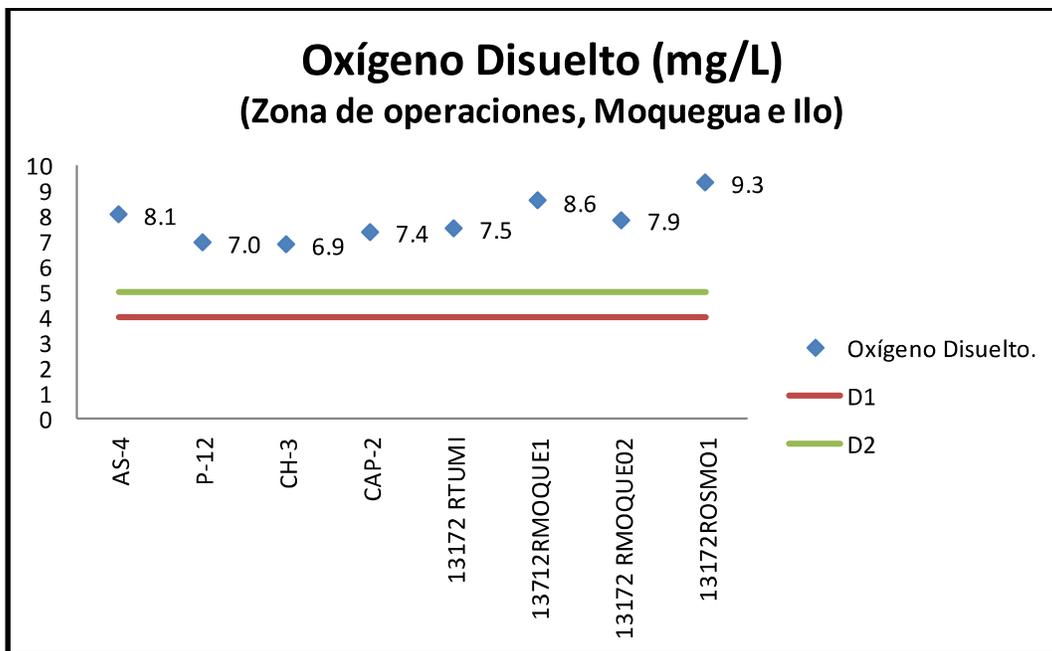
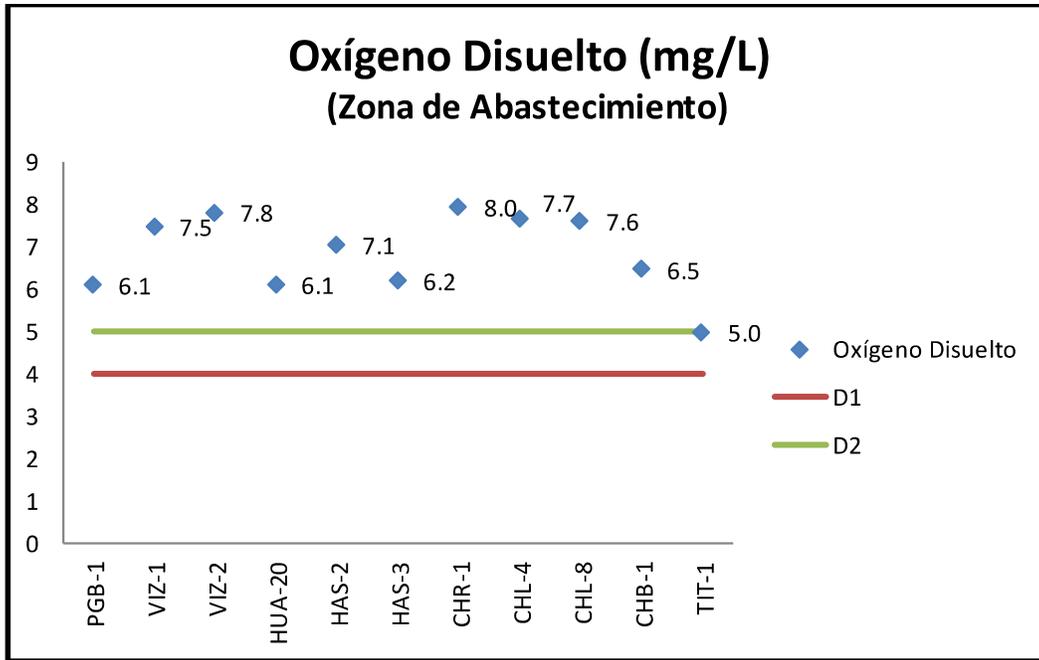


Gráfico 03. Variación espacial del oxígeno disuelto de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 atmósfera 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 abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, los del río Vizcachas PGB1, VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del 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 bajos de Oxígeno Disuelto 5,0 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 Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque 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-2 (7,4 mg/L), presenta un valor similar a las demás estaciones no se ha detectado 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 (7,5 mg/L), 13172RMoqu1 (8,6 mg/L), 13172RMoqu2 (7,9 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,3 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 el MAP I (8,30 – 9,77 mg/L) y MAP II (8,28 – 10,18 mg/L).

Potencial de Hidrógeno – pH

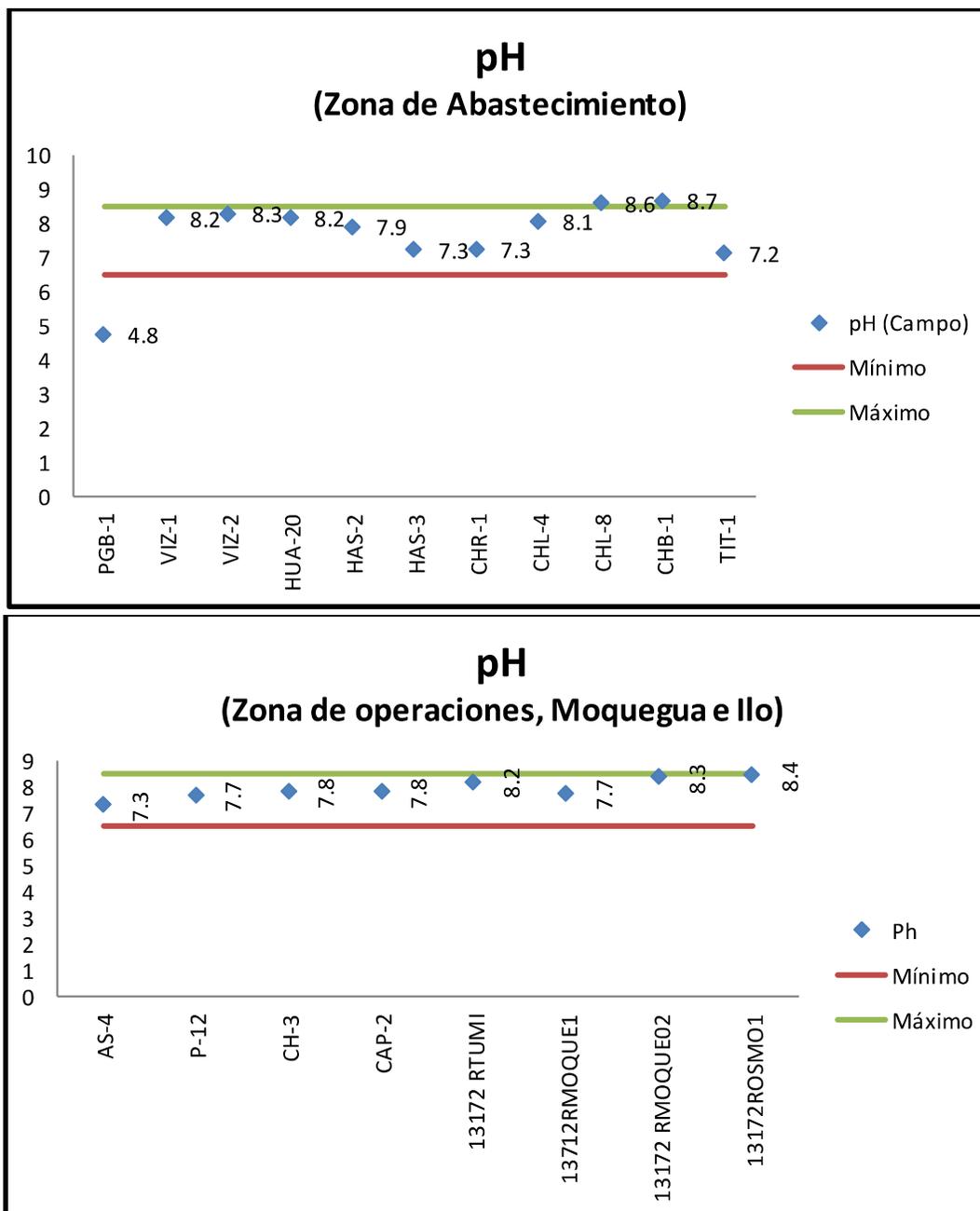


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, presenta contenidos que se incrementan con la disminución de la altura probablemente debido al incremento de actividad fotosintética en el curso del río y la presencia de material carbonatado del suelo.

En la zona de abastecimiento el punto PGB-1 tiene aguas ácidas (4.8) correspondientes a la calidad de agua del Embalse Pasto grande, esto asociado a presencia de Aluminio, sulfatos y manganeso. El punto CHL-8 y CHB-1, presenta valores de pH que superan el ECA debido al paso por material carbonatado.

Las aguas del río Vizcachas VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores dentro del sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del río Calasaya HUA-20 y de las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos adecuados con valores dentro de lo 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 moderados de pH 7,2, a diferencia del periodo húmedo donde el valor es bajo 4,87, probablemente debido a que no se tiene mayor ingreso de disolución de material del suelo relacionado con moderados valores de aluminio 3,866 mg/L, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, para esta estación. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (4,6 – 8,5), donde el valor corresponde a una época seca.

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charque CH-3 y CAP-2.

Los valores de pH en la parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8,2), 13172RMoqu1 (7,7), 13172RMoqu2 (8,3) y 13172Rosmo1 (8,5), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, el incremento en el valor puede ser debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle, así como la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico. Situación similar fue observada en el MAP I (7,9 – 8,4), MAP II (8,1 – 8,7) y MAP IV época húmeda.

Conductividad Eléctrica

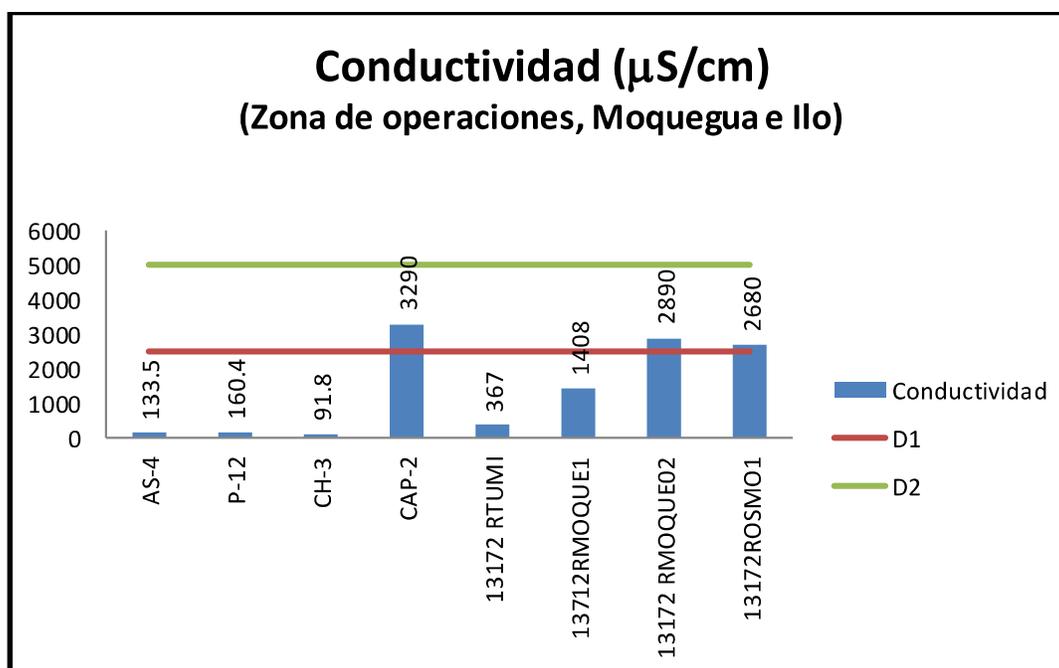
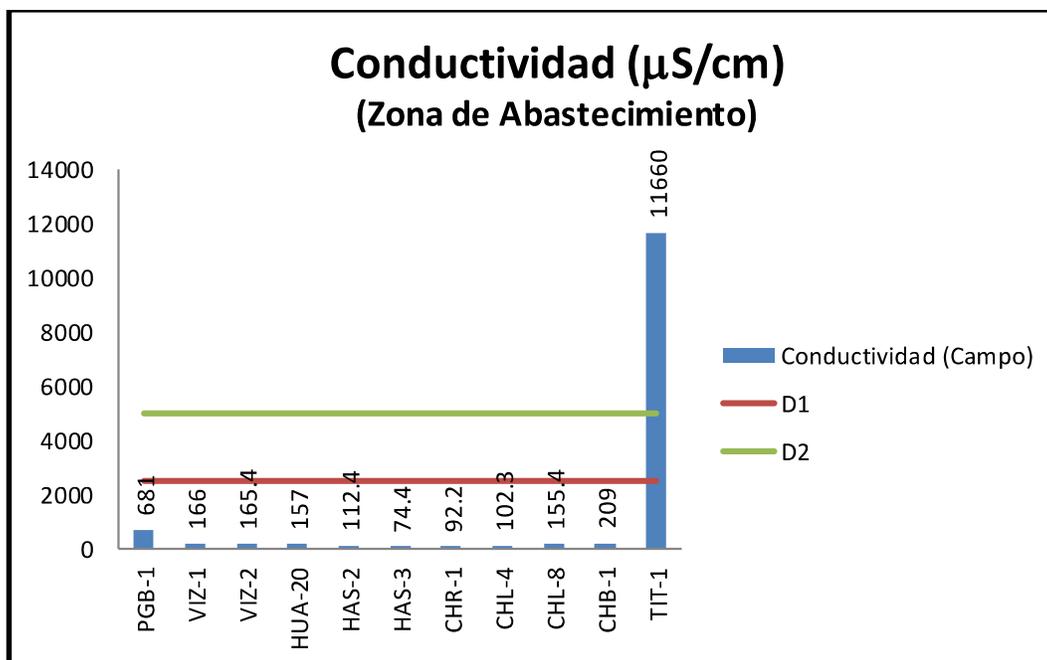


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas, Chilota, Calasaya, las quebradas HAS-02 y HAS-03 cumple con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (11660 uS/cm), este valor es alto está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), esto probablemente se debe al ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

El valor de conductividad del agua en la estación PGB-1 (681 uS/cm) correspondiente a la salida del embalse Pasto Grande, es un valor moderado que nos indica mineralización de las aguas del embalse que cumple con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, este valor está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (13,46 – 866 uS/cm).

En la zona de abastecimiento, la calidad del agua en las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, así como la del río Charaque CH-3 y río Tumulaca 13172Rtumi presentan valores bajos de conductividad eléctrica que se encuentra entre 91,8 a 367 uS/cm cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

La calidad del agua del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta valores de conductividad altos (3290 uS/cm) que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales de tallo bajo y alto. Este río se encuentra fuertemente influenciado por el ingreso de aguas de origen termal en el sector de Calientes. Los valores altos de conductividad en el Capillune se relacionan con valores altos de otros parámetros como los sólidos disueltos totales, cationes sodio, calcio, magnesio entre otros y aniones como cloruros, fluoruros, sulfatos, entre otros.

FISICOQUIMICOS

Aceites y Grasas

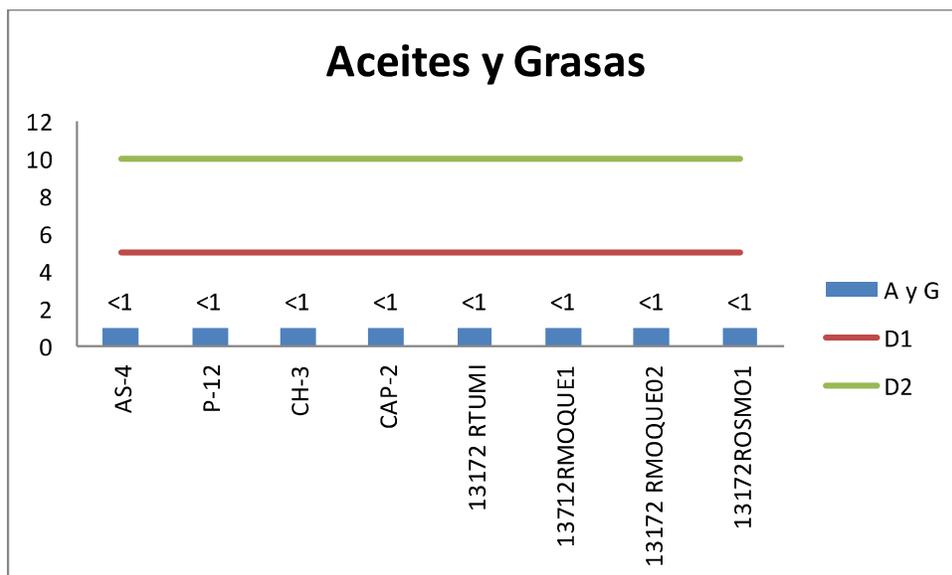
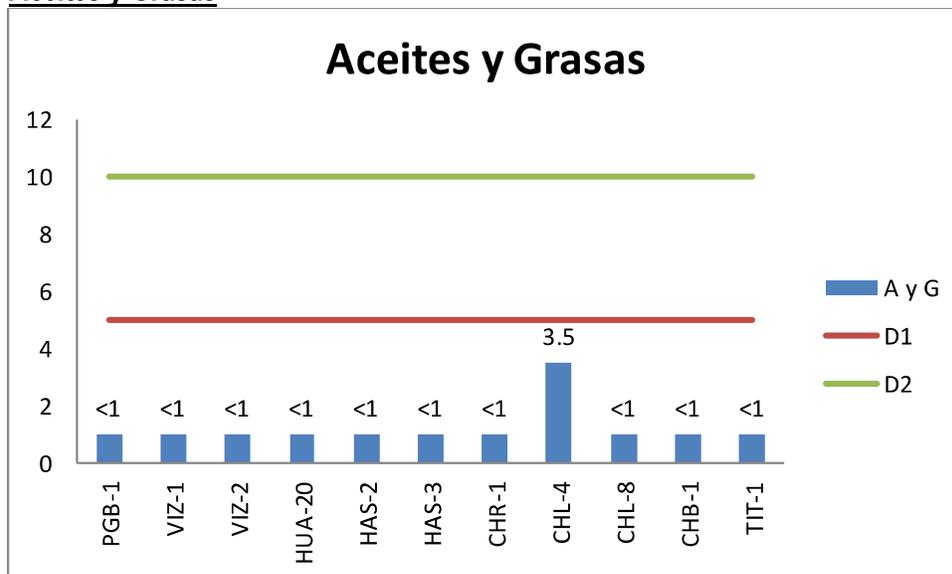


Gráfico 06. Variación espacial del valor de los aceites y grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 casi ninguna de las estaciones de monitoreo.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento coinciden con los resultados encontrados en el MAP III, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Solo se ha detectado concentraciones de aceites y grasa en la estación CHL-4, probablemente por presencia de actividad antropogénica.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones coinciden con los resultados encontrados en el MAP I y MAPII, donde las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Los resultados de la estación P-12 de la validación de la línea de base ambiental no han detectado aceites y grasas en el periodo 2010 al 2013.

Bicarbonatos

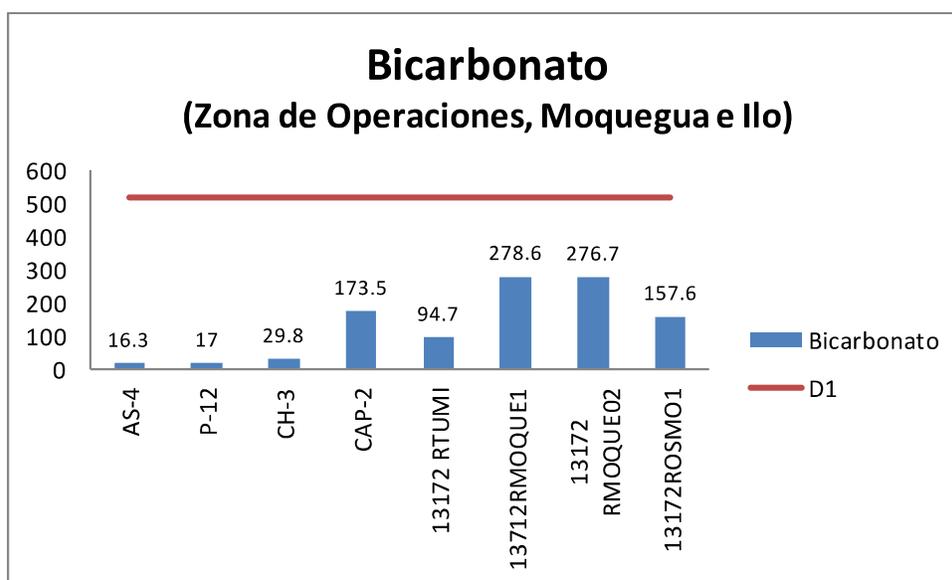
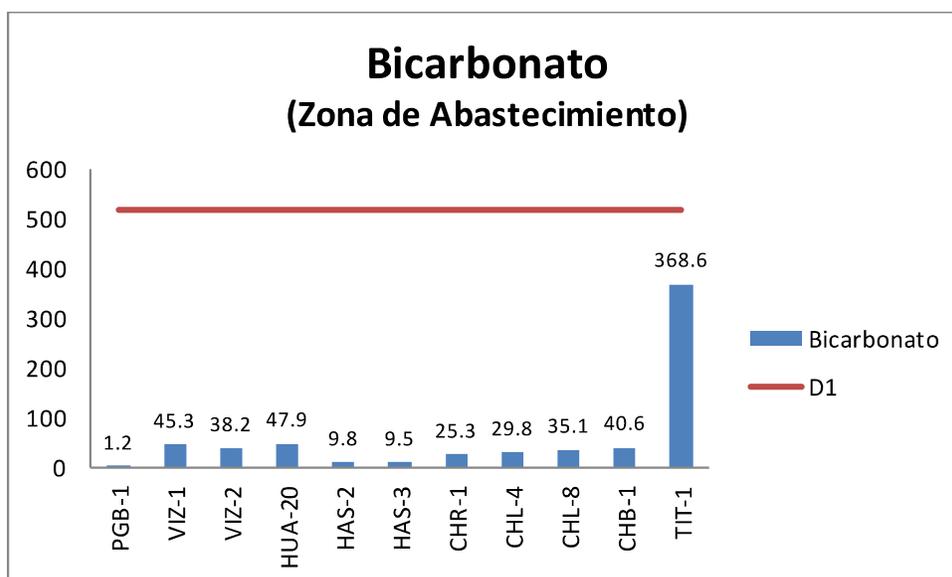


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 370 mg $CaCO_3/L$.

Como se observa en el gráfico 07, el contenido de bicarbonatos en la zona de abastecimiento de agua, en la estación PGB-1 es bajo, esto se debe a la presencia de iones ácidos como hierro, aluminio, manganeso y presencia de iones sulfatos probablemente provenientes de la disolución por oxidación de material piritoso, adicionalmente esta se asocia a los valores bajos de pH. En el caso del PGB-1 esta situación de bajos valores de pH y ausencia de alcalinidad ha sido también reportada en las aguas del embalse. Estos valores bajos para el PGB-1 también han sido detectados en el MAP-III. La estación TIT-1 presenta un valor alto de bicarbonatos similar a lo reportado por el MAP-III en época seca, por otro lado este valor es diferente al obtenido en la época húmeda donde la influencia de la lluvias puede estar arrastrando material del suelo al agua bajando el valor del pH e incrementando el contenido de aluminio. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento de agua presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Se puede observar que el contenido de bicarbonato en las estaciones CAP-2 y las estaciones de la parte baja de la cuenca 13172RTum1, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, presentan valores de bicarbonatos superiores a los obtenidos en los MAP-I (74 – 183 mgHCO₃/L) y MAP-2 (65 – 186 mgCaCO₃/L) estos valores adicionalmente son superiores a los valores de bicarbonatos en agua subterránea cercana a la zona del valle como por ejemplo el Manantial el Común 98,1 mgCaCO₃/L y el Totoral 119,2 mgCaCO₃/L, puede estar ingresando bicarbonatos desde aguas subterráneas. Las estaciones de la cuenca media AS-4, P-12 y CH-3 presentan valores bajos entre 16,3 y 29,8 mgHCO₃/L. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Cianuro WAD

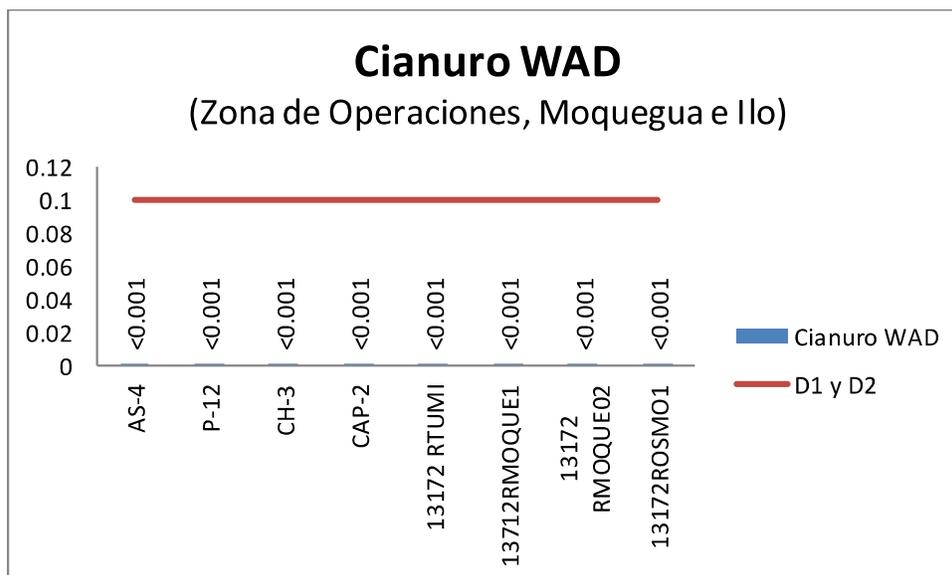
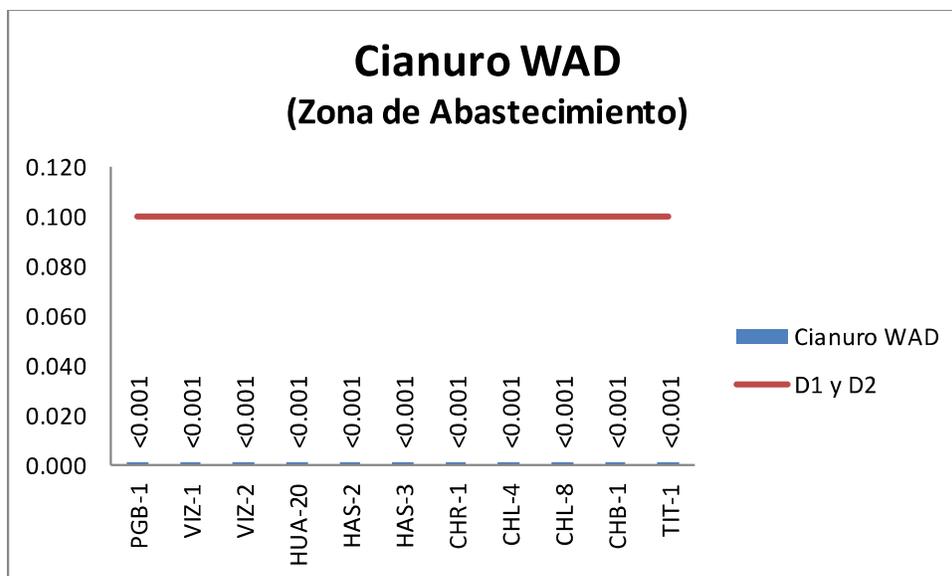


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento y operaciones, esta situación es similar a los resultados obtenido en el MAP III y MAP-IV época húmeda, para las estaciones de calidad de agua

superficial de la zona de abastecimiento, y a los resultados obtenidos en el MAP I y MAP II, para la zona de operaciones, Moquegua e Ilo.

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento ha sido validado en el MAP III, 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 I y II, 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.

La mínima presencia de cianuro WAD encontrado en la estación HAS-3 Quebrada Vilaaje en el MAP III época húmeda, no ha sido verificada en el MAP IV época seca.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

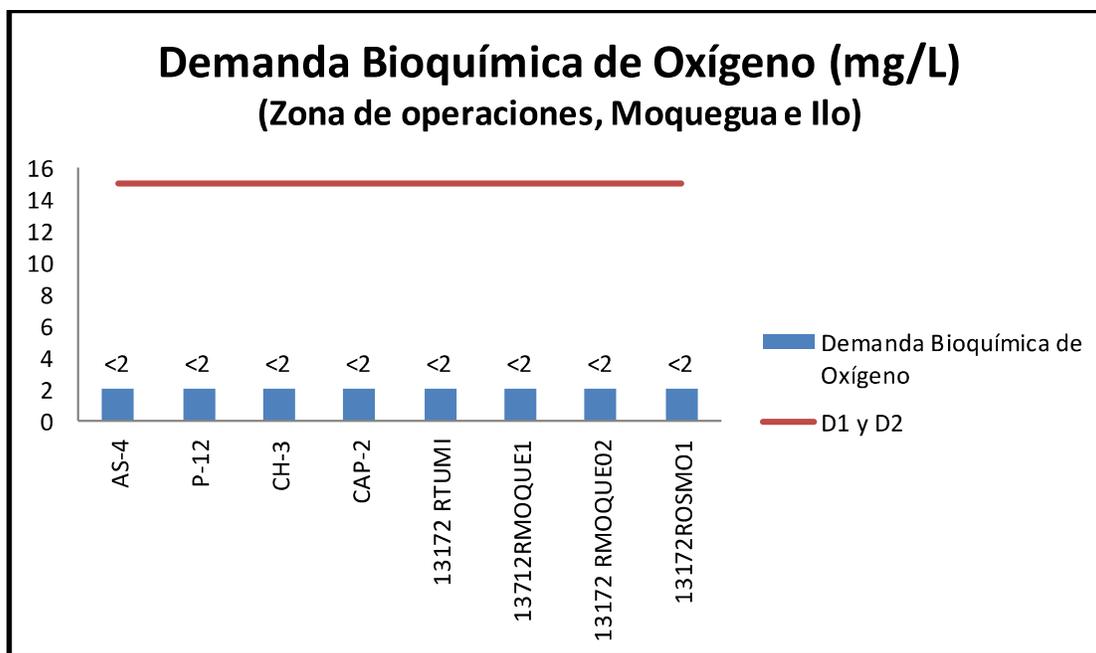
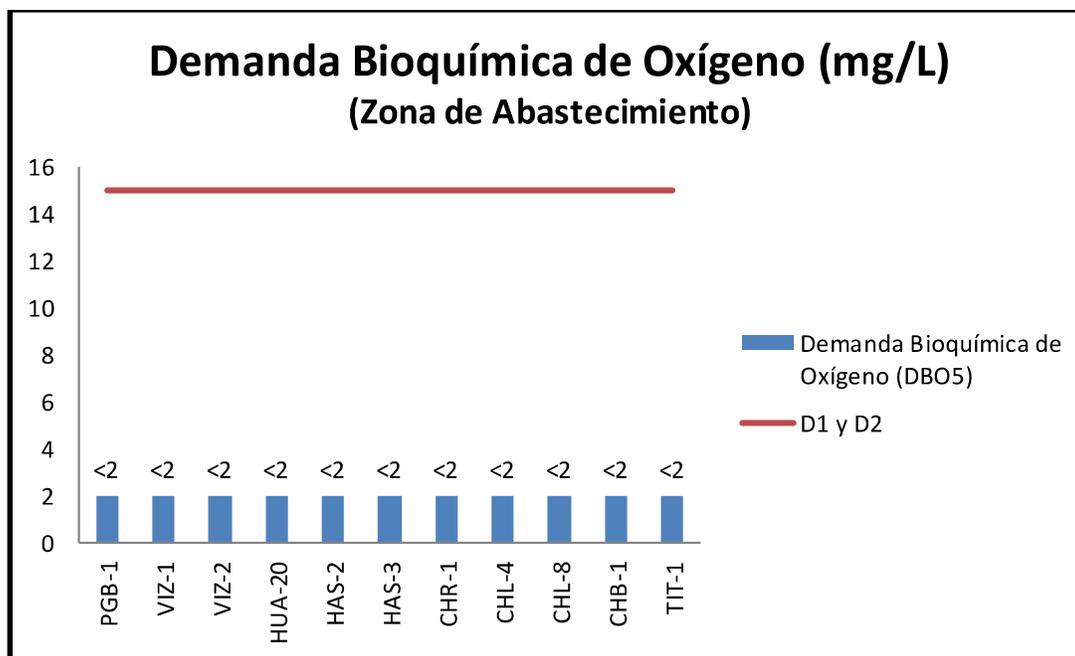


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento, operaciones, Moquegua e Ilo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP IV época húmeda, MAP III en época húmeda, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP III 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 II, para la zona de operaciones en época seca se observó que los valores del MAP IV época seca fueron menores a los encontrados en el MAP II 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 IV época seca y MAP II 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 IV época seca son similares a los resultados obtenidos en el MAP I 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.

Demanda Química de Oxígeno

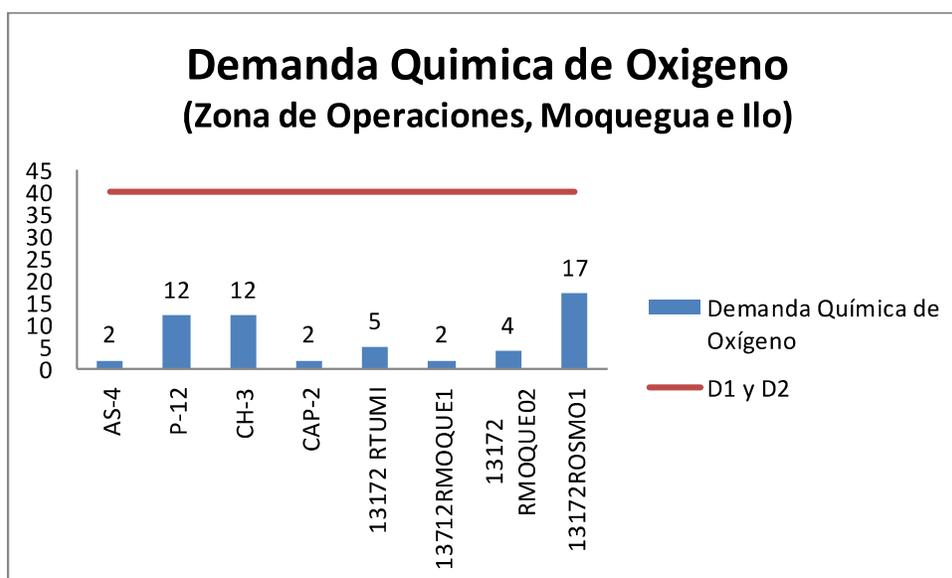
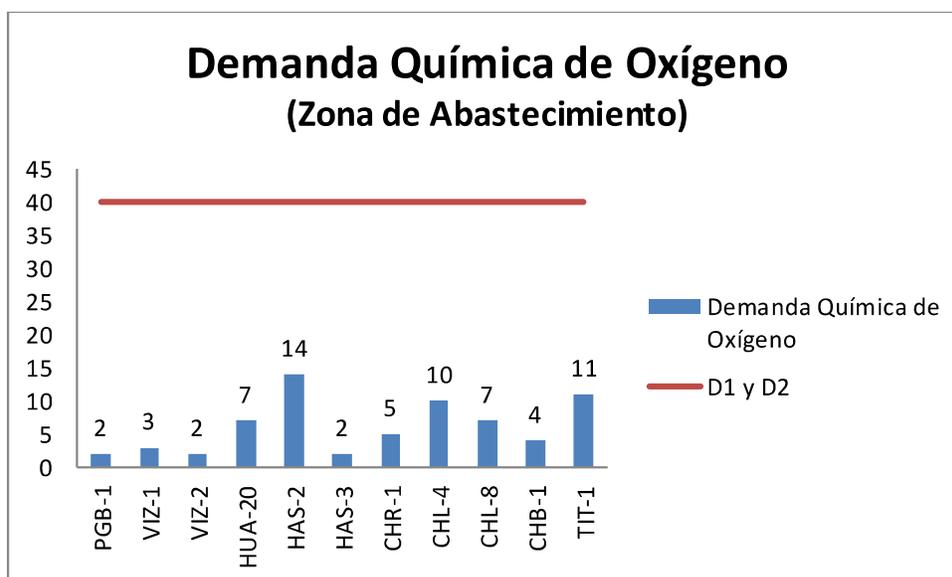


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento de agua se ha detectado valores bajos de DQO entre 2 a 14 mg/L. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones (AS-4, P-12, CH-3) se ha detectado valores bajos de DQO. En las estaciones CAP-2 (2 mg/L), 13172RMoque2 (4 mg/L) y 13172Rosmo1 (17 mg/L) y las demás se ha detectado valores bajos de DQO. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP IV época seca son similares a los encontrados en el MAP III para las estaciones de monitoreo en la zona de abastecimiento tanto en época seca como en época húmeda. Los valores de DQO en las estaciones de monitoreo pueden deberse a presencia de material susceptible de oxidación como iones sulfuros, fluoruros, arsénico, hierro u otros.

Los resultados del MAP IV época seca son similares a los encontrados por el MAP IV época húmeda, MAP I y II para las estaciones de monitoreo en la zona de operaciones tanto en época seca como en época húmeda. 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.

Dureza Total

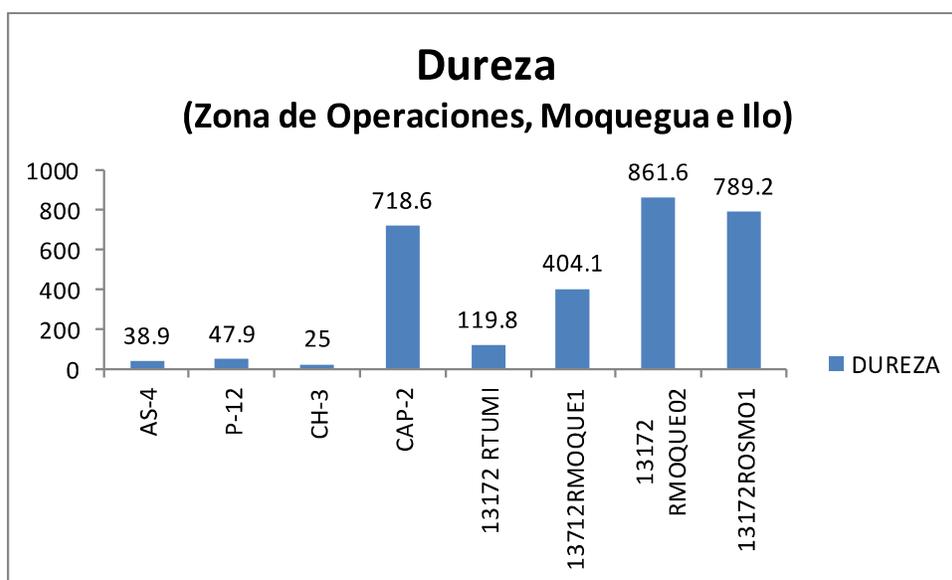
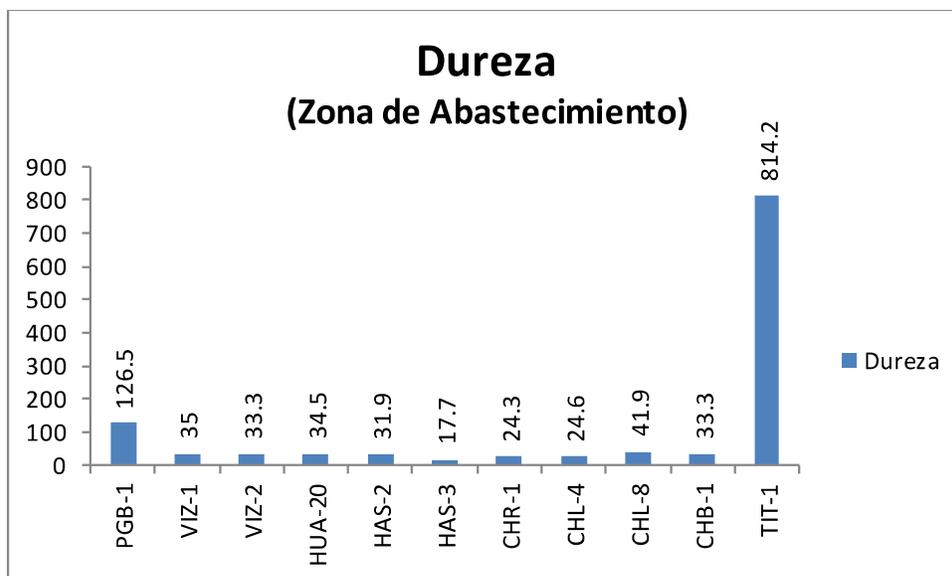


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 abastecimiento son blandas con excepción de la estación PGB-1 que es medianamente dura y la estación TIT-1 que es muy dura. Esto está asociado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 son blandas. En el río Capillune la calidad del agua es muy dura. En el río Tumilaca la estación 13172Rtumi1 presenta una dureza moderada. En el río Moquegua y Osmore 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.

Los valores de dureza en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento y operaciones son similares a los obtenidos en el MAP I, II, III y MAP IV época húmeda, están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental validada para época seca y húmeda.

Fósforo Reactivo Disuelto

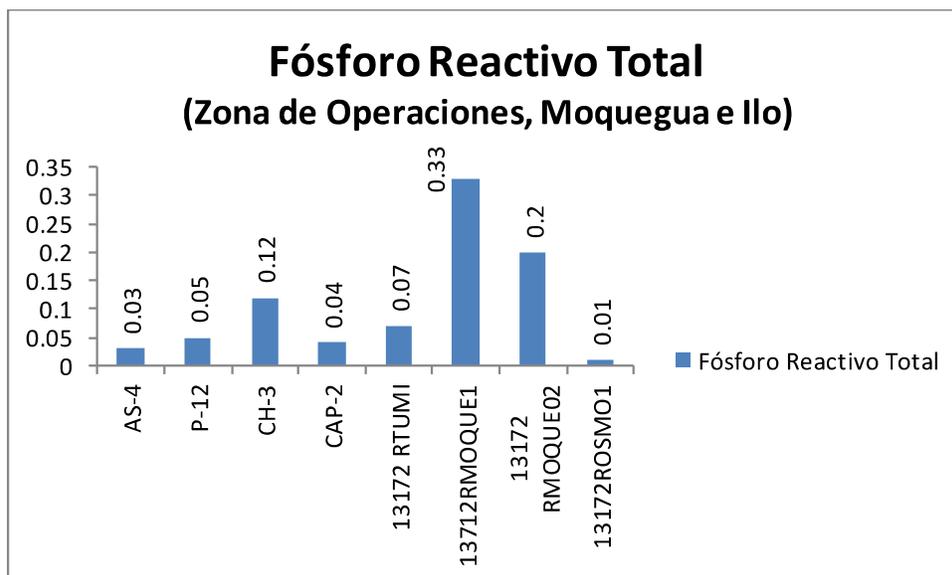
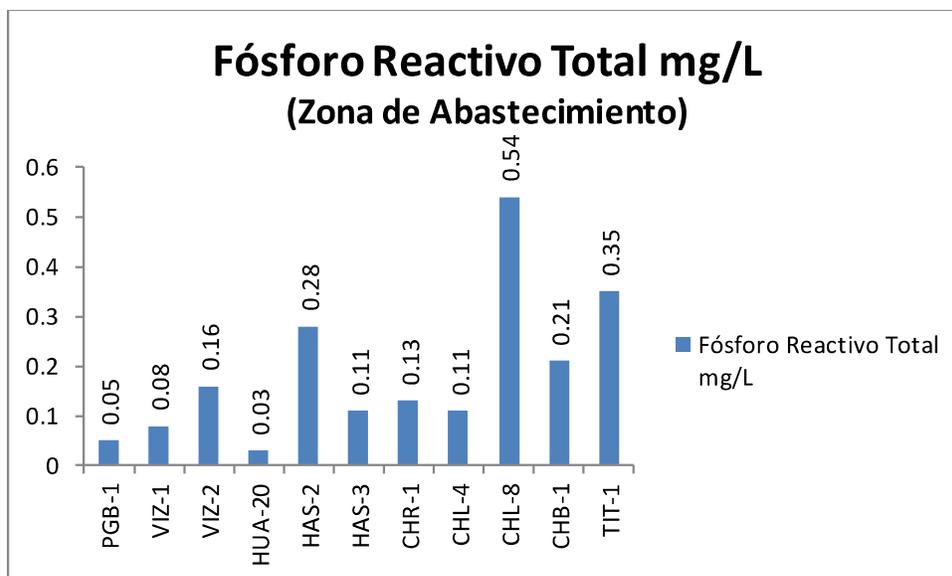


Gráfico 12. Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

La concentración de fósforo en la zona de abastecimiento (0,05 – 0,54 mg P-PO₄/L) fue mayor a lo reportado para el MAP IV época húmeda, MAP III época húmeda (0,05 – 0,156 mg P-PO₄/L) y época seca (0,014 – 0,17 mg P-PO₄/L). Se encuentran dentro de los resultados esperados por la línea de base ambiental validada. El valor más alto en el CHL-8 sugiere remoción del lecho o ingreso desde el suelo.

La concentración de fósforo en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo (0,05 – 0,33 mg P-PO₄/L) fueron similares a lo reportado para el del MAP IV época húmeda (0,05 – 0,15 mg P-PO₄/L) MAP I y mayores a los de MAP I época seca (0,00 – 0,045 mg P-PO₄/L) y MAP II época húmeda (0,00 – 0,089 mg P-PO₄/L).

Los resultados en la zona de operaciones se encuentran dentro de lo esperado en la línea de base ambiental. Los resultados de Moquegua e Ilo se encuentran por encima de lo esperado en los monitoreos anteriores. Esto puede sugerir el ingreso de alguna fuente de fósforo en el río Tumilaca, Moquegua e Ilo, probablemente debido al ingreso por escorrentía desde el suelo o ingreso de aguas residuales con fósforo (detergentes). Esto también puede asociarse al hecho de que el río Tumilaca el día del muestreo presentó un gran caudal y turbidez, que indica ingreso de material de suelo al agua.

Sólidos Totales Disueltos

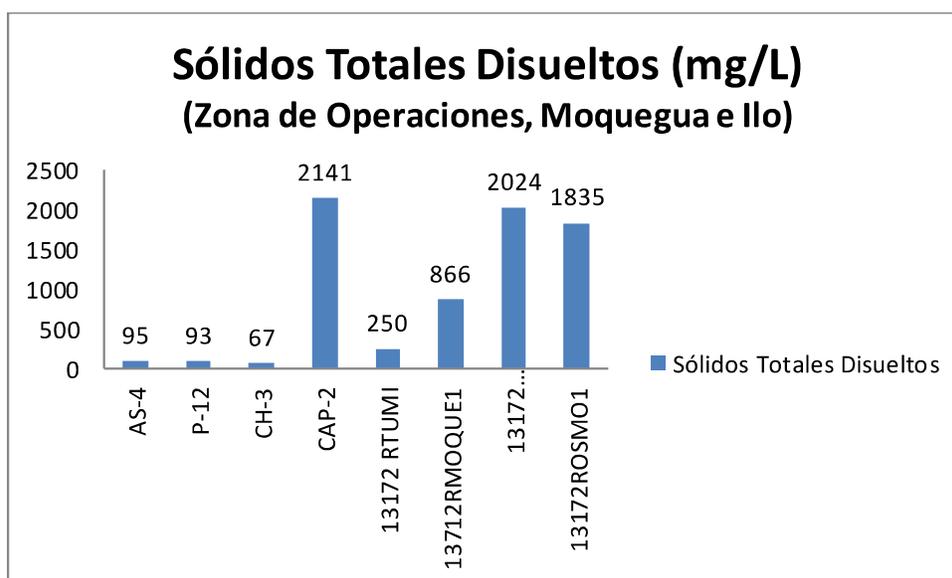
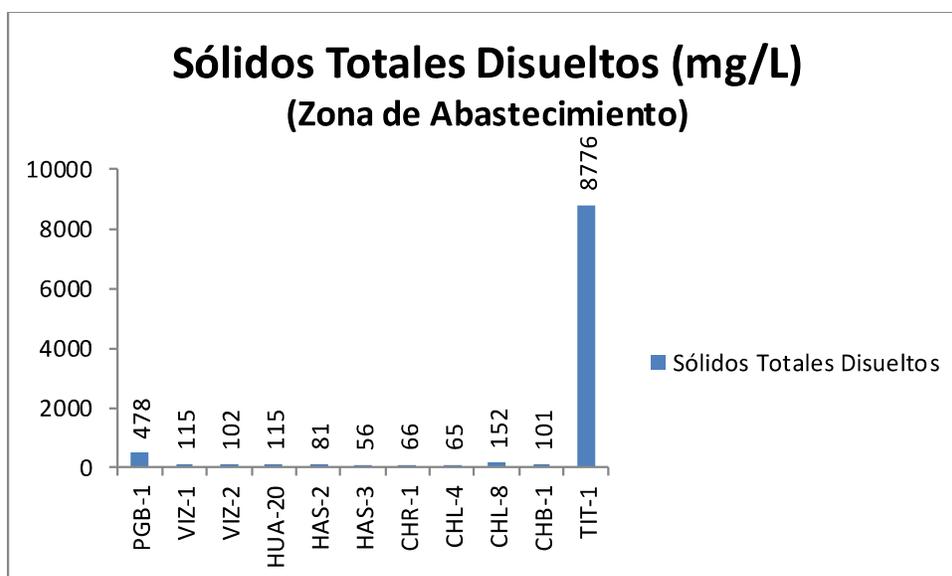


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

En la zona de abastecimiento el contenido de sólidos totales disueltos en las estaciones de los ríos Vizcachas, Chilota, Calasaya y las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos de STD que oscila entre 56 a 152 mg/L, la estación PGB-1 presenta un valor alto de STD de 478 mg/L, este valor se asocia con valores entre moderados y altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeseo (alto), plomo, potasio y sodio. De manera similar el río Titire en la estación TIT-1 (8776 mg/L) presenta valores muy altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, STS, boro, cobre, hierro, manganeso, potasio y sodio.

Los valores encontrados por el MAP IV época seca para la zona de abastecimiento cumplen con lo validado por la línea de base ambiental en el MAP III.

En la zona de operaciones, las estaciones de AS-4 (95 mg/L) y P-12 (93 mg/L) presentan valores bajos de STD, se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (79 – 159 mg/L) para la estación P-12. La estación CAP-2 (2141 mg/L) presentan valores altos relacionados con valores altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio, probablemente proveniente de aguas provenientes de ojos de agua utilizados en los poblados cercanos como el de calientes, este valor alto del CAP-2 se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (175 – 2855 mg/L).

En las estaciones de monitoreo en Moquegua e Ilo, se ha determinado valores muy altos de STD en las estaciones, 13172RMoque2 (2024 mg/L) y 13172Rosmo1 (1835 mg/L), estos valores se asocian con valores altos de cloruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio. Estos valores son similares a los encontrados en el MAP-1 y MAP-2. La fuente probable de sólidos en la zona del valle, puede ser el tipo de suelo carbonatado, bicarbonatado cálcico, magnésico con influencia de cloruros de sodio y potasio, adicionalmente puede deberse al ingreso de aguas de naturaleza subterránea.

Sólidos Totales Suspensos

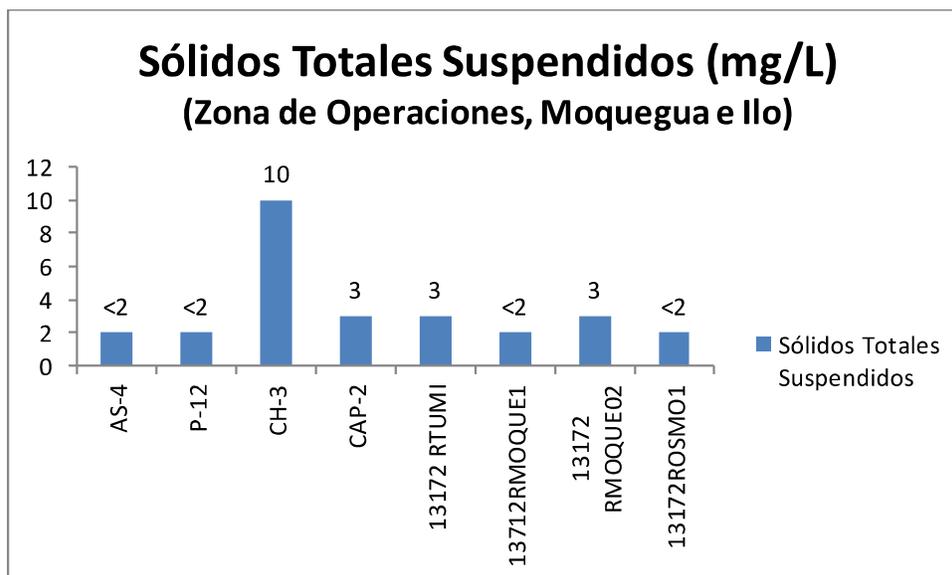
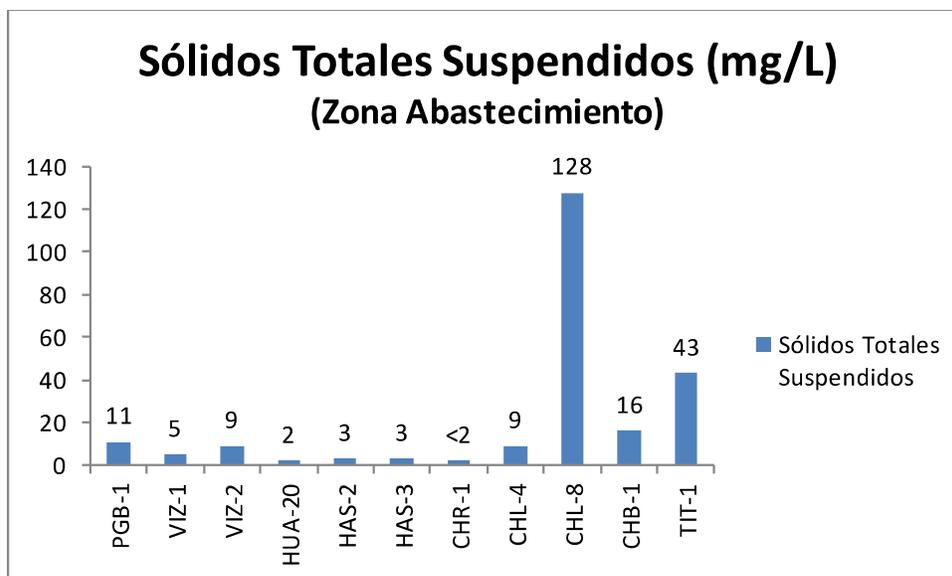


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 el gráfico 14, en la zona de abastecimiento el contenido de STS en los ríos Vizcachas (PGB-1, VIZ-1, VIZ-2), Chilota (CHR-1, CHL-4 y CHB-1), Calasaya (HUA-20) y agua de las quebradas (HAS-2 y HAS-3) es bajo de 0 a 16 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III, para las estaciones PGB-1 (2 – 15 mg/L), CHL-8 (2 – 269 mg/L) y VIZ-2 (1 – 180 mg/L). En el monitoreo del MAP IV época seca se ha determinado un incremento significativo de la concentración de STS en la estación CHL-8 (128 mg/L), esto puede deberse a posible actividad antropogénica cercana a la estación de monitoreo.

La calidad del agua del río Titire TIT-1 (43 mg/L) presenta valores altos debido a la presencia de gran cantidad de material suspendido, este valor alto se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III (2 – 788 mg/L). El valor alto puede deberse al ingreso de material de suelo altamente mineralizado y de aguas de origen geotermal

En la zona de operaciones río Asana en las estaciones AS-4 (<2 mg/L) y P-12 (<2 mg/L), presenta valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación P-12 (2 – 113 mg/L).

En la zona de operaciones los ríos Charaque CH-3 (10 mg/L) y CAP-2 (3 mg/L) presentan valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación CH-3 (2 – 639 mg/L) y CAP-2 (2 - 1064 mg/L). Por los valores bajos se deduce el ingreso de material particulado desde el suelo, ausencia de lluvias en la época de monitoreo.

En la zona de Moquegua el río Tumilaca en la estación 13172RTum1 (3 mg/L) es un valor similar a lo encontrado en el MAP-1 (3 mg/L) y MAP-2 (8mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo estaciones 13172RMoque1 (<2 mg/L), 13172RMoque2 (3 mg/L) y 13172Rosmo1 (<2 mg/L) son similares a los obtenidos por el MAP-1 y MAP-2.

Por lo general las aguas de las cuencas de la zona de abastecimiento, operaciones, Moquegua e Ilo son aguas claras con bajos contenidos de STS.

Sulfuros

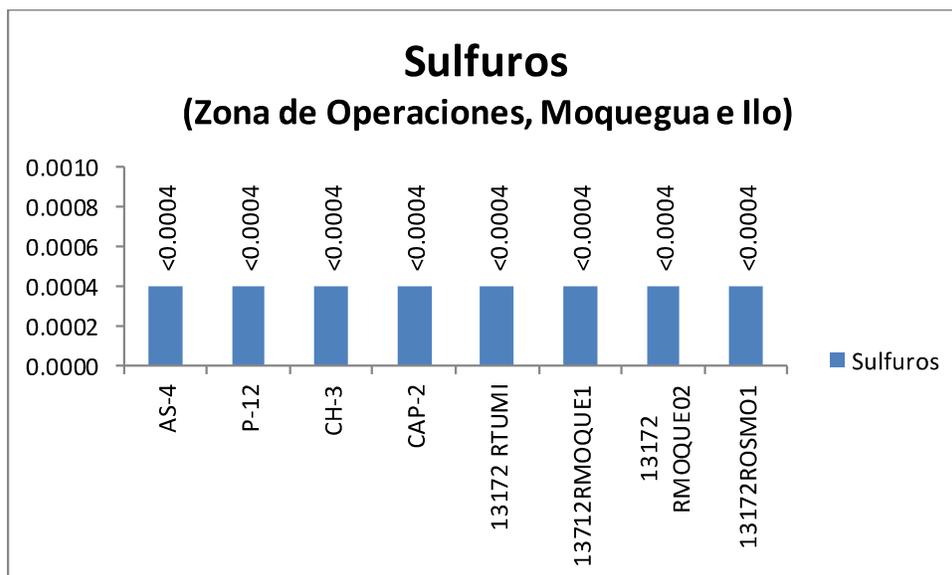
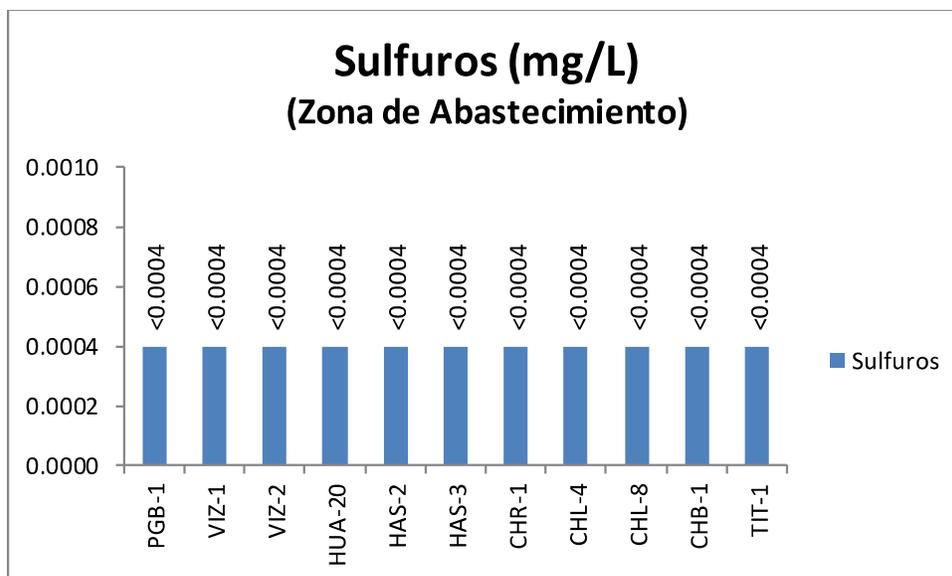


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

La concentración umbral para H_2S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H_2S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H_2SO_4 en las paredes de las tuberías.

Como se observa en el gráfico 15, las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de sulfuros (<0,0004 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (<0,004 mg/L) se diferencia del MAP IV época húmeda, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (0,002 – 0,032 mg/L). Se recomienda continuar con los estudios de sulfuros en el TIT.

En las estaciones en la zona de operaciones AS-4, P-12, CH-3 y CAP-2 no se ha detectado presencia de sulfuros, resultados menores a los reportados para el MAP-1 y MAP-2.

En las estaciones en la zona de Moquegua e Ilo no se ha detectado presencia de sulfuros, resultados menores a los reportados para el MAP-1 y MAP-2.

La fuente de sulfuros en el agua en la época de monitoreo de agua del MAP-IV, no ha tenido mayor aporte en la cuenca, requiere mayores estudios para identificarla.

ANIONES

Cloruros

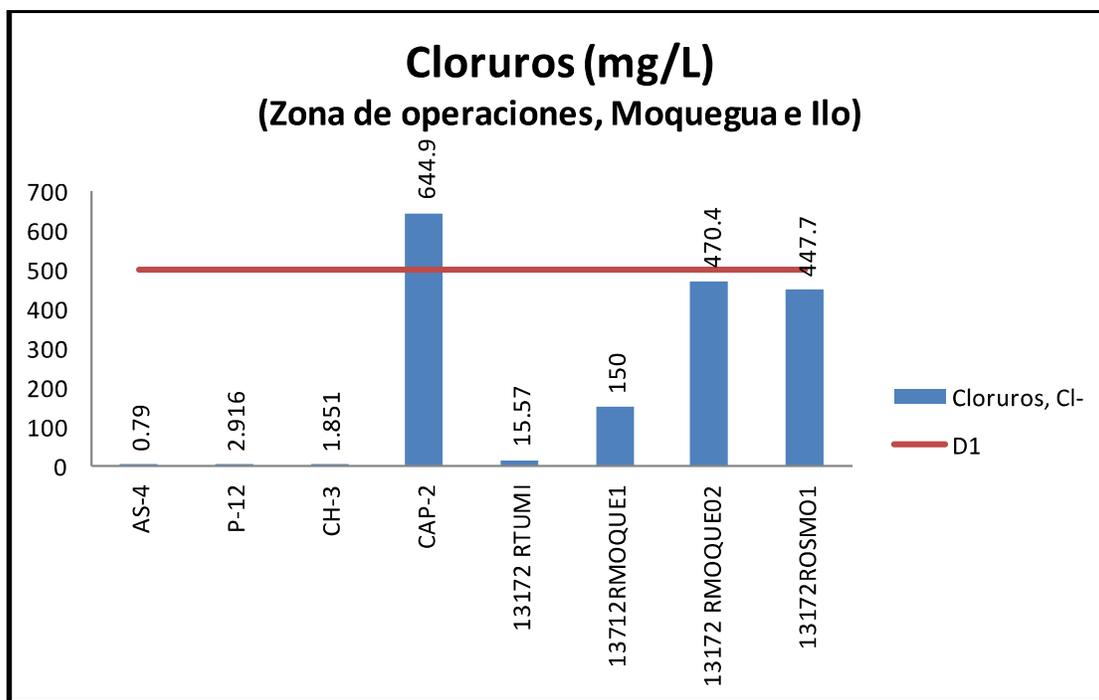
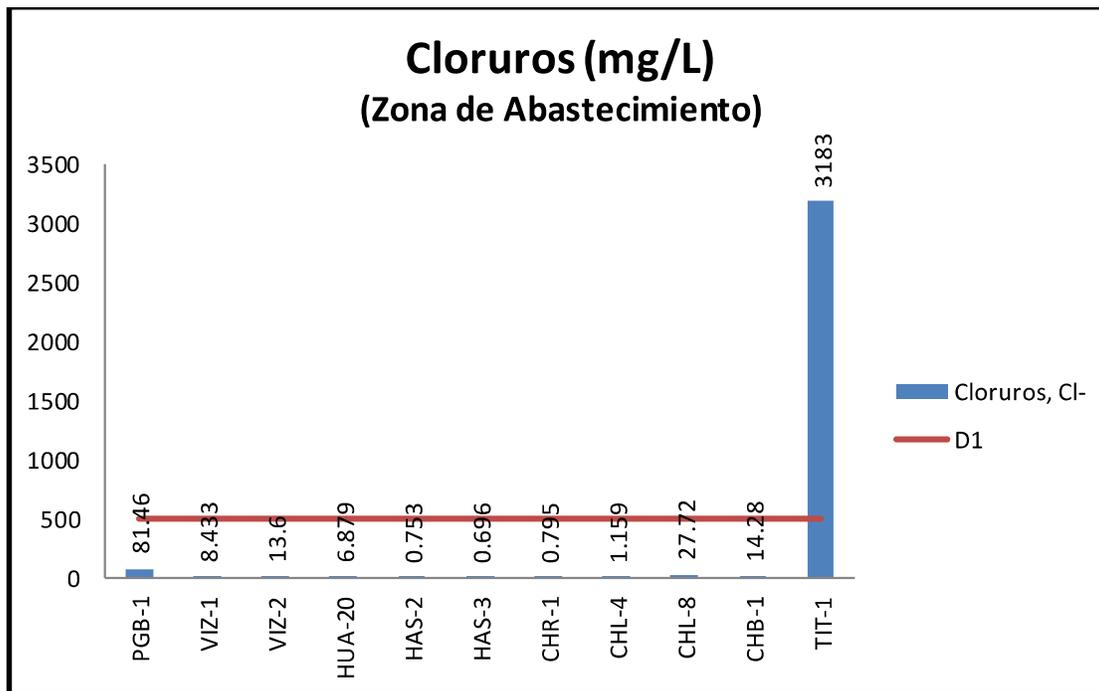


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 el gráfico 16, el contenido de cloruros en las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de cloruros (0,696 – 81,46 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (3183,9 mg/L) nos sugiere presencia de aguas subterráneas de origen geotermal en las aguas del río Titire, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (48 – 4695 mg/L). Al igual que otros parámetros se observa en el TIT una concentración de iones probablemente debida a las condiciones secas de la temporada.

Las estaciones en la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 la concentración de cloruros es baja (0,79– 2,916 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 para el P-12 (0,72 –1,55 mg/L) y CH-3 (0,99 –3,07 mg/L).

La estaciones en la zona de operaciones CAP-2 la concentración de cloruros es alta (644,9 mg/L), este valor está dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 (3 –739,1 mg/L). Este elevado valor se puede deber al ingreso de aguas subterráneas en la zona de calientes a través de los ojos de agua en la zona. El contenido de cloruros en la estación CAP-2 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3 por lo que se debe restringir el uso de estas aguas para riego.

Las estaciones en la zona de Moquegua e Ilo estaciones 13172RTum1, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172ROsmo1, se observa un incremento del contenido de cloruros conforme se ingresa la valle de Moquegua lo que sugiere ingreso de cloruros desde el suelo o por influencia de aguas de aguas subterráneas. Los resultados del MAP-4 son similares a los del MAP 4 época húmeda, MAP-1 y MAP-2. Sin embargo la concentración de cloruros en estas estaciones está por debajo de lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

Fluoruro

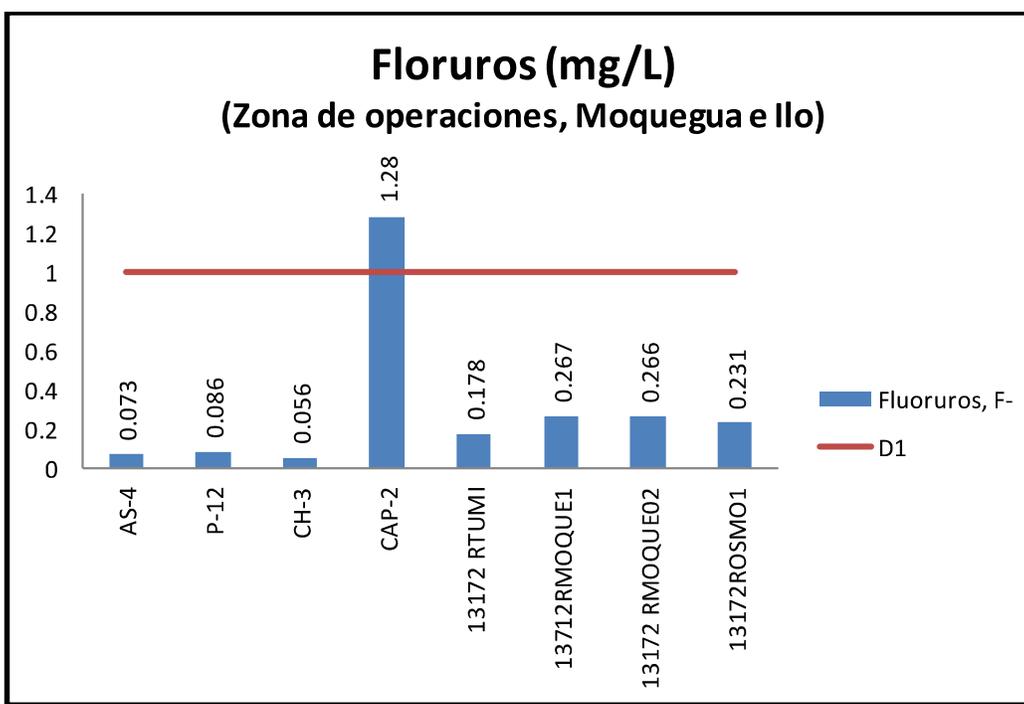
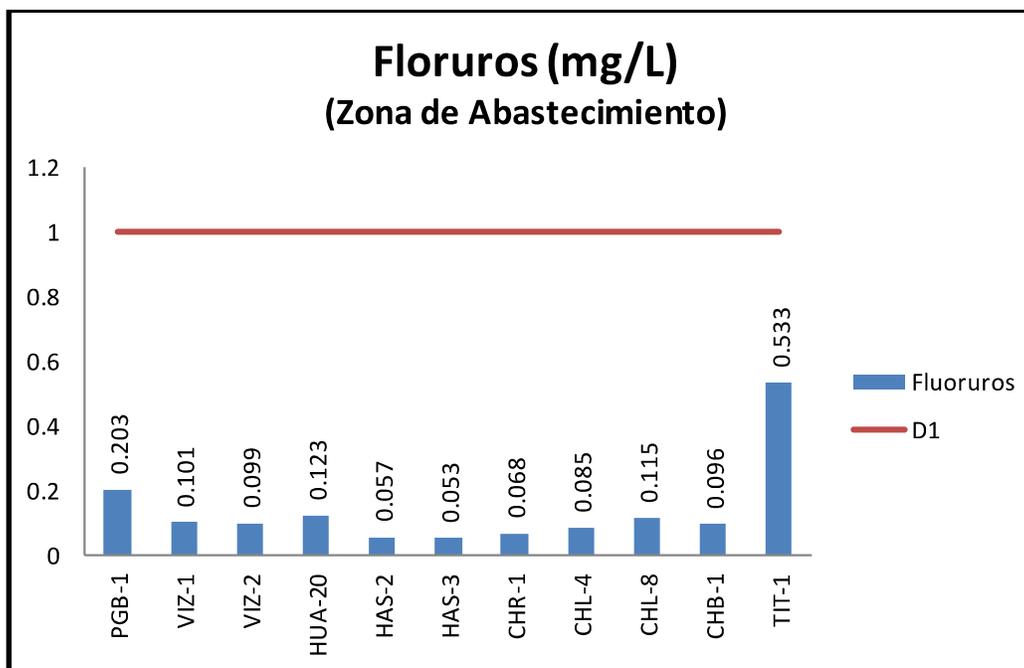


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 $\text{pH} < 5$. 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 el gráfico 17, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de fluoruros que están entre 0,101 y 0,533 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,533 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,002 – 0,481 mg/L), CHL-8 (0,04 – 0,210 mg/L), VIZ-2 (0,038 – 2,136 mg/L) y TIT-1 (0,002 – 1,046 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,073 mg/L) y P-12 (0,086 mg/L) presentan valores bajos de Fluoruros, la estación en el río Charaque CH-3 (0,0056 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA. La estación en el río Capillune CAP-2 (1,28 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representando un riesgo para la salud de la población, cultivos y animales de crianza.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,178 y 0,267 mg/L, probablemente esto sea responsable del bajo índice de caries en niños en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,082 – 0,138 mg/L), CH-3 (0,035 – 0,065 mg/L) y CAP-2 (0,1 – 2,151 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP 4 época húmeda (0,07 mg/L), MAP-1 (0,081 mg/L) y MAP-2 (0,075 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,167 y 0,123 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,225 y 0,204 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,232 y 0,186 mg/L) y 13172ROsmo1 (ND – 0,164 mg/L).

El valor alto de fluoruro en el río Capillune puede estar influyendo sobre el contenido de fluoruro de los ríos Tumilaca, Moquegua y Osmore.

Nitratos

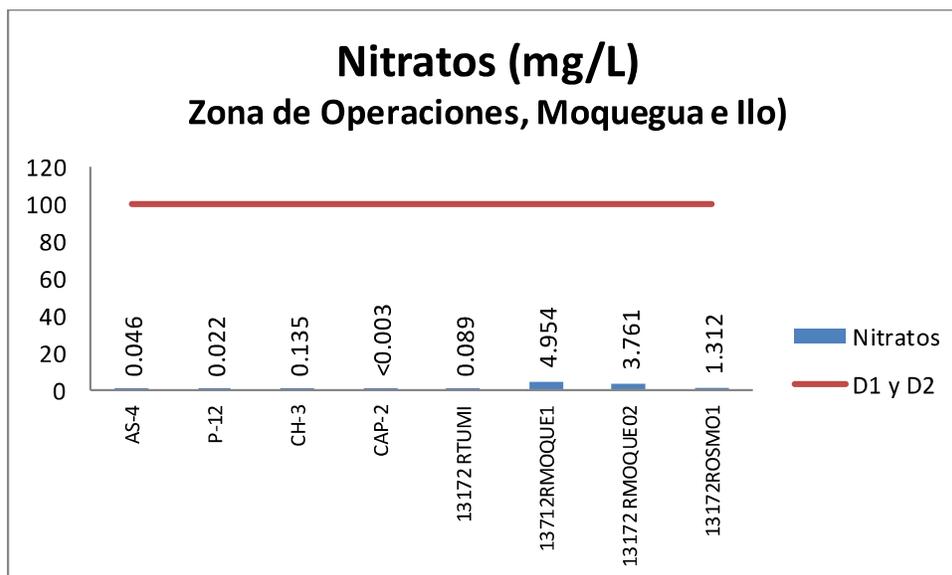
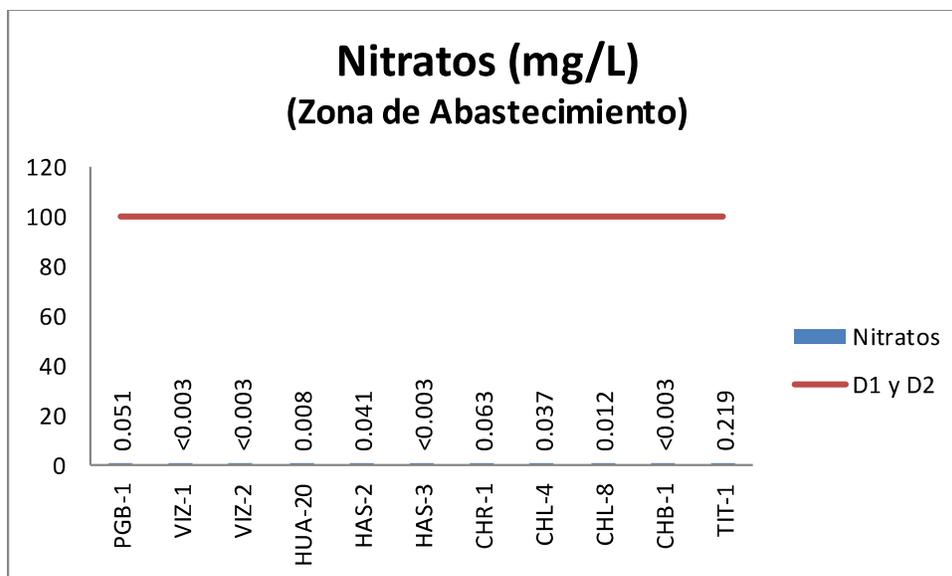


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 el gráfico 18, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de nitratos que están entre <0,003 y 0,041 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,219 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,003 – 0,375 mg/L), CHL-8 (0,003 – 0,5 mg/L), VIZ-2 (0,003 – 0,310 mg/L) y TIT-1 (0,086 – 0,972 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,046 mg/L) y P-12 (0,022 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, la estación en el río Charaque CH-3 (0,135 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (<0,003 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre <0,003 y 4,954 mg/L, probablemente en el caso del 13172RMOqu1 el valor de 4,954 se deba al ingreso de aguas residuales no controladas.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,003 – 0,131 mg/L), CH-3 (0,003 – 0,357 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,483 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP 4 época húmeda (0,014 mg/L), MAP-1 (0,028 mg/L) y MAP-2 (0,02 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,045 y 0,135 mg/L), 13172RMOqu1 (2,120 y 2,514 mg/L), 13172RMOqu2 (3,125 y 3,143 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,839 – ND mg/L).

Existe un ingreso de nitratos en la zona del valle probablemente por el ingreso de aguas residuales o escorrentías desde los suelos fertilizados.

Sulfatos

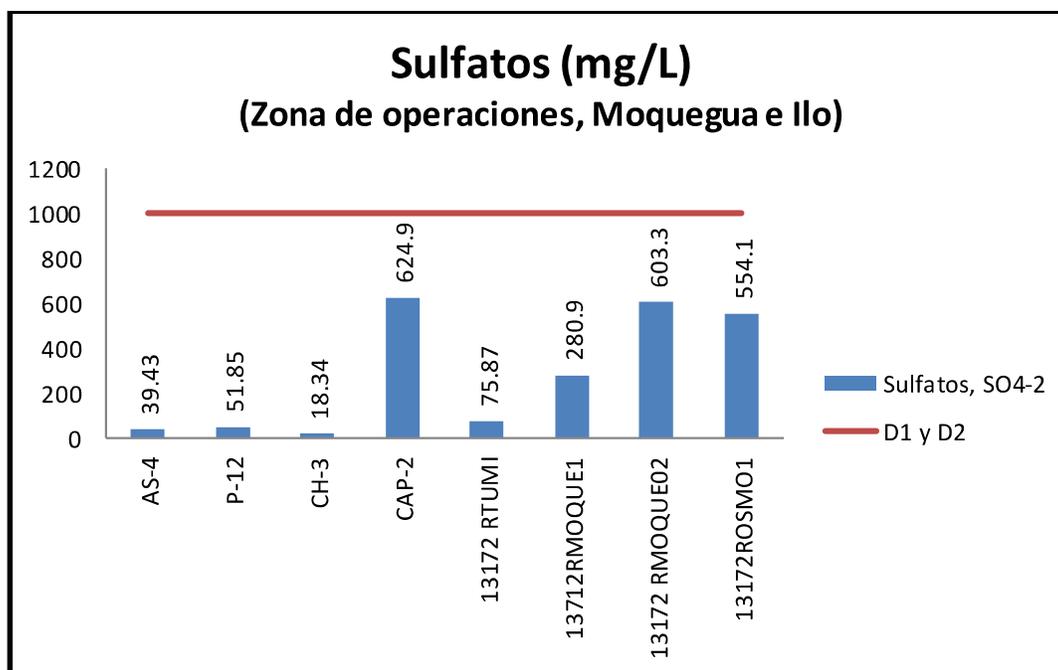
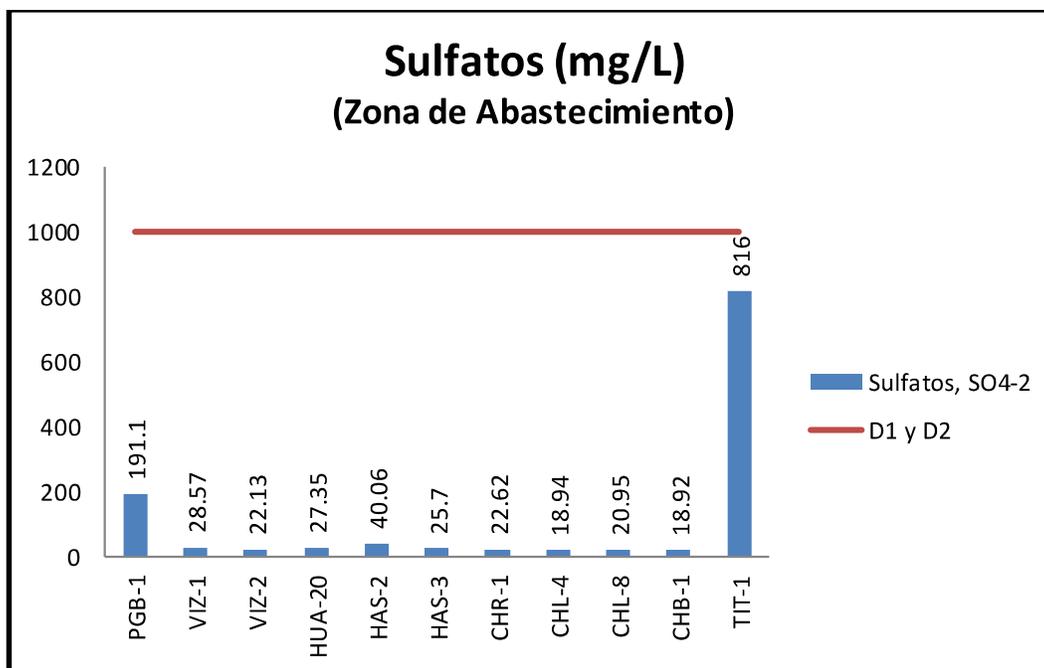


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

Los sulfatos en el agua pueden provenir de la oxidación de minerales sulfurados como los sulfuros de aluminio y hierro, 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. 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 el gráfico 19, en la zona de abastecimiento el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de sulfatos que están entre 18,92 y 191,1 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (816 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (38,4 – 180,5 mg/L), CHL-8 (1,0 – 51,26 mg/L), VIZ-2 (6,0 – 133,6 mg/L) y TIT-1 (63,93 – 1006,0 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (39,43 mg/L) y P-12 (51,85 mg/L) presentan valores bajos de sulfatos, la estación en el río Charaque CH-3 (18,34 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (624,9 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumulaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores medios que están entre 75,87 y 603,3 mg/L, Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (43,9 – 62,56 mg/L), CH-3 (11,62 – 19,24 mg/L) y CAP-2 (19,0 – 867,3 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (52,23 mg/L) MAP-1 (48,45 mg/L) y MAP-2 (59,36 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (72,35 y 75,36 mg/L), 13172Rmoqu1 (160,1 y 182,1 mg/L), 13172Rmoqu2 (358,7 y 441,5 mg/L) y 13172ROsmo1 (370,6 – 422,6 mg/L).

Los valores medios de sulfatos en el río Capillune y en los ríos Tumulaca, Moquegua y Osmore pueden provenir del ingreso de aguas subterráneas y del tipo de suelo en el valle de Moquegua que son carbonatados y sulfatados.

METALES

Aluminio

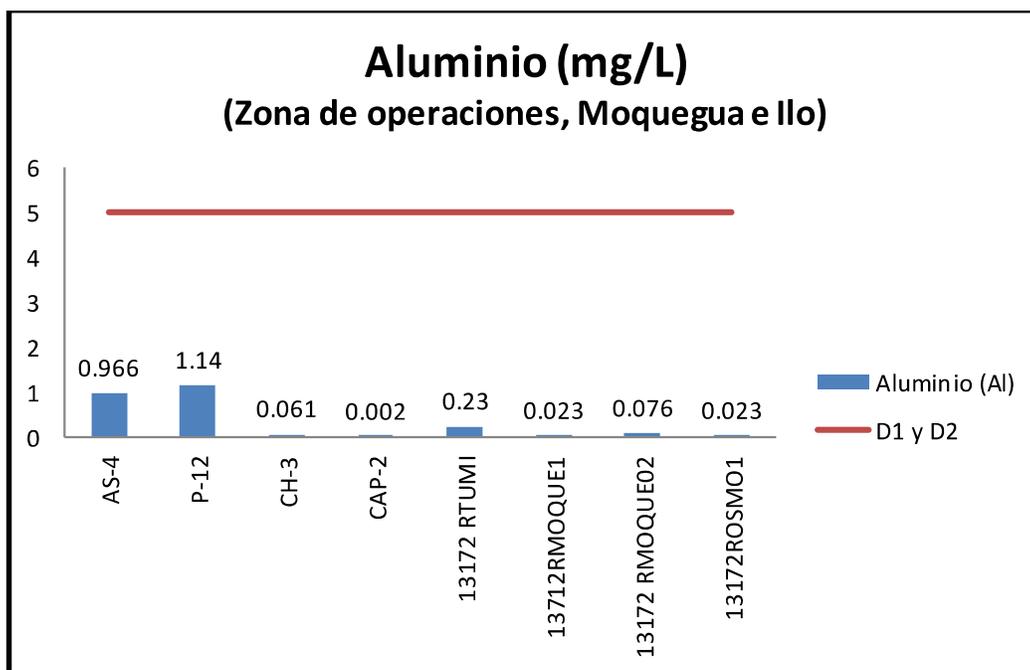
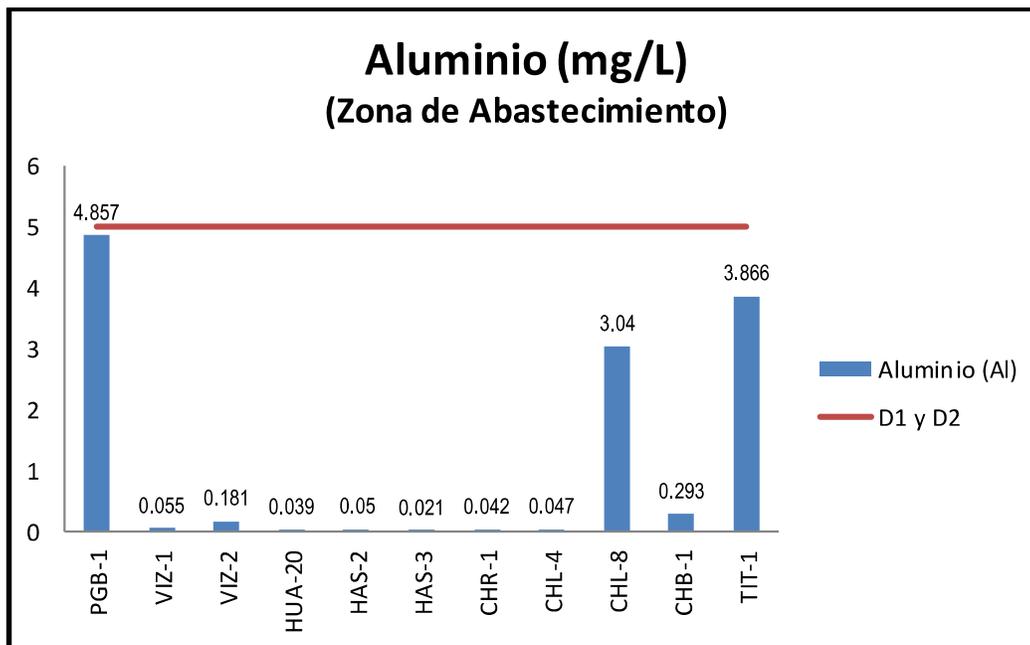


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El aluminio se presenta en agua natural como resultado de la meteorización de rocas que contienen aluminio como la gibbsita $Al(OH)_3$. 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 está 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 el gráfico 20, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de aluminio que están entre 0,021 y 4,857 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (3,866 mg/L) presenta una concentración diferente al MAP 4 época húmeda probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal, este valor cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La estación CHL-8 presentó contenido altos de aluminio probablemente por actividad antropogénica de movimiento de tierras por explotación de material agregado.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 6,645 mg/L), CHL-8 (0,001 – 6,858 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 6,444 mg/L) y el TIT-1 (0,343 – 18,1 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,966 mg/L) y P-12 (1,14 mg/L) presentan valores bajos de aluminio, la estación en el río Charaque CH-3 (0,061 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,046 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,023 y 0,23 mg/L, esto debido principalmente al aporte del agua de la quebrada Millune como se observó en el MAP.1 y MAP-2.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,942 – 5,636 mg/L), CH-3 (0,001 – 12,49 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 13,48 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (1,203 mg/L), MAP-1 (2,029 mg/L) y MAP-2 (2,415 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo fueron similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,231 y 0,419 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,237 y 1,153 mg/L), 13172Rmoqu2 (ND mg/L) y 13172ROsmo1 (ND mg/L).

Las aguas de la quebrada Millune aportan aluminio a la cuenca del río Asana, Tumilaca, Moquegua y Osmore.

Arsénico

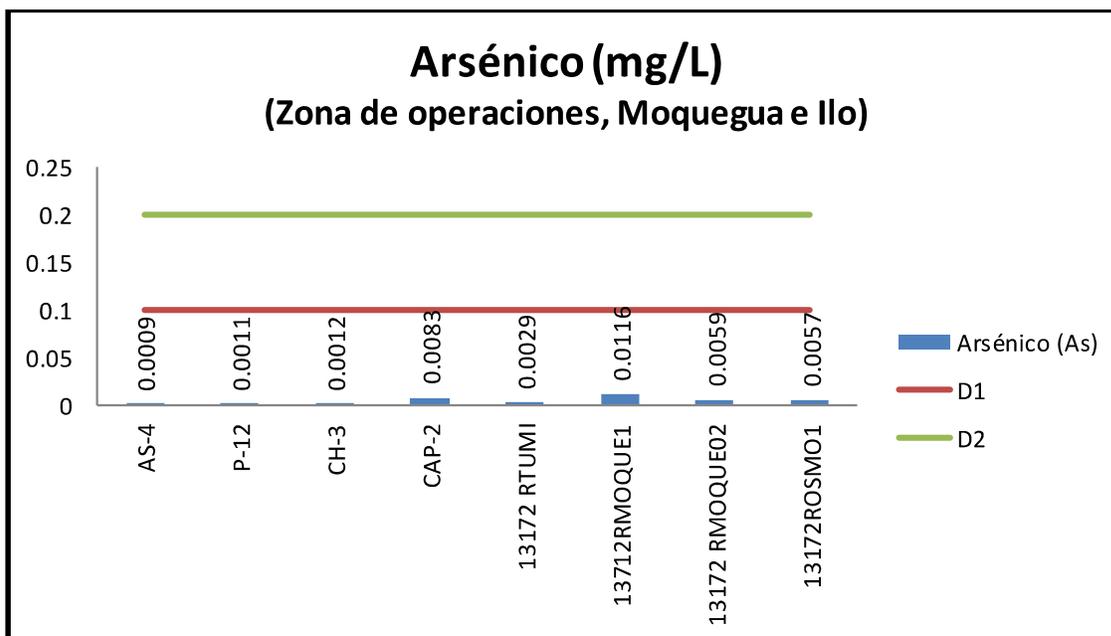
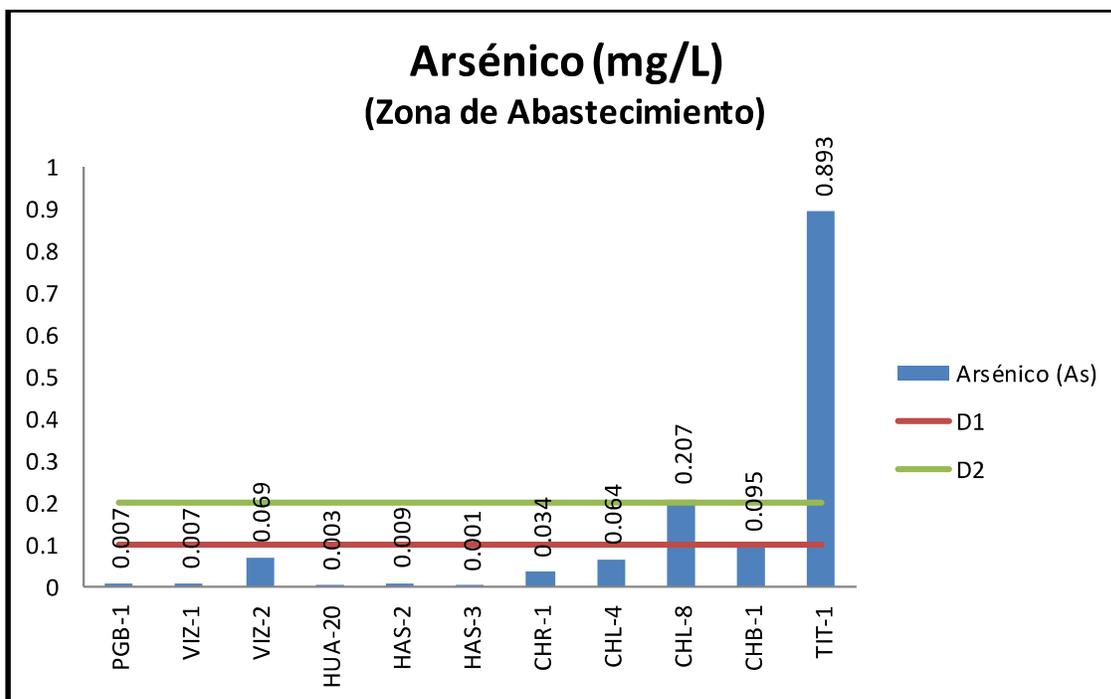


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 el gráfico 21, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de arsénico que están entre 0,00099 y 0,0915 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. El río Chilota en la estación CHR-1 ubicada frente a un manantial de aguas geotermales, aporta arsénico en cantidades medias a la cuenca del Chilota y del río Vizcachas incrementando el contenido de arsénico en la estación VIZ-2. En el presente monitoreo se ha detectado una concentración alta de arsénico en la estación CHL-8 (0,207 mg/L) que excede el ECA Agua categoría 3, probablemente actividad antropogénica en zonas a la estación de monitoreo este removiendo el suelo e incrementando el contenido de arsénico en el agua.

Se observa que el río Titire (0,893 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal.

Los valores de las estaciones en la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0 – 0,026 mg/L), CHL-8 (0,003 – 0,222 mg/L), VIZ-2 (0,021 – 0,124 mg/L) y TIT-1 (0,031 – 1,557 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,0009 mg/L) y P-12 (0,0011 mg/L) presentan valores bajos de arsénico, la estación en el río Charaque CH-3 (0,0012 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,0083) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0029 y 0,0116 mg/L. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0 – 0,004 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,002 mg/L) y CAP-2 (0,0 – 0,079 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (0,00108mg/L), MAP-1 y MAP-2 (ND mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (ND mg/L), 13172Rmoqu1 (ND y 0,0102 mg/L), 13172Rmoqu2 (ND y 0,006 mg/L) y 13172ROsmo1 (ND – 0,007 mg/L).

Los aportes de arsénico a las cuencas probablemente provienen de aguas subterráneas de naturaleza geotermal.

Bario

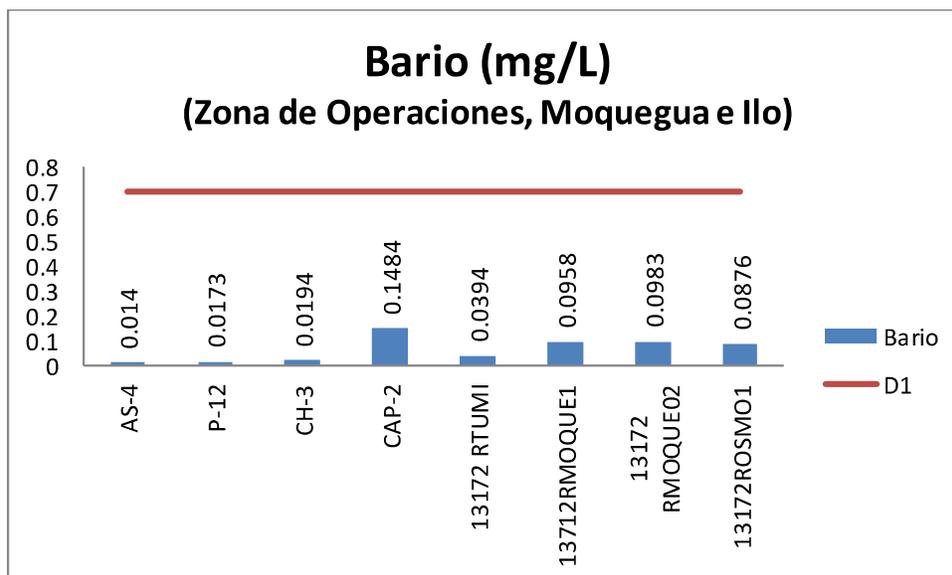
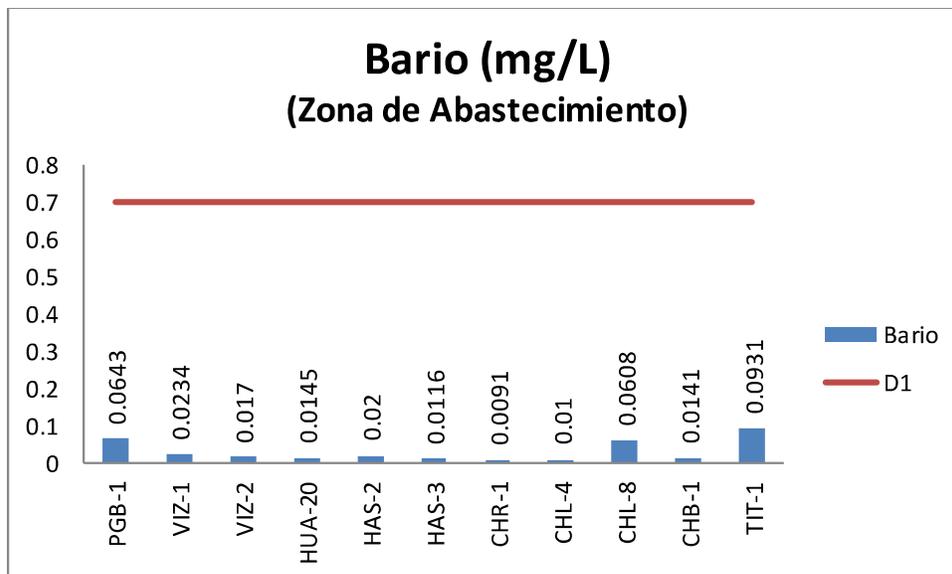


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza. El bario 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 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 22, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, y río Titire TIT-1 presenta contenidos de bario que están entre 0,01 y 0,0931 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,024 – 0,082 mg/L), CHL-8 (0,008 – 0,097 mg/L), VIZ-2 (0,009 – 0,096 mg/L) y TIT-1 (0,037 – 0,170 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,014 mg/L) y P-12 (0,0173 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (0,0194 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,1484) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0394 y 0,0983 mg/L, probablemente debido al ingreso desde el suelo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,016 – 0,074 mg/L), CH-3 (0,017 – 0,172 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,182 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (0,02379), MAP-1 y MAP-2 (0,0139 y 0,0157 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0334 y 0,039 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,0818 y 0,1002 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,0867 y 0,0967 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0857 – 0,0747 mg/L).

Boro

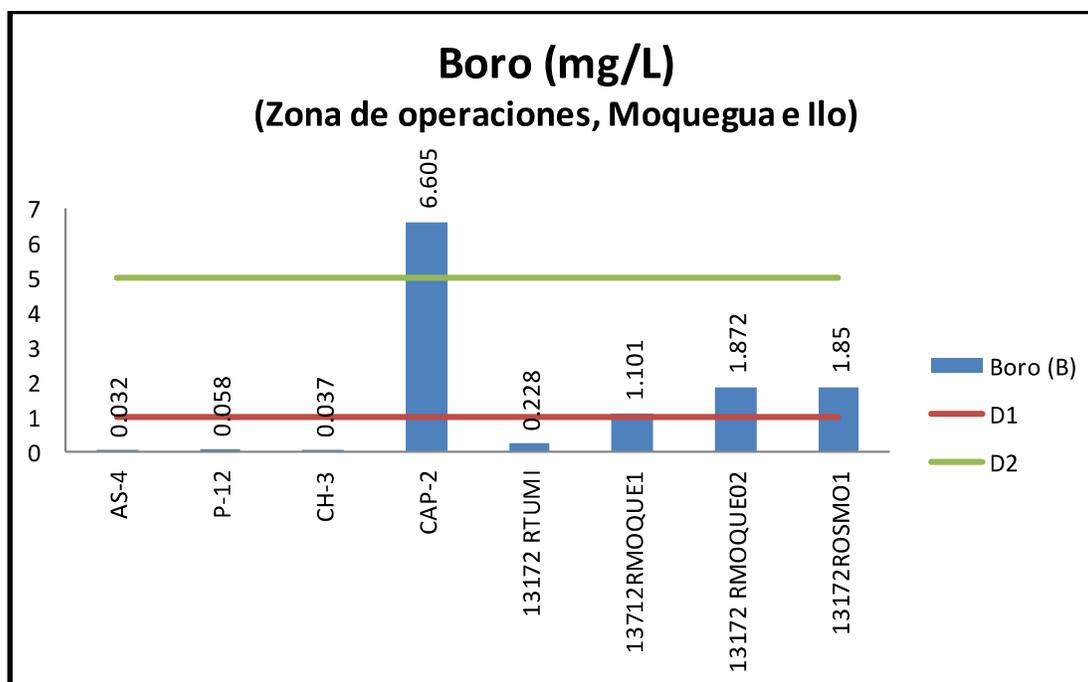
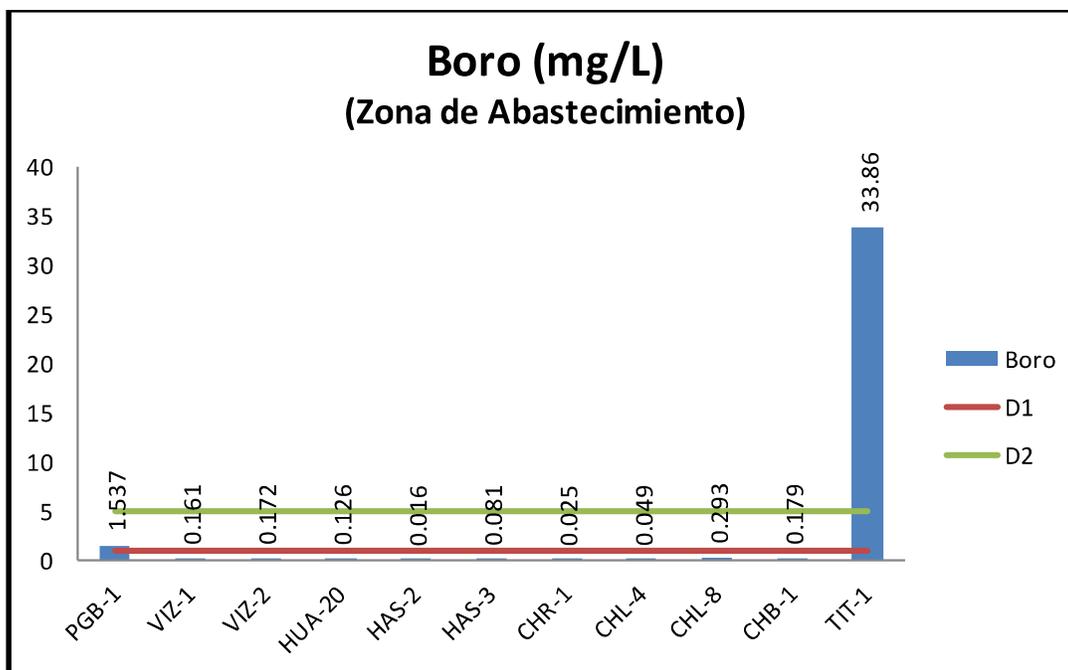


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 23, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de boro que están entre 0,016 y 0,293 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación de monitoreo a la salida del embalse de Pasto grande PGB-1 (1,537 mg/L) y la estación del río Titire TIT-1 (33,86 mg/L) presentan una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo o ingreso de aguas de origen geotermal, no cumplen con lo establecido en el ECA agua categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,463 – 1,449 mg/L), CHL-8 (0,05 – 1,829 mg/L), VIZ-2 (0,1 – 1,34 mg/L) y TIT-1 (ND – 136,9 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,032 mg/L) y P-12 (0,058 mg/L) presentan valores bajos de Boro, la estación en el río Charaque CH-3 (0,037 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La estación en el río Capillune CAP-2 (6,605 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado calientes, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representa riesgo para la el buen desarrollo de los cultivos y la crianza de animales.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (0,228 mg/L), presenta valores bajos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Las estaciones 13172RMoqu1 (1,101 mg/L), 13172RMoqu2 (1,872 mg/L) y 13172ROsmo1 (1,85 mg/L), presentan valores altos que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, probablemente esto puede deberse al ingreso de material de suelo o aguas de origen subterráneo característico en el valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,016 – 0,061 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,061 mg/L) y CAP-2 (0,1 – 11,29 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (0,0412), MAP-1 (0,0323 mg/L) y MAP-2 (0,0269 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,1473 y 0,1607 mg/L), 13172RMoqu1 (0,8057 y 0,8554 mg/L), 13172RMoqu2 (1,390 y 0,1304 mg/L) y 13172ROsmo1 (1,457 y 1,081 mg/L).

Los valores altos en el valle de Moquegua son similares a los reportados por el INRENA 2004 entre 0,40 a 2,35 mg/L para aguas subterráneas, esto sugiere influencia de las aguas subterráneas sobre la calidad del agua del río Moquegua.

Cadmio

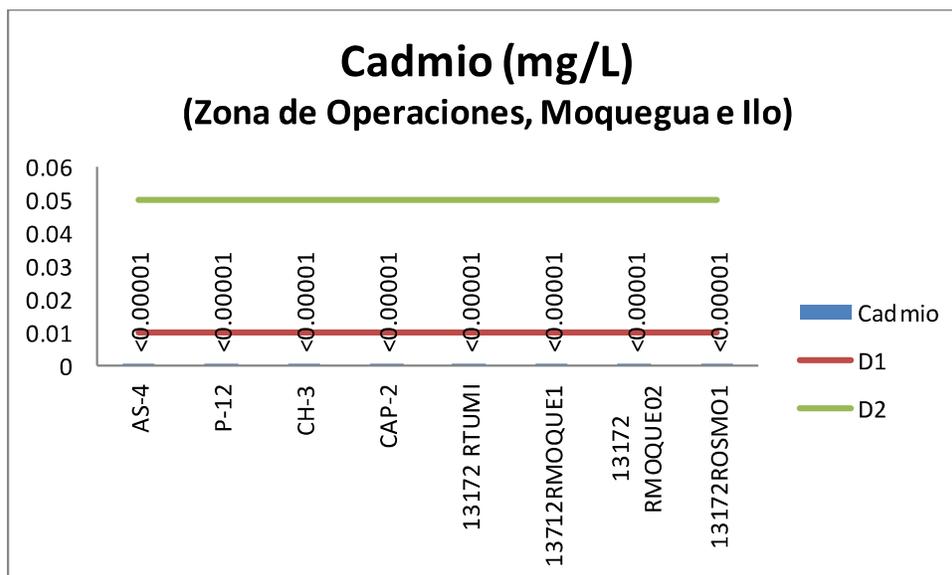
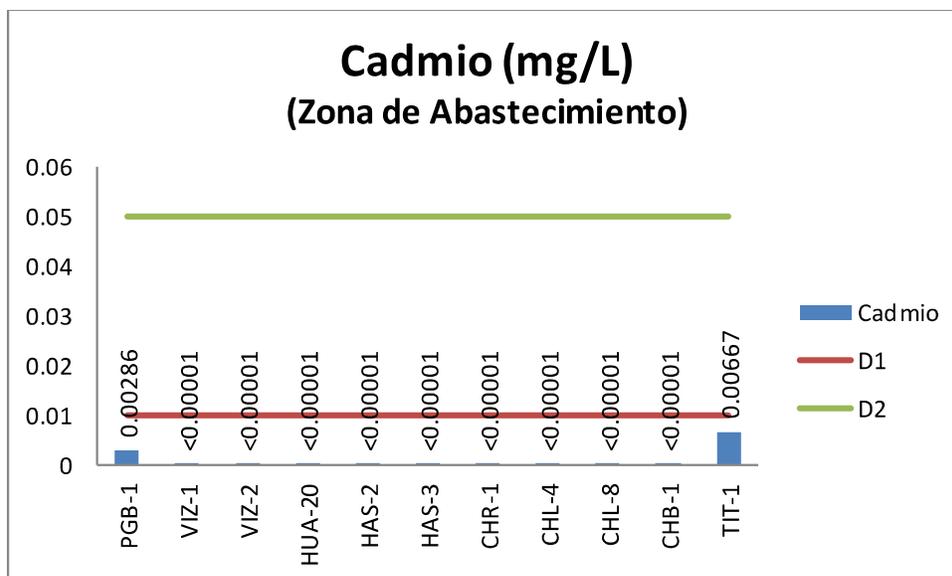


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 24, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cadmio que están entre 0,0 y 0,00286 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,00667 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,00003 – 0,0031 mg/L), CHL-8 (0,05 – 1,829 mg/L), VIZ-2 (0,1 – 1,34 mg/L) y TIT-1 (0,00 – 0,006 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cadmio, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos <0,00001, no se detecta mayor presencia de cadmio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0 – 0,005 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,000312 mg/L) y CAP-2 (0,0 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (0,00004 mg/L), MAP-1 (0,0 mg/L) y MAP-2 (0,0 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,0 y 0,0 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,0 y 0,0 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 – 0,0 mg/L).

El Cadmio solo se ha presentado en el río la estación PGB-1 y el río Titire relacionado con el contenido alto de cobre.

Calcio

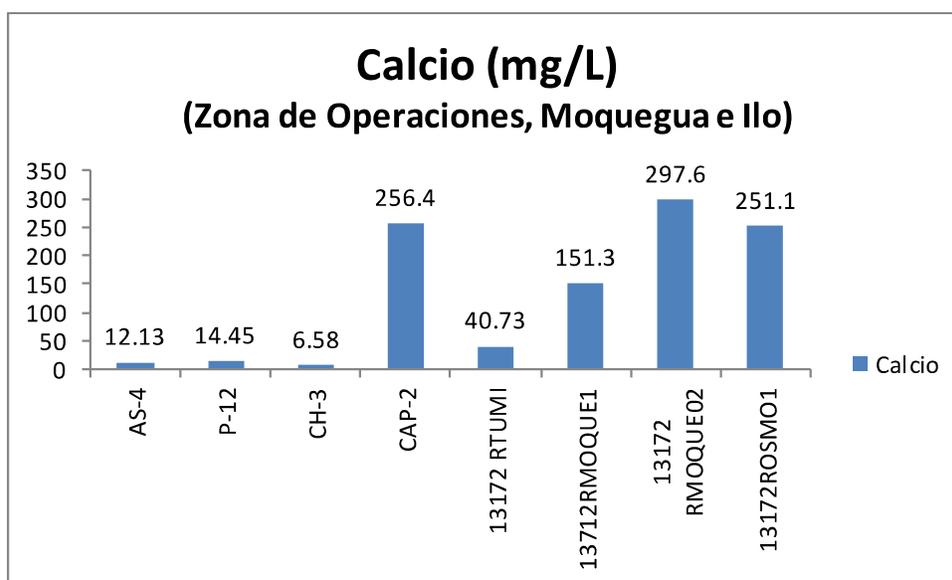
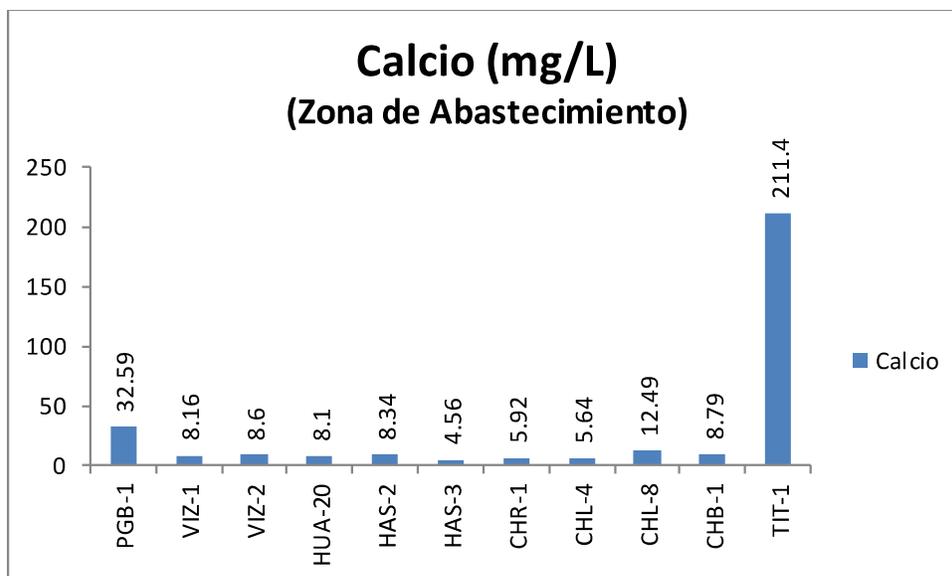


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 25, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de calcio que están entre 4,56 y 32,59 mg/L. Se observa que el río Titire (211,4 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el elevado valor de dureza (814,2 mg CaCO_3 /L) del agua.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (15,55 – 34,76 mg/L), CHL-8 (5,7 – 67,4 mg/L), VIZ-2 (2,09 – 27,76 mg/L) y TIT-1 (14,3 – 289,3 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (12,13 mg/L) y P-12 (14,45 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (6,58 mg/L), presentan valores bajos de Calcio. La estación en el río Capillune CAP-2, presenta valores altos de Calcio (256,4 mg/L) relacionado también con una alta dureza del agua, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (40,73 mg/L) presenta un valor bajo de calcio, la estación 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 151,3 y 297,6 mg/L, relacionados con valores altos de dureza del agua en la zona del valle, esto puede afectar el riego de los campos de cultivo.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (12,12 – 17,99 mg/L), CH-3 (5,7 – 10,02 mg/L) y CAP-2 (7,64 – 344,1 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 (17,31 mg/L), MAP-1 (13,7 mg/L) y MAP-2 (15,82 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (31,88 y 33,3 mg/L), 13172Rmoqu1 (82,41 y 104,7 mg/L), 13172Rmoqu2 (181,6 y 211,8 mg/L) y 13172ROsmo1 (150,7 – 139,1 mg/L) y similares a los del MAP-4 época húmeda.

Se observa la ausencia de calcio en las zonas de abastecimiento y operaciones, mientras que en la zona del valle la presencia de calcio es importante esto puede deberse a la disolución del calcio del suelo e ingreso al agua de los ríos o influencia de aguas subterráneas.

Cobalto

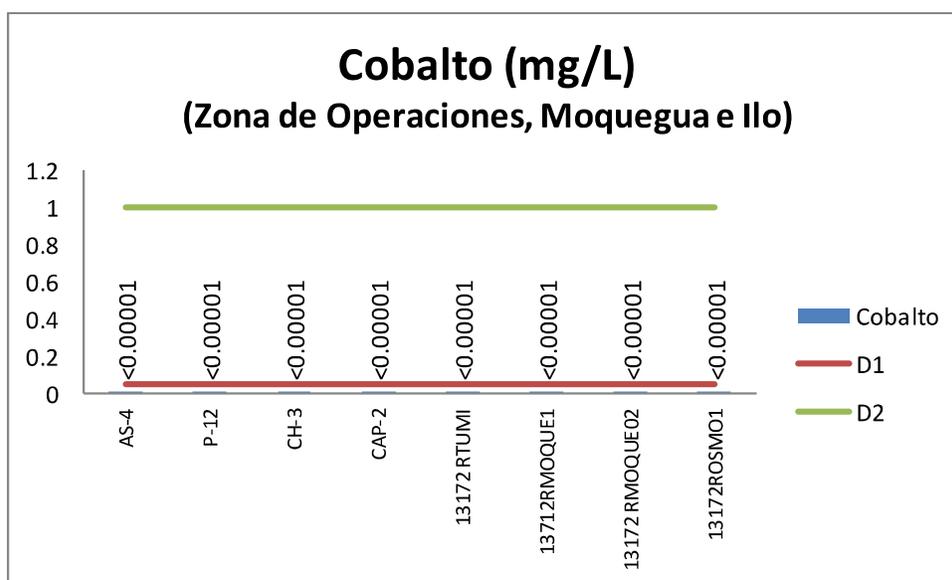
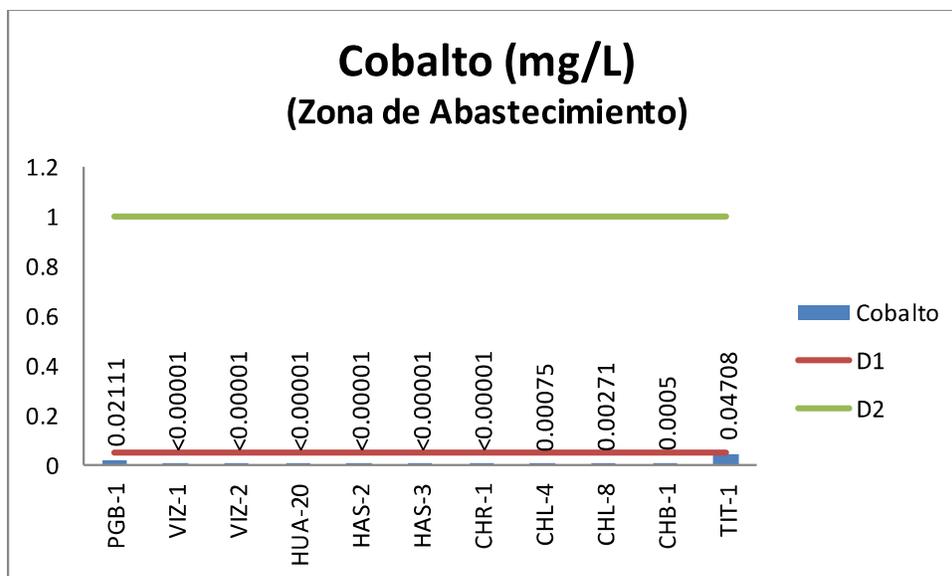


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 26, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto Grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobalto que están entre $<0,0001$ y $0,0211$ mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire ($0,04708$ mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 ($0,00004 - 0,02520$ mg/L), CHL-8 ($0,00004 - 0,01$ mg/L), VIZ-2 ($0,00004 - 0,0158$ mg/L) y TIT-1 ($0,00004 - 0,05$ mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cobalto, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están $<0,0001$ mg/L, no se detecta mayor presencia de cobalto en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 ($0,00004 - 0,05$ mg/L), CH-3 ($0,00004 - 0,00059$ mg/L) y CAP-2 ($0,00004 - 0,0072$ mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 ($0,00058$), MAP-1 ($0,00004$ mg/L) y MAP-2 ($0,00004$ mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 ($0,00004$ mg/L), 13172Rmoqu1 ($0,00004$ mg/L), 13172Rmoqu2 ($0,00004$ mg/L) y 13172ROsmo1 ($0,00004$ mg/L).

El Cobalto solo se ha presentado en el PGB-1 y el río Titire relacionado con el contenido alto de cobre.

Cobre

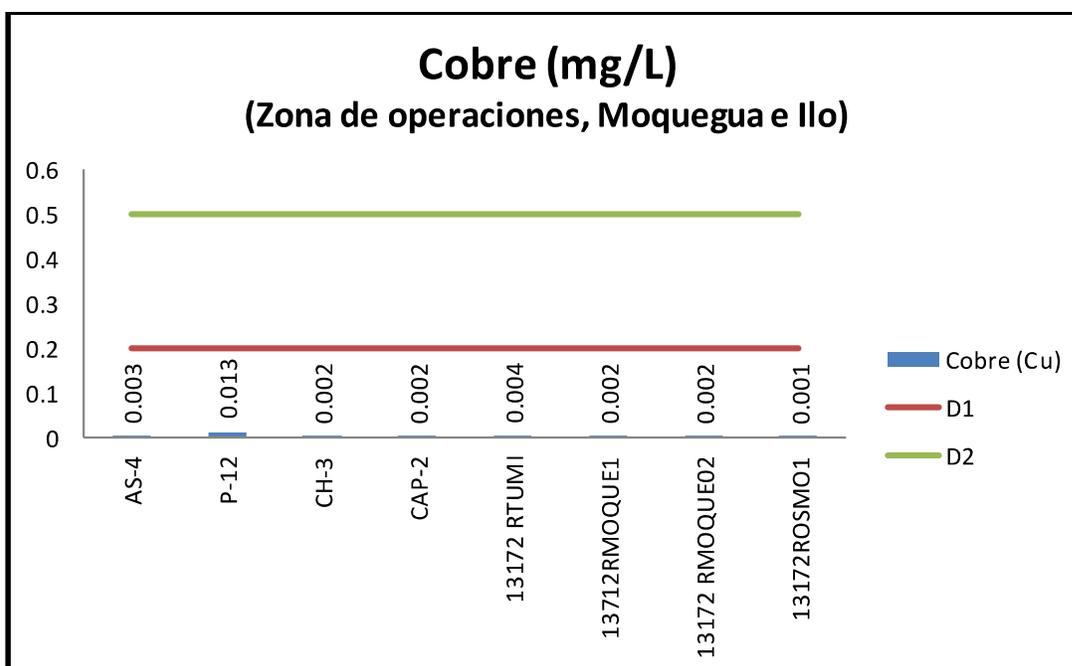
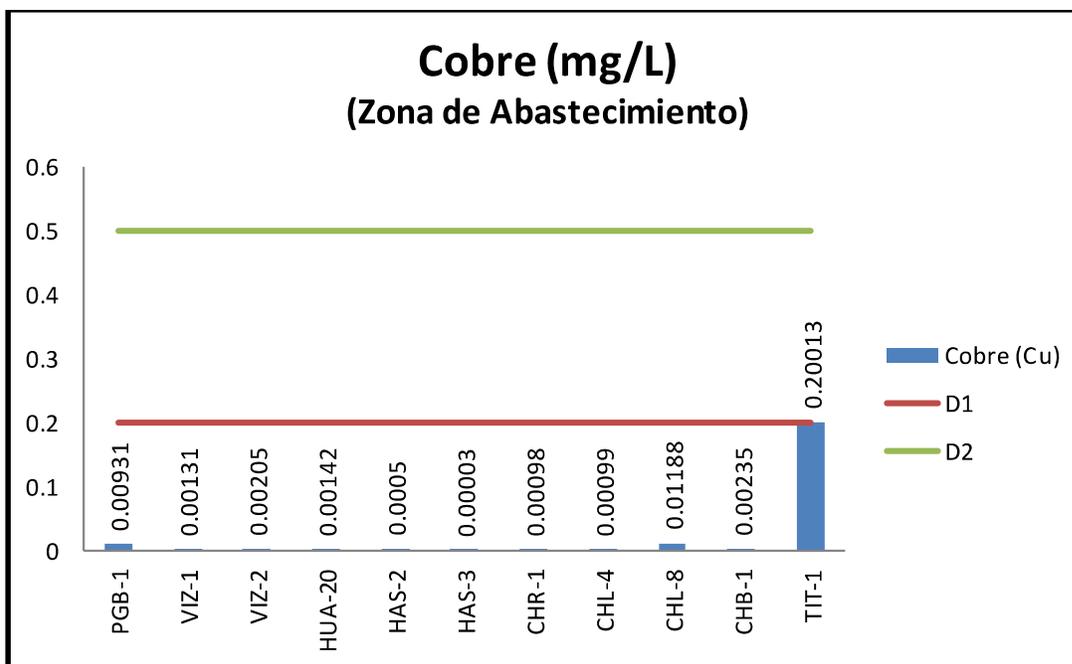


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El cobre es un elemento metálico de gran interés por su capacidad conductora, puede ser liberando 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.

Como se observa en el gráfico 27, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobre que están entre 0,00003 y 0,01188 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,20013 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido de cobre en esta estación no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1, son aguas mineralizadas.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0003 – 0,021 mg/L), CHL-8 (0,0003 – 0,0351 mg/L), VIZ-2 (0,0003 – 0,073 mg/L) y TIT-1 (0,003 – 0,928 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cobre entre 0,003 y 0,013, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,004 y 0,002 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de cobre en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,009 – 0,149 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,064 mg/L) y CAP-2 (0,0 – 0,068 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 (0,0036 mg/L), MAP-1 (0,0018 mg/L) y MAP-2 (0,003 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,0053 mg/L), 13172RMoqu1 (0,0049 y 0,0 mg/L), 13172RMoqu2 (0,0 y 0,0015 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 y 0,0 mg/L).

El Cobre solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el contenido alto de cobalto, cadmio y otros elementos metálicos.

Hierro

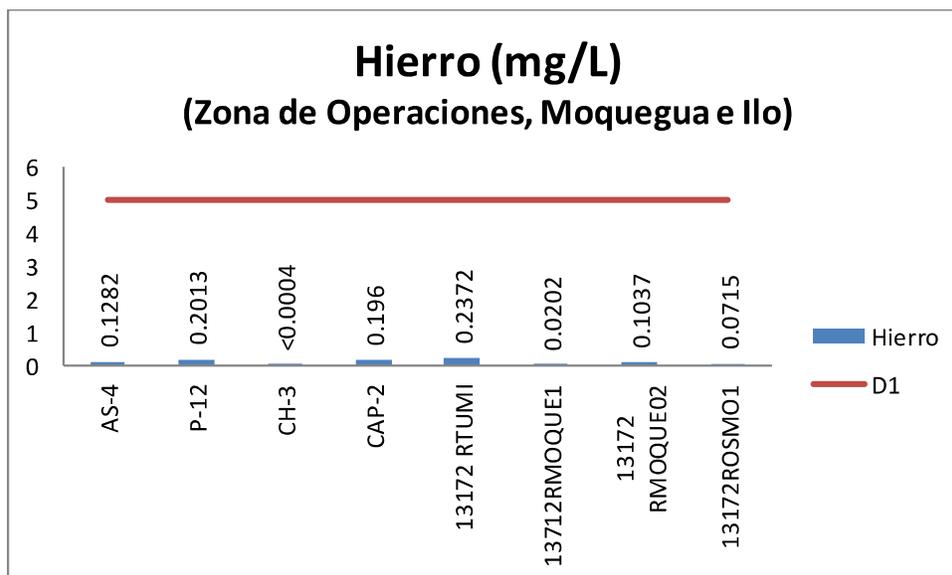
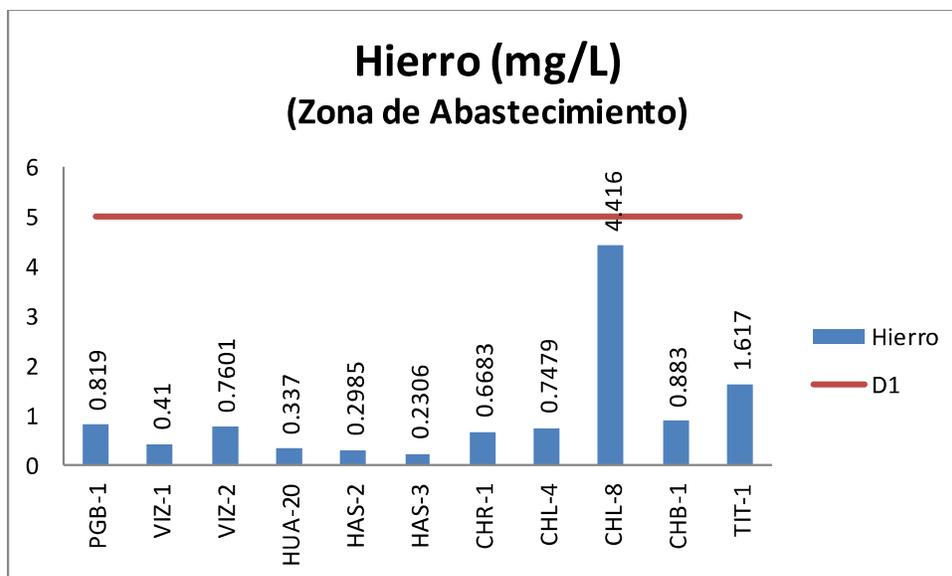


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 28, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de hierro que están entre 0,41 y 0,7601 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. LA estación CHL-8 presenta un valor alto (4,416 mg/L) diferente a la época húmeda, probable actividad antropogénica. Se observa que el río Titire (1,617 mg/L) presenta una baja concentración con respecto al MAP-4 época húmeda probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido elevado de hierro en esta estación se relaciona con los valores bajos de pH, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 1,264 mg/L), CHL-8 (0,001 – 7,871 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 6,428 mg/L) y TIT-1 (0,001 – 14,36 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de hierro entre <0,0001 y 0,2013 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,02 y 0,2372 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de hierro en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,151 – 4,241 mg/L), CH-3 (0,001 – 7,319 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 16,39 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,239 mg/L) y MAP-2 (0,189 mg/L) y mayor al MAP-4 época húmeda (0,063 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,29 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,932 y 1,324 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,0 y 0,0 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 y 0,0 mg/L).

Manganeso

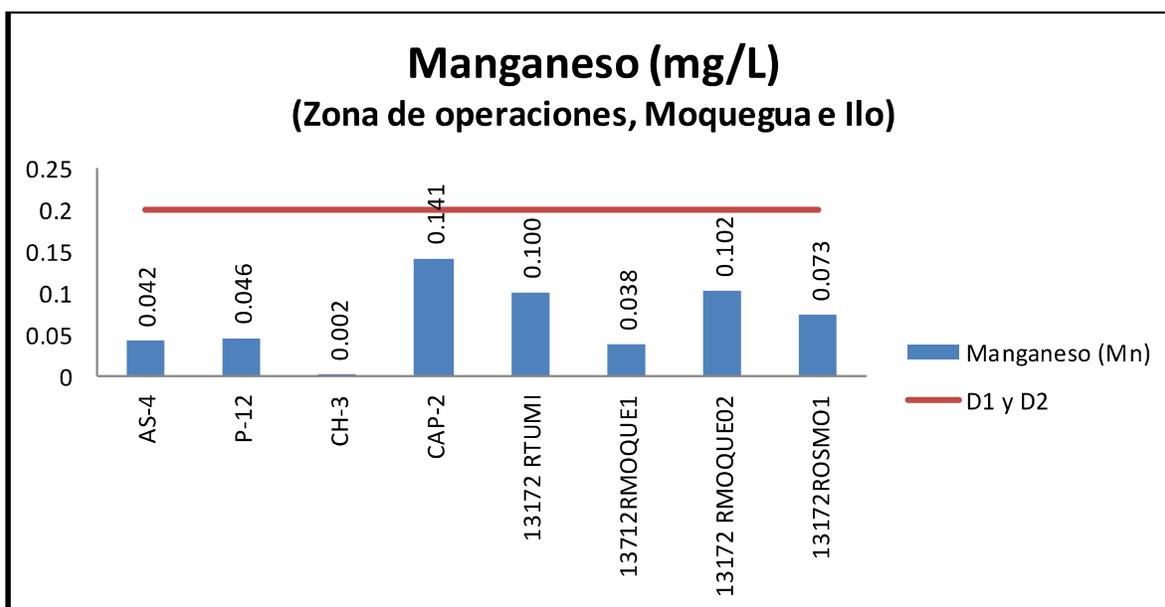
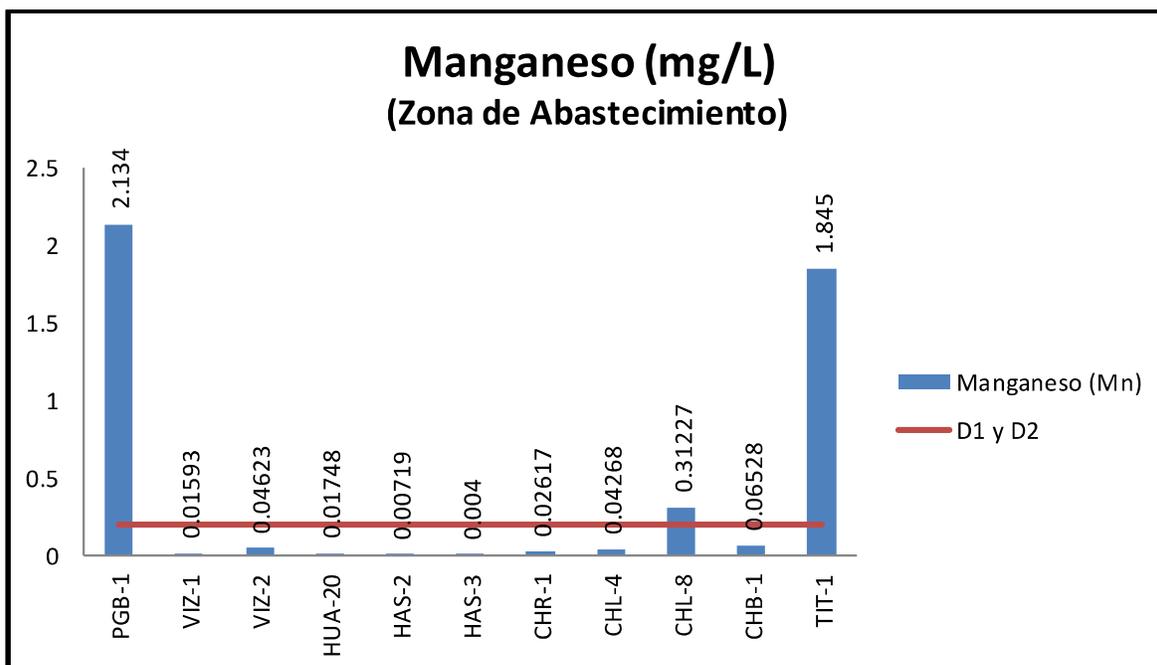


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 29, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de manganeseo que están entre 0,004 y 0,06528 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de manganeseo (2,134 mg/L) que no cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Chilota en el punto CHL-8 presenta valores altos de Manganeseo (0,31227 mg/L) no cumple el ECA, esto puede deberse a posible actividad antropogénica que está removiendo en lecho del río. El río Titire (1,845 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,039 – 1,855 mg/L), CHL-8 (0,01 – 0,327 mg/L), VIZ-2 (0,005 – 1,742 mg/L) y TIT-1 (0,273 – 1,811 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de manganeseo entre 0,002 y 0,046 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores moderado de Manganeseo 0,141 mg/L probablemente de origen geotermal, cumple con lo establecido por el ECA.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados que están entre 0,038 y 0,102 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La presencia de Manganeseo en la zona del valle de Moquegua se debe a la influencia del agua del río Capillune y probablemente el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,046 – 0,042 mg/L), CH-3 (0,005 – 0,413 mg/L) y CAP-2 (0,009 – 0,497 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0678 mg/L) y MAP-2 (0,0892 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0296 y 0,0601 mg/L), 13172RMoqu1 (0,0937 y 0,0753 mg/L), mayores para las estaciones 13172RMoqu2 (0,0495 y 0,0348 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0576 y 0,0193 mg/L).

La principal fuente de manganeseo en el agua del valle de Moquegua proviene de aguas subterráneas que brotan en los ojos de agua cercanas al río Capillune medidos en la estación CAP-2.

Plomo

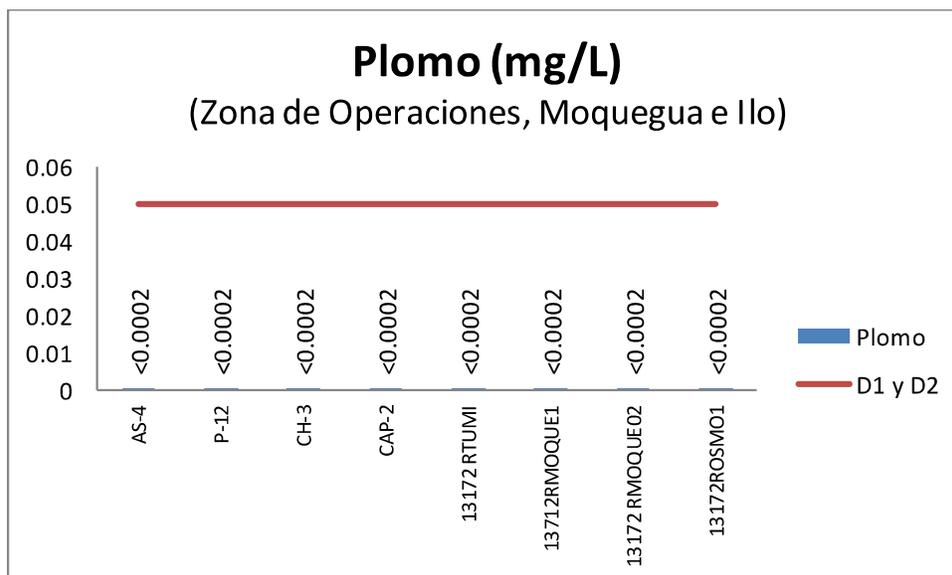
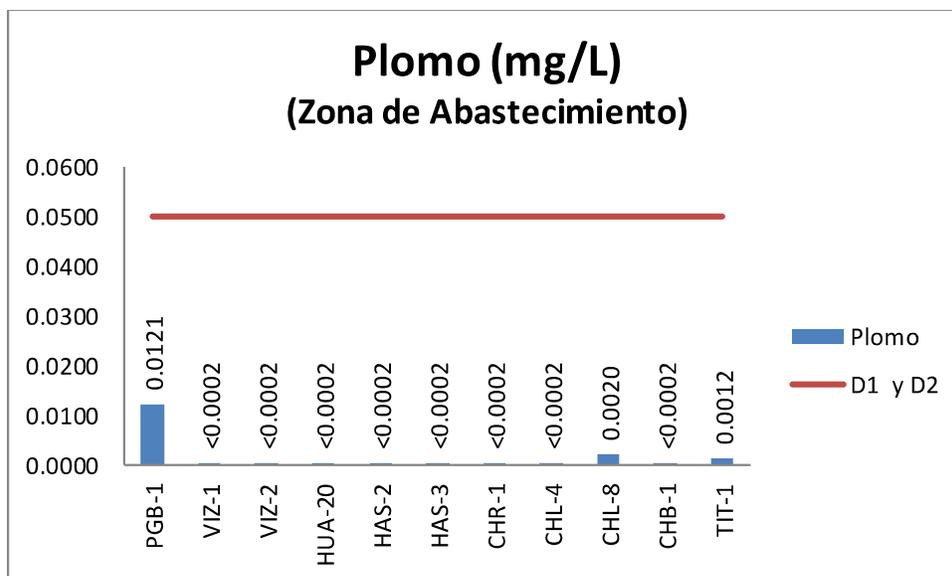


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento del MAP III Setiembre 2015

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 una valor de 0,05 mg/L para el Plomo.

Como se observa en el gráfico 30, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de plomo $<0,0002$, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de plomo (0,0121 mg/L). El río Titire en la estación TIT-1 (0,0012 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0001 – 0,044 mg/L), CHL-8 (0,0001 – 0,0266 mg/L), VIZ-2 (0,0001 – 0,040 mg/L) y TIT-1 (0,0001 – 0,0272 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3 y la estación del río Capillune CAP-2 presentan valores bajos de plomo $<0,0002$ mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos $<0,0002$ mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0001 – 0,0055 mg/L), CH-3 (0,0001 – 0,0056 mg/L) y CAP-2 (0,0001 – 0,042 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda ($<0,0002$), MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1.

No se ha detectado una fuente generadora de Plomo en todas las zonas estudiadas en el monitoreo de calidad de agua superficial.

Sodio

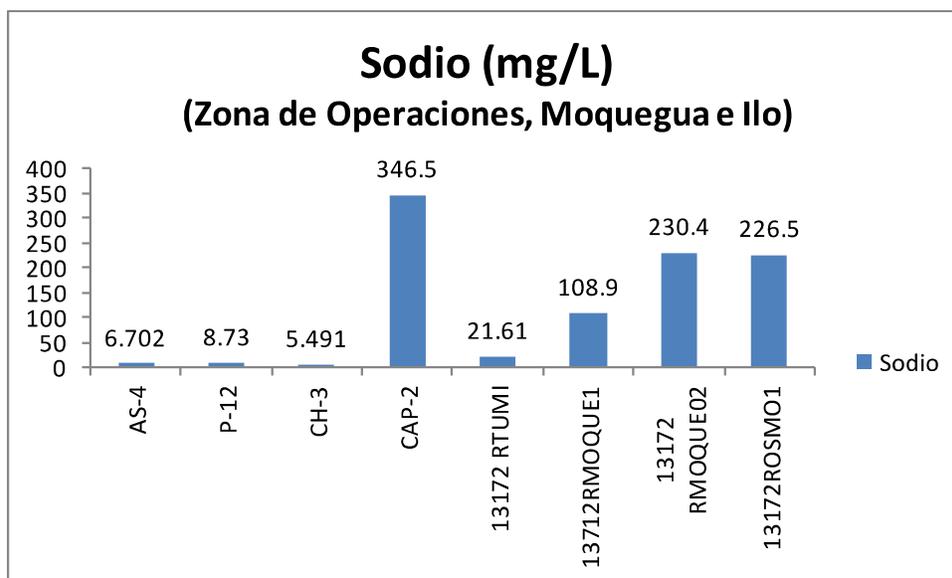
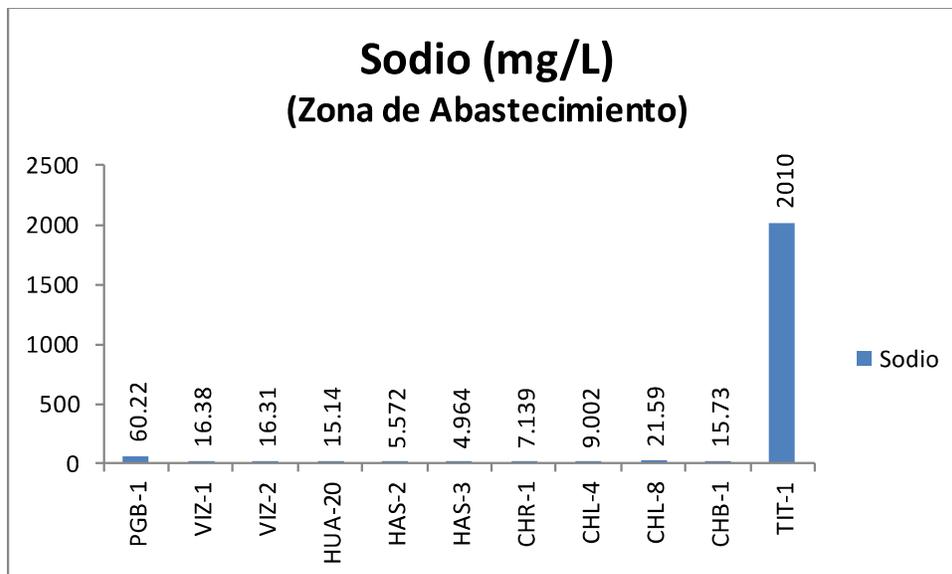


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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 están 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.

Como se observa en el gráfico 31, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de sodio que están entre 4,964 y 60,22 mg/L. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor superior de sodio (60,22 mg/L) comparado con las otras estaciones, probablemente debido a la influencia de aguas del embalse. El río Titire TIT-1 (2010 mg/L) presenta una concentración muy alta con respecto a las otras estaciones probablemente por concentración de sales en época seca.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (28,18 – 62,53 mg/L), CHL-8 (6,00 – 125,8 mg/L), VIZ-2 (4,35 – 61,8 mg/L) y TIT-1 (45,33 – 3199 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de sodio entre 5,491 y 8,73 mg/L. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de sodio 346,5 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados a altos que están entre 21,61 y 230,4 mg/L, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (3,63 – 10,30 mg/L), CH-3 (3,85 – 7,29 mg/L) y CAP-2 (20,3 – 520,6 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 (7,372 mg/L), MAP-1 (7,28 mg/L) y MAP-2 (7,59 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (18,36 y 18,06 mg/L), 13172Rmoqu1 (66,84 y 80,09 mg/L), mayores para las estaciones 13172Rmoqu2 (164,1 y 173 mg/L) y 13172ROsmo1 (188,5 y 143,7 mg/L).

La principal fuente de sodio en el agua del valle de Moquegua probablemente provienen del ingreso de aguas subterráneas.

Zinc

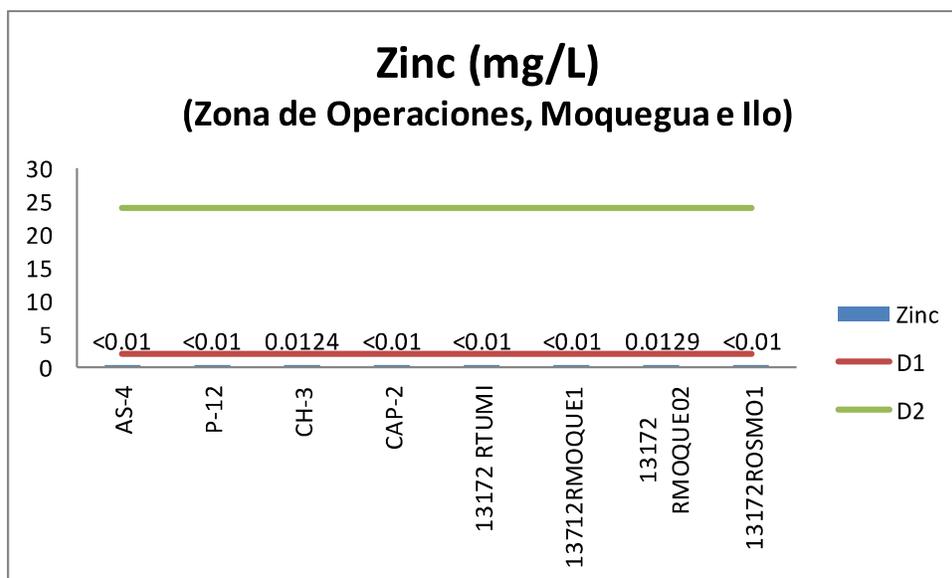
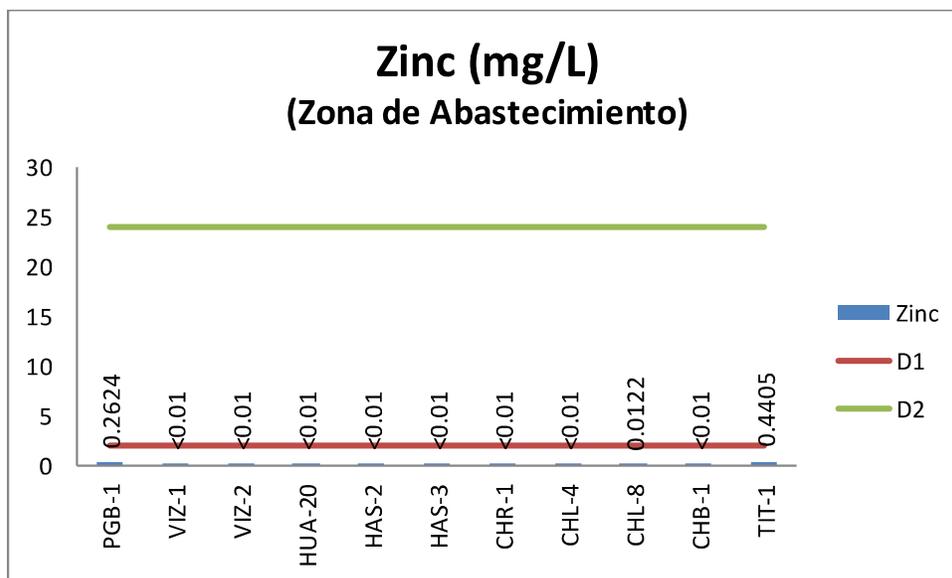


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 32, en la zona de abastecimiento el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de zinc que están entre <0,01 y 0,0122 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor bajo de zinc (0,2624 mg/L) cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 está influenciado por ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (0,445 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,003 – 0,772 mg/L), CHL-8 (0,001 – 2,115 mg/L), VIZ-2 (0,0018 – 0,59 mg/L) y similar al TIT-1 (0,003 – 0,548 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de zinc entre <0,01 y 0,00124 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de Zinc <0,01 mg/L el origen geotermal no tiene mayor influencia en la concentración de Zinc para esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,01 y 0,0129 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se ha detectado mayor presencia de Zinc en la zona del valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,003 – 0,273 mg/L), CH-3 (0,013 – 1,04 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,264 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 época húmeda (0,0117 mg/L), MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para las estaciones 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1.

No se ha detectado una fuente de zinc en las estaciones de monitoreo evaluadas.

MICROBIOLÓGICOS

Coliformes Fecales

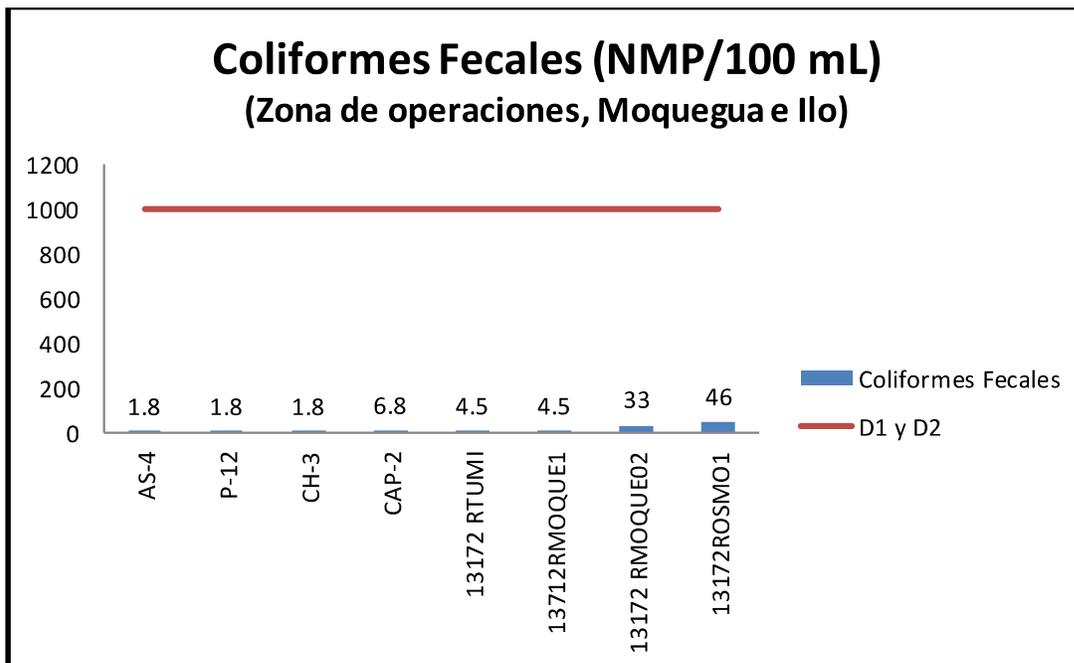
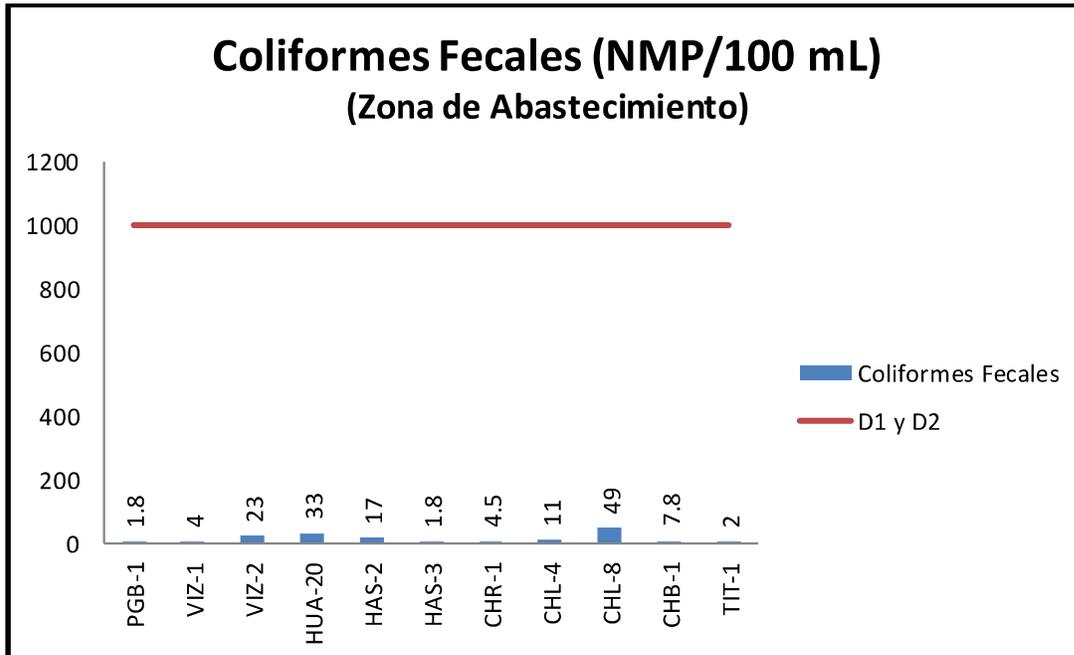


Gráfico 33. Variación espacial de la numeración de fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 33, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 y la estación PGB-1 presentan contenidos de coliformes menores a 49 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

El río Titire TIT-1 (<1,8 NMP/100 mL) no presenta coliformes termotolerantes probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento deben incluirse a la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (2 – 11 NMP/100 mL), CHL-8 (0,4 – 2 NMP/100 mL), VIZ-2 (1,8 – 17 NMP/100 mL) y similar al TIT-1 (1,8 – 1,8 NMP/100 mL).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes termotolerantes entre 1,8 y 46 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de coliformes termotolerantes 6,8 NMP/100 mL, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados que están entre 4,5 y 46 NMP/100 mL cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ingreso de aguas residuales, por otro lado puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,4 – 1700 NMP/100 mL), CH-3 (1,8 – 34 mg/L) y CAP-2 (170 – 170 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-4 (4,5 NMP/100 mL) MAP-1 (20,0 NMP/100 mL) y MAP-2 (1,8 NMP/100 mL).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son menores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para las estaciones 13172Rtum1 (350 – 3500 NMP/100 mL), 13172RMoqu1 (330 – 790 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (94 – 490 NMP/100 mL) y 13172ROsmo1 (46 – 27 NMP/100 mL).

En la zona del valle no se ha detectado ingreso significativo de aguas residuales con presencia de coliformes termotolerantes.

Coliformes Totales

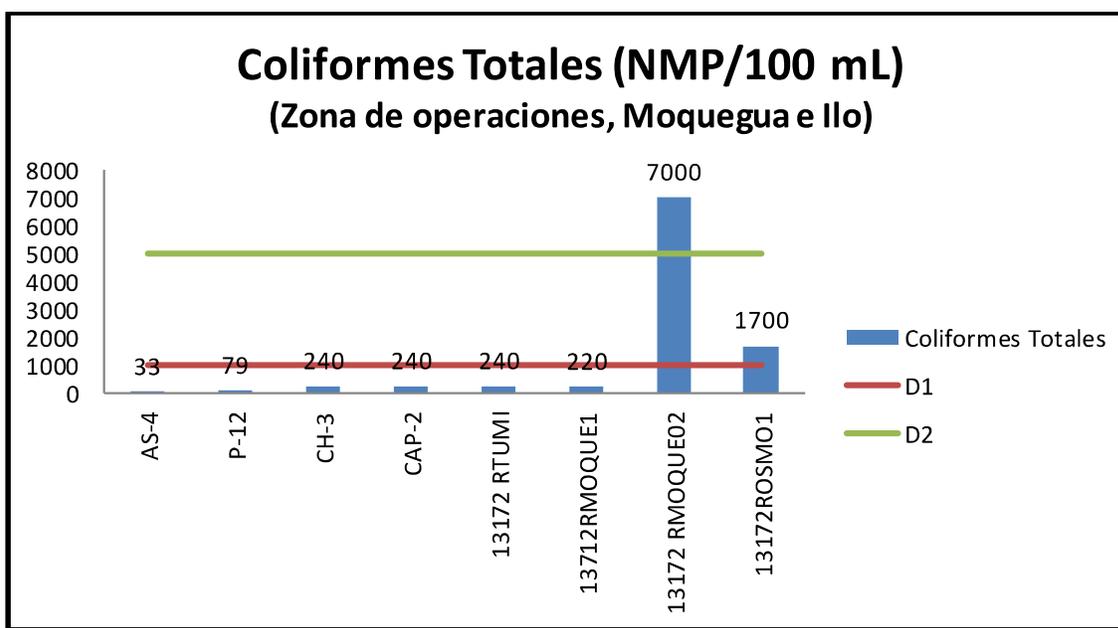
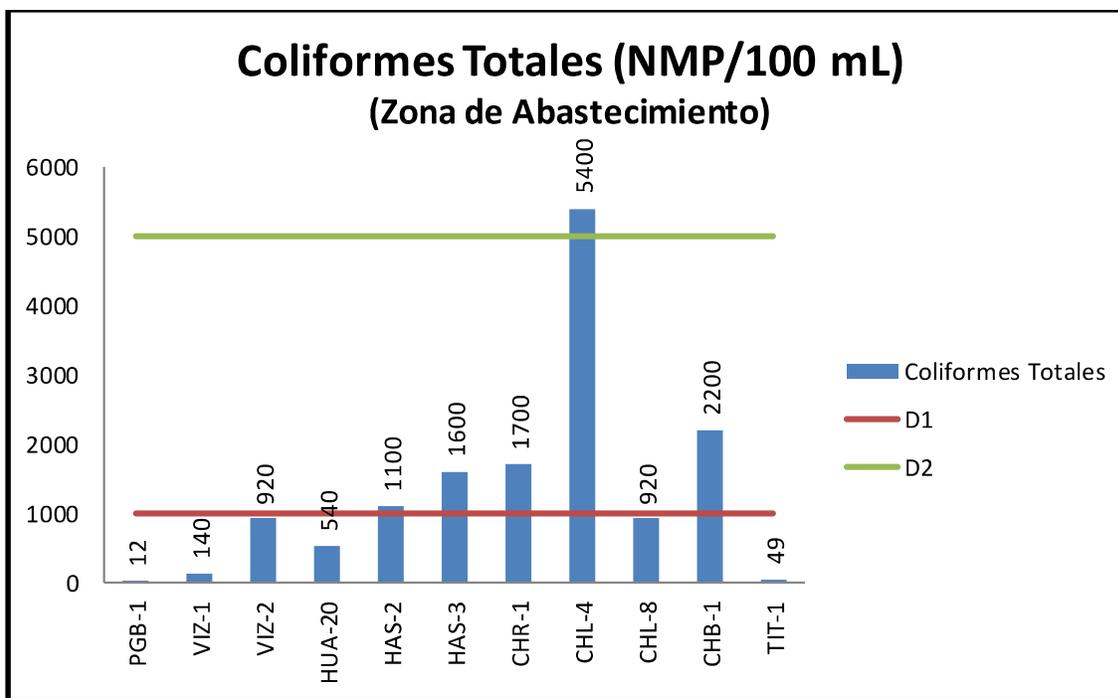


Gráfico 34. Variación espacial de la numeración de coliformes totales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV setiembre 2016.

Los coliformes totales son bacterias de morfología bacilar, gramnegativas, aerobias o anaerobias facultativas, no formadoras de endoesporas, oxidas negativas y que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24 – 48 horas a 36 °C. Pueden ser de origen fecal o provenientes del suelo y vegetación.

Como se observa en el gráfico 34, en la zona de abastecimiento el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos muy variados de coliformes totales, más de la mitad no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación.

La estación PGB-1 y en el río Titire TIT-1 (49 NMP/100 mL) presenta coliformes totales probablemente por el ingreso de material de suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4, la estación P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes totales, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores de coliformes totales 240 NMP/100 mL, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de aguas residuales y de origen no fecal por ingreso desde el suelo cubierto con vegetación.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1 y, 13172RMoqu1 y cumplen con lo establecido por el ECA Agua, presentan valores bajos que están entre 220 y 240 NMP/100 mL, las estaciones 13172RMoque02 y 13172Rosmo1 tiene valores altos de Coliformes Totales no cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

En la zona del valle se tiene el ingreso de aguas residuales con presencia de coliformes totales, se debe incluir los resultados del MAP – 4, en la línea de base ambiental para los coliformes totales.

Tabla 08. Principales Observaciones de los resultados zona de abastecimiento

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que no cumplen el ECA Agua Cat 3.	Justificación
Titire	TIT-1	CE, Cl-, As, Cu, Mn, B	Influencia de aguas de naturaleza termal fuertemente mineralizadas.
Chilota	CHR-1	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal, la presencia de carbonatos incrementa el pH. Presencia de aguas subterráneas As. Actividad Extractiva de arena provoca ingreso de Arsénico y Manganeseo en CHL-8
	CHL-4	Coliformes Totales	
	CHL-8	pH, As	
	CHB-1	Coliformes Totales, pH	
Calasaya	HAS-2	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal
	HAS-3	Coliformes Totales	
	HUA-20	No tiene observaciones	
Vizcachas	PGB-1	pH, B, Mn	Presencia de iones con capacidad ácida Aluminio, hierro asociado con Manganeseo.
	VIZ-1	No tiene observaciones	
	VIZ-2	No tiene observaciones	

Tabla 09. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Agua Cat 3.	Justificación
Asana	AS-4	No tiene observaciones	Probable ingreso de aguas subterránea, y desde el suelo
	P-12	No tiene observaciones	
Charaque	CH-3	No tiene observaciones	
Capillune	CAP-2	CE, Cl-, F-, B	
Tumilaca	13172RTumi		
Moquegua	131712RMoqu1		
	131712RMoqu2	CE, B, CT	
Osmore	13172Rosmo1	CE, B, CT	

4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

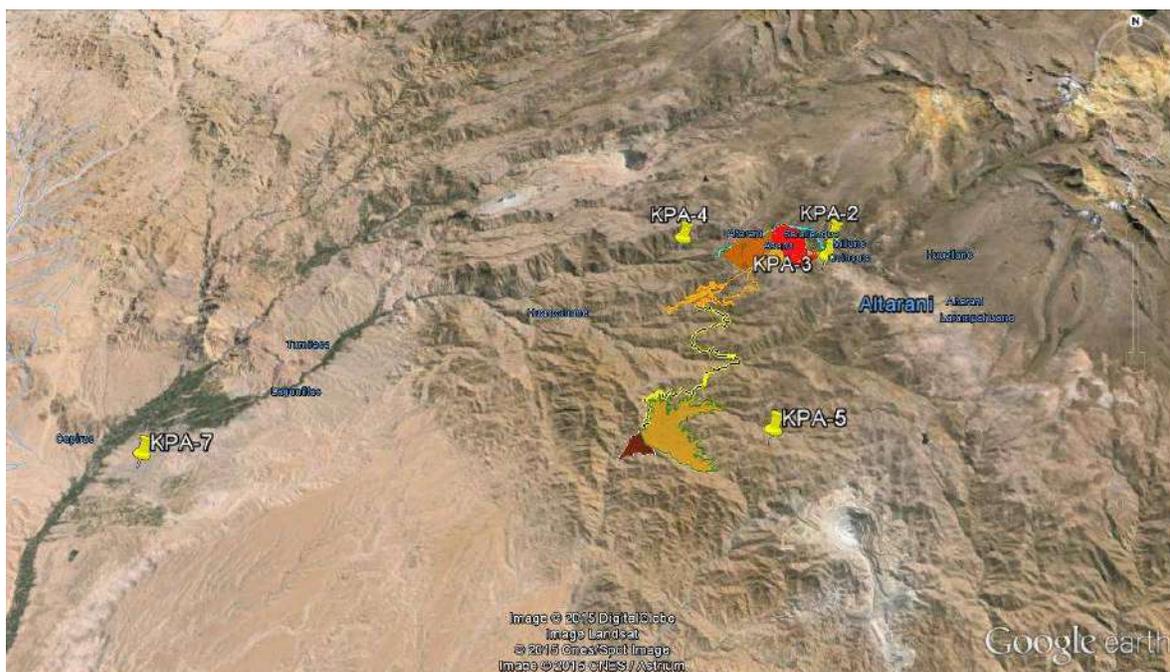


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP IV setiembre 2016

4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 10. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

Parámetro	Unidad	LD	KPA 2	KPA 3	KPA-4	KPA 5	KPA-7	ECA Aire
Parámetros Meteorológicos								
Dirección de Viento	---	---	NW	NE	W	SW	SW	
Humedad Relativa	%	0,1	24,1	19,3	24,3	38,3	41,5	
Presión Atmosférica	mBar	0,1	660,7	628,1	629,1	662,4	865,5	
Temperatura a Nivel del Suelo	°C	0	10,5	16,6	12,8	8,6	19,5	
Velocidad del Viento	m/s	0,1	3,6	5,3	3,4	3,8	2,7	
Calidad del Aire								
Dióxido de Azufre (24h)	µg/m ³	0,88	8,94	6,80	8,79	11,04	10,06	20
Dióxido de Nitrógeno (1h)	µg/m ³	0,45	57,30	62,14	7,32	4,76	76,20	200
Monóxido de Carbono (8h)	µg/m ³	85,89	830,3	916,2	916,2	801,6	572,6	10000
Material Particulado PM10	µg/m ³	1,0	52,6	123,1	23,7	26,8	53,2	150
Material Particulado PM2,5	ug/m ³	1,0	12,6	22,7	5,4	8,0	19,7	25
Plomo (Pb)	µg/m ³	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	1,5

4.2.3.

4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Parámetros de Calidad de Aire

Dióxido de azufre

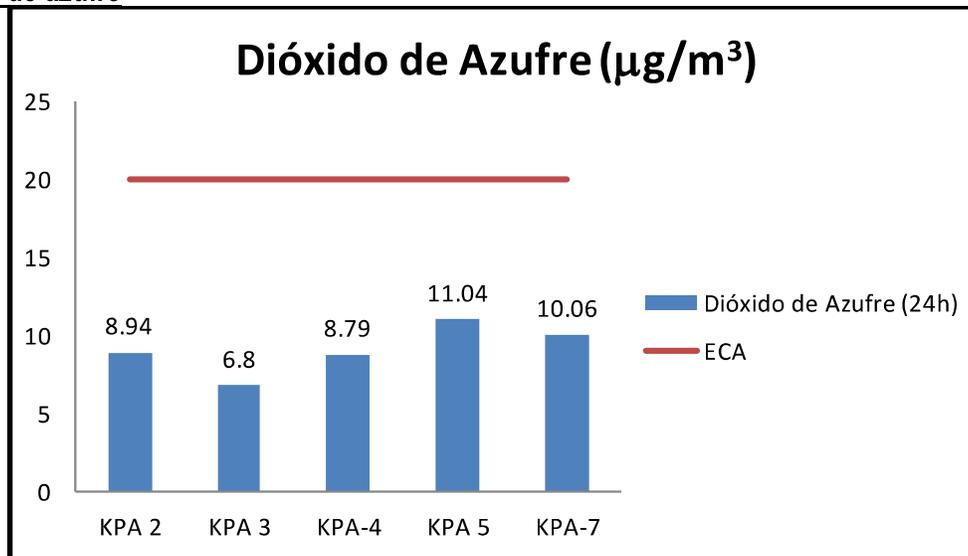


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (9,76 – 46,99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (9,76 – 46,99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (4,62 – 40,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (9,91 – 48,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-4 época húmeda (9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), MAP-3 ES y MAP-3 EH (< 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dióxido de Nitrógeno

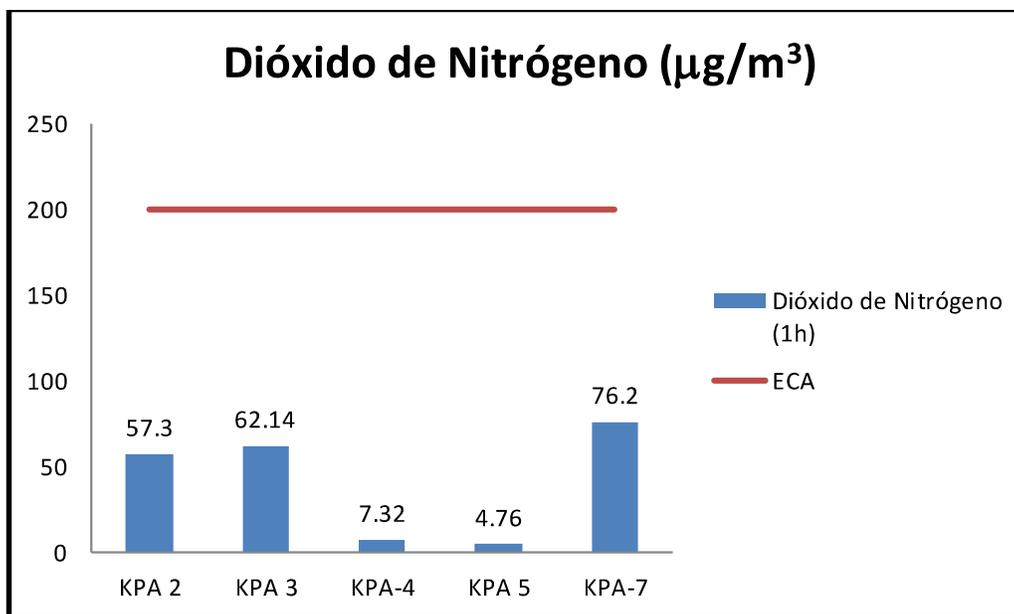


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de combustibles.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (4,04 – 96,98 ug/m³), KPA-3 (4,04 – 96,98 ug/m³), KPA-4 (3,42 – 20,83 ug/m³), KPA-5 (4,00 – 31,76 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-4 (76,2 ug/m³), MAP-3 ES y MAP-3 EH (68 y 10 ug/m³).

Material Particulado menor a 10 um

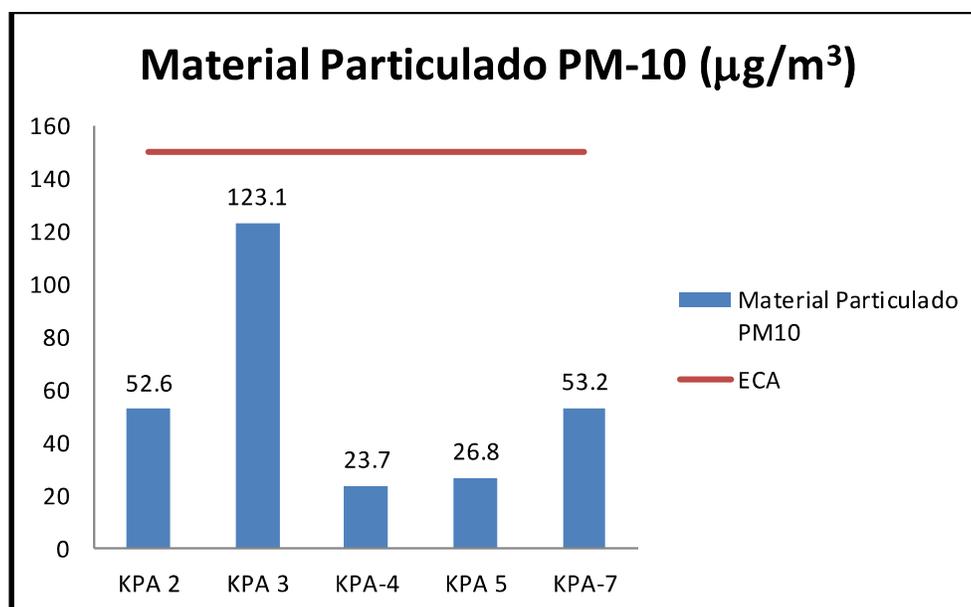


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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 150 ug/m^3 para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 37, no se ha detectado mayor 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-3 presenta valores moderados de PM-10 probablemente debido a resuspensión de material de suelo.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (3,00 – 67,00 ug/m^3), KPA-3 (2 – 65,2 ug/m^3), KPA-4 (3,00 – 74,40 ug/m^3), KPA-5 (3,00 – 745 ug/m^3) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-4 época húmeda (80,6 ug/m^3), MAP-3 ES y MAP-3 EH (92,9 y 15 ug/m^3).

Material particulado menor a 2.5 um

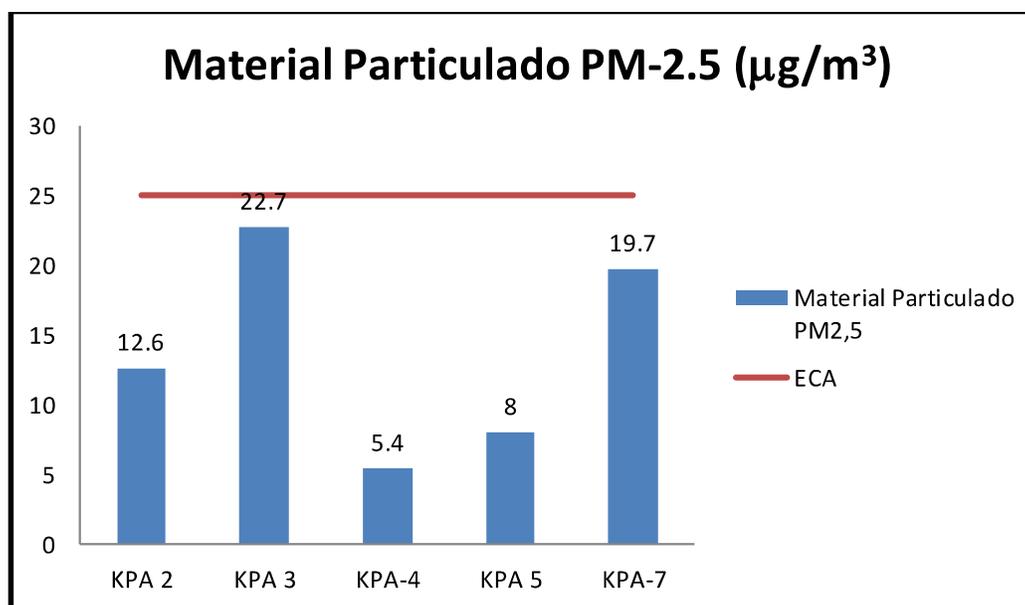


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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 25 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 KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. El origen del Material Particulado en la estación KPA-3 y KPA-7 es el polvo de las zonas descubiertas.

En la estación KPA7 los valores de PM-2,5, cumplen con lo establecido por el ECA Aire, esto probablemente se deba a que la estación de monitoreo está cerca de un área transitada por vehículos pesados u laguna otra fuente de PM-2.5.

Situación similar ha sido reportado en el MAP-3 en los dos periodos, monitoreado en las estaciones KPA2 (13,5 y 9,0 ug/m³), KPA-3 (14,1 y 15,4 ug/m³), KPA-4 (28,5 y 6,8 ug/m³), KPA-5 (24,8 y 15,2 ug/m³) y KPA-7 (35,5 y 18 ug/m³).

La calidad del aire en la estación KPA7 para el parámetro PM-2.5 no cumple con el ECA Aire, esto puede deberse a la presencia de vehículos pesados o livianos cerca de la estación de monitoreo.

Monóxido de Carbono

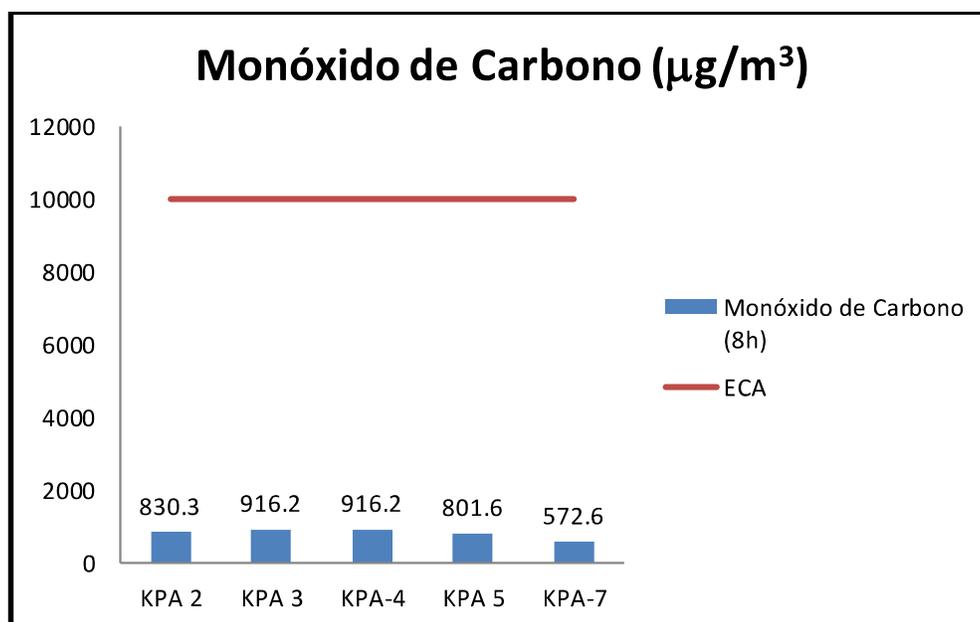


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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 KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7. Las concentraciones de Monóxido de carbono son bajas y no superan lo establecido por el ECA Aire.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (425 – 7805 ug/m³), KPA-3 (425 – 6426 ug/m³), KPA-4 (529 – 5248 ug/m³), KPA-5 (218 – 2102 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (4030 y 928 ug/m³).

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

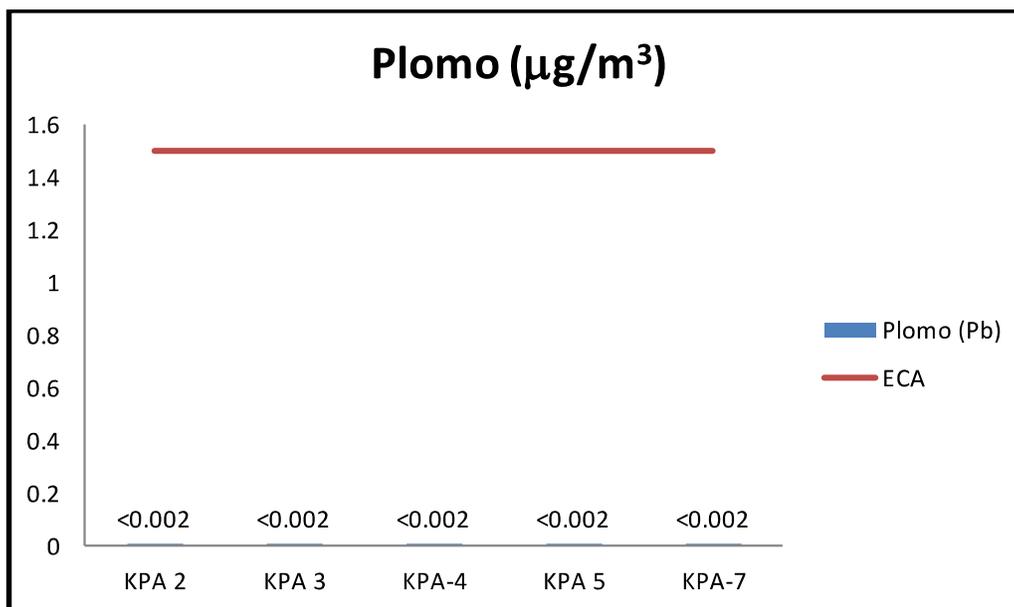
Metales:**Plomo**

Gráfico 40. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 40, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7 los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Situación similar ha sido reportado en el MAP-3 en ES y EH, para las estaciones KPA2 (0,0051 y 0,0017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (0,0041 y 0,0052 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (0,0068 y 0,0022 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (0,0060 y 0,0049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y KPA-7 (0,0045 y 0,0189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 11. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Estación de Monitoreo	Parámetros observados que no cumplen el ECA Aire.	Justificación
KPA2	Cumple el ECA	
KPA3	Cumple el ECA	Presencia de Material Particulado por resuspensión de material de suelo
KPA4	Cumple el ECA	
KPA5	Cumple el ECA	
KPA7	Cumple el ECA	Presencia de Material Particulado por potencial influencia antropogénica

4.3. MONITOREO DE RUIDO Y VIBRACIONES

4.3.1. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Ruido y Vibraciones

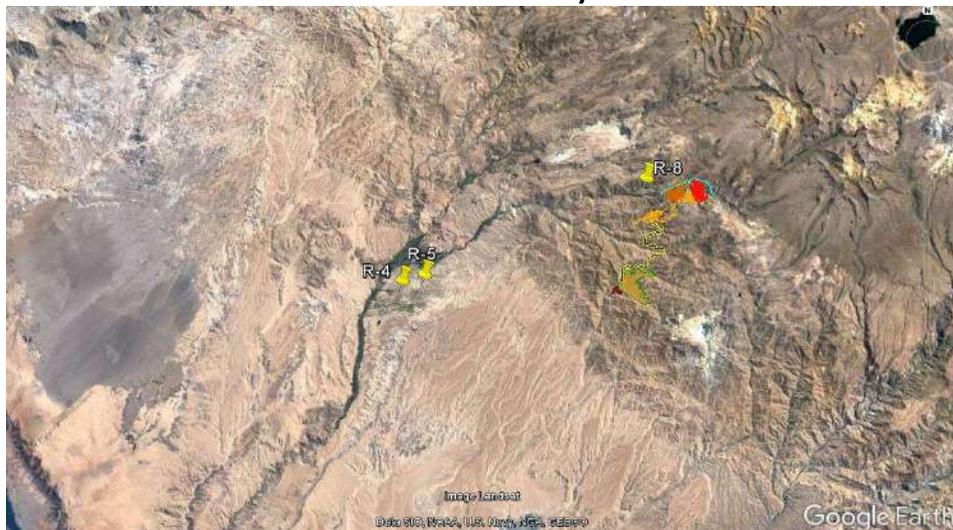


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones en la zona de operaciones MAP IV setiembre 2016

4.3.2. Resultados e Interpretación de medición de Ruido.

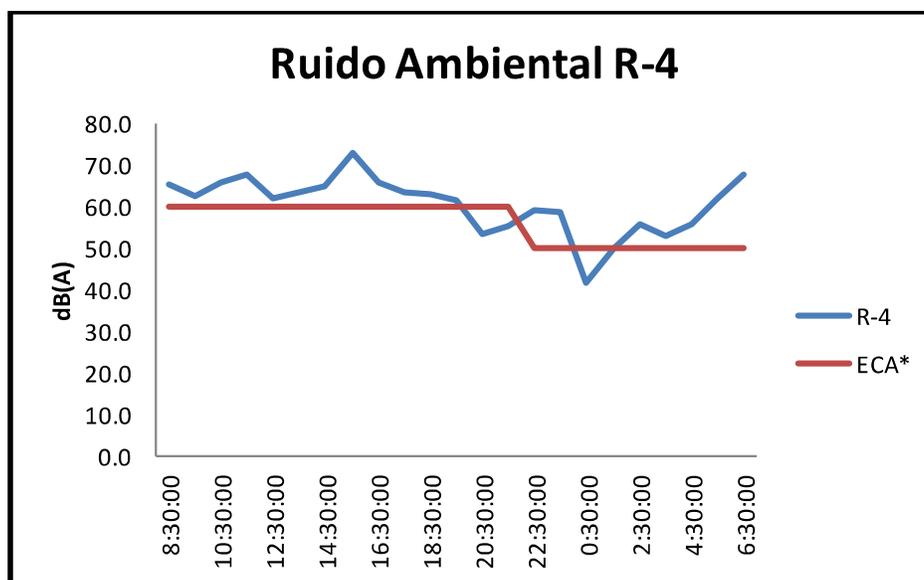


Gráfico 41. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-4 MAP IV Setiembre 2016.

La cercanía de la carreta influye en el ruido ambiental durante el día y la noche

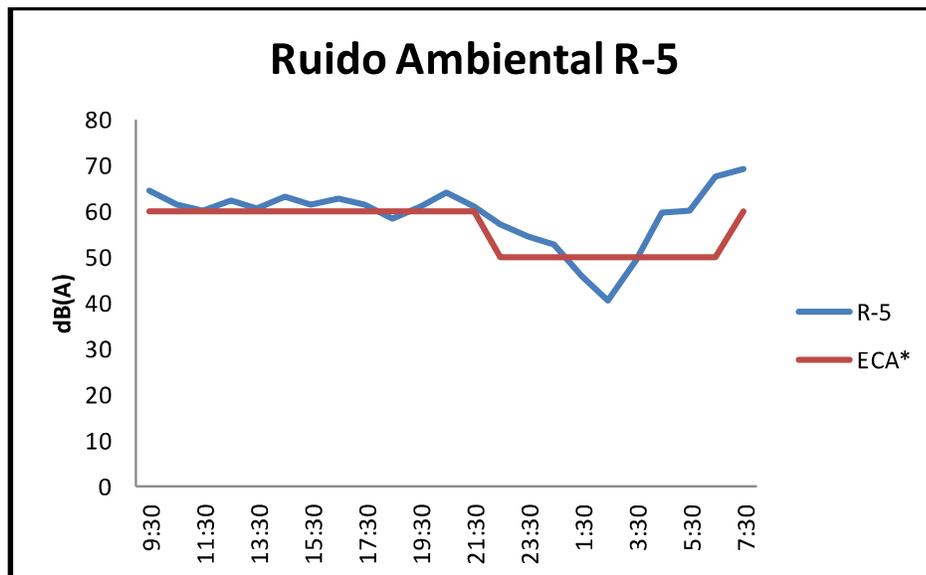


Gráfico 42. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-5 MAP IV Setiembre 2016.

La cercanía de la carreta influye en el ruido ambiental durante el día y la noche

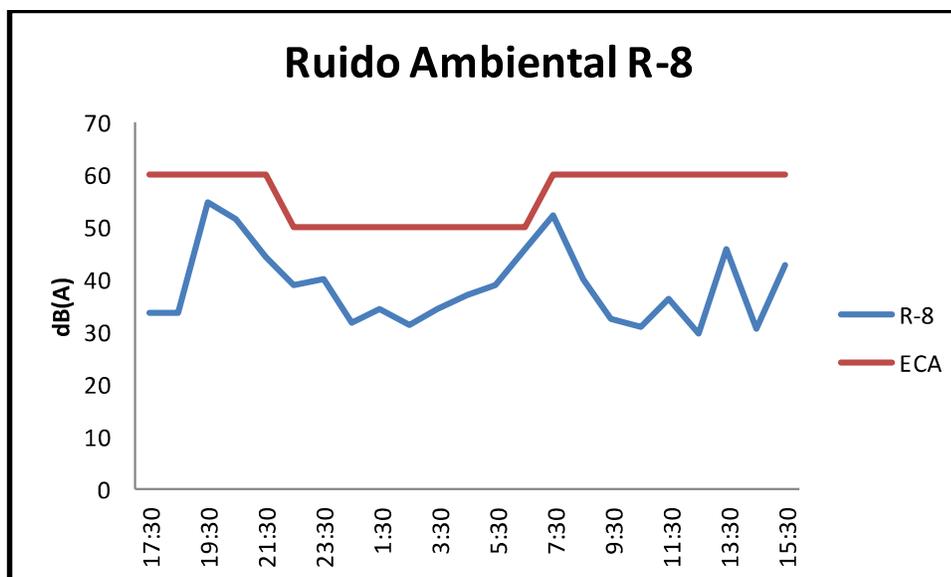


Gráfico 43. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-8 MAP IV Setiembre 2016.

El Centro Poblado de Tala no tiene influencia de ruido de tránsito vehicular durante el día o la noche.

4.3.3. Resultados e Interpretación de medición de Vibraciones.

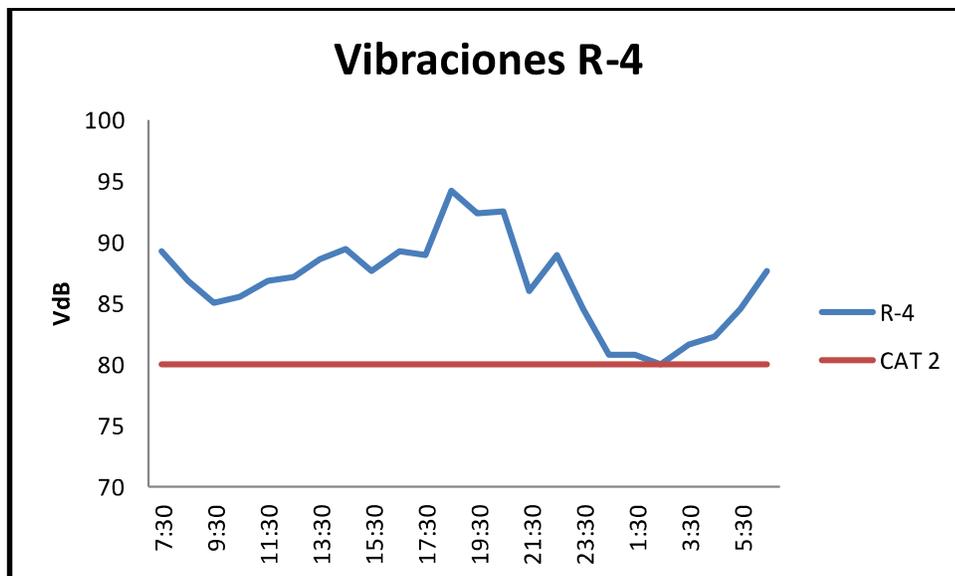


Gráfico 44. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-4 MAP IV Setiembre 2016.

El tránsito vehicular en la zona de carretera influye sobre las vibraciones en la estación R-4.

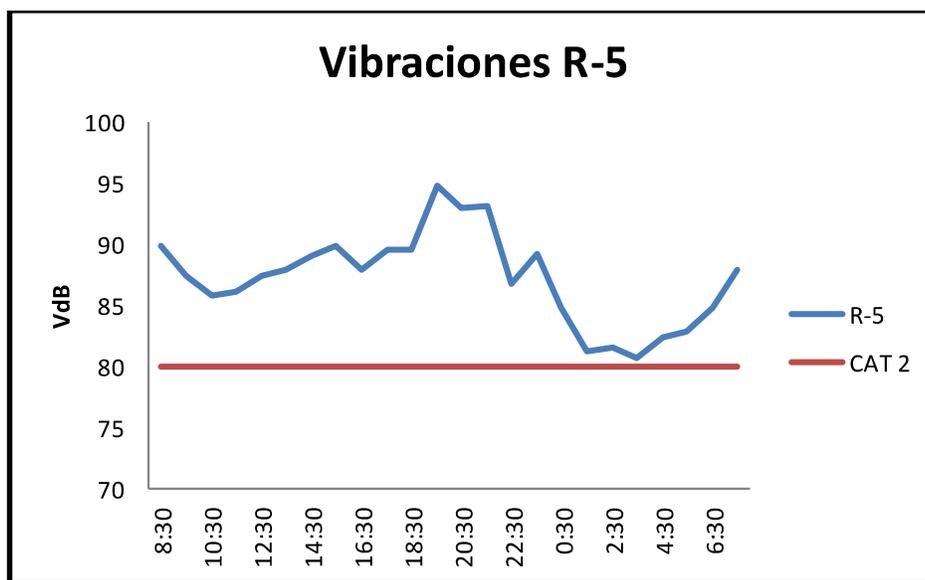


Gráfico 45. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-5 MAP IV Setiembre 2016.

El tránsito vehicular en la zona de carretera influye sobre las vibraciones en la estación R-5.

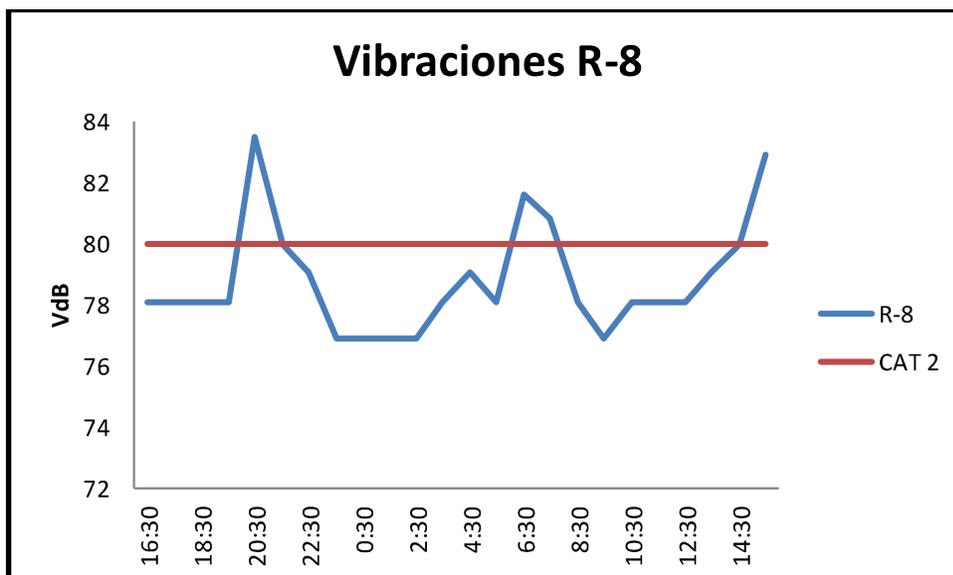


Gráfico 46. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-8 MAP IV Setiembre 2016.

En la estación R-8 zona rural al no tener tránsito vehicular intenso, la fuente de vibraciones puede ser el paso del tren en un horario conocido.

Tabla 12. Observaciones de Ruido y Vibraciones

Estación de Monitoreo	Parámetros observados que no cumplen el ECA Aire.	FTA CAT 3 Eventos no frecuentes	Justificación
R-4	No Cumple el ECA	No cumple	El ruido y vibraciones se debe al tránsito vehicular
R-5	No Cumple el ECA	No cumple	
R-8	Cumple el ECA	No cumple	Las vibraciones tienen un origen por determinar (tren)

5. CONCLUSIONES

La calidad de agua superficial en el zona de abastecimiento, en la cuenca del río Titire se observa una fuerte influencia de aguas mineralizadas de origen termal que incrementan la concentración de los aniones y cationes, sobrepasando lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 para los valores de Conductividad Eléctrica, cloruros, Arsénico, Boro y Manganeso.

La calidad del agua en la estación PGB-1 presentan valores altos de Boro y Manganeso, valor bajo de pH, esta situación es similar a lo que sucede en el embalse Pasto Grande.

La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de las estaciones del río Chilota, río Calasaya, río Vizcachas y quebradas HAS-2, HAS-3 y HUA-20, presentan todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua excepto el contenido de coliformes totales en HAS-2 y HAS-3 de naturaleza diferente al fecal, probablemente proveniente del suelo con vegetación en esta época del año.

La estación en el río Chilota CHL-8 presenta concentraciones de Arsénico y Manganeso que superan el ECA debido al uso del lecho del río como cantera de material agregado.

La calidad de agua superficial en la zona de operaciones, para el río Asana en la estación AS-4 y P-12 tuvo todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

La calidad del agua de la estación del río Capillune CAP-2 estuvo fuertemente mineralizado por la probable influencia de aguas geotermales o subterráneas incumpliendo los ECAs para Cat 3 en Conductividad, cloruros, fluoruro y boro.

El ingreso de Boro se mantiene a lo largo del río Tumilaca, Moquegua y Osmore. Adicionalmente también se presentó contenidos altos de coliformes totales en las estaciones 13172Rmoqu2 y 13172Rosmo1, de origen diferente al fecal, probablemente proveniente desde el suelo con vegetación y por la presencia vida acuática.

Sobre la calidad del aire se observa la influencia de zonas urbanas en la concentración del material particulado menor a 2.5 μm , en KPA-7. En la zona de operaciones KPA-3 Pampa Tolar el PM-2.5 puede estar influenciado por el polvo del suelo.

El ruido ambiental medido en las estaciones R-4 y R-5 superan ligeramente lo establecido en el ECA Ruido, esto es debido a que se encuentran en zonas cercanas a la carretera Dvo Panamericana-Moquegua.

El ruido ambiental medido en la estación R-8, cumple con lo establecido por el ECA Ruido, por encontrarse en una zona poco transitada poblado de Tala.

Los valores de vibraciones para las estaciones R-4, R-5 y R-8 presentan valores cíclicos, probablemente por movimientos de la corteza terrestre, de fuentes por determinar.

Los resultados del MAP IV época seca son similares a los del MAP I, MAP II, MAP III y MAP IV.

6. RECOMENDACIONES

Realizar verificación de actividades en las estaciones CAP-2 y CHL-8 para evaluar fuente de ingreso de fluor, manganeso y arsénico.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Setiembre del 2016.