

Proyecto “Elaboración y ejecución del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Quellaveco, en cumplimiento de los compromisos asumidos en la Mesa de Diálogo y el EIA”, ejecutado por Pronaturaleza.

**INFORME DE RESULTADOS DE TERCERA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP III) – ÉPOCA HÚMEDA
AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA-, AIRE, RUIDO, VIBRACIONES E HIDROBIOLOGÍA**



**VALIDACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE AMBIENTAL DEL PROYECTO QUELLAVECO – ÉPOCA HÚMEDA
AGUA SUPERFICIAL – (ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA-, AIRE, RUIDO, VIBRACIONES E HIDROBIOLOGÍA**

ABRIL 2015

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

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

Documento elaborado por:

Pronaturaleza –Fundación para la Conservación de la Naturaleza

INDICE

1. GENERALIDADES	5
2. OBJETIVOS	7
2.1. Objetivo General.....	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
3. MARGO LEGAL	8
3.1. Normas Legales.....	8
3.2. Protocolos Consultados.....	10
4. ACTIVIDADES DEL MONITOREO	11
5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS	17
6. METODOLOGIA	17
6.1. MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS	17
6.2. Validación de línea de base ambiental:.....	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
7.1. Monitoreo de la Calidad del agua superficial – área de abastecimiento.....	21
7.1.1. Determinación del Caudal y la época de monitoreo.....	21
7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo.....	22
7.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	23
7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio.....	27
7.2. MONITOREO DE RUIDO Y VIBRACIONES.....	65
7.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo.....	65
7.2.2. Resultados del análisis del ruido y vibraciones.....	66
7.2.3. Interpretación de los resultados.....	66
7.2.4. Aseguramiento de la calidad de los resultados.....	68
7.3. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	68
7.3.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire.....	68
7.3.2. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio	69
7.3.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio.....	71
7.4. MONITOREO HIDROBIOLÓGICO.....	77
7.5. VALIDACION DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL.....	80
8. CONCLUSIONES	144
9. RECOMENDACIONES	145
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145

ANEXOS

1. Resultados de Laboratorio – Monitoreo de la tercera campaña época húmeda
2. Validación de línea de base ambiental calidad de agua superficial área de abastecimiento
3. Validación de línea de base ambiental calidad de aire
4. Fotos del monitoreo

INFORME DE RESULTADOS DE TERCERA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP III ÉPOCA HÚMEDA AGUA SUPERFICIAL - ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES E HIDROBIOLOGÍA

1. GENERALIDADES

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 Quellaveco.

El sistema de abastecimiento de agua del Proyecto Quellaveco, consta de una estructura de captación de agua en el río Titire, un sistema de embalse en el río Vizcachas, un sistema de regulación en el cerro Pelluta y desde éste, una tubería para el transporte de agua por gravedad hasta el área de operaciones de la mina.

Zona de Operaciones

El área de operaciones de este proyecto minero metálico se ubica en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. Geográficamente, se encuentra asentada en el valle del río Asana, aproximadamente 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, a una altitud de 3500 msnm y abarca una superficie aproximada de 39 000 hectáreas. 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.

Evaluación del Impacto Ambiental

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.

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del Proyecto Quellaveco.

Este Programa (en adelante MAP) está relacionado con los compromisos N° 5, 7, 10 y 15 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco y también como una de las medidas establecidas en la primera modificatoria del EIA.

Mediante la Resolución Ministerial N° 066-2012-PCM del 13 de Marzo del 2012 se formaliza la instalación y conformación del grupo de trabajo denominado “Mesa de Diálogo para analizar la Problemática Minera del departamento de Moquegua”. Seguidamente el Informe N° 001-2012-STMd/GR.MOQ, a través del secretario técnico de la Mesa de Diálogo, remite los nombres de los integrantes por cada grupo de trabajo de las comisiones correspondientes, por lo que recomienda derivar a la Dirección Regional de Asesoría Jurídica a fin de que proyecte la Resolución Ejecutiva Regional. El 19 de Septiembre del 2012 según Resolución Ejecutiva Regional N° 1126-2012-GR/MOQ se dispone la conformación de los comités de constitución, monitoreo y vigilancia.

Este Comité el 12 de Junio de 2013 dispone la instalación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo del Proyecto Quellaveco, que estaría a cargo de elaborar y presentar el Programa de Monitoreo Participativo y la Validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto de Anglo American Quellaveco (AAQ SA). Este es un Subcomité del Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco.

El Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua está compuesto por los siguientes representantes, quienes deberán designar cada uno a un alterno:

- 2 Representantes del Gobierno Regional.
- 1 Representante de la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
- 1 Representante de la Municipalidad Provincial Ilo.
- 1 Representante de la Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro.
- 1 Representante de la Comunidad Campesina Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
- 1 Representante de la Sociedad Civil de Ilo: Camara de Comercio
- 1 Representante de la Sociedad Civil de Moquegua: FRAFRAM.
- 2 Representantes de Anglo American Quellaveco

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

Las funciones del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua son las siguientes:

- Cumplir con el código de conducta del MAP Moquegua.
- Participar en las actividades de verificación de Línea de Base Ambiental del Proyecto Quellaveco.
- Participar en las actividades propias del monitoreo ambiental de acuerdo a los protocolos establecidos, siempre en compañía del Órgano Técnico. En todos los casos se aplicarán los procedimientos y protocolos indicados en este documento y los que puedan ser aprobados por el Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua.
- Participar activamente en las diversas actividades que les correspondan en el marco del MAP Moquegua.
- Proponer recomendaciones para el buen funcionamiento del MAP Moquegua.
- Apoyar en la comunicación de los reportes del MAP en su comunidad/centro poblado/anexo y/o área de trabajo/influencia.
- Verificar que se cumplan los protocolos de monitoreo adoptados por el MAP, tomando como base la legislación actual vigente.

En Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, acuerda trabajar con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, para brindar asesoría, capacitación, diseño, planificación, ejecución y comunicación del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo en referencia. Es en el marco de esta asistencia técnica que se desarrolla el presente Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP III) – época seca - Agua superficial – zona de abastecimiento de agua, suelo, aire e hidrobiología

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - área de abastecimiento de agua-, aire, ruido y vibraciones e hidrobiología – época húmeda - abril 2015 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo y la Validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American (AAQSA).

2.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - área de abastecimiento de agua, aire, ruido y vibraciones e hidrobiología, comparando los resultados entre todas las estaciones de monitoreo.
- Comparar los resultados obtenidos con los datos históricos y de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American (AAQSA) con la finalidad de validarlos.

3. MARGO LEGAL

Existe un marco normativo que tiene como principal objetivo la protección y uso sostenible de los recursos agua superficial, suelo y aire, el que se menciona a continuación:

3.1. Normas Legales

- **Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 (16/10/2005)**

Las disposiciones contenidas en la presente Ley, así como en sus normas complementarias y reglamentarias, son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, el cual comprende el suelo, subsuelo, el dominio marítimo, lacustre, hidrológico e hidrogeológico y el espacio aéreo.

Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concierta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental.

Toda persona, natural o jurídica, tiene el deber de participar responsablemente en la gestión ambiental, actuando con buena fe, transparencia y veracidad conforme a las reglas y procedimientos de los mecanismos formales de participación establecidos y a las disposiciones de la presente Ley y las demás normas vigentes. (Artículo 47 – inciso 47.1).

- **Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338 (31/03/2009)**

Esta Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a ésta. En esta medida propicia el cambio en el modo de pensar y en las actitudes sobre el valor, uso y gestión del agua por todos los sectores sociales y productivos, en especial la agricultura, para que su aprovechamiento sea eficiente y productivo, poniendo especial interés en minimizar los impactos en los ecosistemas.

El Artículo 5 de la presente Ley menciona los tipos de agua contemplados para su regulación:

- La de los ríos y sus afluentes, desde su origen natural;
- La que discurre por cauces artificiales;
- La acumulada en forma natural o artificial;
- La que se encuentra en las ensenadas y esteros;
- La que se encuentra en los humedales y manglares;
- La que se encuentra en los manantiales;
- La de los nevados y glaciares;
- La residual;
- La subterránea;
- La de origen minero medicinal;
- La geotermal;

- La atmosférica; y
- La proveniente de la desalación.

- **Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos - D.S N° 001-2010-AG (23/03/2010)**

Tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a ésta, promoviendo la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en la gestión por cuencas hidrográficas y acuíferos, para la conservación e incremento de la disponibilidad del agua, y para asegurar la protección de su calidad, fomentando una nueva cultura del agua.

- **Estándares de Calidad Ambiental para el Agua - D.S N° 002-2008-MINAM (30/07/2008)**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua (ECA agua) establecen los niveles de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

El ECA para agua se divide en las siguientes categorías:

Categoría 1: Aguas para uso Poblacional y Recreacional

Categoría 2: Actividades Marino Costeras

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático

Para el presente informe se tomó como referencia la Categoría 3: “Riego de vegetales y bebida de animales”, conforme a lo establecido por la RJ N° 202-2010-ANA para la cuenca del río Ilo-Osmore-Moquegua (Código cuerpo de agua 13172), donde se incluye a los ríos Asana, Torata, Tumulaca, Huaracane, Quebrada Quellaveco, Quebrada Millune, Quebrada Sarallénque, entre otros.

- **Estándares de Calidad Ambiental para el Aire**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el aire son aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, están distribuidos en las normas Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y ampliado en el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM.

Para el presente informe se realizó la medición del dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado PM-10, material particulado PM-2.5, monóxido de carbono y plomo, en las estaciones KPA2: Zona de campamento al este de la chancadora, KPA3: Cerro Samanape, KPA4: Tala punto ubicado al este de la chancador, KPA5: Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves, KPA7: Centro poblado San Antonio.

Estándares de Calidad Ambiental para Ruido y Vibraciones

Los estándares de calidad ambiental del ruido D. S. N° 085-2003-PCM, son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.

Para el presente informe se realizó la medición LAeqT del nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A en dB(A), L_{Amax} nivel de presión sonora máxima con ponderación A en dB(A) y L_{Amin} nivel de presión sonora mínima con ponderación A en dB(A), en horario diurno y nocturno. Las estaciones de monitoreo fueron las presentadas en la tabla 03 y se utilizó el ECA Aire Residencial para la comparación.

Los niveles de vibraciones de tránsito, fueron evaluados de acuerdo el criterio propuesto por la FTA (Federal Transit Administration), del U.S. Department of Transit FTA-VA-90-1003-06, los cuales se basan en niveles máximos de vibración para eventos únicos. Las vibraciones generadas por el tránsito de camiones por caminos públicos para el presente estudio fueron evaluados usando este criterio.

- **R.M. N° 304-2008-MEM-DM Normas que regulan el Proceso de Participación Ciudadana en el Subsector Minero.**

Según el Artículo 5, de los derechos y principios en los procesos de participación ciudadana. La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas en un proceso de participación ciudadana referido a la actividad minera, deberán observar en todas sus actuaciones las siguientes disposiciones generales: a) Del derecho a la participación (El derecho de participación en asuntos referidos a la actividad minera, se ejercita actuando con buena fe, transparencia y veracidad conforme a las reglas y procedimientos de los mecanismos de participación establecidos); b) Del derecho al acceso a la Información (La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas, tienen derecho a solicitar, acceder o recibir información pública, de manera adecuada); c) Del principio de respeto a la diversidad cultural (Un proceso de participación ciudadana deben actuar con respeto a las características y particularidades de las diversas culturas). d) Del principio de no discriminación (un proceso de participación ciudadana promueven la participación efectiva de toda persona en dicho proceso, sin distinguir raza, etnia, género, religión, cultura, idioma, opinión política, origen nacional o social, posición económica, orientación sexual, nacimiento o cualquier otra condición). e) Del principio de vigilancia ciudadana (Las poblaciones involucradas tienen el derecho de efectuar el monitoreo, control y seguimiento de las medidas, acciones, obligaciones y compromisos adoptados por el titular minero. f) Del principio del diálogo continuo (La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas en un proceso de participación ciudadana, deberán mantener el diálogo continuo a fin de promover y mantener un adecuado relacionamiento social)

3.2. Protocolos Consultados

Se tomó como referencia los Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua aprobado por R.J-182-2011-ANA, Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA, en el caso del ruido se tomó como referencia el proyecto de

Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental RM N° 227-2013-MINAM. Para el caso de Vibraciones se utilizó FTA-VA-90-1003-06 de los Estados Unidos.

R.D. N° 1404/2005/DIGESA. Para el caso de hidrobiología se utilizaron los métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología de Lima del Ministerio del Ambiente, 2014.

Estos protocolos y guías establecen los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios, que contienen los parámetros establecidos para el monitoreo, la ubicación de los puntos de muestreo y los registros de campo, la medición de caudales, la frecuencia de monitoreo y pautas del muestreo, preservación, conservación y envío de muestras al laboratorio de análisis, permitiendo además incorporar el aseguramiento y control de calidad de monitoreo.

4. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

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

En el MAP III se monitorearon 12 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, son puntos comprendidos en el documento de Modificación del Estudio de Impacto Ambiental. El punto PAJAD-1, es un punto adicional solicitado por el presidente del comité tomado en el río Pacchani que está aguas arriba del punto TIT 01, con la finalidad de contrastar este punto con el del Titire.

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial - área de abastecimiento de agua- MAP III

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 Humalso 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 Saltijahuira	Punto ubicado en el Río Chilota, antes de la confluencia con el Río Saltijahuira, 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	Ubicado en el río Titite, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre.	Punto de muestreo ubicado en el río Titite, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre, este río es aportante 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 Humalso 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 Humalso - embalse Pasto Grande	El punto está ubicado a 10 m del canal de pasto grande, cercano a la carretera en dirección Humalso - 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- área de abastecimiento de agua- MAP III (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.
PAJAD-1	356 144	8 177 810		Rio Pacchani, aguas arriba del punto TIT 01	Este punto está ubicado aproximadamente a 2 km aguas arriba del TIT-1, cerca al río Pacchani.

Fuente: Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco Modificación del Estudio del Impacto Ambiental

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP III época húmeda, se monitorearon 05 estaciones de monitoreo de aire como se observa en la tabla 02. Los puntos KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7, son puntos comprendidos en el documento de Modificación del Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 02. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP III

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: Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco Modificación del Estudio del Impacto Ambiental

Monitoreo de Calidad del Ruido y Vibraciones

En el MAP III época húmeda, se monitorearon 06 puntos de monitoreo de ruido y vibraciones, como se observa en la tabla 03. Los puntos R-5, R-4, R-8, R-10 y R-11, son puntos comprendidos en el documento de Modificación del Estudio de Impacto Ambiental. El punto R-dV01, es un punto adicional sugerido por el comité.

Tabla 03. Puntos de Ruido y Vibraciones MAP III

Punto	Ubicación	Coordenadas	
		Norte	Este
R-5	Correspondiente a viviendas cerca del poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.	8096603	295719
R-dV01	Centro poblado menor Chen Chen, urbanización los tunales, frente a la Torre de alta tensión.	8096568	295849
R-4	Vivienda cercana al poblado San Antonio, a 16 m del camino del Dvo Panamericana-Moquegua	8095755	293136
R-8	Correspondiente a viviendas en el poblado de Tala	8108744	321044
R-10	Escuela de Chilota	8153517	346823
R-11	Vivienda poblado Huachunta	8150669	356123

Fuente: Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco Modificación del Estudio de Impacto Ambiental

Monitoreo de Hidrobiología

En el MAP III se monitorearon 07 puntos de hidrobiología como se observa en la tabla 04. Estos puntos están comprendidos en el documento de Modificación del Estudio de Impacto Ambiental, pero en el muestreo presenta diferente referencia.

Tabla 04. Puntos de Monitoreo de Hidrobiología del MAP III

Punto	Ubicación	Coordenadas		Altitud (m)
		Norte	Este	
QL-ASA-02	Asana, entrada del túnel	328959	8108071	3612
QL-ASA-03	Asana, salida del túnel (coincide con el P-12).	321508	8107964	3214
QL-CHA-02	Charaque	322007	8109053	3320
QL-TUM-01	Tumilaca Zona de Yunguyo	300005	8100951	1664
QL-VIZ-01	Ubicado sobre río Vizcachas	367864	8151221	4524
QL-BCHI-	Ubicado sobre río Chilota	349026	8150739	4370
QL-HUA-01	Ubicado sobre río Huachunta	354434	8150585	4428

Fuente: Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco Modificación del Estudio de Impacto Ambiental

Desarrollo del monitoreo:

El monitoreo se realizó del 18 al 25 de abril donde participaron personal del equipo técnico de SGS y Greenlab, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al comité del MAP Quellaveco.

Tabla 05. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial - área de abastecimiento de agua- aire, ruido y vibraciones e hidrobiología

Participante	Institución	Abril							
		18	19	20	21	22	23	24	25
Manuel Wiese	Pronaturaleza								
Ana Teresa Ruiz	Pronaturaleza								
Rubel Tobala	Ministerio del Ambiente								
Marco Vera	Universidad Nacional de Moquegua								
Javier Rivero	Universidad Nacional de Moquegua								
Saturnina Navarro	Junta Vecinal Andrés Avelino Cáceres								
Claudia Butrón	Universidad Nacional de Moquegua								
Julio Yanapa	Universidad Nacional de Moquegua								
Noemi Vilca	Universidad Nacional de Moquegua								
Maria Elena Santacruz	Universidad Nacional de Moquegua								
Sara Flores	Universidad Nacional de Moquegua								
Candy Maquera	Universidad Nacional de Moquegua								
Bryan Alberto	Centro poblado de Titire								
Giovana Rosas	Universidad Nacional de Moquegua								
Sonia Ramos	Anexo de Chilota								
Lorio Tobala	Anexo de Huachunta								
Aurora Benegas	Anexo de Huachunta								
Juana Huanca	Anexo de Huachunta								
Jorge Alvarez	Frente de Defensa de pescadores de Ilo								
Melany Salazar	Universidad Nacional de Moquegua								
Marcial Rivero	Universidad Nacional de Moquegua								
Augusto Morales	Universidad Nacional de Moquegua								
David Condori	Anglo American Quellaveco								
Carlos Urquizo	Anglo American Quellaveco								
Beltrán Gómez	Anglo American Quellaveco								

Fuente: Relación de integrantes para el Monitoreo MAP III - PRONATURALEZA

El monitoreo de calidad de aguas superficiales -área de abastecimiento de agua- aire, ruido y vibraciones e hidrobiología fue realizado siguiendo el cronograma que se presenta en la tabla 06.

Tabla 06. Cronograma de monitoreo de agua superficial -área de abastecimiento de agua-, aire, ruido y vibraciones e hidrobiología.

Día	Punto de monitoreo	Observaciones
18-04-2015	R-5	Ruido y Vibraciones
	RdV01	
	R-4	
	QLASA03	Muestreo hidrobiológico
	QLCHA02	
	QLTUM01	
19-04-2015	R-4	Ruido y Vibraciones
	KPA7	Calidad de Aire
	QLASA02	Muestreo hidrobiológico
20-04-2015	R-8	Ruido y Vibraciones
21-04-2015	R-10	Ruido y Vibraciones
	R-11	
	KPA4	Calidad de Aire
	QLCOR01	Muestreo hidrobiológico
22-04-2015	HUA-20	Calidad del Agua Superficial
	PGB-01	
	HAS-3	
	HAS-2	Muestreo hidrobiológico
	QLVIZ01	
	QLHUA01	
23-04-2015	KPA2	Calidad de Aire
	VIZ-2	Calidad del Agua Superficial
	CHB-01	
	VIZ-1	
24-04-2015	KPA3	Calidad de Aire
	KPA5	
	CHL-8	Calidad del Agua Superficial
	CHR-1	
	CHL-4	
25-04-2015	TIT-1	Calidad del Agua Superficial
	PAJAD-1	

Fuente: Informe de ensayos Laboratorio de Ensayo Acreditado OP1502677_F, MA1506586_F, MA1506692_F, MA1506782_F, AQ1500082_F, AQ1500089_F, MA1506684_F, MA1506685_F, MA1506784_F, OP1501665_F, OP1501666_F, OP1501677_F, OP1501684_F, AQ1500085_F, MA1506733_F, OP1501677_F, AQ1500083_F, MA1506685_F, OP1501666_F, OP1502774_F, OP1502775_F, OP1502776_F, OP1502777_F, MO-340194.

5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

Los materiales y equipos de laboratorio fueron proporcionados por el laboratorio SGS, y los del componente hidrobiología fueron dados por Greenlab. Estos se mencionan a continuación:

Monitoreo de calidad de agua

- Correntómetro
- Conductímetro
- Medidor de pH
- Termómetro de indicación digital

Monitoreo de Aire

- Manómetro de columna líquida
- Muestreador de partículas
- Estación meteorológica

Monitoreo de Ruido y Vibraciones

- Sonómetro (marca SVAN / 957)
- Sismógrafo (marca INSTANTEL / MICROMATE SYSTEM (ISEE))

Hidrobiología

Para el caso de hidrobiología los materiales fueron proporcionados por Greenlab y fueron los siguientes:

- Red de fitoplancton de una malla de 20 μm
- Red Surber de 30 x 30 cm de lado y con una apertura de malla de 250 μm .
- Marco cuadrado de 5 x 5 cm para colecta de perifiton.
- Multiparametro Ponsel Modelo Measure de 3 sensores previamente calibrado

6. METODOLOGIA

6.1. MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

La metodología empleada para la realización de los trabajos de campo se basó en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua aprobado por RJ182-2011-ANA, y el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA. En el caso del ruido se tomó como referencia el proyecto de Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental RM N° 227-2013-MINAM. Para el caso de Vibraciones se utilizó FTA-VA-90-1003-06 de los Estados Unidos. Dichos protocolo establecen los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Las metodologías utilizadas para la medición de cada parámetro se presentan en tabla 07, 08 y 09.

El monitoreo hidrobiológico se basa en los métodos utilizados y resultados obtenidos en el desarrollo de los EIAs, con algunas mejoras metodológicas fundamentalmente, teniendo en cuenta avances recientes (posteriores al 2007) en cuanto al conocimiento de la biota acuática neotropical (y altoandina en particular), detallados en la tabla 10.

Tabla 07. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de calidad del agua

Parámetro	Método
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B: 2012; 22nd Ed. - Conductivity: Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B: 2012; 22nd Ed - Temperature, Laboratory and Field Method
Potencial de Hidrógeno.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 2012; 22nd Ed. pH Value. Electrometric Method.
Medición de caudal	ASTM D3858-95 (2003) Standard Test Method For Open Channed Flow Measurement Of Water By Velocity –Area Method.
Oxígeno Disuelto.	ASTM D 888-12 e1, 2013 Standard Test Methods for Dissolved Oxygen in Water Test Method C Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor.
Alcalinidad-Bicarbonato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C: 2012; 22nd Ed. - Hardness: EDTA Titrimetric Method.
Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C: 2012; 22nd Ed.- Solids:Total Dissolved Solid dried at 180°C
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 2012; 22nd Ed. - Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
Cromo Hexavalente Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-CR-B: 2012; 22nd Ed. - Chromium. Colorimetric Method
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D: 2012; 22nd Ed.- Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B Item 5, E: 2012; 22nd Ed. - Phosphorus. Sample Preparation 5. Persulfate Digestion Method. Ascorbic Acid Method
Fosforo Reactivo Disuelto	APHA-AWWA-WEF 4500-P-E, 2005 21st Ed. Phosphorus: Ascorbic Acid Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S2 - D: 2012; 22nd Ed. - Sulfide. Methylene Blue Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B: 2012; 22nd Ed. - Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 2012; 22nd Ed. - Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Cianuro libre	ASTM, D 7237-10, 2010. Standard Test Method for free Cyanide with flow Injection (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
Cianuro total	ASTM D7511-09e2. Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection (Validado).
Metales Totales	EPA 200.8: 1994 Rev 5.4 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Aniones	EPA 300.0:1993; Rev. 2.1.- Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.

Fenoles	EPA Method 420.2:1974, Phenolics- Colorimetric, Automated 4-AAPWith Distillation / EPA Method 420.4,1993, Rev01,Determination of Total recoverable Phenolics by semi-automated colorimetry (Validado)
S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265:2009; 1st.Ed.- Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index- Method using CFA (validado).
Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677, DW Available Cyanide by Flow Injection, Ligande Exchange and Amperometry
Aceites y Grasas	EPA 1664, Rev. 01(Validado) Determinación de Aceites y Grasas según EPA-Método 1664 Revisión A - Modificado.
Silicatos (Si-SiO ₃)	SGS-ENVIDIV-ME-14: 2012; Rev 01. Determinacion de Silicato en aguas.

Tabla 08. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de calidad del Aire

Parámetro	Método
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix J: 1990; Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere.
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2010; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EPA CFR 40, 2006. Part 50 Appendix L Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
Metales en PM10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

Fuente: Informe de ensayos MA1418066 y MA1418722 Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE-002

Tabla 09. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de calidad del Ruido y Vibraciones

Parámetro	Método
Ruido Ambiental	Ntp Iso 1996-1:2007 Acustica y Ntp Iso 1996-2:2008
Vibraciones	Norma Estadounidense Federal Transit Administration FTA-VA-90-1003-06

Tabla 10. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de hidrobiología

Tipo de muestreo	Descripción
Muestreo para fitoplancton	El fitoplancton fue muestreado en los ambientes acuáticos utilizando redes de fitoplancton de una malla de 20 μm y filtrando un total de 40 litros de agua. La muestra fue preservada en formol al 5%
Muestreo para perifiton	El perifiton fue colectado en las estaciones ubicadas en ambientes lóticos (ríos y quebradas), considerando un área de muestreo de 25 cm^2 (aproximación a un cuadrado de 5 x 5 cm de lado). La muestra fue preservada en formol al 5% para su posterior traslado al laboratorio.
Muestreo para macroinvertebrados bentónicos	En los ambientes lóticos, los macroinvertebrados bentónicos fueron colectados usando una red Surber de 30 x 30 cm de cada lado de colecta de colecta y con una apertura de malla de 250 μm .

Variables fisicoquímicas

En cada estación de evaluación se midieron cuatro variables fisicoquímicas normalmente asociadas con el desarrollo de la comunidad biológica:

- pH
- Concentración de oxígeno disuelto
- Conductividad eléctrica
- Temperatura

6.2. Validación de línea de base ambiental:

Se validará la línea base comparando los resultados obtenidos en el monitoreo de abril del 2015 con la distribución de los datos de monitoreo generados periódicamente por la empresa Anglo American Quellaveco y la información contenida en el EIA del Proyecto Quellaveco, durante el periodo 1994 - 2013, con la finalidad de aceptarla, validarla y darle aceptación legal.

Los valores determinados para cada parámetro en una estación fueron comparados con el récord histórico de la línea base monitoreado por Anglo American Quellaveco utilizando los Diagramas de Cajas y Bigotes considerando el periodo en estudio.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Monitoreo de la Calidad del agua superficial – área de abastecimiento de agua

7.1.1. Determinación del Caudal y la época de monitoreo

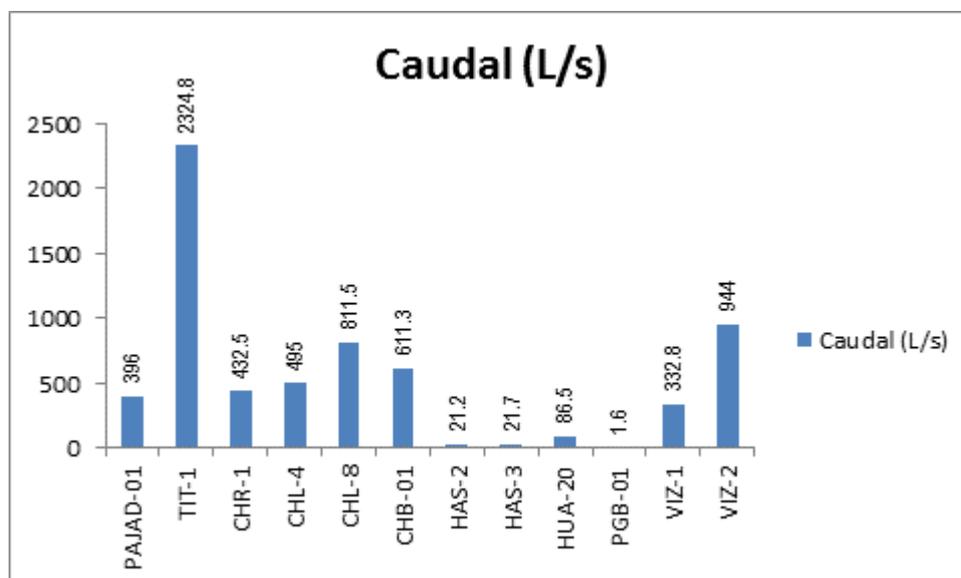


Gráfico 01. Variación espacial del caudal de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Abril 2015

En el gráfico 01, los puntos de monitoreo de calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de agua sobre la cuenca del río Titire, se ubican el PAJAD-1 (río Pacchani) y el TIT-1 aguas abajo en el río Titire. Sobre la microcuenca del río Chilota se ubican los puntos CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1 en el río Chilota. Sobre la microcuenca del Calasaya se ubican en las quebradas los puntos HAS-2, HAS-3 y en el río el punto HUA-20. Finalmente sobre la cuenca del río Vizcachas se localizan los puntos PGB-1 (salida del Proyecto Pasto Grande), VIZ-1 y VIZ-2.

Al revisar los históricos de todos los caudales del TIT-1 (1999-2014), CHL-8 (1996-2014), se concluye que se trata de una época húmeda con influencia de lluvias.

En el caso de PGB-1 (2007-2014), VIZ-2 (1999-2014) la gran disponibilidad hídrica de la cuenca limita el uso del agua de Pasto Grande.

7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo



Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015



7.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio

Parámetros	LD	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA												D.S. N° 002-2008-MINAM CATEGORÍA 3		
		PAJAD-01	TIT-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-01	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	RV TB	RV TA	BA
Fisicoquímicos																
Caudal (L/s)		396	2324.8	432.5	495	811.5	611.3	21.2	21.7	86.5	1.6	332.8	944			
Bicarbonatos (mg HCO ₃ /L)	0.6	65.2	2.4	29.8	33.8	45.3	42.8	13.1	17.9	36.8	20.3	33.0	39.7	370	370	
Calcio Total (mg/L)	0.003	38.59	37.06	5.85	5.74	10.05	8.35	7.77	4.46	5.42	19.85	8.60	8.12	200	200	
Carbonatos (mg CO ₃ /L)	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	5	5	
Cloruro (mg/L)	0.025	5.061	233.429	0.866	1.505	17.638	13.434	0.846	0.509	8.815	41.886	4.028	9.321	100-700	100-700	
Temperatura. (°C)	--	12.8	8.5	10.9	9.9	8.0	9.0	12.7	13.6	12.5	16.8	11.8	9.7			
Conductividad Eléctrica. (µS/cm)	--	387.0	1,350.0	87.7	98.0	162.6	146.1	163.8	90.0	151.7	435.0	138.4	141.5	2000	2000	5000
DBO (mg/L)	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	15	15	15
DQO (mg/L)	3.0	<3	3.0	7.0	7.0	7.0	12.0	4.0	18.0	6.0	5.0	6.0	9.0	40	40	40
Fluoruro (mg/L)	0.002	0.118	0.285	0.086	0.075	0.094	0.096	0.058	0.097	0.099	0.187	0.083	0.097	1	1	2
Fósforo Reactivo Disuelto (mg/L)	0.005	0.053 *	0.050 *	0.156 *	0.081 *	0.078 *	0.114 *	0.110 *	0.123 *	0.102 *	0.138 *	0.074 *	0.095 *	1	1	
Nitrato (como N) (mg/L)	0.007	0.0620	0.0850	0.0440	0.0420	<0.007	<0.007	0.1110	<0.007	<0.007	0.0140	<0.007	<0.007	10	10	50
Nitrito (mg/L)	0.0	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.06	0.06	1
Oxígeno Disuelto. (mg/L)	--	4.2	3.2	4.0	4.9	5.3	4.5	6.2	6.2	7.2	7.6	4.1	4.2	4	4	5
Potencial de Hidrógeno. (pH)	--	8.2	4.6	7.4	7.5	8.4	8.3	6.9	6.9	8.3	6.9	8.2	8.2	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.4
Sodio Total (mg/L)	0.02	21.72	255.10	10.47	8.63	17.94	15.49	5.75	5.20	15.96	35.36	11.28	13.01	200	200	
Sulfato (mg/L)	0.01	93.32	182.13	14.35	14.55	13.39	13.55	33.88	12.77	19.66	94.45	29.83	19.62	300	300	500
Sulfuro (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 *	<0.001 *	0.05	0.05	0.05



Parámetros	LD	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA											D.S. N° 002-2008-MINAM CATEGORÍA 3			
		PAJAD-01	TIT-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-01	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	RV TB	RV TA	BA
Inorgánicos																
Aluminio Total (mg/L)	2.000	0.290	14.990	0.040	0.040	0.090	0.090	<0.02	0.100	0.040	0.300	0.120	0.110	5	5	5
Arsénico Total (mg/L)	1.000	0.016	0.105	0.027	0.042	0.065	0.068	0.008	<0.001	0.010	0.007	0.004	0.039	0.05	0.05	0.1
Bario Total (mg/L)	2.000	0.021	0.024	0.009	0.010	0.011	0.012	0.017	0.017	0.007	0.030	0.017	0.014	0.7	0.7	
Berilio Total (mg/L)	1.000	<0.0001	0.0005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			0.1
Boro Total (mg/L)	1.000	0.140	2.680	0.030	0.050	0.210	0.180	0.020	0.020	0.200	0.650	0.100	0.140	0.5-6	0.5-6	5
Cadmio Total (mg/L)	2.000	<0.0002	0.0039	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.005	0.005	0.01
Cianuro WAD (mg/L)	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0020	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1	0.1	0.1
Cobalto Total (mg/L)	0.00007	<0.00007	0.0527	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	<0.00007	0.0002	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.05	0.05	1
Cobre Total (mg/L)	0.001	<0.001	0.520	0.002	<0.001	0.002	0.004	<0.001	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.001	0.2	0.2	0.5
Cromo 6 Total (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	<0.002	0.1	0.1	1
Hierro Total (mg/L)	0.001	0.447	7.956	0.636	0.607	0.616	0.555	0.023	1.096	0.213	0.277	0.358	0.482	1	1	1
Litio Total (mg/L)	0.0009	0.0199	0.5264	0.0051	0.0076	0.0209	0.0193	0.0014	0.0011	0.0310	0.1192	0.0093	0.0151	2.5	2.5	2.5
Magnesio Total (mg/L)	0.001	10.54	14.75	2.50	2.53	3.06	2.69	2.84	2.00	2.36	7.98	3.51	2.93	150	150	150
Manganeso Total (mg/L)	0.0006	0.0126	0.9020	0.0186	0.0171	0.0241	0.0176	<0.0006	0.0087	0.0126	0.3535	0.0171	0.0173	0.2	0.2	0.2
Mercurio Total (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	0.001	0.001	0.001
Niquel Total (mg/L)	0.0004	0.0004	0.0433	0.0007	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0004	<0.0004	0.0028	0.0009	0.0005	0.2	0.2	0.2
Plata Total (mg/L)	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	0.05	0.05	0.05
Plomo Total (mg/L)	0.0003	<0.0003	0.0034	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0004	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05	0.05	0.05
Selenio Total (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	<0.002	0.05	0.05	0.05
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0091	0.3802	0.0221	0.0034	0.1220	0.0042	<0.0008	0.0012	0.0028	0.0081	0.0010	0.0012	2	2	24
Orgánicos																
Aceites y Grasas (mg/L)	0.20	0.3000	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.4000	0.2000	1.1000	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1	1	1
Fenoles (mg/L)	0.0	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.001	0.001	0.001
S.A.A.M. (mg/L)	0.0200	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	1	1	1
Biológicos																
Numeración Coliformes totales (NMP/100 mL)	--	330	<1.8	230.0	230.0	79.0	94	22	33	46	230	79	49	5000	5000	5000
Numeración de Coliformes fecales (NMP/100 mL)	--	4.5	<1.8	<1.8	45.0	22.0	46	<1.8	<1.8	21	<1.8	49	33	1000	2000	1000



Parámetros	LD	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA											
		PAJAD-01	TIT-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-01	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2
Alcalinidad Total (mgCaCO3/L)	0.50	53.4000	2.0000	24.5000	27.7000	37.2000	35.3000	10.7000	14.6000	30.1000	16.6000	27.0000	32.6000
Alcalinidad-Bicarbonato (mgCaCO3/L)	0.50	53.4000	2.0000	24.5000	27.7000	37.2000	35.0000	10.7000	14.6000	30.1000	16.6000	27.0000	32.6000
Cianuro libre (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	<0.001
Cianuro total (mg/L)	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0020	0.0010	0.0020	<0.001	<0.001	0.0020	0.0010
Dureza Total (mgCaCO3/L)	0.50	154.5000	157.0000	25.8000	25.7000	43.1000	34.1000	31.5000	23.0000	25.4000	86.2000	37.0000	35.4000
Fósforo Total (mg/L)	0.004	0.0440	0.0760	0.0840	0.0770	0.0780	0.1200	0.1250	0.0660	0.0580	0.0640	0.7500	0.2930
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	0.004	0.1170	0.8610	0.0840	0.0280	0.0480	0.0820	0.0130	0.0140	0.0080	0.0180	0.0710	0.0160
Silicatos (Si-SiO3) (mg/L)	0.04	16.7300	25.0400	19.3800	19.1900	17.0700	18.0000	21.4800	18.1700	13.4000	21.2000	15.3200	16.3800
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	1.00	243.0000	858.0000	76.0000	80.0000	133.0000	118.0000	94.0000	53.0000	115.0000	287.0000	114.0000	124.0000
Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1.00	4.0000	58.0000	8.0000	5.0000	3.0000	2.0000	<1	2.0000	<1	13.0000	<1	<1
Bromuro (mg/L)	0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014



Parámetros	LD	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA											
		PAJAD-01	TIT-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-01	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2
Antimonio Total (mg/L)	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0020	0.0017	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0010
Bismuto Total (mg/L)	0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.0003	0.0119	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	<0.00008	0.0003	<0.00008	0.0002	0.0002	0.0002
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0008	0.0731	0.0043	0.0045	0.0063	0.0061	0.0016	<0.0001	0.0049	0.0089	0.0017	0.0039
Cromo Total (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	<0.002
Estaño Total (mg/L)	0.001	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Estroncio Total (mg/L)	0.00	0.5419	0.6449	0.0468	0.0470	0.1345	0.1076	0.0704	0.0476	0.0594	0.1920	0.0808	0.0950
Fósforo Total (mg/L)	0.20	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Galio Total (mg/L)	0.00004	<0.00004	0.0007	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0000	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Germanio Total (mg/L)	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
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Lantano Total (mg/L)	0.0005	<0.0005	0.0040	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	<0.00002	0.0001	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Molibdeno Total (mg/L)	0.00014	0.0021	0.0010	0.0011	0.0006	0.0013	0.0013	0.0003	0.0002	0.0007	0.0017	0.0007	0.0010
Niobio Total (mg/L)	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Potasio Total (mg/L)	0.20	2.7000	9.3000	3.6000	3.3000	3.9000	3.7000	3.7000	2.2000	4.6000	10.4000	4.0000	3.6000
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0062	0.0748	0.0088	0.0089	0.0099	0.0099	0.0133	0.0059	0.0118	0.0259	0.0096	0.0092
Silicio Total (mg/L)	0.04	18.8800	26.9200	22.3100	22.1200	20.0000	20.2200	25.9100	20.3900	14.9700	25.6300	17.5400	18.6000
Talio Total (mg/L)	0.00003	<0.00003	0.0003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.0001	<0.00003	<0.00003
Tantalio Total (mg/L)	0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
Teluro 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	<0.001
Thorio Total (mg/L)	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Titanio Total (mg/L)	0.01	<0.01	0.0200	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Uranio Total (mg/L)	0.00004	0.0003	0.0011	<0.00004	<0.00004	0.0000	0.0001	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Vanadio Total (mg/L)	0.002	0.0030	0.0040	0.0040	0.0030	0.0040	0.0060	0.0060	0.0050	0.0040	0.0020	0.0040	0.0030
Wolframio Total (mg/L)	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
Yterbio Total (mg/L)	0.00002	<0.00002	0.0007	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.0006	0.0016	<0.00015	<0.00015	0.0002	0.0002	<0.00015	0.0004	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015

Valor excede el ECA Agua Categoría 3
 * El método no ha sido aceptado ante INDECOPI

7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Temperatura

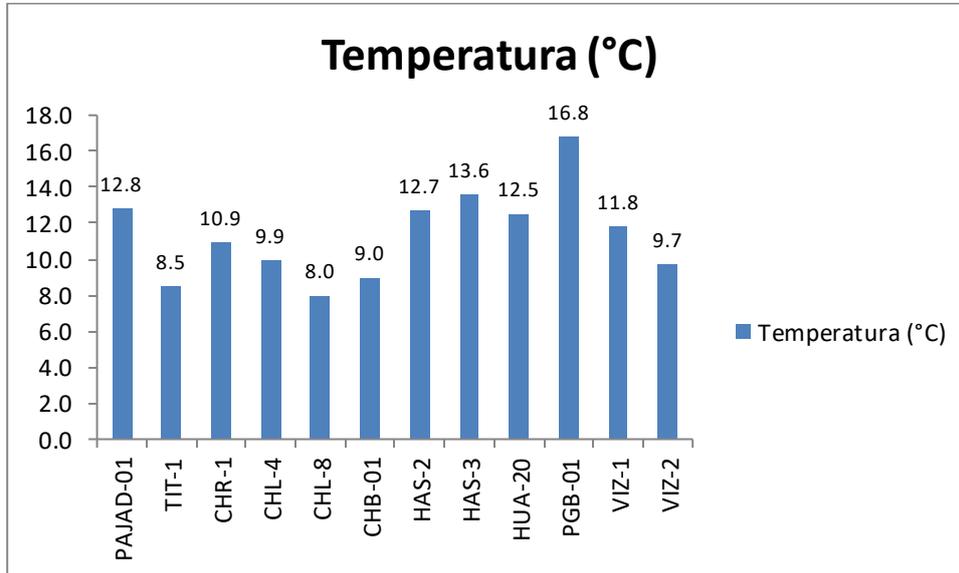


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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, la temperatura del agua en los puntos de monitoreo correspondientes a la cuenca del Titre son valores bajos, al revisar la información histórica del TIT-1 se observa que en los meses de época húmeda tiene valores bajos, debido al incremento del caudal, esto favorecido por la disminución de la superficie del agua expuesta al sol y el descenso de la temperatura ambiental. A diferencia de la época seca no se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura.

Las aguas de la microcuenca del río Chilota presentan temperaturas bajas que oscilan entre 8 a 10.9 °C, característico de zonas de altura. Las aguas de la cuenca del río Vizcachas presenta temperaturas bajas que oscilan entre 9.7 a 13.6 °C, característico de zonas de altura. A la salida del embalse Pasto Grande en la estación PGB-01, la temperatura es mayor 16.8 °C debido a que la superficie de agua expuesta al sol es amplia y son aguas con poco movimiento.

Oxígeno Disuelto

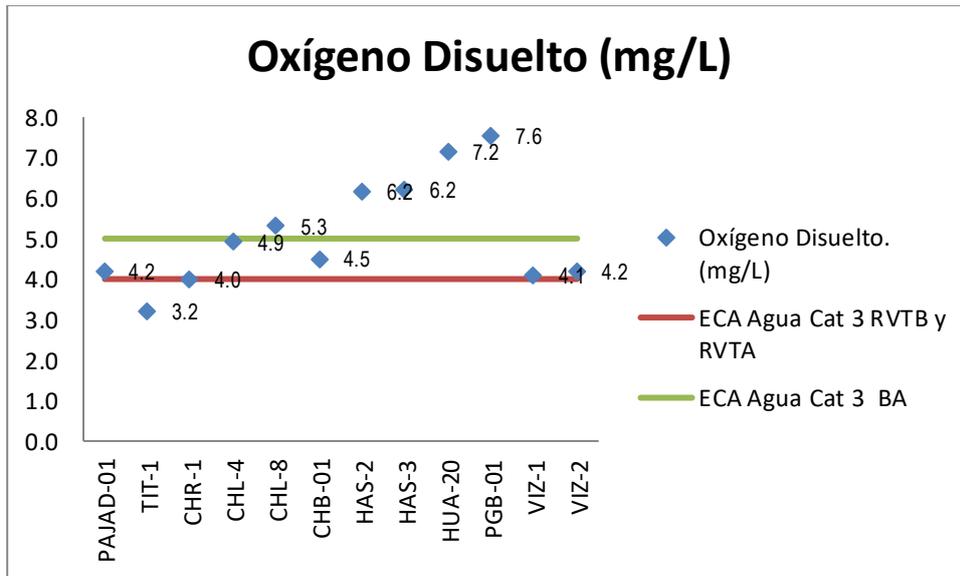


Gráfico 03. Variación espacial del contenido de oxígeno disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El contenido de oxígeno disuelto en el agua es un parámetro importante para el mantenimiento de la vida acuática, los peces no pueden habitar en cuerpos de agua con menos de 5 mgO₂/L.

El ingreso de oxígeno en el agua es de la atmosfera hacia el agua, cuando el cuerpo de agua está en movimiento se favorece el ingreso más que cuando el agua está estancada o tiene poco movimiento, a nivel del mar y 20 °C la cantidad promedio de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural ventilado es aproximadamente 8.0 mgO₂/L. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales exige un valor mínimo 4 mg O₂/L y en el caso de bebida de animales, como mínimo 5 mg O₂/L. El contenido de oxígeno disuelto en el agua puede disminuir por presencia de materia orgánica, sustancias susceptibles de oxidación, entre otros parámetros.

Como se observa en el gráfico 03 el contenido de oxígeno disuelto en el agua de las estaciones de aguas superficiales casi todas las estaciones de monitoreo presentan agua con valores superiores al límite mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. En el caso del río Titire en la estación TIT-1, no se cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, 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.

Potencial de Hidrógeno - pH

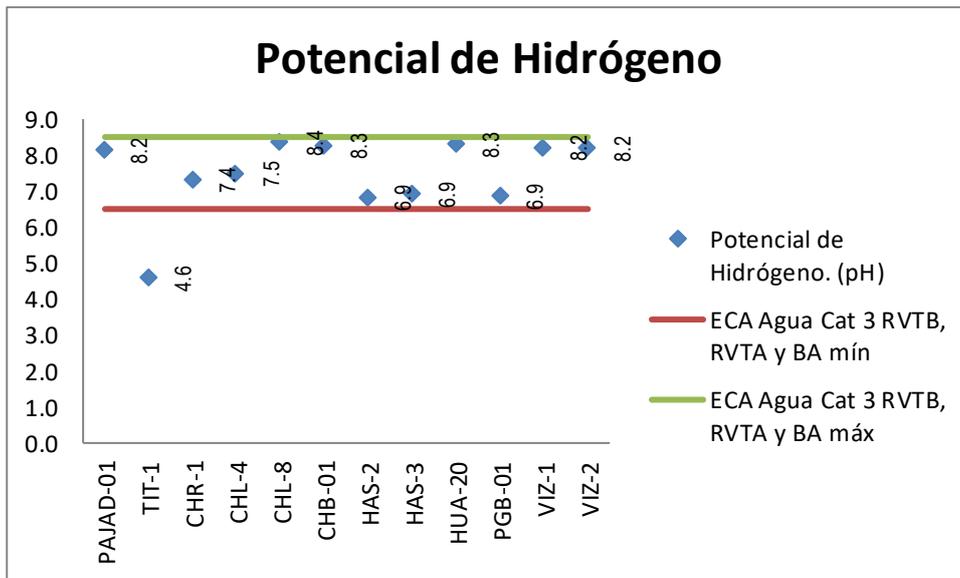


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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 natural, 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 Fe³⁺ y el Al³⁺, entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en la gráfico 04, los valores de pH de casi todas las estaciones cumplen con el rango establecido por el ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales.

Las aguas del río Titire presentan valores de pH bajos que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales, esto probablemente se debe a la influencia de las aguas termales, la presencia de iones ácidos de hierro y aluminio, así como valores bajos de alcalinidad y contenido de bicarbonatos justifican este valor bajo. Los datos históricos de pH en la estación TIT-1 indican que el valor de pH en época húmeda es bajo comparado con la época seca, llegando a valores mínimos de 4.6.

Conductividad Eléctrica

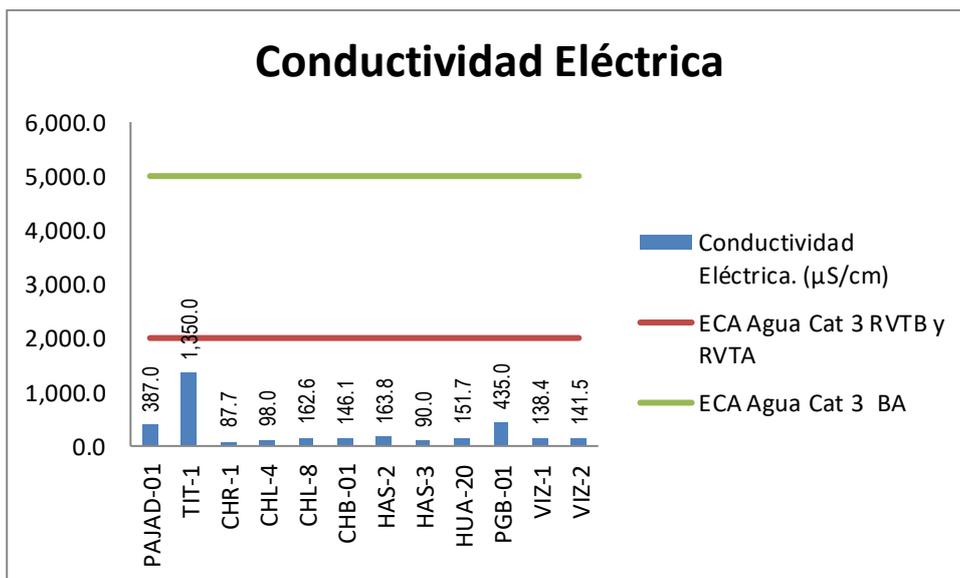


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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 2000 uS/cm y para el caso de bebida de animales se contempla una valor de 5000 uS/cm.

Como se observa en el gráfico 05 los valores de conductividad de todas las estaciones de monitoreo 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 (1350 uS/cm), esta situación se ha presentado en forma frecuente en la calidad del agua del río Titire en los meses de época húmeda, demostrando el ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

Bicarbonatos

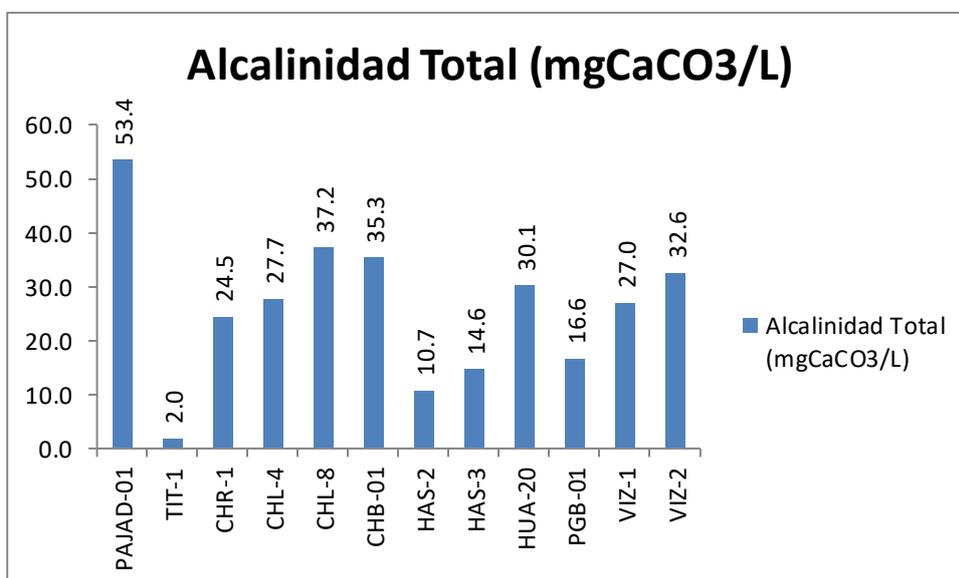
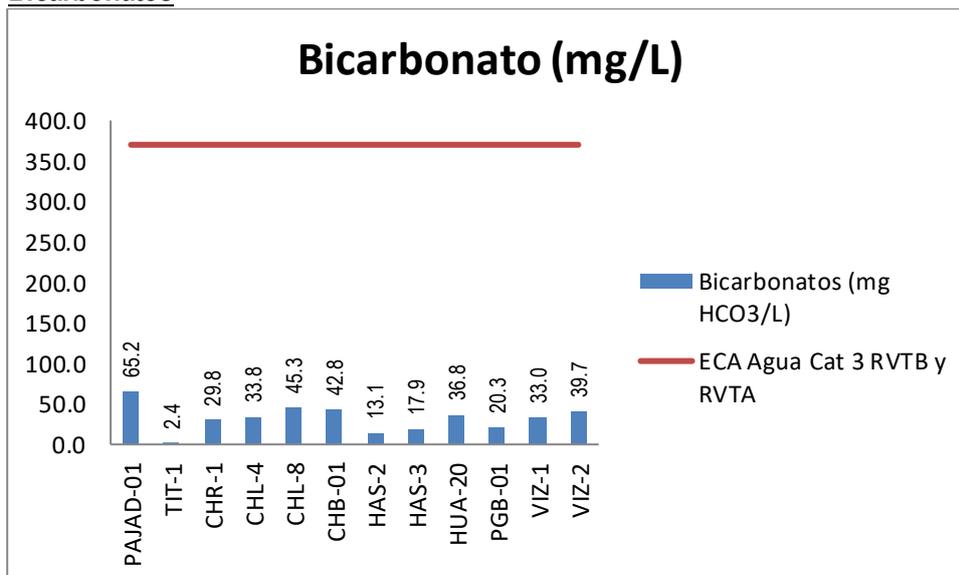


Gráfico 06. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato y alcalinidad total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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 Al³⁺ y Fe³⁺. El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 370 mg CaCO₃/L.

Como se observa en el gráfico 06, la calidad del agua de la estación de monitoreo PAJAD-1 presenta un valor de alcalinidad moderado de 53.4 mg/L, mientras que en la estación TIT-1 tiene un valor bajo 2 mg/L, esto nos indica el ingreso de una fuente de iones ácidos como hierro, aluminio, en esta situación puede estar influencia por arrastre desde el suelo o por el ingreso de aguas de naturaleza termal.

Carbonatos

Los carbonatos son una de las especies carbonatadas importantes en el agua, las principales fuentes son el dióxido de carbono que se introduce en el agua desde el aire, forma el ácido carbónico, este se disocia y dependiendo del pH puede formar bicarbonato o carbonato. A valores ligeramente altos pH > 8, se forma carbonato preferentemente. La otra fuente importante de carbonatos es la disolución del material de suelo carbonatado. El ECA agua categoría 3 fija un valor de 5 mg CaCO₃/L para agua de riego, debido a que la presencia de carbonatos en el agua riego ocasiona problemas de salinización del suelo.

No se ha determinado presencia de carbonatos en ninguna de las estaciones de calidad de agua superficial del área de abastecimiento de agua como se observa en el gráfico 07.

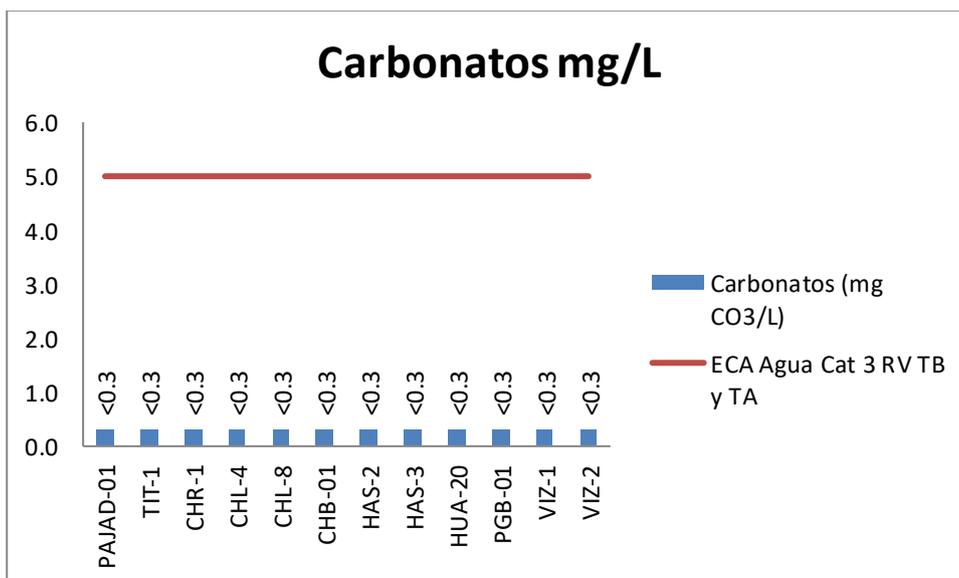


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de carbonatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

Dureza

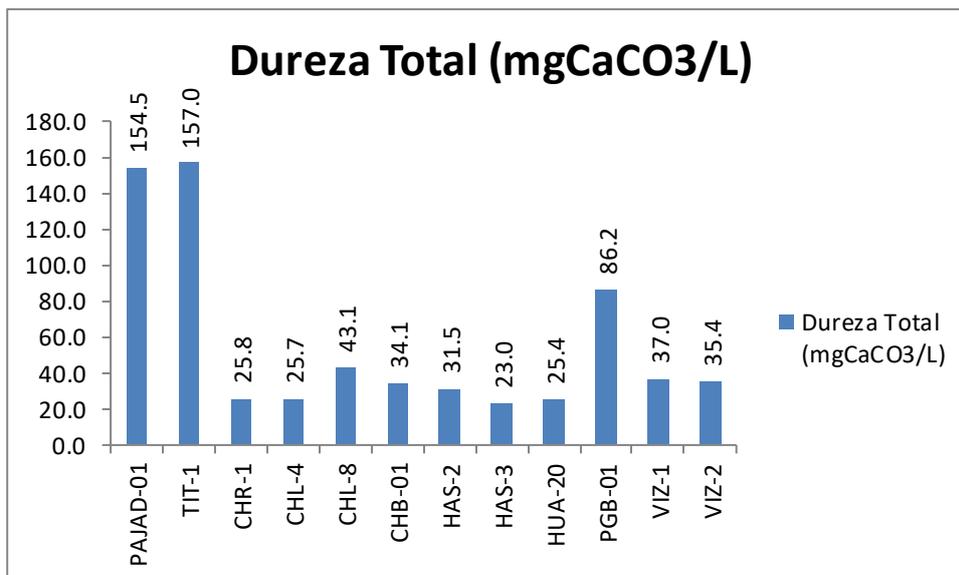


Gráfico 08. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

La presencia de cationes polivalentes, principalmente los cationes de calcio y de magnesio dan origen a la dureza de las aguas.

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 CaCO₃/L de dureza como CaCO₃, medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO₃/L, dura de 200 a 300 mg CaCO₃/L, sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO₃/L.

Como se observa en gráfico 08, la dureza en la cuenca del río Titire se incrementa, conjuntamente con el contenido de Calcio y Magnesio, por lo tanto la dureza de las aguas del río Titire en época húmeda son medianamente duras. En las demás estaciones el agua es blanda.

Sólidos Totales Disueltos

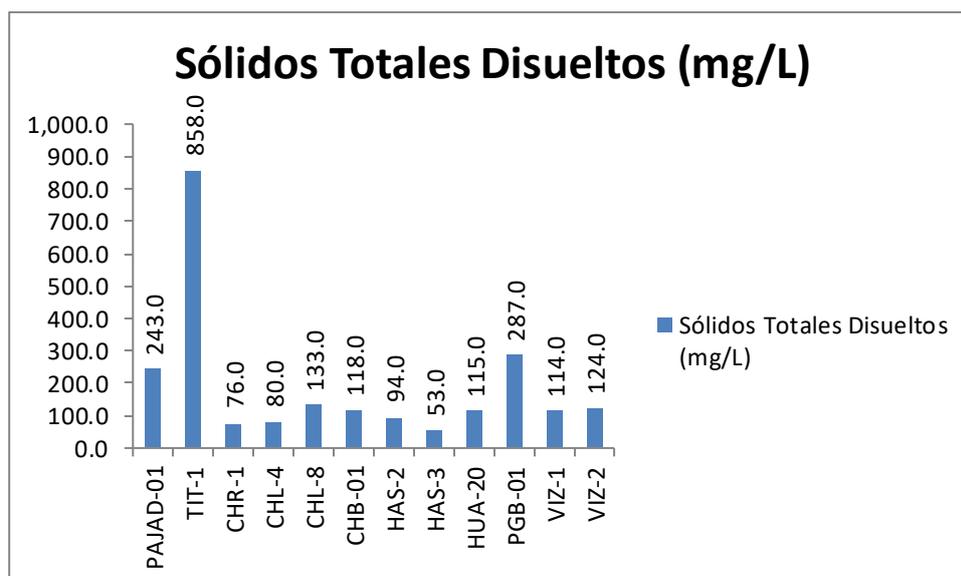


Gráfico 09. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Los sólidos totales disueltos, representa 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.

Como se observa en el gráfico 09, la calidad del agua del TIT-1 presenta valores altos de sólidos disueltos totales (858 mg/L), esto se relaciona con el valor alto de conductividad (1350 uS/cm), aniones como los cloruros y cationes como Litio, Sodio, Magnesio y Potasio, esto nos indica el ingreso de una fuente de agua termal o mineral.

El contenido de Sólidos Totales Disueltos en todas las estaciones, excepto TIT-1 está en el rango de 287 a 53, esto nos sugiere presencia de sales disueltas en toda la cuenca.

Sólidos Totales en Suspensión

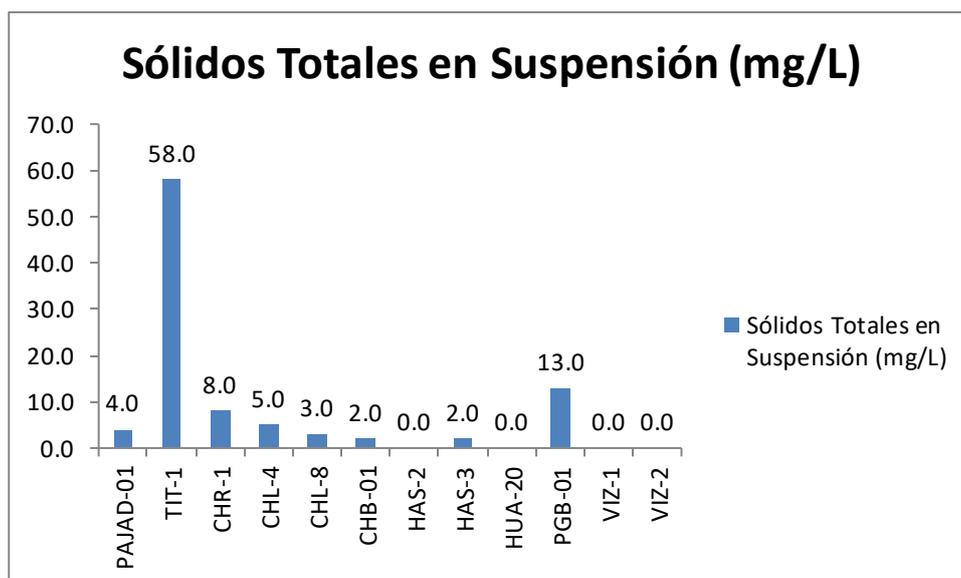


Gráfico 10. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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 e n 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.

En el gráfico 10 se observa que la calidad del agua de todas las estaciones, presentan valores por debajo de 13 mg/L, estos valores bajos son frecuentes. En el caso de la estación TIT-1 presenta un valor de 58 mg/l valor alto para la zona de abastecimiento de agua pero frecuente para la época húmeda en esta estación.

Fosfatos (Fósforo Reactivo Disuelto)

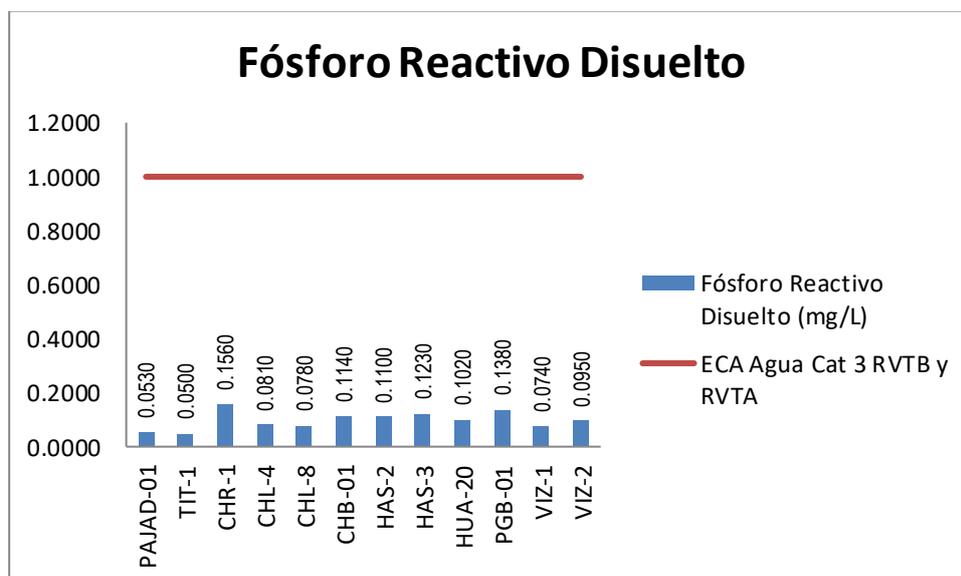


Gráfico 11. Variación espacial del contenido de fósforo total y fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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.

Los valores de fósforo en todas las estaciones son bajos, cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales.

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

Sulfuros

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

La concentración umbral para H₂S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H₂S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H₂SO₄ en las paredes de las tuberías.

El ECA agua categoría 3 fija un valor de 0.05 mg/L, en el gráfico 12 no se ha detectado la presencia de sulfuros en ninguna de las estaciones.

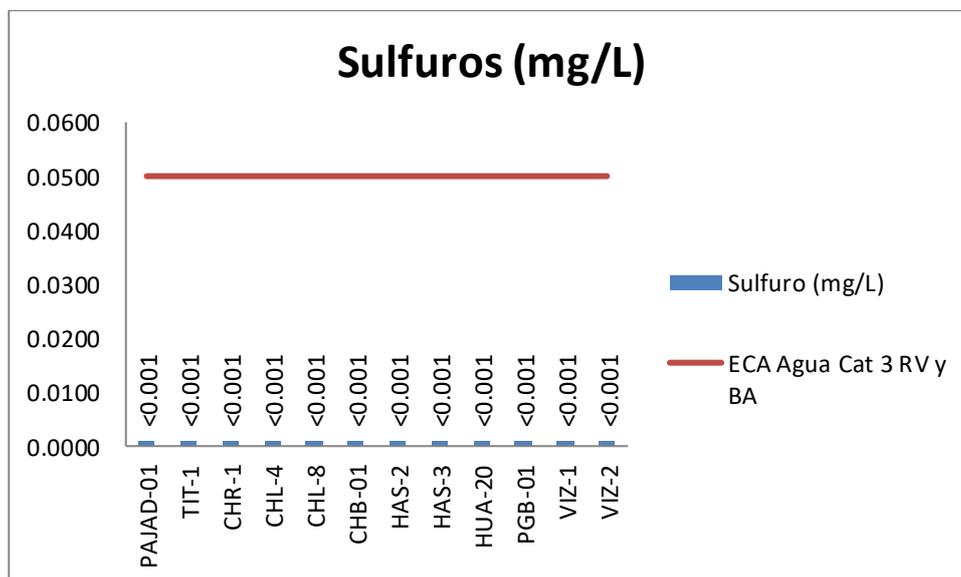


Gráfico 12. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Fluoruro

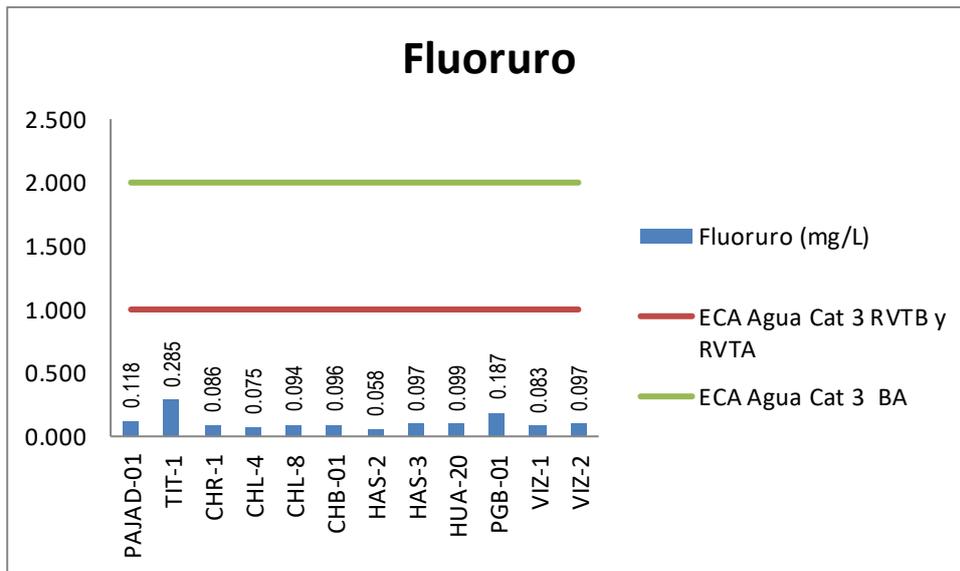


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El flúor es una sustancia que previene la caries a una concentración aproximada de 1 mg/L sin ocasionar efectos a la salud, Moquegua es el departamento con menor índice de caries en el Perú (MINSA 2001), la principal fuente de flúor es ceniza volcánica o material volcánico en general. El exceso de flúor en el agua puede ser responsable de la deformación de los huesos, enfermedad conocida como fluorosis ósea. El ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales fija el valor en 1 mg/L.

Se observa en el gráfico 13, en la época húmeda la concentración de fluor presente en el agua de todas las estaciones de monitoreo están por debajo de 0.285 mg/L y cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales. Esta situación es característica de la época húmeda y difiere de la época seca.

Cloruros

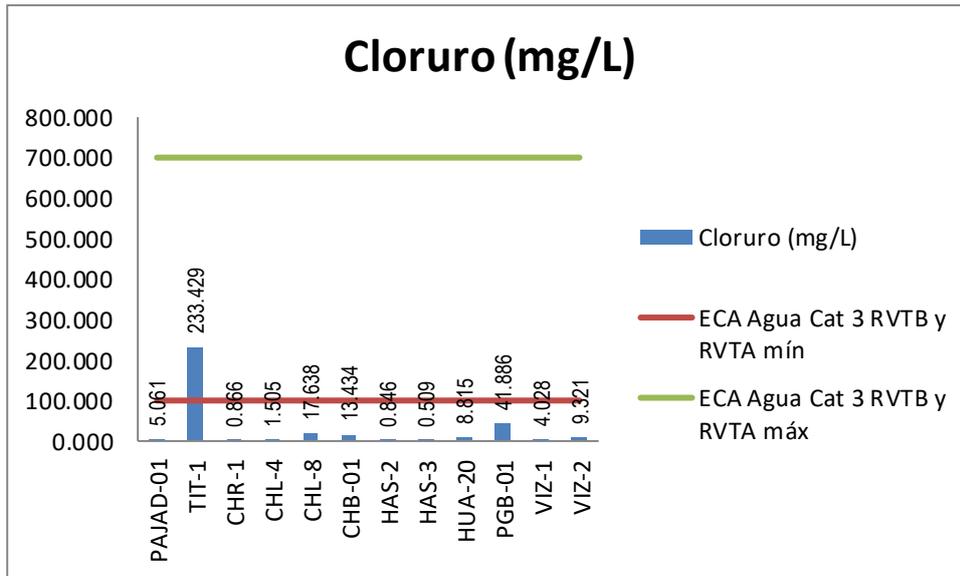


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Los cloruros se encuentran en los suelos de Moquegua juntamente con los aluminosilicatos y sulfatos, se encuentra asociado 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 máximo de 700 mg/L.

La concentración de cloruros de todas las estaciones de monitoreo están por debajo de 23.4 mg/L y cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales valor máximo.

Los cloruros en la estación TIT-1 son elevados esto se correlaciona con el valor de la conductividad y la presencia de iones metálicos y otros aniones, esto es característico de época húmeda. Al compararlos con los de época seca se observa que existe dilución de los cloruros por efecto de dilución de las aguas termales por incremento del caudal.

Nitratos

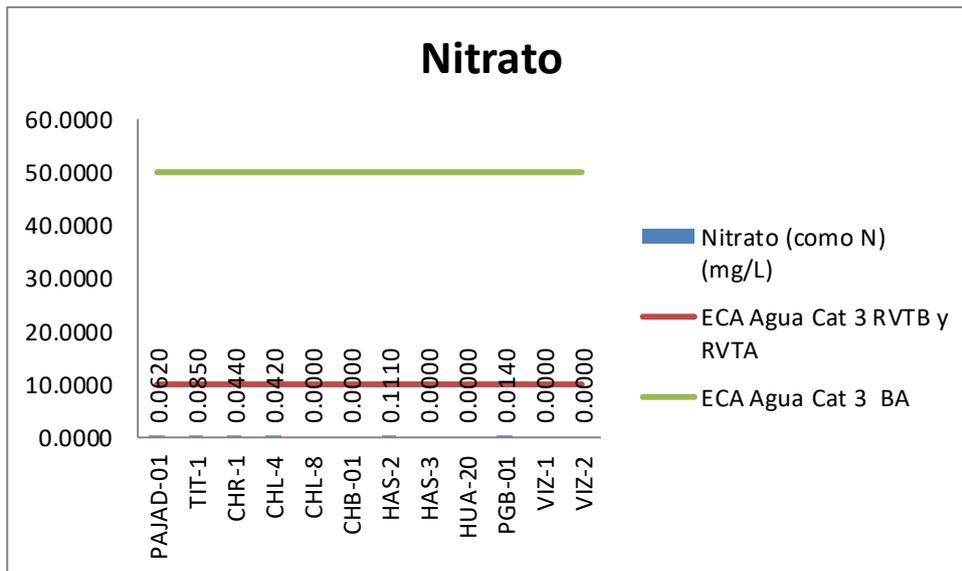


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de nitratos y nitritos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Los nitratos son nutrientes de las plantas, las principales fuentes de nitratos en el agua son aguas residuales domésticas y fertilizantes. El ECA Agua Categoría 3 fija valores para agua de bebida de animales de 10 mg/L y para riego 50 mg/L. Para bebida el exceso de nitratos puede ocasionar problemas de metahemoglobinemia, problemas con la oxigenación de animales o personas, para el caso de riego el exceso puede ocasionar problemas de salinización de suelos.

Como se observa en el gráfico 15, el contenido de nitratos es muy bajo en la cuenca del Titire, Chilota, Calasaya y Vizcachas, indicando baja actividad antropogénica en la zona, el contenido de nitritos no ha sido detectado.

Sulfatos

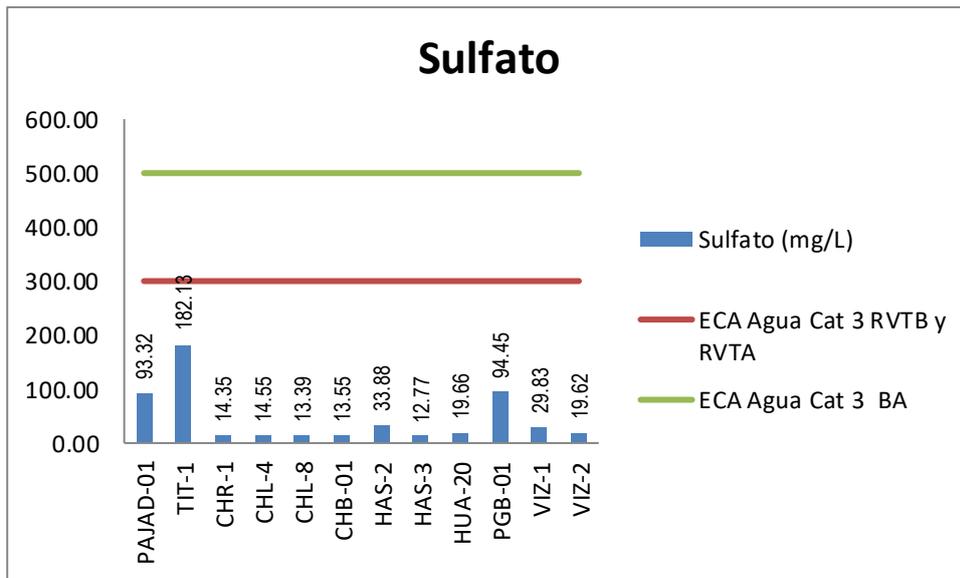


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Los sulfatos en el agua son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e llo 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 300 mg/L y para bebida de animales es 500 mg/L.

Se observa en el gráfico 16, que el contenido de sulfatos en el agua de todas las estaciones de monitoreo, cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales.

En la estación TIT-1 tiene un contenido de sulfatos de 182,1 mg/L, valor significativo que influye en la solubilidad del hierro y aluminio, situación similar sucede con el agua de la estación PGB.01.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅

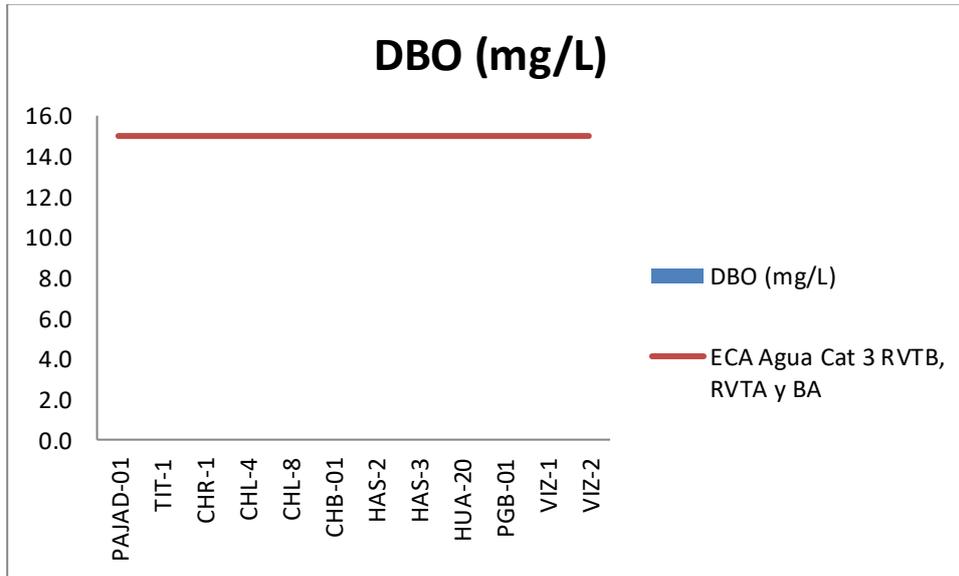


Gráfico 17. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

La Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable, las principales fuentes de DBO₅ en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, proveniente de inodoros o cocina. El incremento del DBO₅ 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 DBO₅, debido a que cuando la materia orgánica del vertimiento que se ha degradado, por procesos de difusión del oxígeno del aire hacia el agua permite que 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 17, la DBO₅ en el agua en todas las estaciones de monitoreo no ha sido detectada, cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales. Esto indica que no existe ingreso de aguas residuales con materia orgánica.

Demanda Química de Oxígeno - DQO

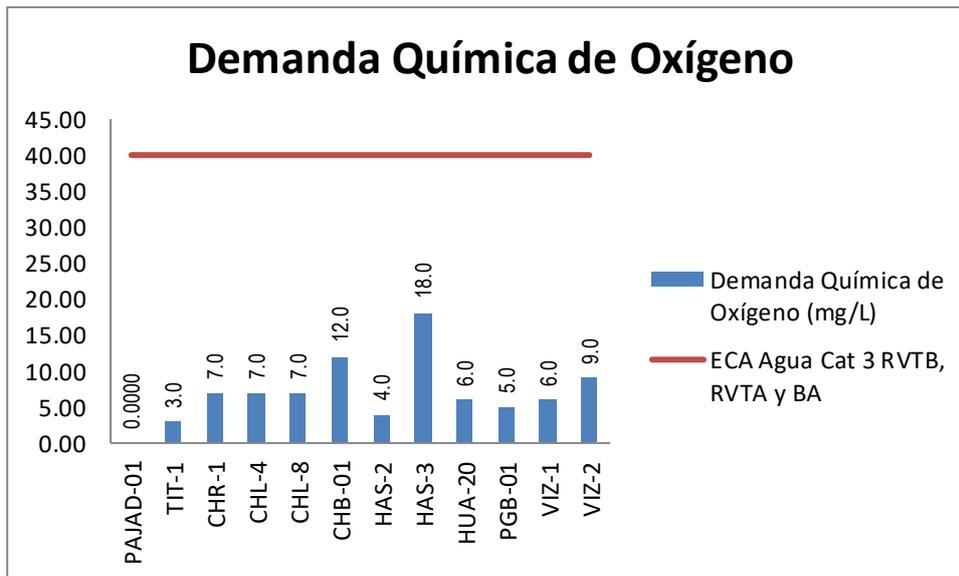


Gráfico 17. Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

La Demanda Química de Oxígeno representa a todo material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias químicas susceptibles de oxidación, que consumen oxígeno en el agua al oxidarse químicamente. Las principales fuentes de DQO en el agua son la materia orgánica de las aguas residuales domésticas (excretas de inodoros, restos de comida), también detergentes, aceites y grasas que no se degradan fácilmente, material orgánico nitrogenado entre otros. El ECA Agua categoría 3, contempla un valor máximo de DQO de 40 mg O_2/L .

Como se observa en el gráfico 17, la calidad del agua de todas las estaciones presenta valores bajos del DQO, relacionado con material susceptible de oxidación, tales como iones hierro u otros. Estos valores cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales.

Coliformes Fecales y totales

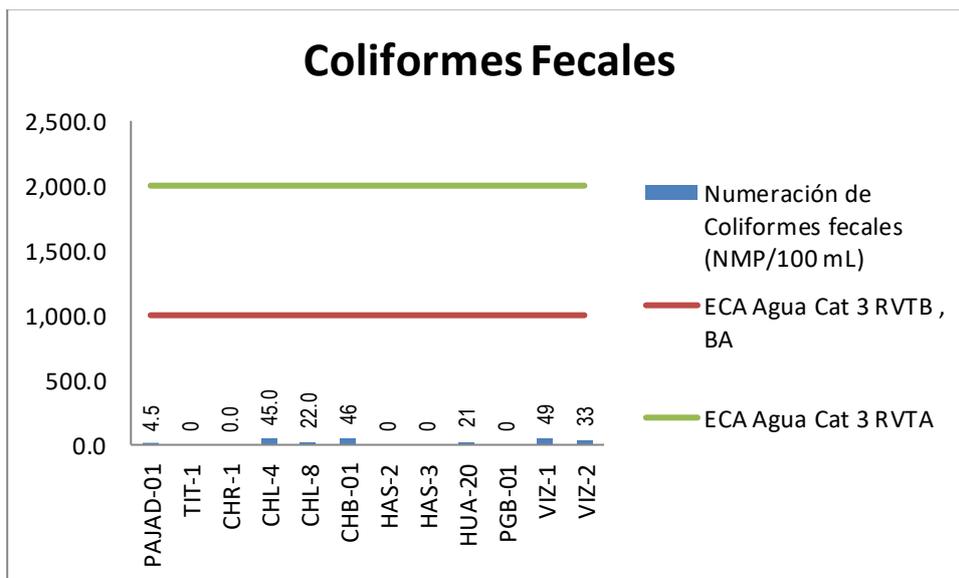
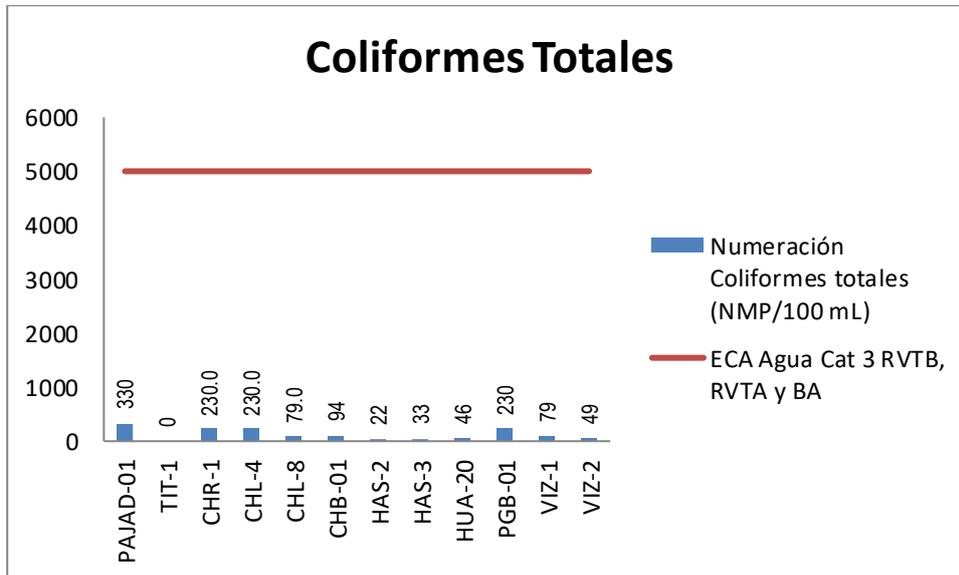


Gráfico 18 y 19. Variación espacial de la numeración de coliformes totales y fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

La presencia de Coliformes Fecales y Totales en los cuerpos de agua son indicativos de la presencia de excretas de animales y humanos en el cuerpo de agua, en el caso de los coliformes fecales o termotolerantes, estos son bacterias que se encuentran en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente. Los coliformes totales incluyen a los fecales y a otros que no se encuentran en el intestino de humanos o animales de sangre caliente. La principal especie de coliformes es la *Escherichia coli*. Las fuentes más importantes de coliformes fecales y totales en el agua son los

vertimientos de aguas residuales domésticas, excretas que son arrastradas por escorrentía al agua, filtraciones de pozos sépticos entre otros.

El ECA Agua Categoría 3 para bebida de animales contempla un valor de 1000 NMP/100 mL, para riego de vegetales un valor de 2000 NMP/100 mL, para coliformes fecales y 5000 NMP/100 mL para coliformes totales.

Como se observa en los gráficos 18 y 19, la calidad del agua en la zona de abastecimiento de agua en todos los puntos de monitoreo no presenta ingreso de coliformes totales o fecales. Los valores cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales

METALES

Aluminio

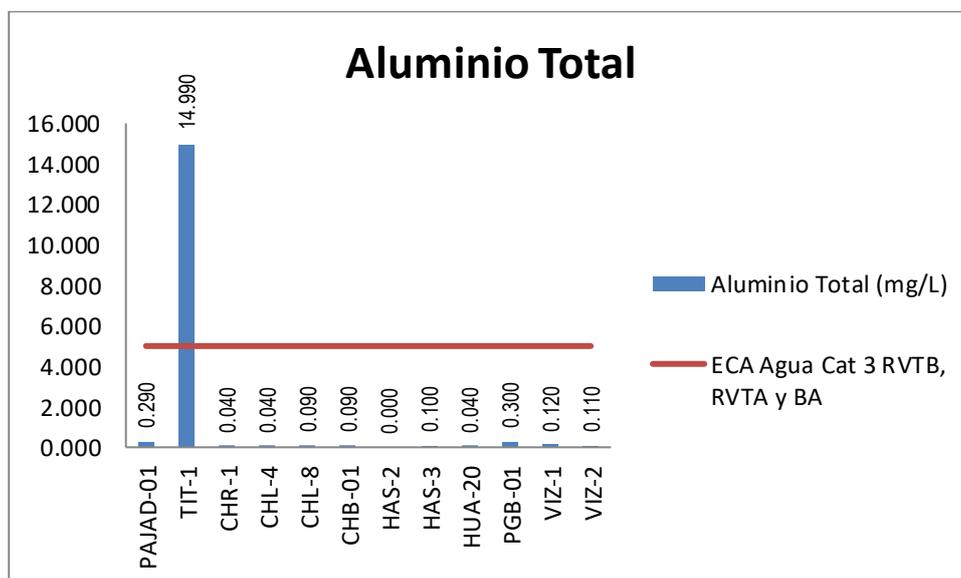


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El aluminio es el tercer elemento más abundante en el planeta aproximadamente 8.07 %, la presencia de este elemento en suelos es importante y frecuente. El aluminio es un elemento capaz de liberar iones hidronio en el agua cuando esta disuelto y por lo tanto baja el valor del pH. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 5 mg/L.

Como se observa en el gráfico 20, el contenido de aluminio en el agua de todas las estaciones excepto TIT-1, presentan valores menores a 0.290 mg/l, cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales.

En el caso de la estación TIT-1 el contenido de aluminio excede lo establecido por el ECA, esto puede asociarse al ingreso de aluminio desde el suelo o por aguas termales. Esta situación es frecuente en época húmeda.

Arsénico

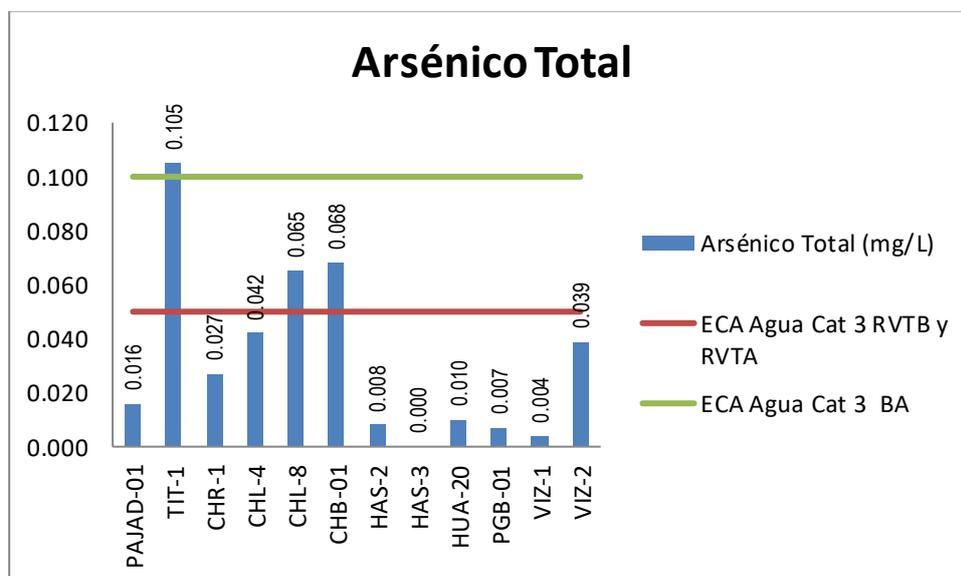


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP 3 Abril 2015 época húmeda

El arsénico es un metaloide asociado con la presencia de oro y plata, se detecta en aguas de naturaleza termal.

Como se observa en el gráfico 21, el río Titire y el río Chilota en las estaciones de monitoreo TIT-1, CHL-8 y CHB-01 presenta valores que exceden el ECA Agua (0.05 mg As/L), la principal fuente de arsénico en esta zona proviene del ingreso de aguas termales. Estos valores al compararlos con los de época seca son menores, debido a efectos de dilución de las fuentes de aguas termales.

En la cuenca del río Vizcachas, se observa que el VIZ-2 presenta concentraciones de arsénico cercanos al ECA Agua esto es debido a la influencia del río Chilota.

Bario

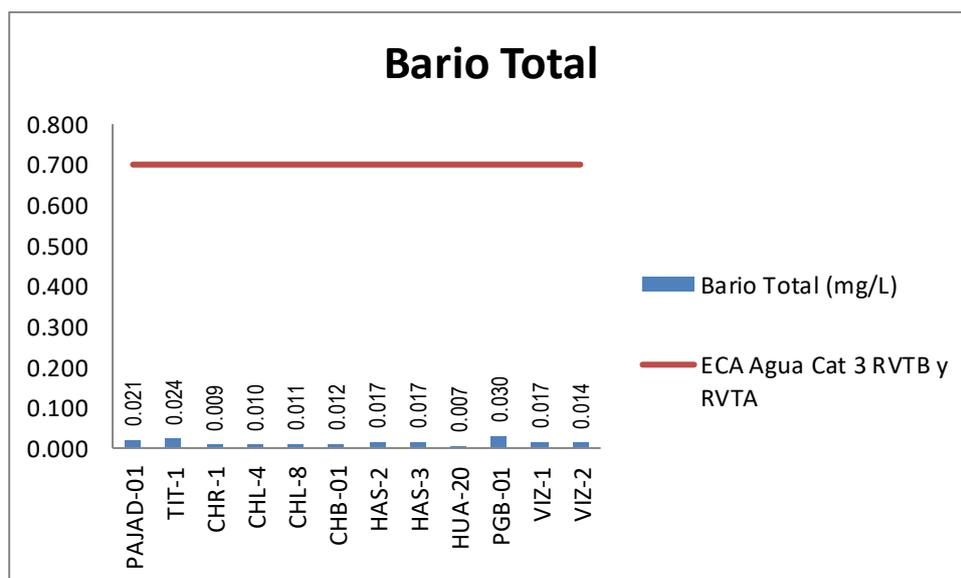


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

Como se observa en el gráfico 22, el contenido de bario está por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 de 0,7 mg/L. El ingreso de bario en el río Titire en la estación TIT-1 es debido al ingreso de aguas termales.

Los ríos Chilota, Calasaya y Vizcachas no presentan valores significativos de bario.

Boro

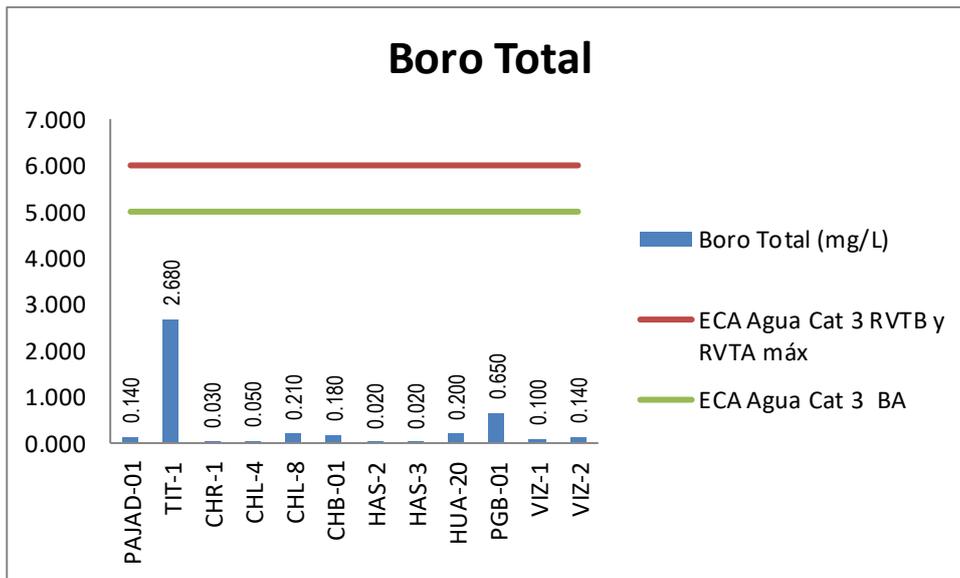


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El boro es esencial para el crecimiento de las plantas siendo sumamente tóxico en concentraciones por arriba del óptimo. Como se observa en el gráfico 23, el contenido de boro en el río Titire en la estación TIT-1 presenta valores altos de boro (2.86 mg B/L), por el ingreso de aguas de naturaleza termal. Estos valores son característicos de época húmeda

Por otro lado el río Vizcachas desde el embalse Pasto Grande, presenta valores significativos de boro PGB-1 (0.65 mg B/L), que luego aguas abajo se van diluyendo.

Cianuro

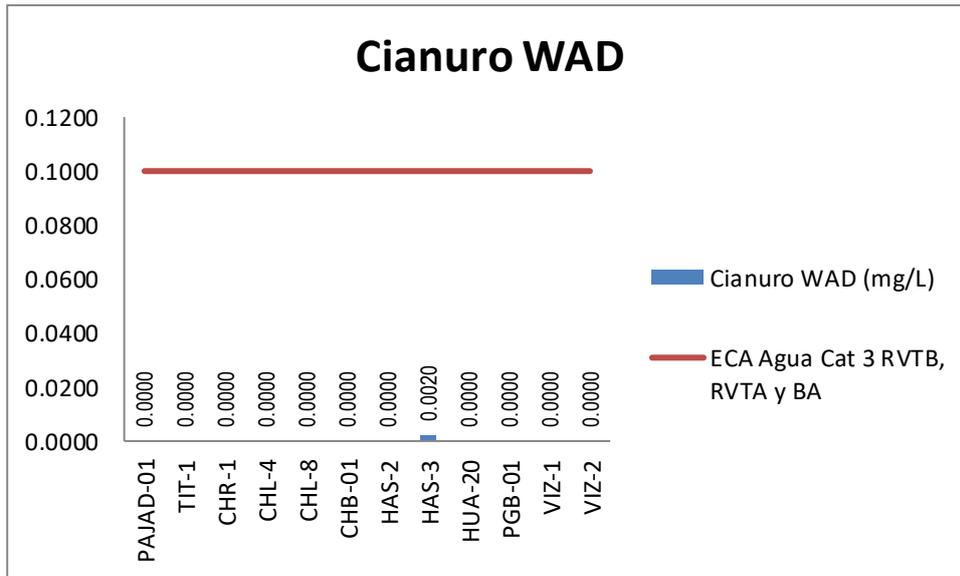


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El cianuro disociable en agua (WAD) son sustancias muy tóxicas, el ECA Agua Categoría 3 establece como máximo un valor de 0.1 mg Cd/L, como se puede observar en el gráfico 24, la estación HAS-3 Quebrada Vilaaje, se ha detectado una mínima concentración de cianuro, se debe verificar en posteriores monitoreos la repetibilidad de este parámetro.

Calcio

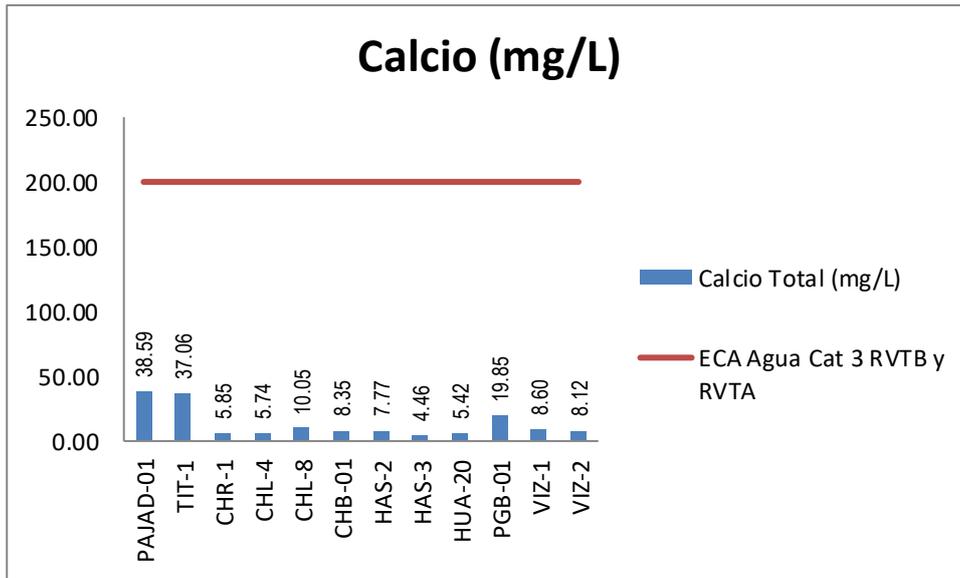


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El calcio es el principal elemento responsable de la dureza del agua, elevadas concentraciones de calcio en el agua es perjudicial para el riego, puede ocasionar problemas de salinización de suelos, en el caso de agua de bebida, puede ocasionar problemas renales al consumidor. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 200 mg/L para riego de vegetales.

Como se observa en el gráfico 25 el contenido de calcio en todas las estaciones del área de abastecimiento de agua presentan valores por debajo de 38.59 mg CaCO₃/L, estos valores cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales.

En la cuenca del Titire se observa una mayor concentración, estos valores son característicos para época húmeda y son menores a los de época seca.

Cobalto

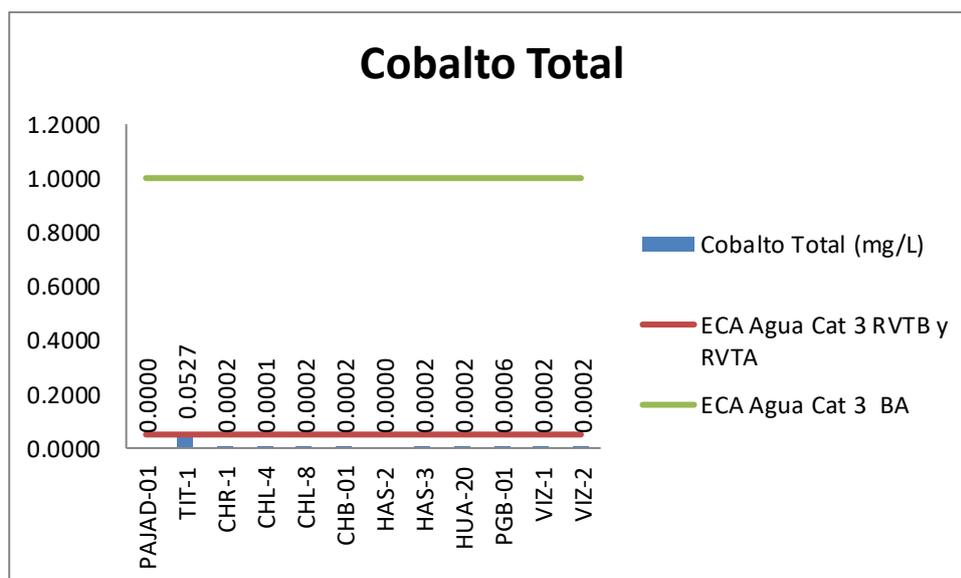


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Como se observa en el gráfico 26, se ha determinado la presencia de cobalto en las muestras de aguas superficiales, en concentraciones muy bajas, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales.

En el caso de la estación TIT-1 el valor solo cumple para bebida de animales. Esta situación puede deberse al ingreso de material de suelo con cobalto o la influencia del ingreso de aguas termales.

Cobre

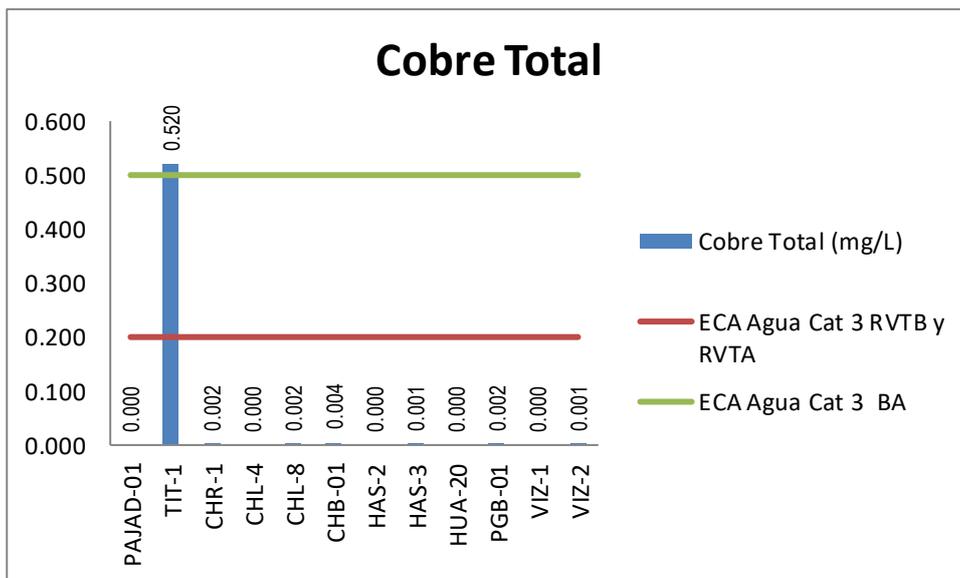


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

El cobre es un elemento metálico de gran valor económico, considerado también en bajas concentraciones como un micronutriente. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 0,2 mg/L para riego de vegetales y 0,5 para bebida de animales.

En el gráfico 27, se observa que el cobre se encuentra en muy bajas concentraciones en todas las estaciones a lo largo de toda la cuenca, presentando valores que van desde 0.002 hasta 0.04 mg/L, cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales.

En el caso de la estación TIT-1, se ha determinado que la concentración de cobre en el agua excede lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales. Esta situación es característica en época húmeda y puede deberse al ingreso desde el suelo o a la influencia de las aguas termales.

Hierro

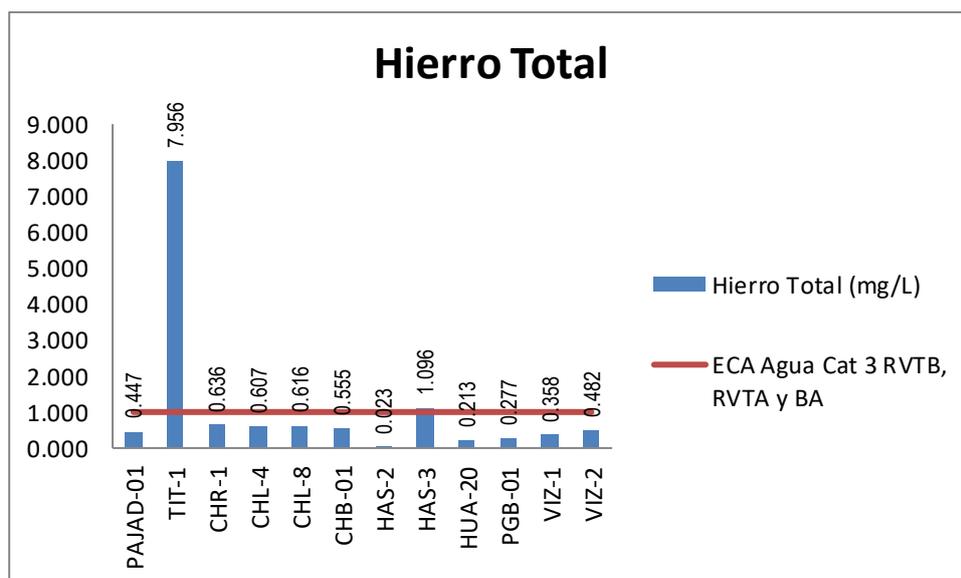


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El hierro es un elemento metálico pesado, su presencia en el agua se debe en forma natural al paso del agua sobre material ferroso o por intervención antropogénica. El hierro al igual que el aluminio al disolverse puede liberar iones hidronio y bajar el pH. El ECA Agua Categoría 3 establece un valor de 6 mg/L de hierro total en el agua.

Como se observa en el gráfico 28, la presencia de hierro en forma natural en todas las estaciones de monitoreo, en el caso del TIT-1 y HAS-3 se observa valores que exceden el ECA Agua Categoría 3. Esto puede deberse al ingreso de material desde el suelo o influencia de las aguas de naturaleza terma.

Litio

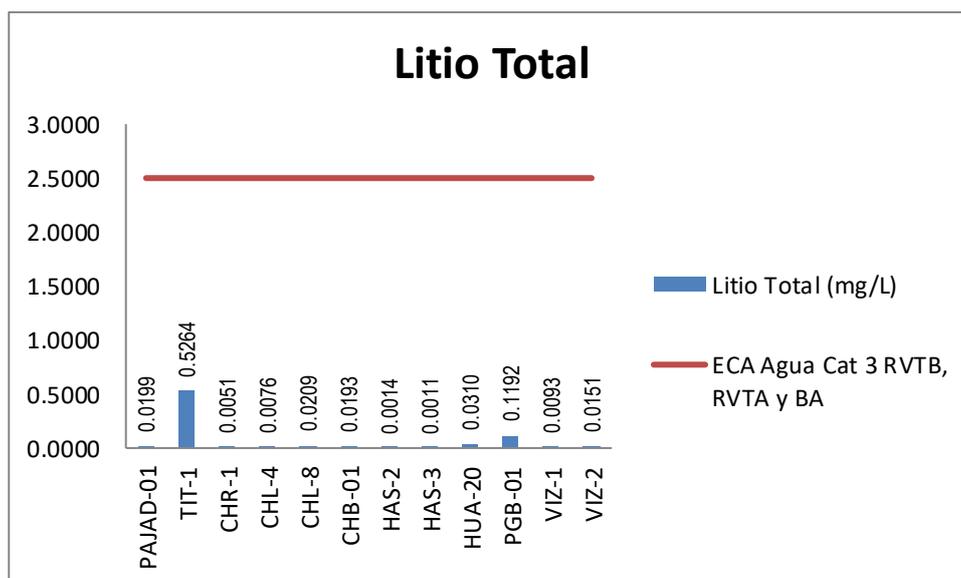


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

El litio es un elemento metálico ligero, su presencia en el agua en bajas concentraciones es muy apreciada en agua de mesa. El ECA Agua Categoría 3 fija un estándar de calidad de 2.5 mg/L.

Como se observa en el gráfico 29, la presencia de litio en la cuenca del Titire es debido al ingreso de aguas de naturaleza termal. En las demás estaciones el contenido de litio está muy por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Magnesio

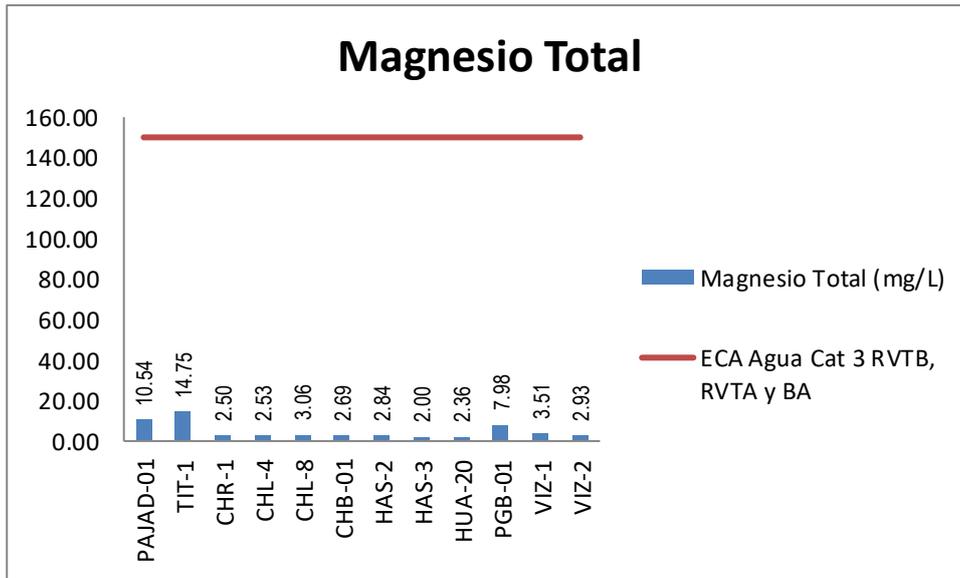


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

El magnesio es el otro elemento responsable de la dureza del agua, elevadas concentraciones de magnesio en el agua es perjudicial para el riego, puede ocasionar problemas de salinización de suelos, en el caso de agua de bebida, puede ocasionar problemas renales al consumidor. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 150 mg/L para riego de vegetales.

Como se observa en el gráfico 30 la calidad el agua en el río Titire está influenciada por el ingreso de aguas termales que incrementan el contenido de magnesio en esta cuenca. Todas las estaciones presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Manganeso

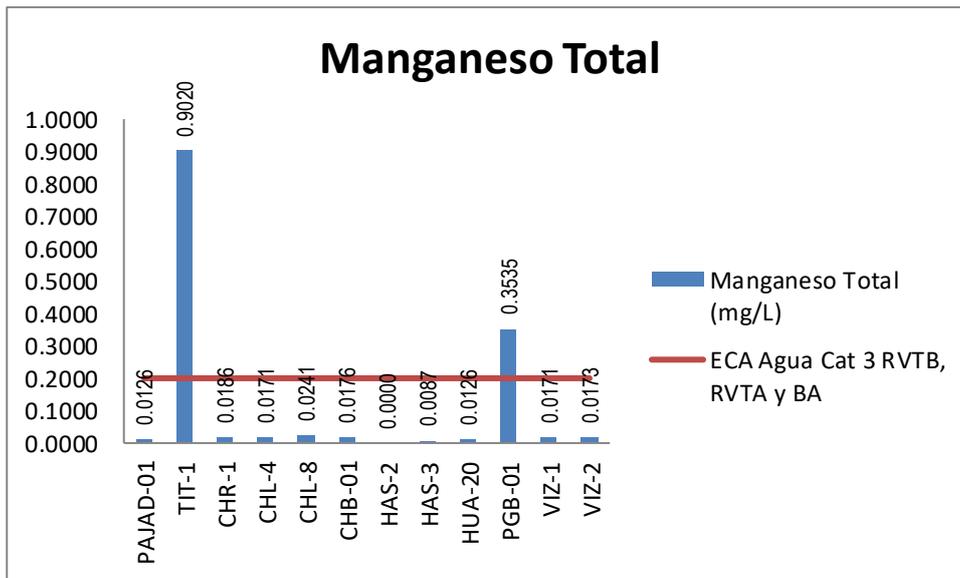


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

El manganeso puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeso causa manchas cafés-negras en los utensilios, que no pueden ser removidos por detergentes. El manganeso 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 este mineral y acarrearlo hacia el agua. El ECA Agua Categoría 3 fija un valor de 0.2 mg/L como estándar de calidad.

En el gráfico 31 se observa que el contenido de manganeso en la cuenca del río Vizcachas está directamente relacionado con el Aluminio y el pH, presentan una misma fuente de ingreso proveniente de las aguas del Embalse de Pasto Grande.

En el caso del río Titire no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, se presenta un incremento de manganeso debido al ingreso de material de suelo o influencia de aguas termales al río.

Níquel

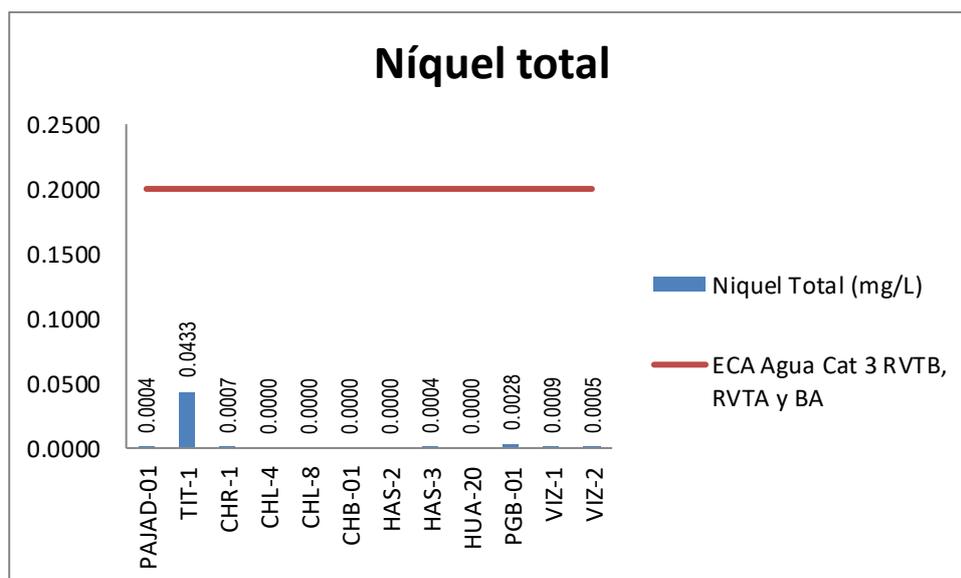


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Se ha determinado la presencia de bajas concentraciones de níquel en las aguas superficiales de los puntos de monitoreo, estos valores cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales y bebida de animales. En el caso de las aguas del Titire se tiene concentraciones bajas influenciadas por el ingreso de aguas termales.

Plomo

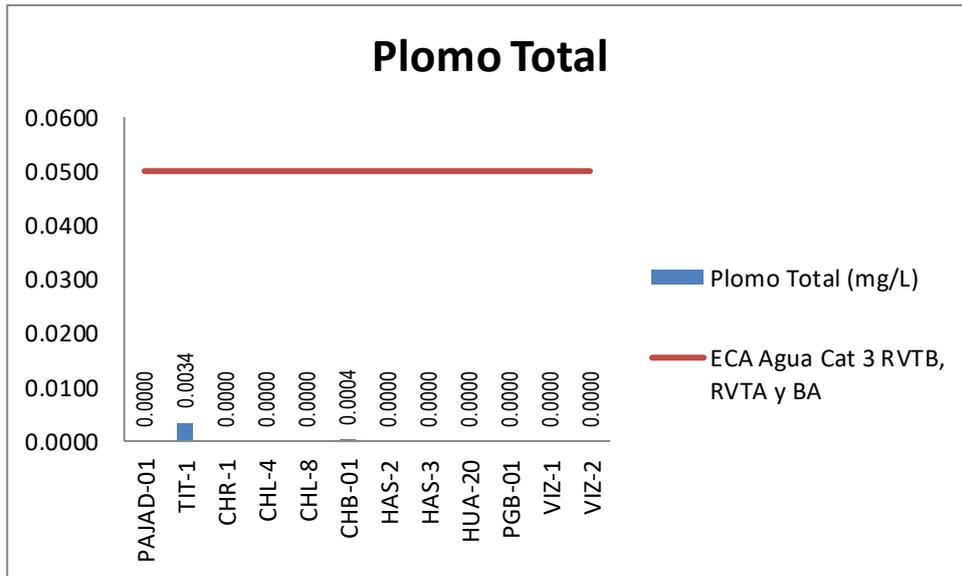


Gráfico 33. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Se ha determinado la presencia de bajas concentraciones de plomo en las aguas superficiales de los puntos de monitoreo, en el caso de las aguas río Tititre se ha detectado concentraciones bajas que no exceden lo establecido por el ECA Agua categoría 3, esto probablemente por el ingreso de aguas termales.

Potasio

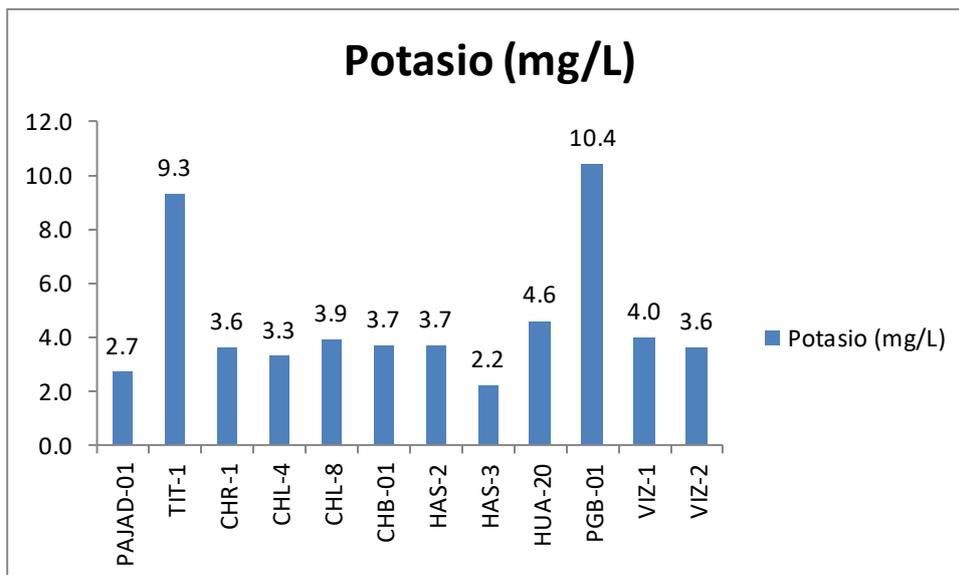


Gráfico 34. Variación espacial del contenido de potasio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El potasio es un elemento muy común en el agua, el ECA Agua categoría 3 no fija un valor para este parámetro, como se observa en el gráfico 34 el contenido de potasio presenta valores significativos en la estación TIT-1 proveniente de aguas termales próximas al punto de monitoreo y en la estación PGB-01 provenientes del embalse Pasto Grande donde las aguas están estancadas.

Sodio

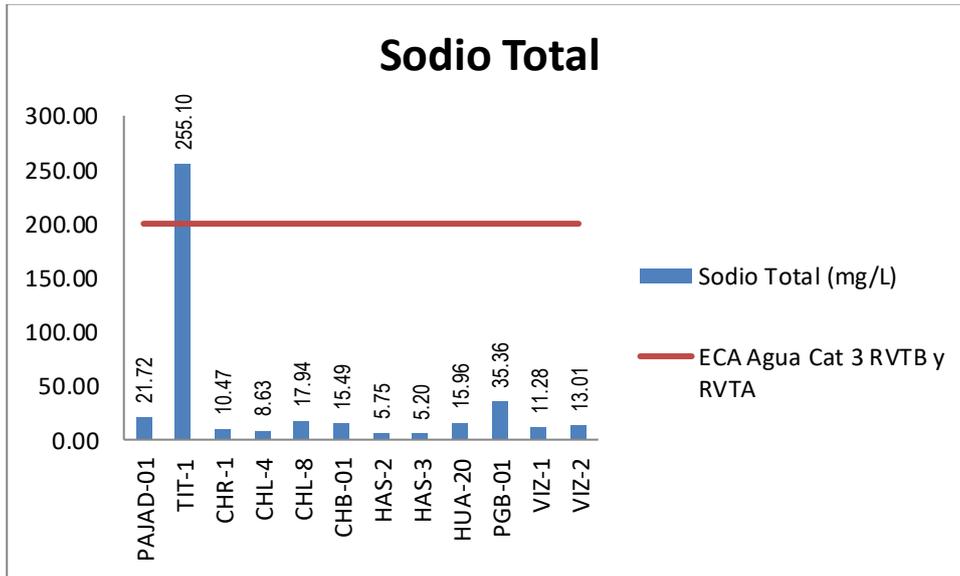


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El sodio es un elemento abundante en el agua conjuntamente con el cloruro son los responsables de la conductividad del agua y los sólidos disueltos totales, su principal fuente es el cloruro de sodio del agua de mar, que se encuentra disperso sobre la superficie de terrenos que en tiempos pasados estuvieron bajo el mar. El riego con agua con altos valores de sodio puede degradar la calidad del suelo por salinización de estos. El ECA Agua Categoría 3, fija un valor de 200 mg/L para el sodio.

El contenido de sodio en todas las estaciones de monitoreo son bajos y cumplen con lo establecido por Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales

Como se observa en el gráfico 35 la cuenca del río TIT-1 el contenido de sodio es alto debido al ingreso de aguas termales.

Zinc

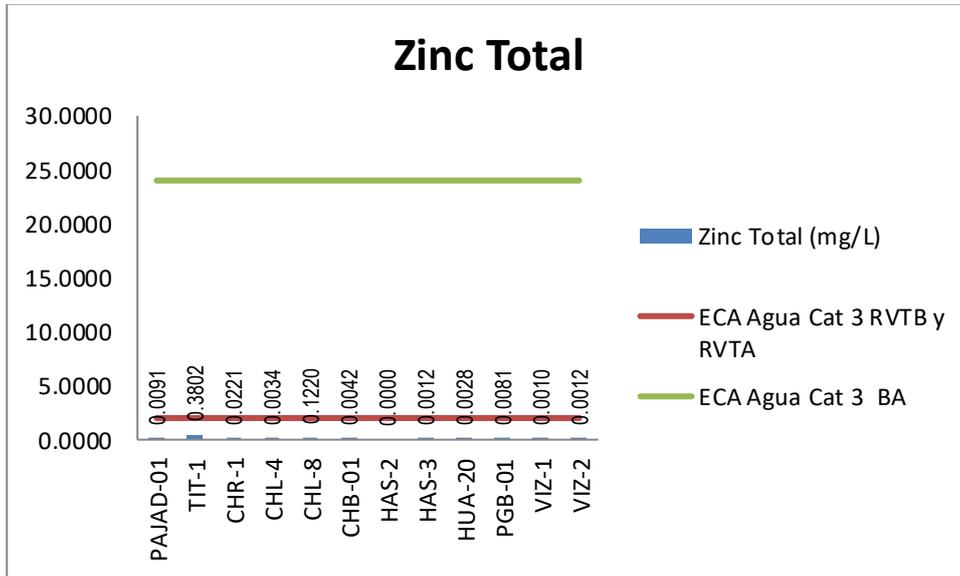


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

El zinc es un elemento metálico no ferroso asociado al cobre y cadmio. En forma natural se puede encontrar en el agua entre 0.005 a 0.010 mg/L. El zinc no presenta mayor potencial tóxico, es un micronutriente para animales y humanos. La solubilidad del zinc depende de la temperatura y del pH del agua en cuestión. Cuando el pH es casi neutro, el zinc es insoluble en el agua. La solubilidad del zinc en el agua aumenta con la acidez. El ECA Agua Categoría 3, fija un valor de 2 y 24 mg/L para agua de riego y bebida de animales respectivamente.

Como se observa en el gráfico 36, en la cuenca se ha detectado bajas concentraciones de zinc.

Aceites y Grasas

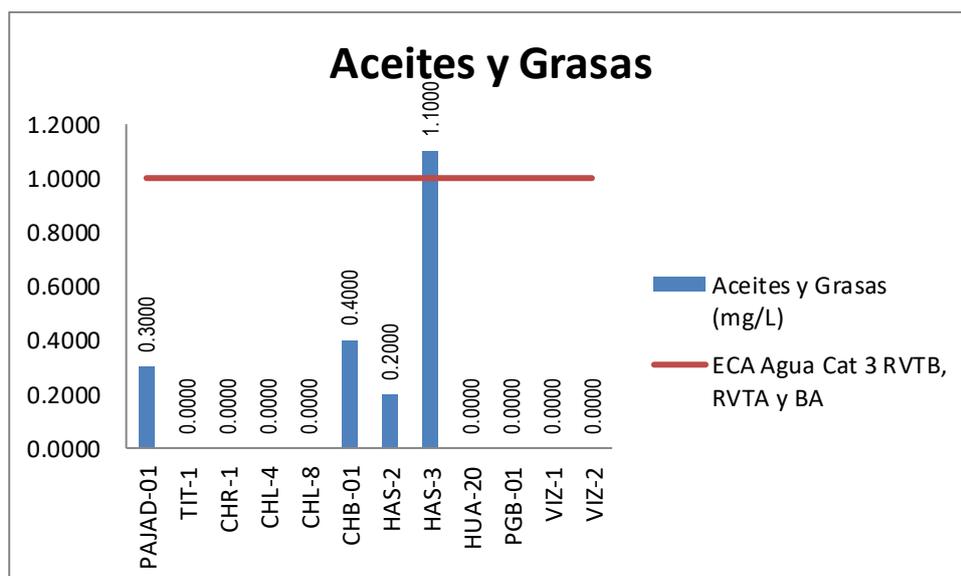


Gráfico 37. Variación Espacial del contenido de Aceites y Grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Se ha determinado que el contenido de aceites y grasas en la estación HAS-3 excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, se presume una potencial fuente de contaminación antropogénica que debe ser monitoreado en siguientes campañas.

Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Agua Cat 3.	Explicación
Titire	PAJAD-1	No observaciones	
	TIT-1	OD, pH, Na, Al, As, Cu, Fe, Mn	Ingreso de material de suelo. Influencia de aguas de naturaleza termal fuertemente mineralizadas.
Chilota	CHR-1	No observaciones	Influencia de aguas termales con arsénico.
	CHL-4	No observaciones	
	CHL-8	Arsénico	
	CHB-1	Arsénico	
Calasaya	HAS-2	No observaciones	Potencial actividad antropogénica
	HAS-3	Presencia de CN WAD, aceites y grasas	
	HUA-20	No observaciones	
Vizcachas	PGB-1	Mn	Presencia de iones con capacidad ácida Aluminio, hierro asociado con Manganese.
	VIZ-1	No observaciones	
	VIZ-2	No observaciones	

7.1.5. Aseguramiento de la calidad de los ensayos de calidad de agua superficial**Tabla 11. Resultados de las muestras duplicadas en el monitoreo de agua**

Estación	Parámetros			
	AyG (1)	AyG (2)	STS (1)	STS (2)
TIT-1	< 0.5	< 0.5	58	59

Se observa que la muestra duplicada no difiere significativamente de los resultados de la muestra reportada.

7.2. MONITOREO DE RUIDO Y VIBRACIONES

7.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo



Figura 02. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones - zona de operaciones MAP III abril 2015.

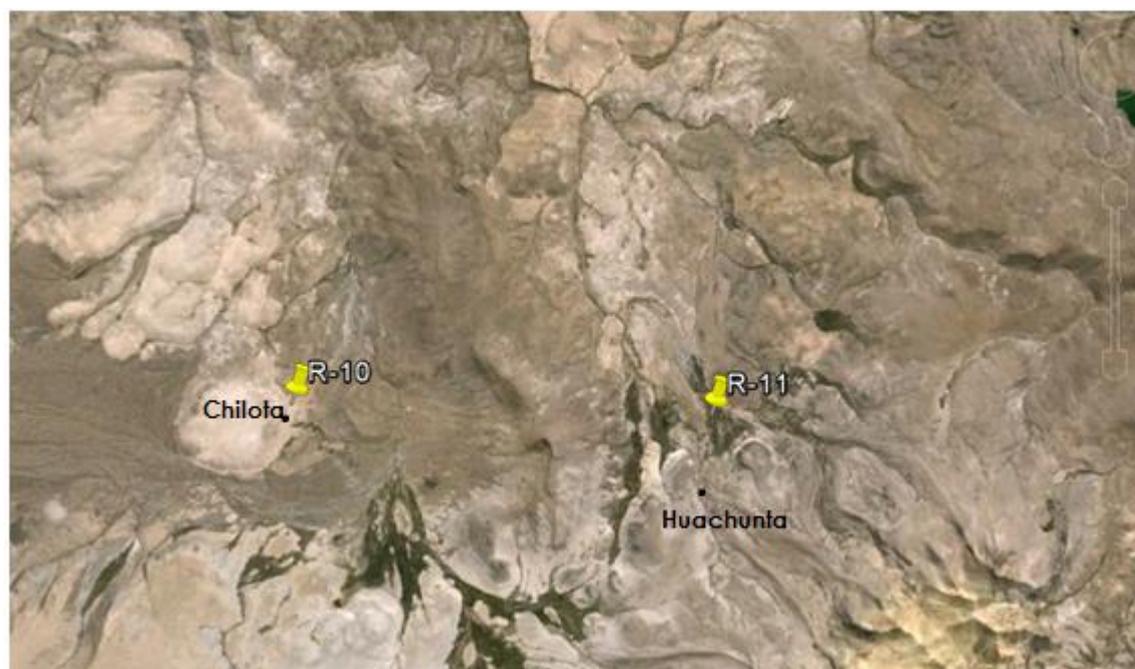


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones - zona de abastecimiento de agua -MAP III abril 2015

7.2.2. Resultados del análisis del ruido y vibraciones

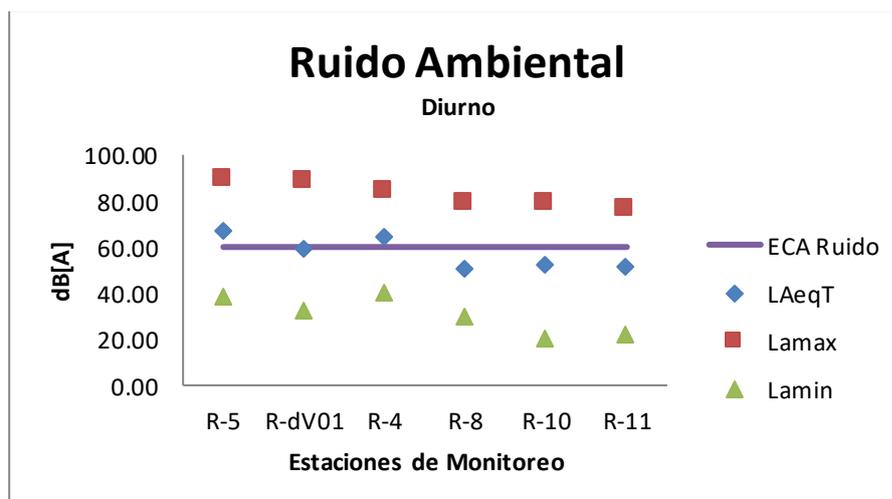
Tabla 12a: Resultados del análisis de ruido

Estación	DIURNO			ECA Ruido Residencial	NOCTURNO			ECA Ruido Residencial
	LAeqT	Lamax	Lamin		LAeqT	Lamax	Lamin	
R-5	66.50	89.40	37.70	60.00	43.20	77.00	25.10	50.00
R-dV01	58.80	88.60	31.80	60.00	36.70	51.90	24.70	50.00
R-4	64.30	84.10	39.40	60.00	39.10	76.40	29.30	50.00
R-8	50.10	78.80	29.80	60.00	23.10	49.10	19.10	50.00
R-10	52.10	78.70	19.70	60.00	25.30	50.10	19.20	50.00
R-11	50.80	76.50	21.40	60.00	21.10	48.30	19.90	50.00

Tabla 12b: Resultado de vibraciones

Estaciones	Coordenadas UTM (WGS84)	Medición	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Resultados	Unidades
R-5	N: 8 096 603 E: 0 295 719	Vibraciones	18-04-2015	10:30	80.48	L _v (V _{dB})
R-dV01	N: 8 096 568 E: 0 295 849		18-04-2015	12:05	74.34	L _v (V _{dB})
R-4	N: 8 095 755 E: 0 293 136		18-04-2015	13:45	81.48	L _v (V _{dB})
R-8	N: 8 108 744 E: 0 321 044		20-04-2015	11:00	71.54	L _v (V _{dB})
R-10	N: 8 153 517 E: 0 346 823		21-04-2015	10:05	79.81	L _v (V _{dB})
R-11	N: 8 150 669 E: 0 356 123		21-04-2015	11:40	81.12	L _v (V _{dB})

7.2.3. Interpretación de los resultados



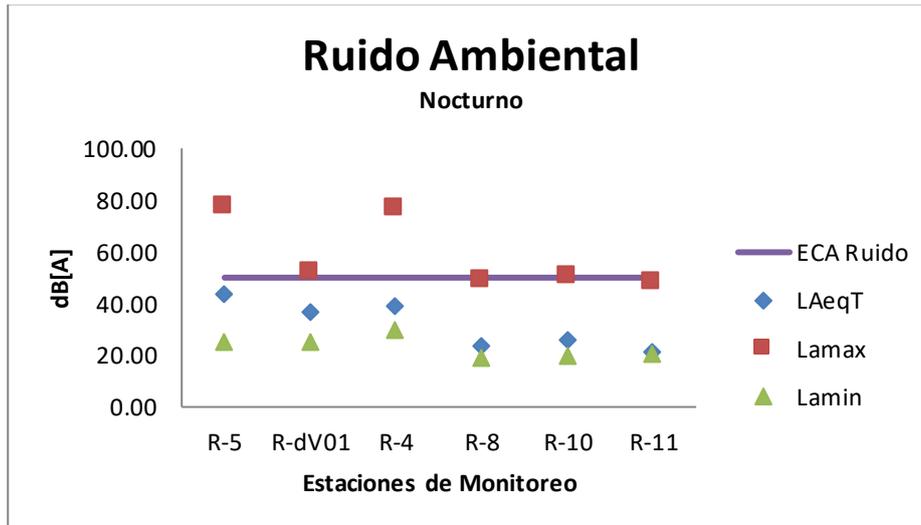


Gráfico 38 y 39. Variación espacial del ruido de las diferentes estaciones de monitoreo del MAP III abril 2015

En los gráficos 38 y 39 se observa que las estaciones de monitoreo R-5 y R-4 presentan valores altos de ruido ambiental (LAeqT) en el día que superan el ECA Ruido para zona Residencial, esto es debido a la fuerte influencia del transporte que pasa por el camino del Dvo Panamericana-Moquegua. En el caso de la estación RdV01 se tiene valores altos LAeqT, pero no superan lo establecido por el ECA Ruido en el día, esto debido a la influencia de las torres de alta tensión y transporte que pasa por el camino del Dvo Panamericana-Moquegua. En el caso de los centros poblados de Coscore, Chilota y Huachunta los valores de ruido ambiental tanto de día como de noche cumplen con lo establecido por el ECA Ruido.

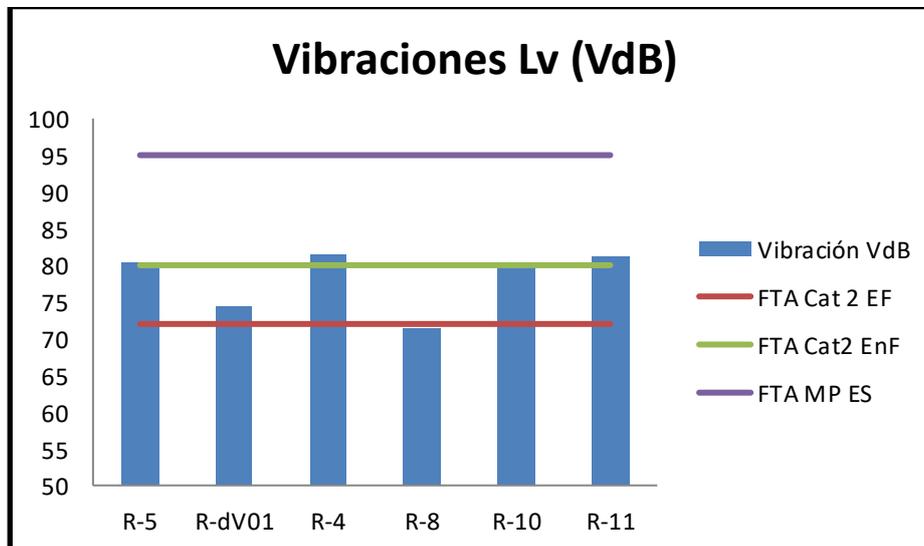


Gráfico 40. Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo del MAP III abril 2015.

Se observa que las vibraciones medidas como Lv se encuentran en un rango de 71.54 hasta 81.48 VdB, las estaciones R-5, R-4 y R-11 superan lo sugerido por la FTA para Categoría 2, eventos no Frecuentes sin embargo en ninguna de las estaciones se supera lo establecido por la FTA para vibraciones generadas por maquinaria pesada que ejercerán influencia sobre estructuras sensibles.

7.2.4. Aseguramiento de la calidad de los resultados

Equipo OPE-1223-T calibrado conforme a la NTP ISO1996 Parte I/ NTP ISO1996 Parte II.

7.3. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

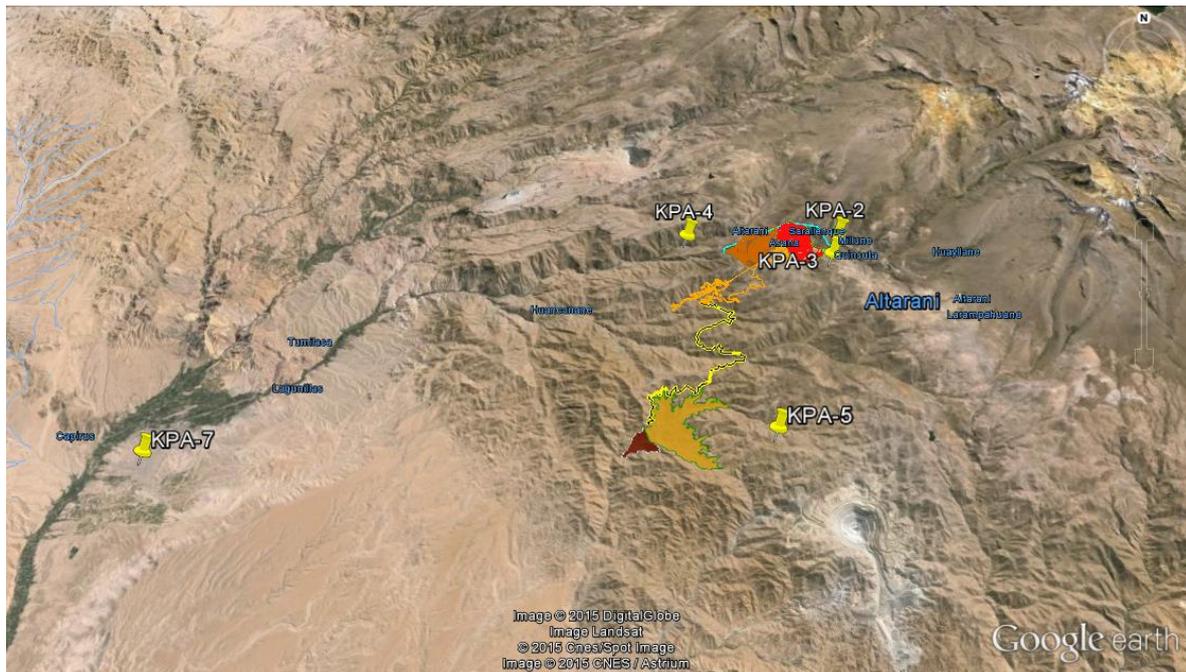


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire - zona de operaciones MAP III abril 2015

7.3.2 Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.

Tabla 13. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

Parámetro	LD	ESTACIONES DE MONITOREO															ECA Aire		
		KPA2			KPA3			KPA4			KPA5			KPA7					
		24 h	8 h	1 h	24 h	8 h	1 h	24 h	8 h	1 h	24 h	8 h	1 h	24 h	8 h	1 h	24 h	8 h	1 h
Dióxido de Azufre (ug/m ³)	13	<13	--	--	<13	--	--	<13	--	--	<13	--	--	<13	--	--	20		
Dióxido de Nitrógeno (ug/m ³)	4	--	--	69	--	--	63	--	--	24	--	--	36.0	--	--	10			200
Material Particulado PM-10 Alto Volumen (ug/m ³)	01	12	--	--	22	--	--	21.0	--	--	42.8	--	--	69.6	--	--	150		
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen (ug/m ³)	2	9	--	--	15.4	--	--	6.8	--	--	15.2	--	--	18	--	--	25		
Monóxido de Carbono (ug/m ³)	335	--	1321.000	--	--	<335	--	--	<335	--	--	<335	--	--	928	--		10000	30000

Fuente: Reporte de Ensayo MA1506586_F, MA1506692_F, MA1506782_F.

Tabla 14. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire Metales en PM-10 ug/m³

Parámetro	LD	ESTACIONES DE MONITOREO				
		KPA2	KPA3	KPA4	KPA5	KPA7
		24 h	24 h	24 h	24 h	24 h
Aluminio	0.0010	0.0769	0.1476	0.1273	0.2449	0.4853
Antimonio	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0006
Arsénico	0.0002	0.0003	0.0005	0.0009	0.0015	0.0028
Bario	0.0002	0.0010	0.0020	0.0028	0.0035	0.0112
Berilio	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Bismuto	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0006
Boro	0.0003	<0.0003 *	<0.0003 *	0.0005 *	0.0005 *	0.0043 *
Cadmio	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0003
Calcio	0.0070	0.1400	0.1120	0.3540	0.3430	2.1210
Cobalto	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.0003
Cobre	0.0006	0.0134	0.0292	0.0462	0.1282	0.0594
Cromo	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Estroncio	0.0001	0.0006	0.0009	0.0012	0.0034	0.0117
Fósforo	0.0020	0.0050	0.0070	0.0070	0.0250	0.0490
Hierro	0.0010	0.0660	0.1530	0.2090	0.4690	0.5040
Litio	0.0001	<0.0001 *	<0.0001 *	<0.0001 *	<0.0001 *	0.0007 *
Magnesio	0.0020	0.0390	0.0540	0.0960	0.2050	0.3300
Manganeso	0.0003	0.0058	0.0070	0.0148	0.0287	0.0214
Mercurio	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Molibdeno	0.0002	<0.0002	0.0008	0.0004	0.0039	0.0011
Níquel	0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0006	<0.0003	0.0009
Plata	0.0001	<0.0001 *	<0.0001 *	<0.0001 *	<0.0001 *	0.0005 *
Plomo	0.0006	0.0017	0.0052	0.0022	0.0049	0.0189
Potasio	0.0050	0.024 *	0.038 *	0.048 *	0.113 *	0.136 *
Selenio	0.0005	<0.0005 *	<0.0005 *	<0.0005 *	0.0005 *	<0.0005 *
Silicio	0.3000	<0.3 *	<0.3 *	<0.3 *	<0.3 *	<0.3 *
Sodio	0.0010	0.028 *	0.081 *	0.076 *	0.433 *	1.162 *
Talio	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Titanio	0.0002	0.0026	0.0046	0.0043	0.0049	0.0136
Vanadio	0.0004	<0.0004	0.0004	0.0007	0.0012	0.0022
Zinc	0.0008	0.0018	0.0015	0.0080	0.0037	0.0284

Fuente: Reporte de Ensayo MA1506586_F, MA1506692_F, MA1506782_F.

7.3.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Dióxido de azufre

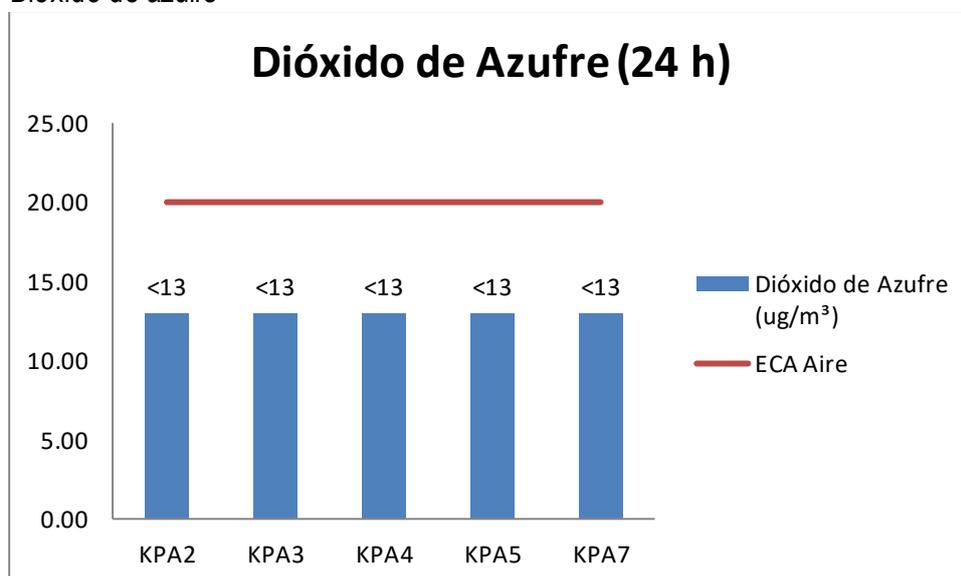


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III Abril 2015 época húmeda.

El SO₂ puede afectar al sistema respiratorio, las funciones pulmonares y causar irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio.

Como se observa en el gráfico 41, no se ha determinado la presencia de dióxido de azufre en ninguna de las estaciones de monitoreo de aire evaluadas en la zona de influencia del proyecto Quellaveco.

Dióxido de Nitrógeno

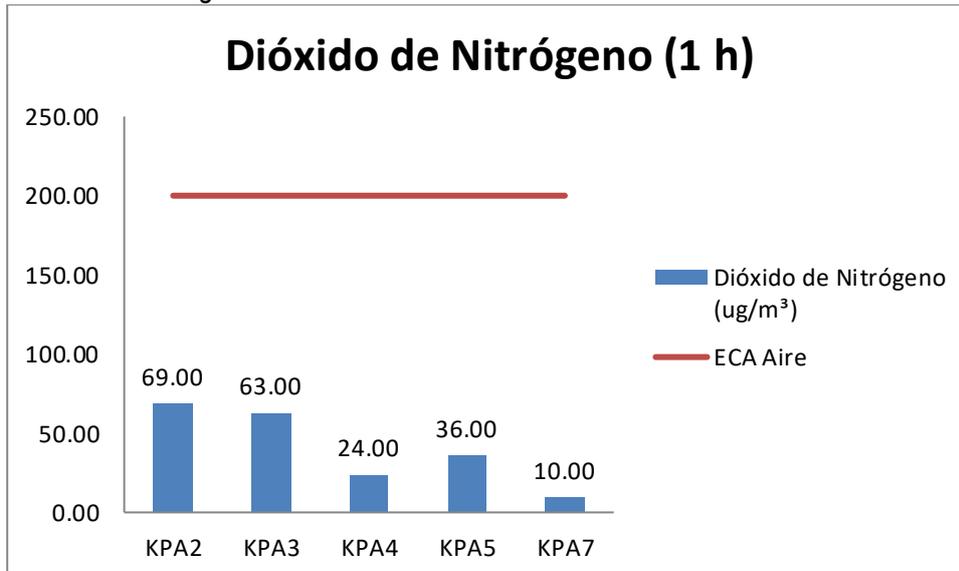


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015 época húmeda.

Estudios realizados en animales y humanos indican que exposiciones cortas a concentraciones que exceden los 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 tienen efectos tóxicos adversos sobre la salud

El NO_2 puede ser emitido por procesos de combustión, son emitidos inicialmente como NO y luego rápidamente oxidado a NO_2 , asociado con la presencia de hidrocarburos es la principal fuente de ozono troposférico y aerosolos de nitrato que forman parte importante de los $\text{PM}_{2.5}$.

El estándar de calidad de aire nacional en concordancia con lo establecido por la OMS, fija un valor de calidad de aire para el dióxido de nitrógeno de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio para 1 hora de medición. Sin embargo para el promedio anual fija un valor de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Como se observa en el gráfico 42 las estaciones KPA2 y KPA3, ubicados cercanos a la zona denominada Quimsuta presentan valores que están por debajo de lo establecido por el ECA Aire pero son evidencia de actividad antropogénica de combustión. Estos resultados se presentan con cierta frecuencia para estas estaciones comparándolos con los resultados históricos de calidad de aire de la zona de Quimsuta y los valores obtenidos en la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008.

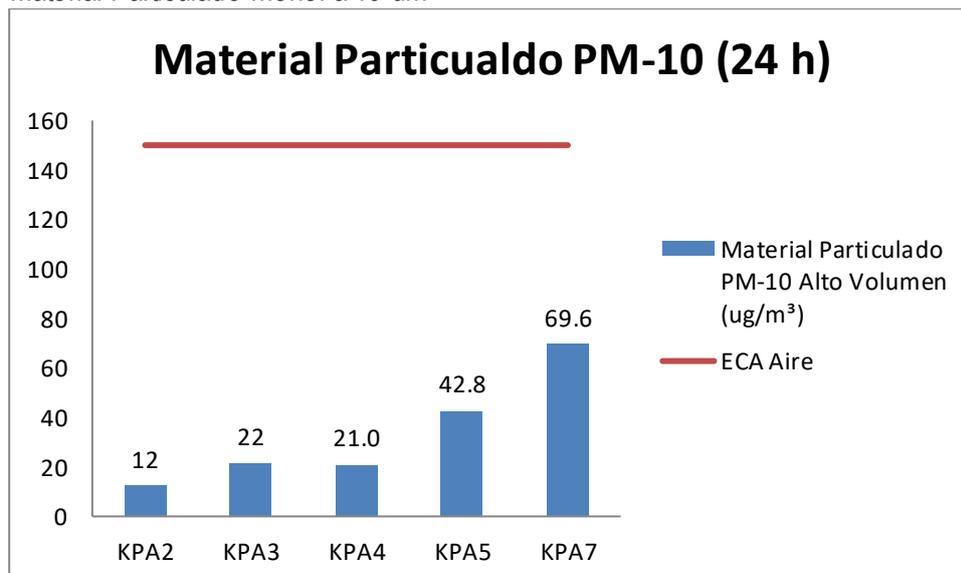
Material Particulado menor a 10 μm 

Gráfico 43. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015.

Material particulado de diámetro menor a 10 micras. Por su tamaño, el PM10 es capaz de ingresar al sistema respiratorio del ser humano, hasta los pulmones. Ocasiona efectos adversos sobre el sistema respiratorio y cardiovascular en corto y largo tiempo, contiene componentes carcinogénicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos PAHs.

El material particulado es producido por procesos mecánicos tales como actividades de construcción, polvo de caminos y de la combustión de combustibles fósiles.

Como se observa en el gráfico 43 todas las estaciones presentan material particulado PM-10 por debajo de lo establecido por el ECA Aire, en todos los casos se observa la influencia de procesos mecánicos y polvo, en el caso de KPA7 adicionalmente se debe considerar el efecto de las fuentes de combustión.

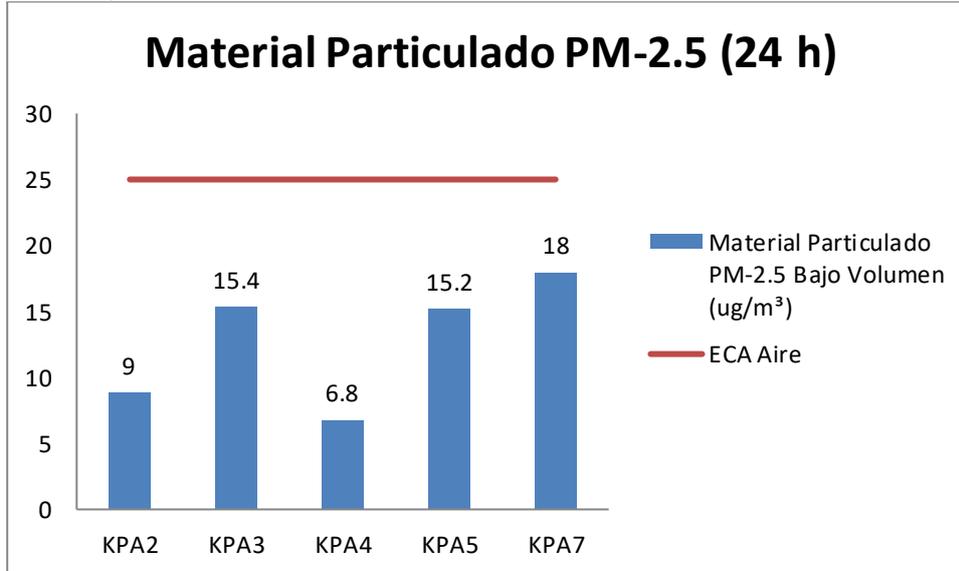
Material particulado menor a 2.5 μm 

Gráfico 44. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015.

El material particulado de diámetro menor a 2.5 micras puede ingresar hasta los alvéolos y luego a la sangre, provienen de partículas de aerosol o polvo de actividades de construcción y principalmente de fuentes de combustión. Ocasionan efectos adversos sobre el sistema respiratorio y cardiovascular en corto y largo tiempo, contiene componentes carcinogénicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos PAHs. El ECA Aire regula un valor de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro, que coincide con lo sugerido por la OMS.

Como se observa en el gráfico 44, las estaciones de KPA3 y KPA5 presenta valores que superan el ECA por ser lugares áridos con poca cobertura vegetal, por otro lado KPA7 presenta el mayor valor de PM-2.5 por tratarse de centro urbano que está bajo la influencia de polvo y partículas provenientes de la combustión.

Monóxido de Carbono

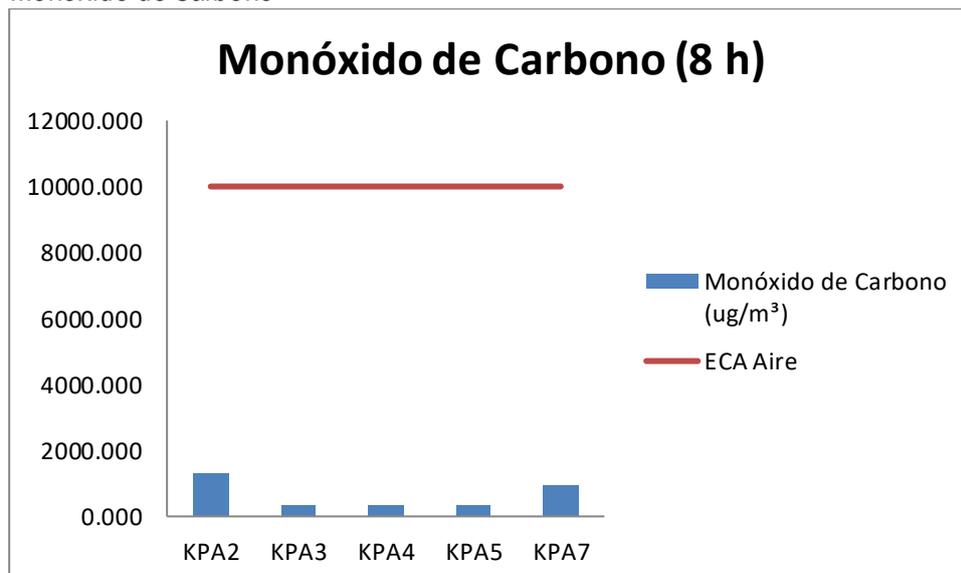


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015

El monóxido de carbono es un contaminante criterio generado por la combustión incompleta de combustibles fósiles o biomasa, ocasión asfixia por formación de la carboxihemoglobina. Los valores establecidos por el ECA Aire son muy altos para lograrlos en ambientes abiertos.

Como se observa en el gráfico 45 en todas las estaciones los valores de CO en el aire están muy por debajo de lo establecido por el ECA Aire.

Metales:

Al revisar el análisis de metales en las partículas de PM-10 se observa que los principales metales en las partículas son el aluminio, calcio, magnesio, sodio, hierro, potasio y cobre propio del polvo generado por erosión del suelo y actividades de construcción.

Plomo

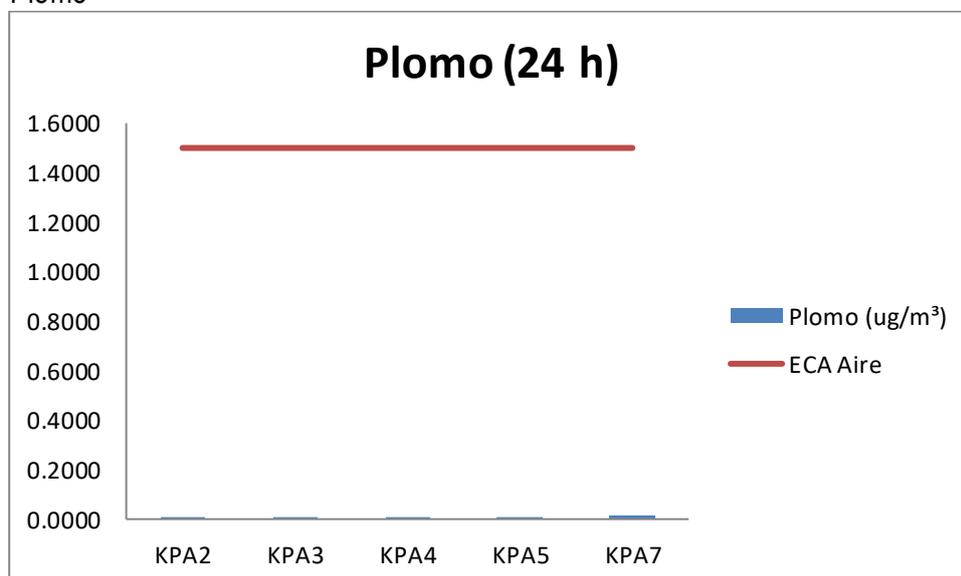


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015

El contenido de plomo en el material particulado es despreciable comparado con lo establecido por el ECA Aire.

7.3.4 Aseguramiento de la calidad de resultados

Tabla 15. Resultados de calidad de los análisis de las muestras en el monitoreo de aire

Método	%RPD	% Recuperación
Material Particulado PM 10 Alto Volumen	0 %	100 %
Dióxido de Azufre	0 %	99 – 102 %
Dióxido de Nitrógeno	0 %	104 %
Monóxido de carbono	0 %	100 – 104 %

Como se observa en el cuadro anterior la diferencia porcentual entre los duplicados del proceso es del 0 %, y el porcentaje de recuperación de la muestra varía entre el 99 y 104 % lo que se considera muy buena.

7.4. MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

7.4.1. Ubicación de los puntos de monitoreo



Figura 05. Ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico – área de abastecimiento de agua - MAP III abril 2015

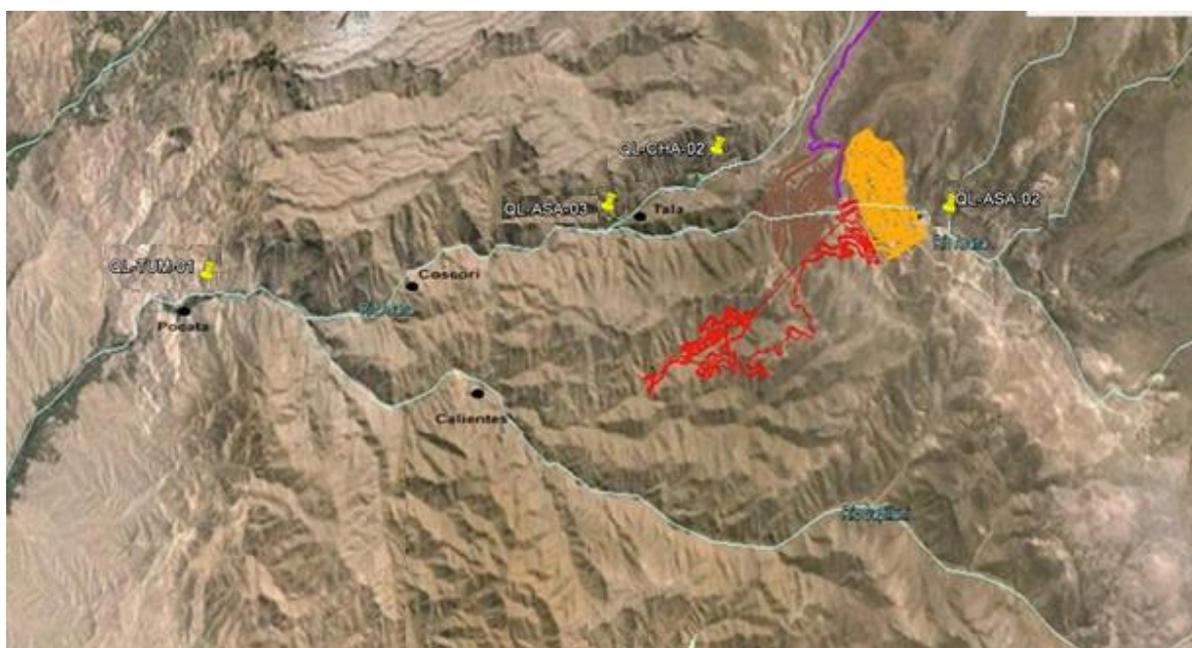


Figura 06. Ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico - área de abastecimiento de agua - MAP III abril 2015

7.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio

Tabla 15: Variables ecológicas de la comunidad de fitoplancton del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en abril, 2015.

ESTACIONES	FECHA DE MUESTREO	RIQUEZA ESPECÍFICA (N° DE ESPECIES)	ABUNDANCIA	EQUITATIVIDAD	INDICE DE DIVERSIDAD
QL-VIZ-01	18.04.2015	24	376	0.96	3.05
QL-HUA-01	18.04.2015	16	164	0.97	2.68
QL-BCHI-06	18.04.2015	24	514	0.93	2.96
QL-ASA-02	19.04.2015	31	746	0.95	3.26
QL-TUM-01	19.04.2015	37	639	0.94	3.39
QL-ASA-03	20.04.2015	49	1537	0.94	3.65
QL-CHA-02	20.04.2015	14	178	0.95	2.50

Tabla 17: Variables ecológicas de la comunidad de perifiton del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en abril, 2015.

ESTACIONES	FECHA DE MUESTREO	RIQUEZA ESPECÍFICA (N° DE ESPECIES)	ABUNDANCIA	EQUITATIVIDAD	INDICE DE DIVERSIDAD
QL-VIZ-01	18.04.2015	22	268	0.93	2.88
QL-HUA-01	18.04.2015	19	284	0.91	2.68
QL-BCHI-06	18.04.2015	25	254	0.97	3.13
QL-TUM-01	19.04.2015	38	882	0.91	3.33
QL-ASA-02	19.04.2015	23	538	0.83	2.61
QL-ASA-03	20.04.2015	45	978	0.92	3.50
QL-CHA-02	20.04.2015	19	210	0.95	2.80

Tabla 18: Variables ecológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en abril, 2015.

ESTACIONES	FECHA DE MUESTREO	RIQUEZA ESPECÍFICA (N° DE ESPECIES)	ABUNDANCIA	EQUITATIVIDAD	INDICE DE DIVERSIDAD
QL-VIZ-01	18.04.2015	14	352	0.90	2.39
QL-HUA-01	18.04.2015	15	268	0.92	2.49
QL-BCHI-06	18.04.2015	13	220	0.93	2.38
QL-ASA-02	19.04.2015	13	264	0.92	2.36
QL-TUM-01	19.04.2015	18	236	0.93	2.68
QL-ASA-03	20.04.2015	26	516	0.90	2.95
QL-CHA-02	20.04.2015	19	450	0.89	2.62

Tabla 19: Variables fisicoquímicas en las estaciones muestreadas del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en abril, 2015.

PARÁMETROS	QL-VIZ-01	QL-HUA-01	QL-BCHI-06	QL-ASA-02	QL-ASA-03	QL-CHA-02	QL-TUM-01
Temperatura (°C)	12.98	11.82	14.7	13.45	13.83	14.47	18.98
Oxígeno (mg/l)	4.15	3.51	3.73	3.62	4.14	3.84	5.6
pH	8.24	7.26	7.66	7.32	7.84	7.98	7.62
Conductividad (µS/cm)	259.9	101.5	210.6	169.1	184.2	92.68	311.2

7.5. VALIDACION DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

7.5.1. Calidad de agua superficial - área de abastecimiento de agua.

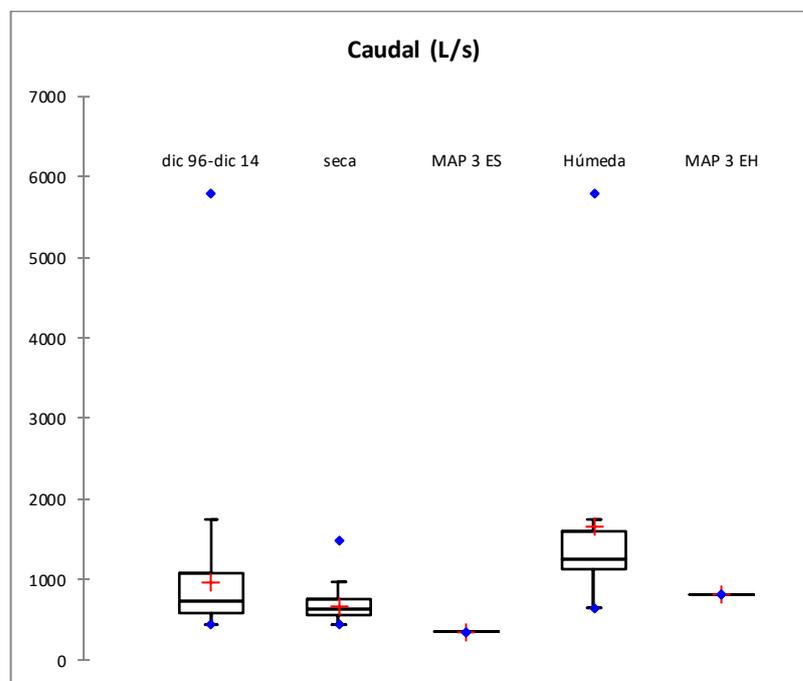
Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de agua superficial - área de abastecimiento de agua - de las estaciones de monitoreo medidos en abril del 2015 con la data disponible del EIA y monitoreo de la empresa AAQ. Se presenta como ejemplo de diagramas los resultados de la estación CHL-8, los diagramas de los puntos TIT-1, PGB-1 y VIZ-2 se encuentran en el anexo 3.

CHL-8

Caudal

El caudal en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El caudal en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



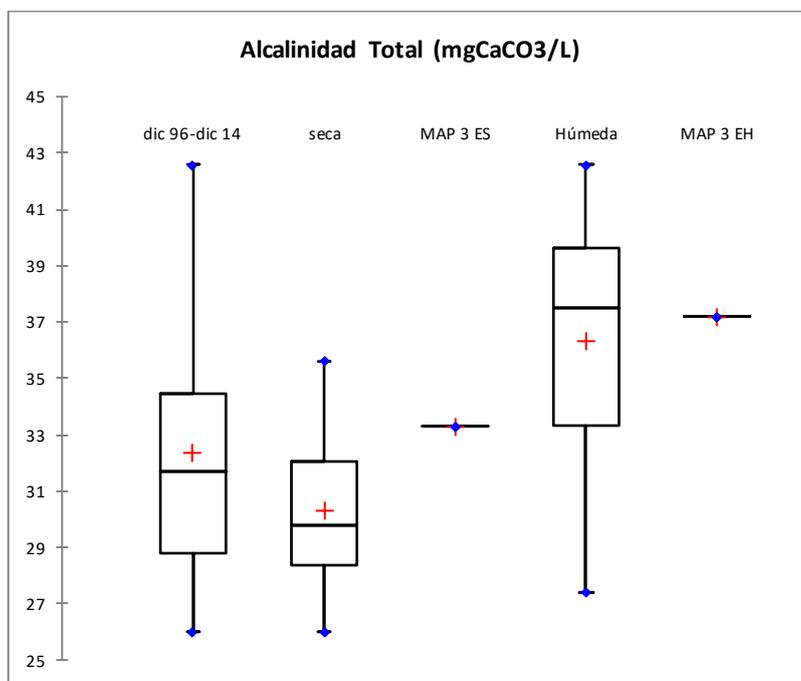
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	438.000	438.000		647.000	
Máximo	5796.860	1480.000		5796.860	
1° Cuartil	592.500	549.428		1128.500	
Mediana	732.000	638.450		1258.000	
3° Cuartil	1073.000	764.175		1587.975	
Media	978.121	677.268	355.400	1660.054	811.500

Fisicoquímicos

Alcalinidad Total (Bicarbonatos)

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

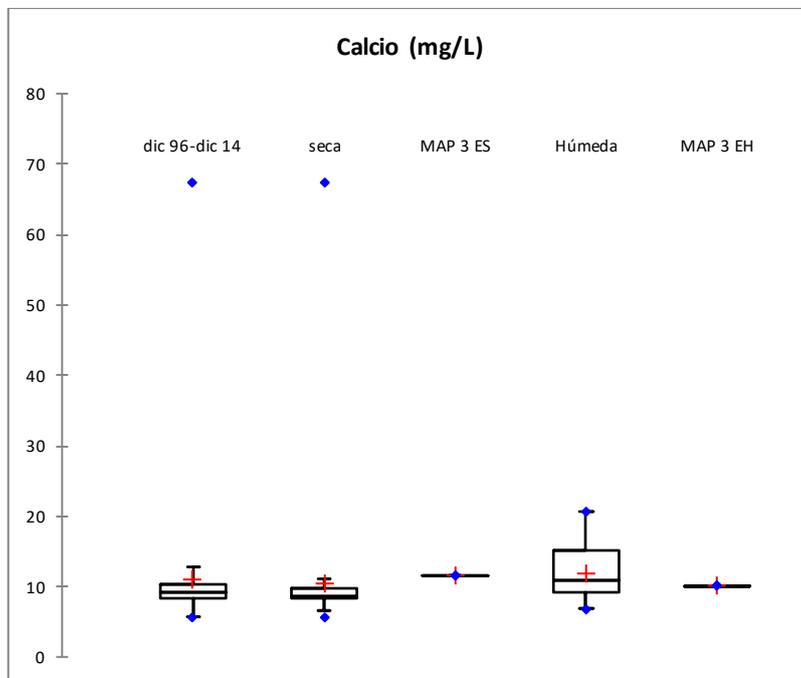


	dic 96-dic				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	26.000	26.000		27.400	
Máximo	42.600	35.600		42.600	
1° Cuartil	28.800	28.350		33.350	
Mediana	31.700	29.800		37.500	
3° Cuartil	34.450	32.050		39.625	
Media	32.368	30.336	33.300	36.330	37.200

Calcio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



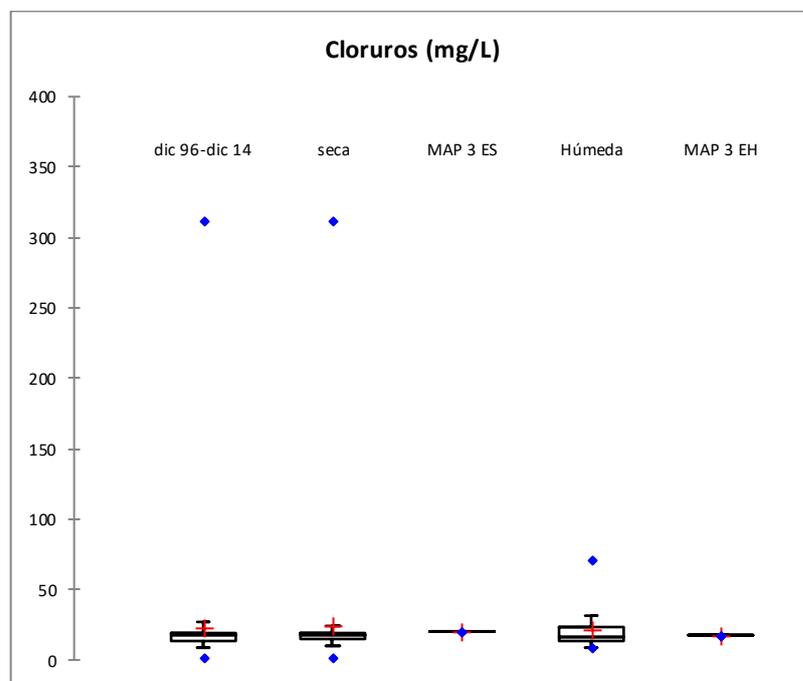
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	5.700	5.700		6.900	
Máximo	67.400	67.400		20.650	
1° Cuartil	8.348	8.333		9.203	
Mediana	9.260	8.685		10.895	
3° Cuartil	10.278	9.623		15.018	
Media	10.910	10.366	11.551	11.999	10.045

Carbonatos (no detectado)

Cloruros

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

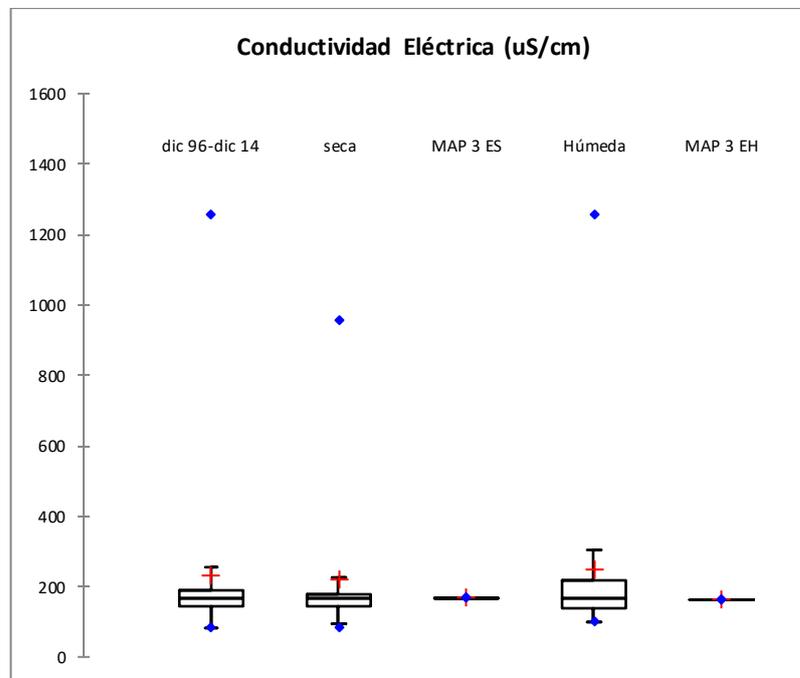


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.800	0.800		8.705	
Máximo	312.200	312.200		70.720	
1° Cuartil	14.180	15.218		13.525	
Mediana	17.150	17.520		16.545	
3° Cuartil	19.845	19.475		23.518	
Media	23.066	24.224	20.332	20.750	17.638

Conductividad Eléctrica

La conductividad en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La conductividad en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



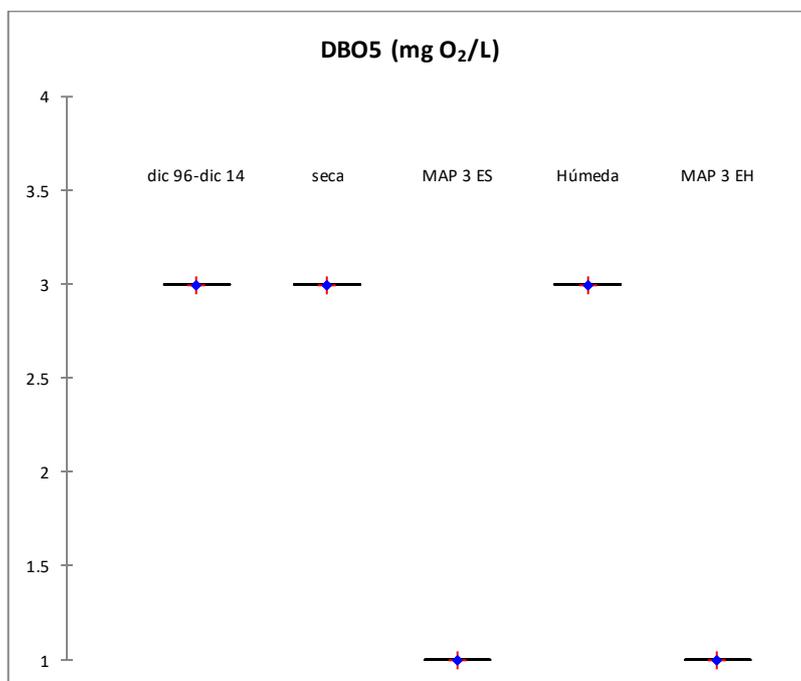
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	82.000	82.000		99.000	
Máximo	1257.000	957.000		1257.000	
1° Cuartil	142.000	143.875		140.875	
Mediana	168.850	169.200		168.250	
3° Cuartil	188.075	179.025		219.000	
Media	230.397	220.376	166.800	249.435	162.600

Demanda Bioquímica de Oxígeno

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El valor del DBO está por debajo del Límite de Detección



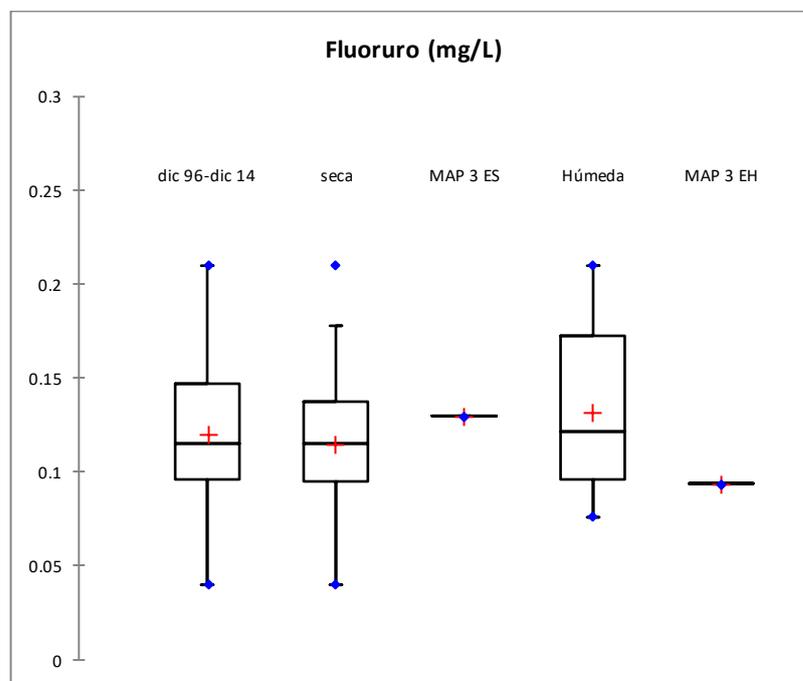
	dic 96-dic 14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	3.000	3.000		3.000	
Máximo	3.000	3.000		3.000	
1° Cuartil	3.000	3.000		3.000	
Mediana	3.000	3.000		3.000	
3° Cuartil	3.000	3.000		3.000	
Media	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000

Demanda Química de Oxígeno (inicio de monitoreo, por debajo del ECA)

Fluoruro

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

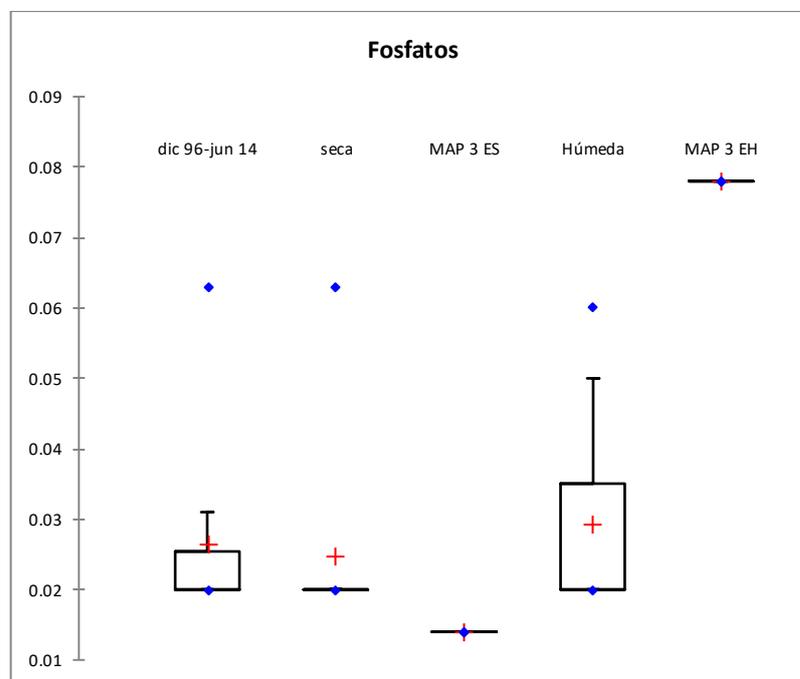


Estadístico	dic 96-dic		MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
	14	seca			
Mínimo	0.040	0.040		0.076	
Máximo	0.210	0.210		0.210	
1° Cuartil	0.096	0.096		0.096	
Mediana	0.116	0.115		0.122	
3° Cuartil	0.147	0.137		0.173	
Media	0.120	0.114	0.130	0.132	0.094

Fosfatos

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda no está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



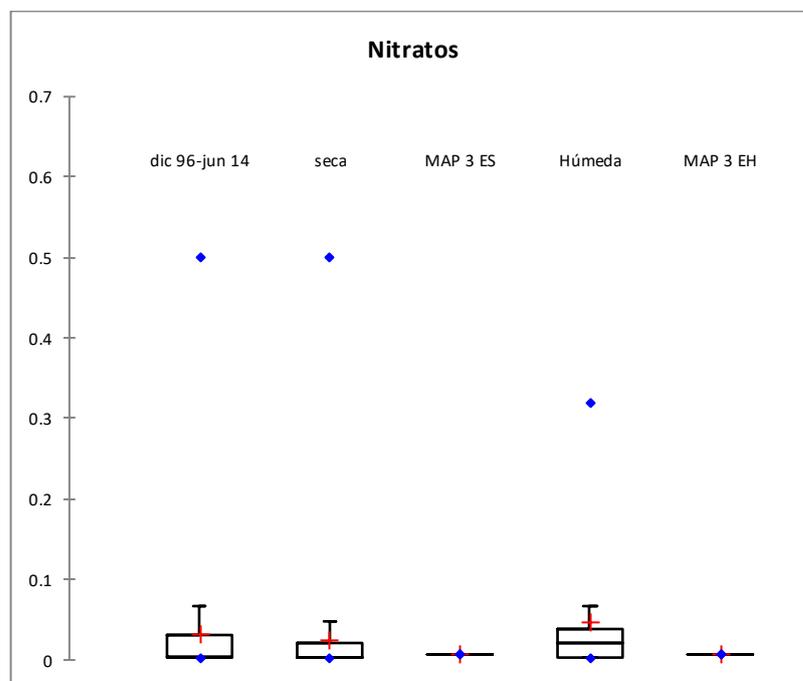
Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.020	0.020		0.020	
Máximo	0.063	0.063		0.060	
1° Cuartil	0.020	0.020		0.020	
Mediana	0.020	0.020		0.020	
3° Cuartil	0.026	0.020		0.035	
Media	0.026	0.025	0.014	0.029	0.078

Nitratos

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El valor de nitratos está por debajo del Límite de Detección



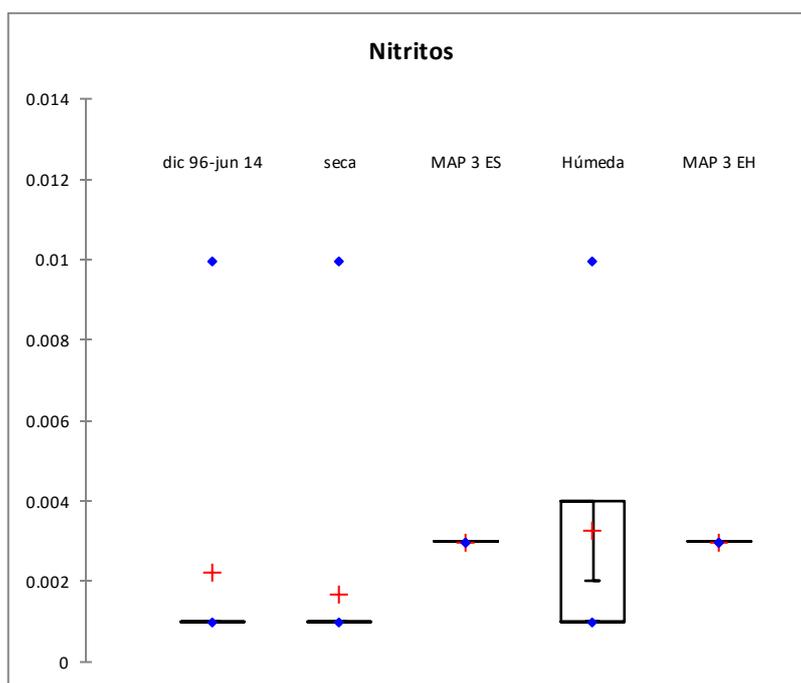
Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.003	0.003		0.003	
Máximo	0.500	0.500		0.320	
1° Cuartil	0.003	0.003		0.003	
Mediana	0.004	0.003		0.021	
3° Cuartil	0.031	0.022		0.039	
Media	0.032	0.025	0.007	0.047	0.007

Nitritos

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El valor de nitritos está por debajo del Límite de Detección

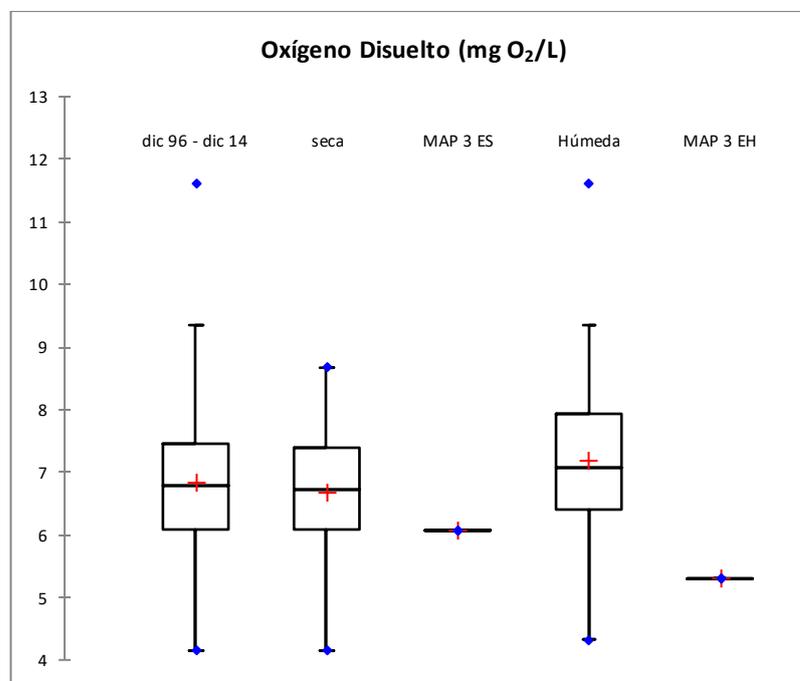


	dic 96-jun				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.001		0.001	
Máximo	0.010	0.010		0.010	
1° Cuartil	0.001	0.001		0.001	
Mediana	0.001	0.001		0.001	
3° Cuartil	0.001	0.001		0.004	
Media	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003

Oxígeno Disuelto

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

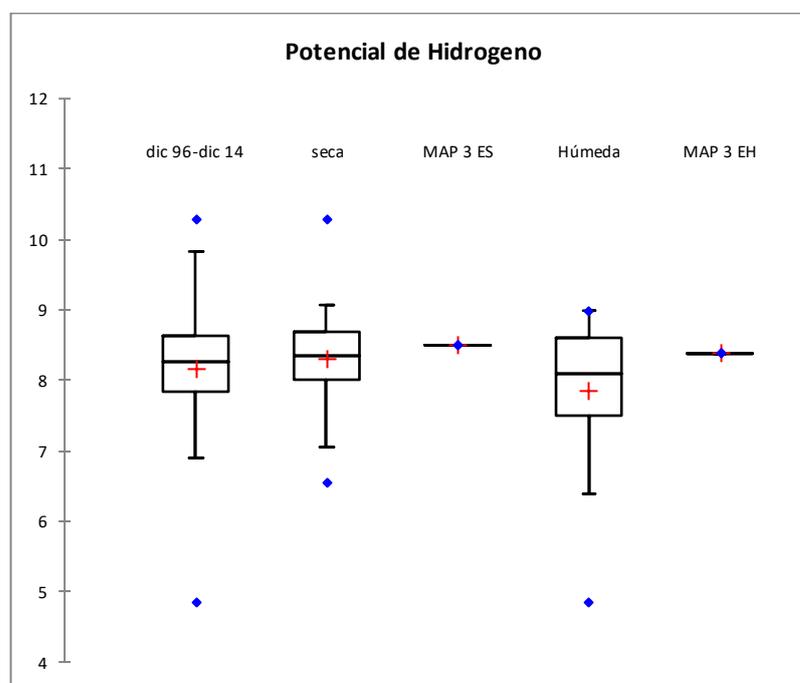


Estadístico	dic 96 - dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	4.150	4.150		4.330	
Máximo	11.600	8.670		11.600	
1° Cuartil	6.078	6.078		6.393	
Mediana	6.775	6.715		7.085	
3° Cuartil	7.450	7.378		7.933	
Media	6.840	6.683	6.070	7.174	5.300

pH

El valor del pH en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El valor del pH en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

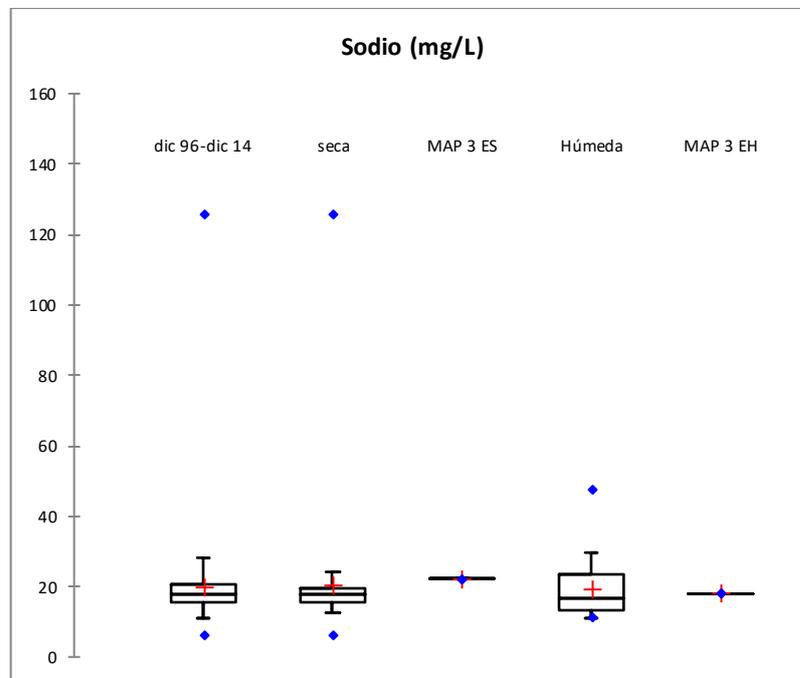


Estadístico	dic 96-dic		MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
	14	seca			
Mínimo	4.860	6.560		4.860	
Máximo	10.280	10.280		8.990	
1° Cuartil	7.830	8.000		7.488	
Mediana	8.275	8.345		8.090	
3° Cuartil	8.635	8.693		8.590	
Media	8.152	8.307	8.500	7.859	8.380

Sodio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

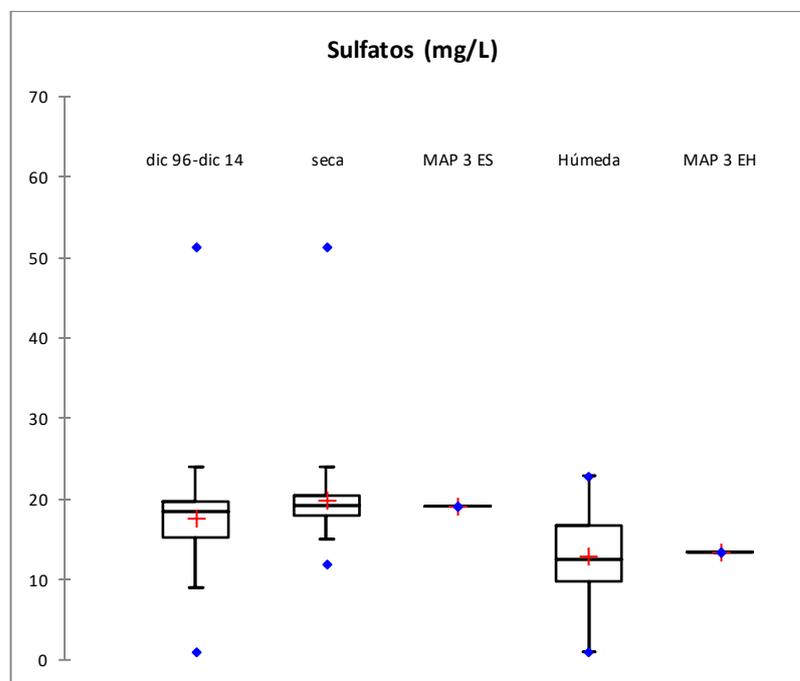


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	6.000	6.000		11.000	
Máximo	125.800	125.800		47.680	
1° Cuartil	15.263	15.630		13.390	
Mediana	17.620	17.875		16.750	
3° Cuartil	20.438	19.455		23.213	
Media	20.022	20.434	22.280	19.200	17.940

Sulfatos

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



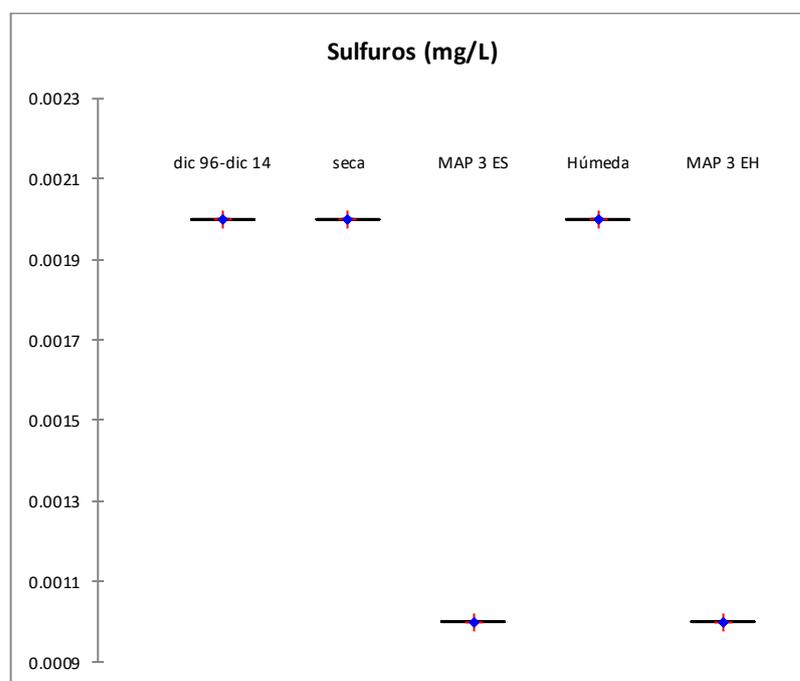
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	1.000	11.900		1.000	
Máximo	51.260	51.260		22.900	
1° Cuartil	15.330	17.993		9.750	
Mediana	18.485	19.075		12.545	
3° Cuartil	19.743	20.420		16.625	
Media	17.477	19.798	19.100	12.834	13.390

Sulfuros

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

El valor de sulfuros está por debajo del Límite de Detección



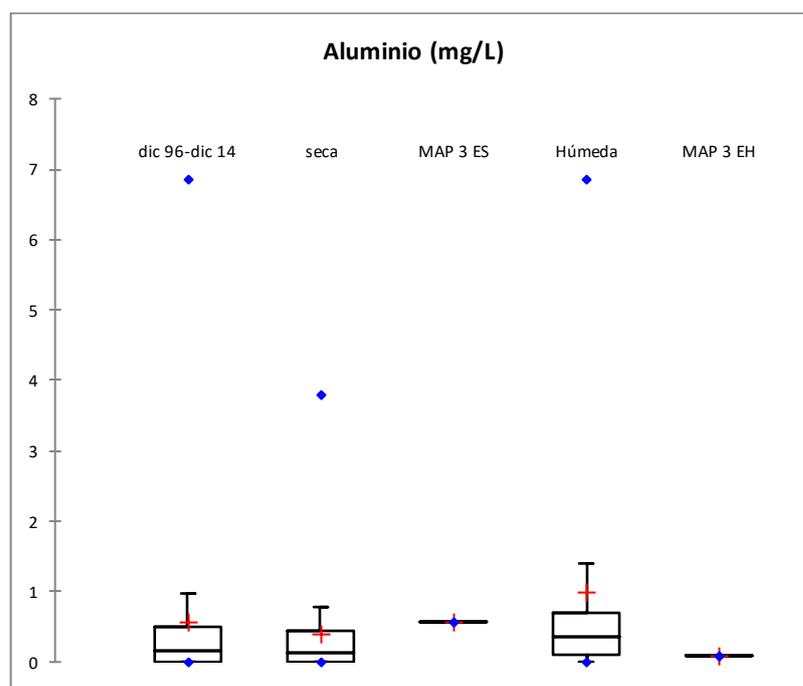
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.002	0.002		0.002	
Máximo	0.002	0.002		0.002	
1° Cuartil	0.002	0.002		0.002	
Mediana	0.002	0.002		0.002	
3° Cuartil	0.002	0.002		0.002	
Media	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001

Inorgánicos

Aluminio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

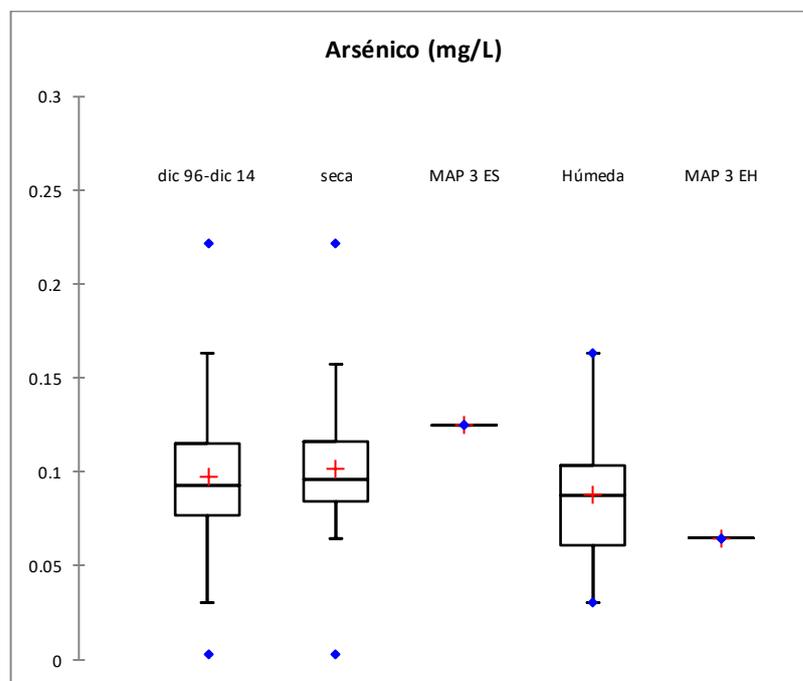


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.001		0.001	
Máximo	6.858	3.788		6.858	
1° Cuartil	0.001	0.001		0.117	
Mediana	0.152	0.137		0.350	
3° Cuartil	0.509	0.431		0.687	
Media	0.568	0.404	0.570	0.998	0.090

Arsénico

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

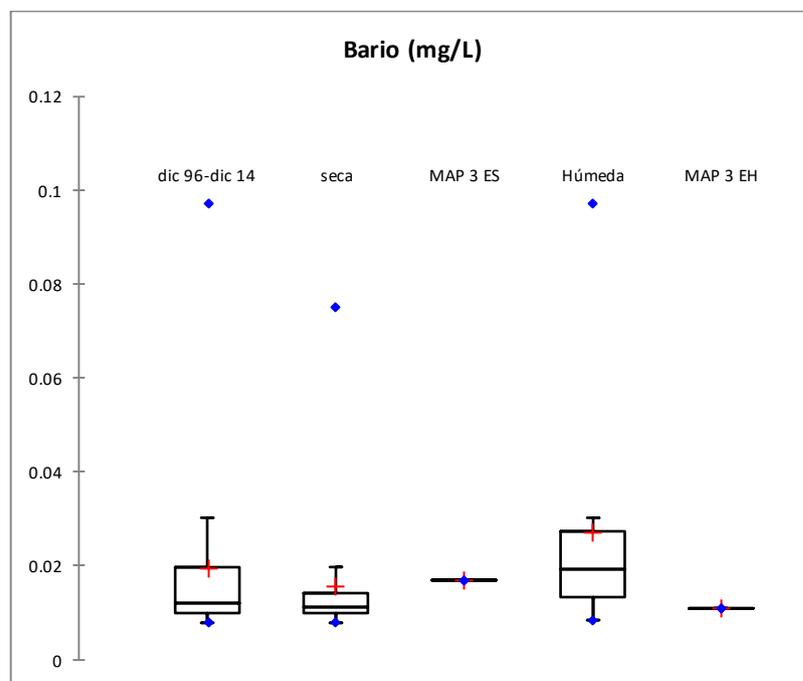


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.003	0.003		0.031	
Máximo	0.222	0.222		0.163	
1° Cuartil	0.077	0.085		0.062	
Mediana	0.093	0.096		0.087	
3° Cuartil	0.116	0.117		0.103	
Media	0.098	0.102	0.125	0.088	0.065

Bario

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

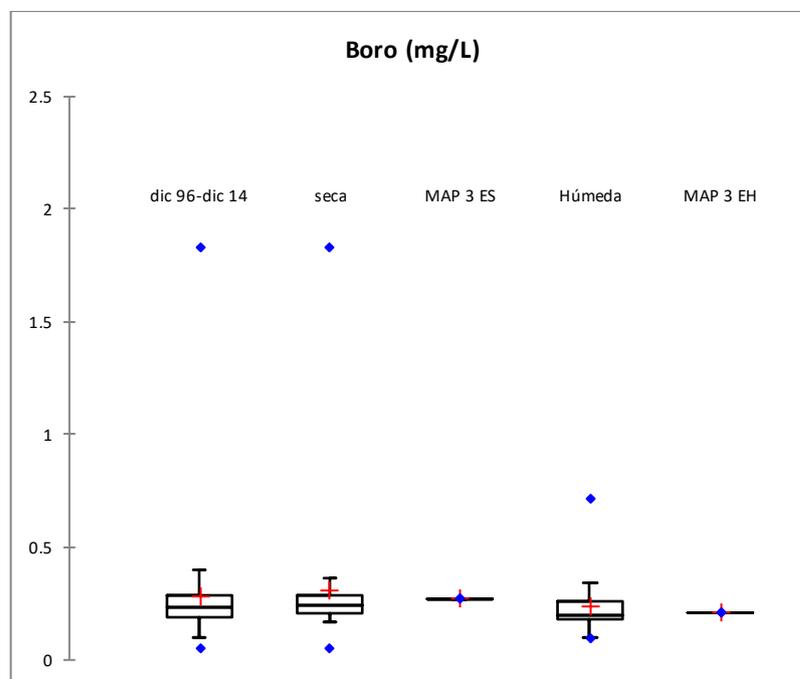


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.008	0.008		0.009	
Máximo	0.097	0.075		0.097	
1° Cuartil	0.010	0.010		0.013	
Mediana	0.012	0.011		0.019	
3° Cuartil	0.020	0.014		0.028	
Media	0.019	0.016	0.017	0.027	0.011

Boro

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



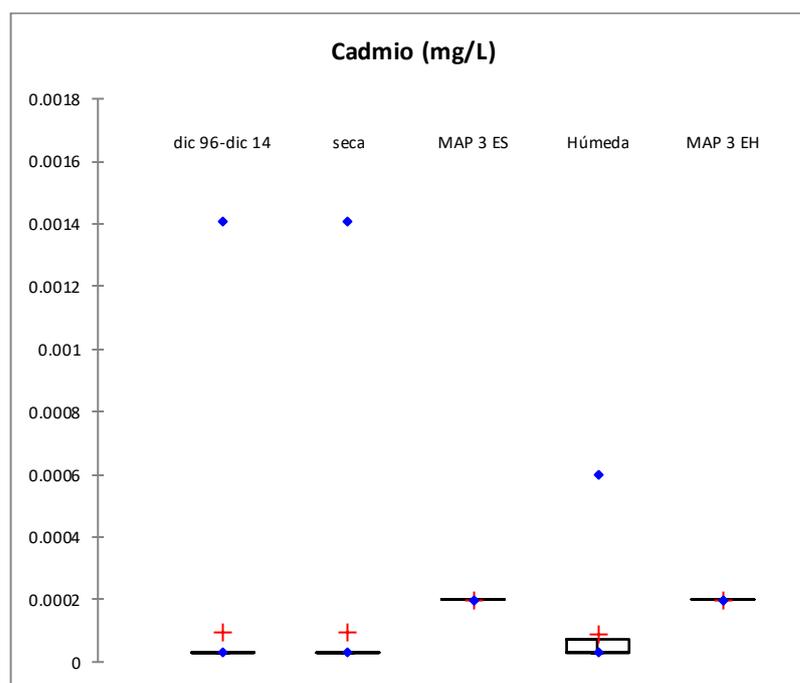
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.050	0.050		0.100	
Máximo	1.829	1.829		0.719	
1° Cuartil	0.194	0.208		0.179	
Mediana	0.232	0.242		0.200	
3° Cuartil	0.283	0.285		0.258	
Media	0.285	0.306	0.270	0.242	0.210

Cadmio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de cadmio está por debajo del Límite de Detección



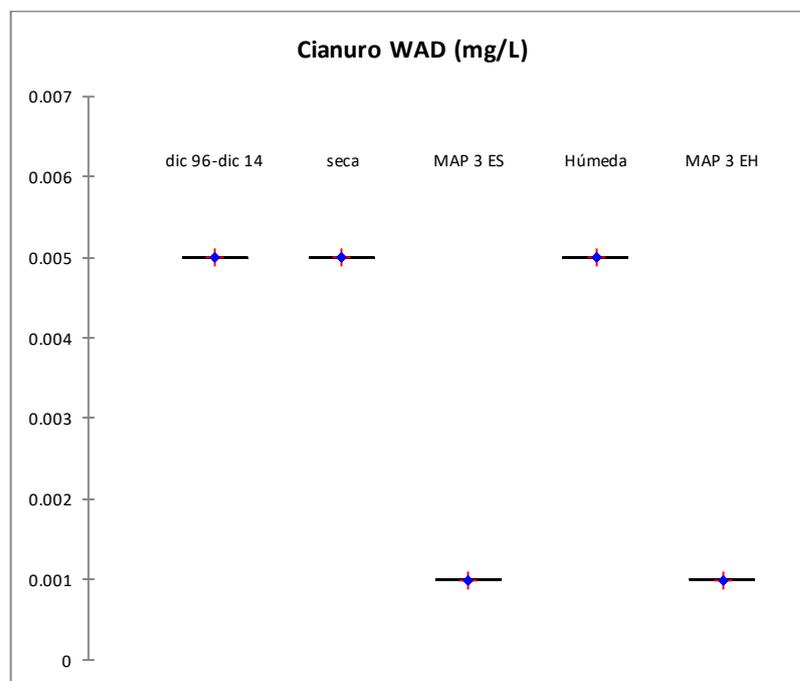
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.00003	0.00003		0.00003	
Máximo	0.00141	0.00141		0.00060	
1° Cuartil	0.00003	0.00003		0.00003	
Mediana	0.00003	0.00003		0.00003	
3° Cuartil	0.00003	0.00003		0.00007	
Media	0.00010	0.00010	0.00020	0.00009	0.00020

Cianuro WAD

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de cianuro wad está por debajo del Límite de Detección

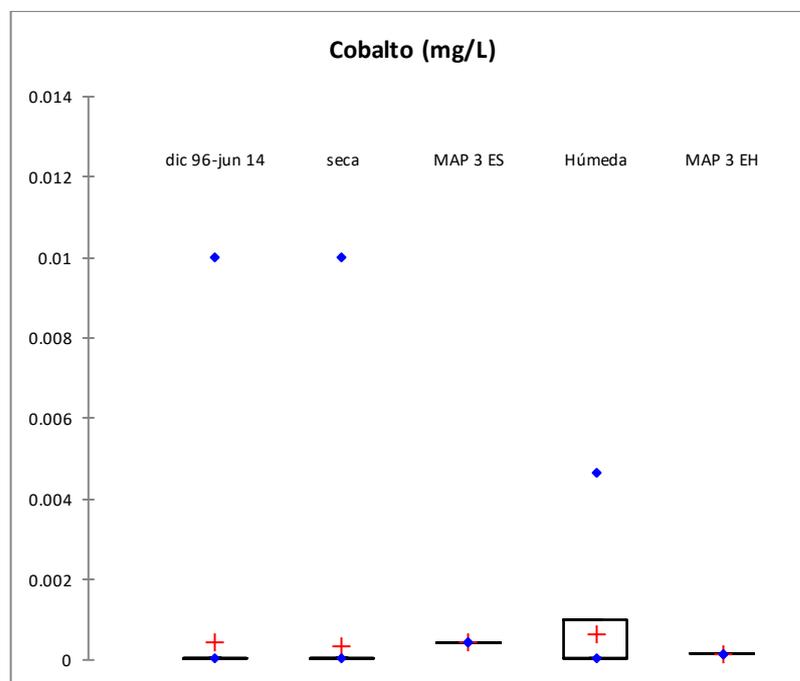


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.005	0.005		0.005	
Máximo	0.005	0.005		0.005	
1° Cuartil	0.005	0.005		0.005	
Mediana	0.005	0.005		0.005	
3° Cuartil	0.005	0.005		0.005	
Media	0.005	0.005	0.001	0.005	0.001

Cobalto

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

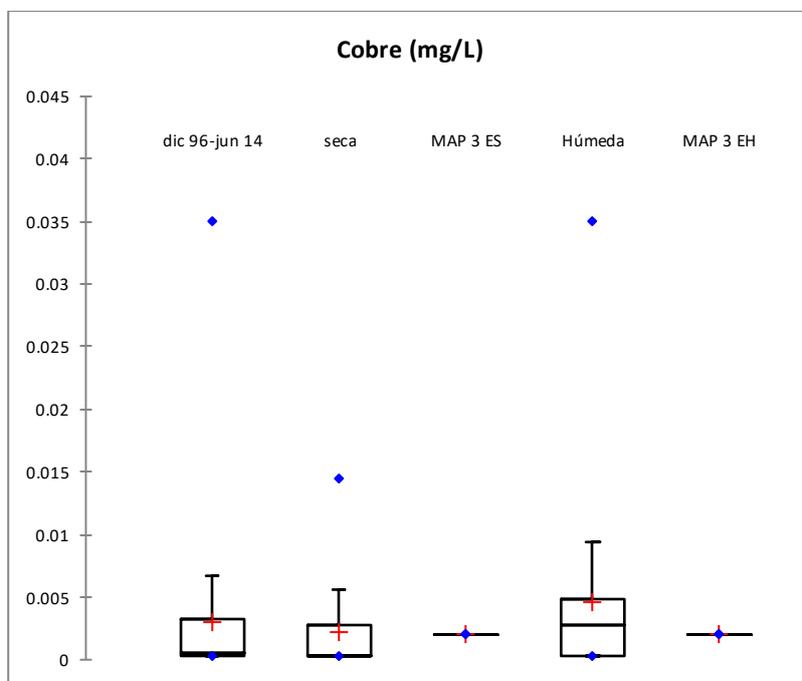


Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.00004	0.00004		0.00004	
Máximo	0.01000	0.01000		0.00466	
1° Cuartil	0.00004	0.00004		0.00004	
Mediana	0.00004	0.00004		0.00004	
3° Cuartil	0.00004	0.00004		0.00100	
Media	0.00046	0.00037	0.00043	0.00066	0.00016

Cobre

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



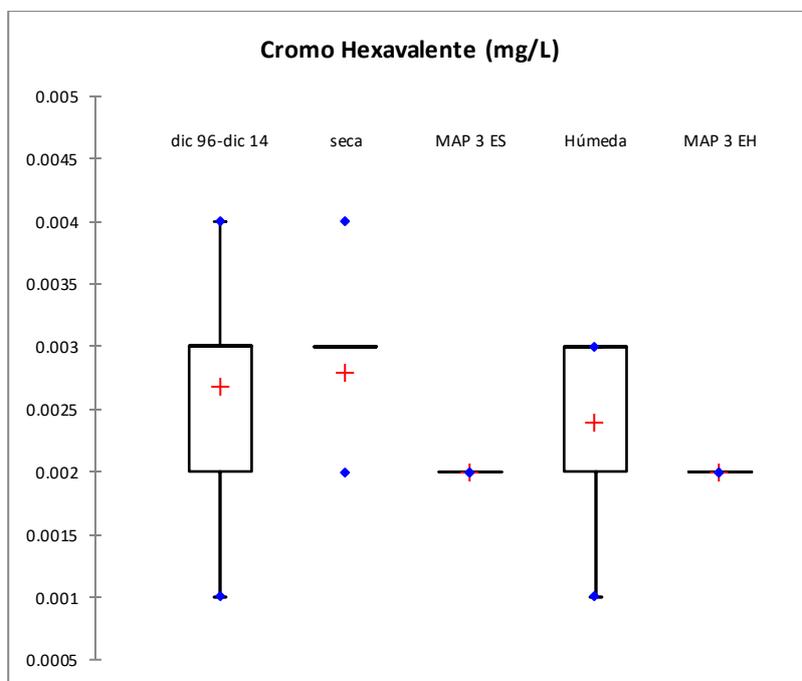
Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.0003	0.0003		0.0003	
Máximo	0.0351	0.0145		0.0351	
1° Cuartil	0.0003	0.0003		0.0003	
Mediana	0.0005	0.0003		0.0028	
3° Cuartil	0.0033	0.0027		0.0049	
Media	0.0030	0.0023	0.0020	0.0046	0.0020

Cromo +6

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de cromo +6 está por debajo del Límite de Detección

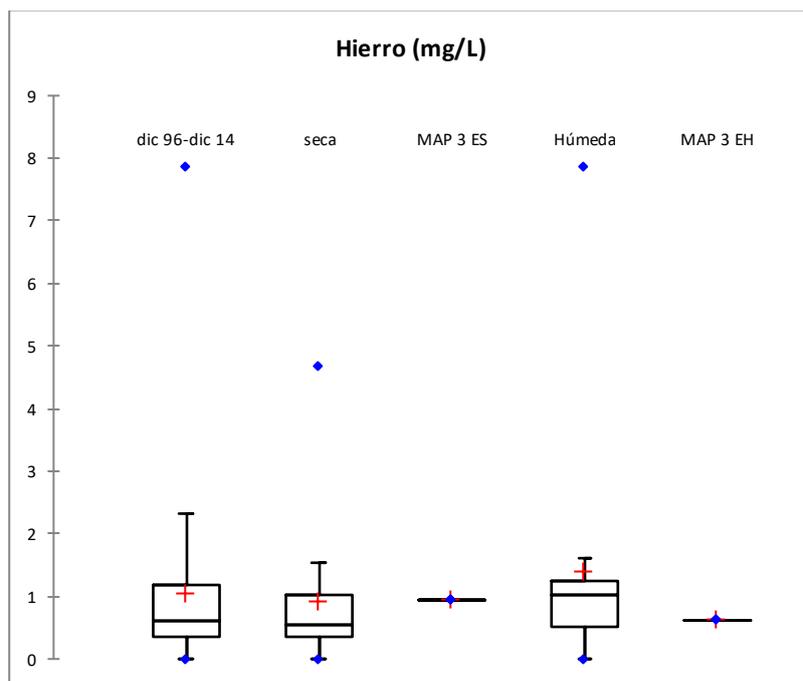


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.002		0.001	
Máximo	0.004	0.004		0.003	
1° Cuartil	0.002	0.003		0.002	
Mediana	0.003	0.003		0.003	
3° Cuartil	0.003	0.003		0.003	
Media	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002

Hierro

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



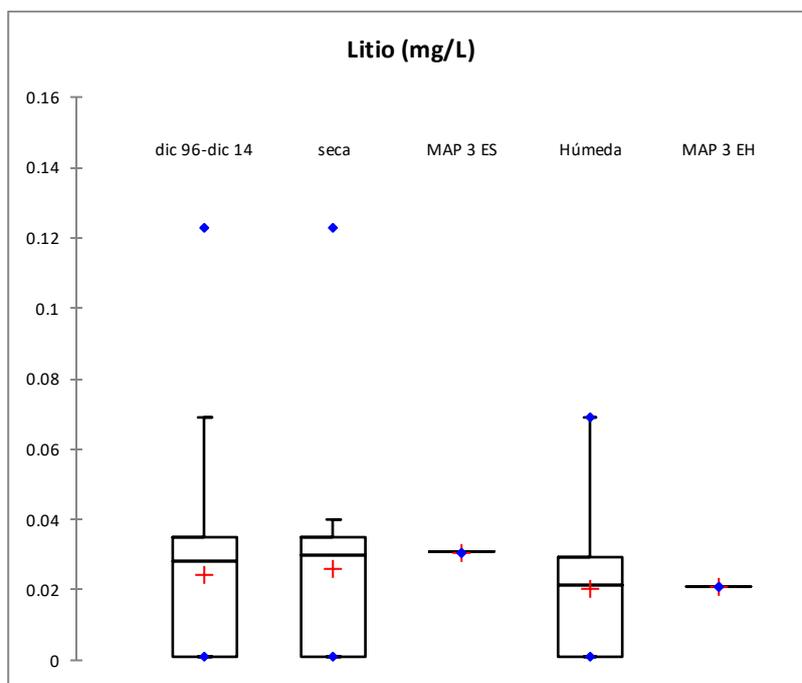
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.001	0.941	0.001	0.616
Máximo	7.871	4.669	0.941	7.871	0.616
1° Cuartil	0.355	0.351	0.941	0.510	0.616
Mediana	0.621	0.560	0.941	1.013	0.616
3° Cuartil	1.187	1.030	0.941	1.230	0.616
Media	1.045	0.919	0.941	1.397	0.616

Litio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de cromo VI está por debajo del Límite de Detección

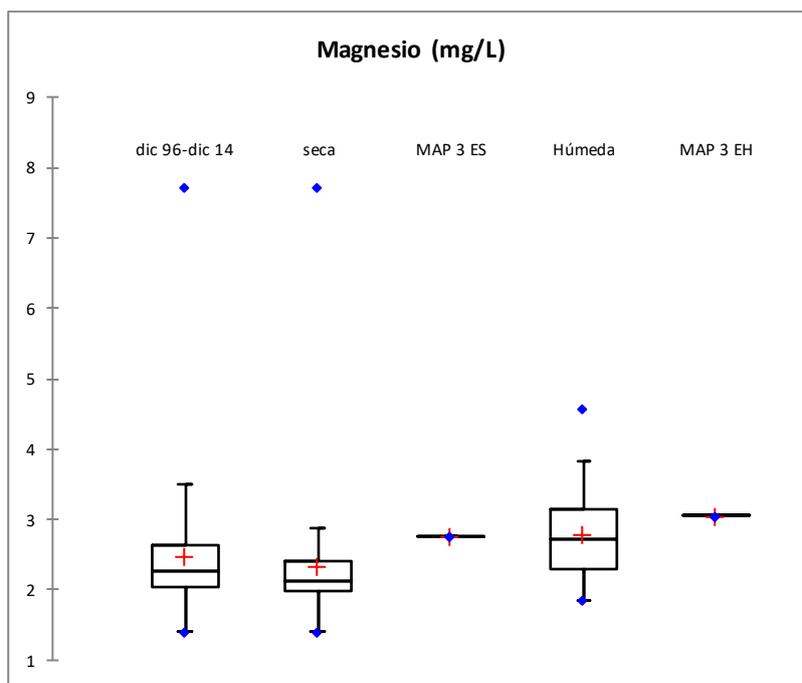


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.001		0.001	
Máximo	0.123	0.123		0.069	
1° Cuartil	0.001	0.001		0.001	
Mediana	0.028	0.030		0.022	
3° Cuartil	0.035	0.035		0.030	
Media	0.024	0.026	0.031	0.021	0.021

Magnesio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

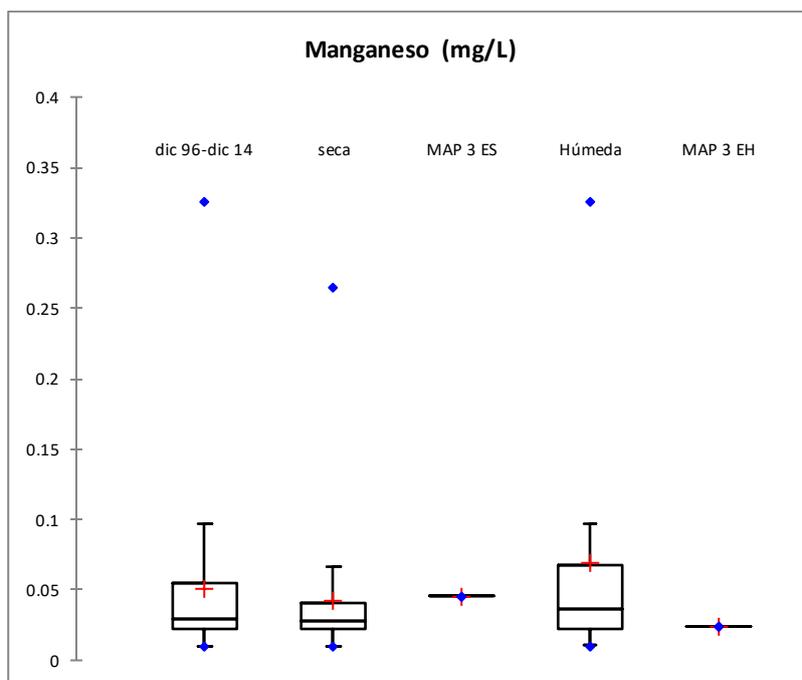


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	1.408	1.408		1.848	
Máximo	7.718	7.718		4.584	
1° Cuartil	2.033	1.997		2.295	
Mediana	2.278	2.119		2.721	
3° Cuartil	2.640	2.401		3.136	
Media	2.492	2.346	2.760	2.784	3.060

Manganeso

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



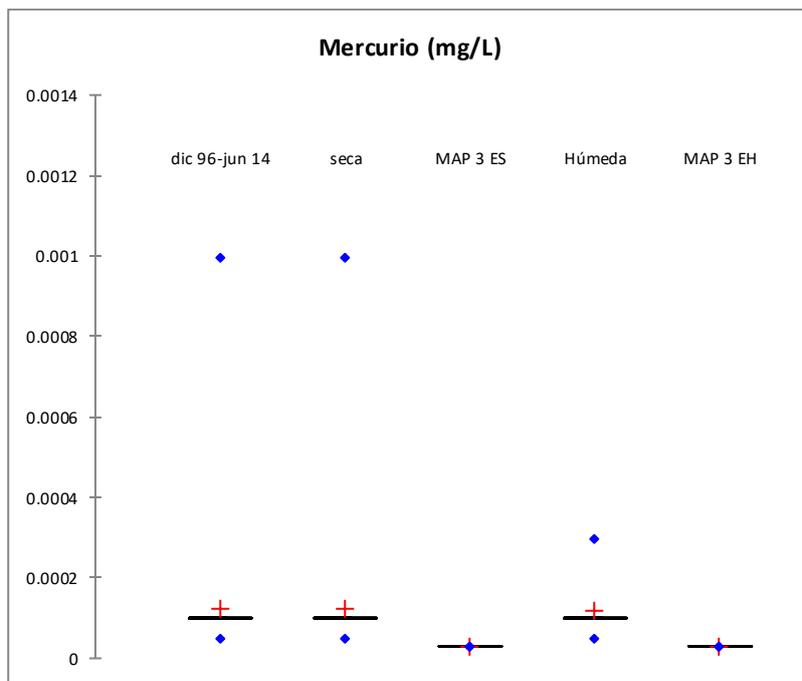
	dic 96-dic				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.010	0.010		0.011	
Máximo	0.327	0.265		0.327	
1° Cuartil	0.023	0.023		0.023	
Mediana	0.030	0.028		0.037	
3° Cuartil	0.055	0.040		0.068	
Media	0.051	0.042	0.046	0.070	0.024

Mercurio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de mercurio está por debajo del Límite de Detección

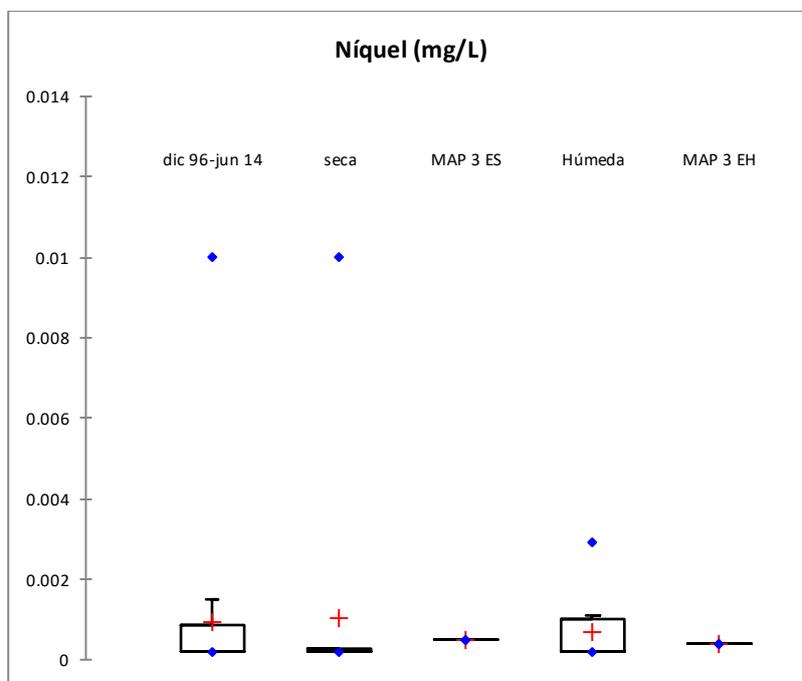


	dic 96-jun				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.00005	0.00005		0.00005	
Máximo	0.00100	0.00100		0.00030	
1° Cuartil	0.00010	0.00010		0.00010	
Mediana	0.00010	0.00010		0.00010	
3° Cuartil	0.00010	0.00010		0.00010	
Media	0.00013	0.00013	0.00003	0.00012	0.00003

Níquel

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



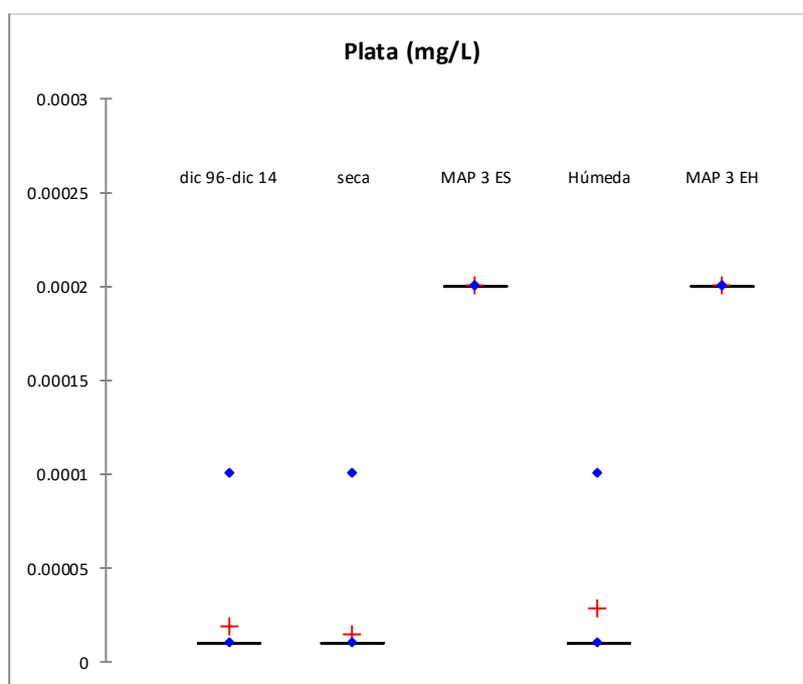
Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.0002	0.0002		0.0002	
Máximo	0.0100	0.0100		0.0029	
1° Cuartil	0.0002	0.0002		0.0002	
Mediana	0.0002	0.0002		0.0002	
3° Cuartil	0.0009	0.0003		0.0010	
Media	0.0009	0.0010	0.0005	0.0007	0.0004

Plata

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de plata está por debajo del Límite de Detección



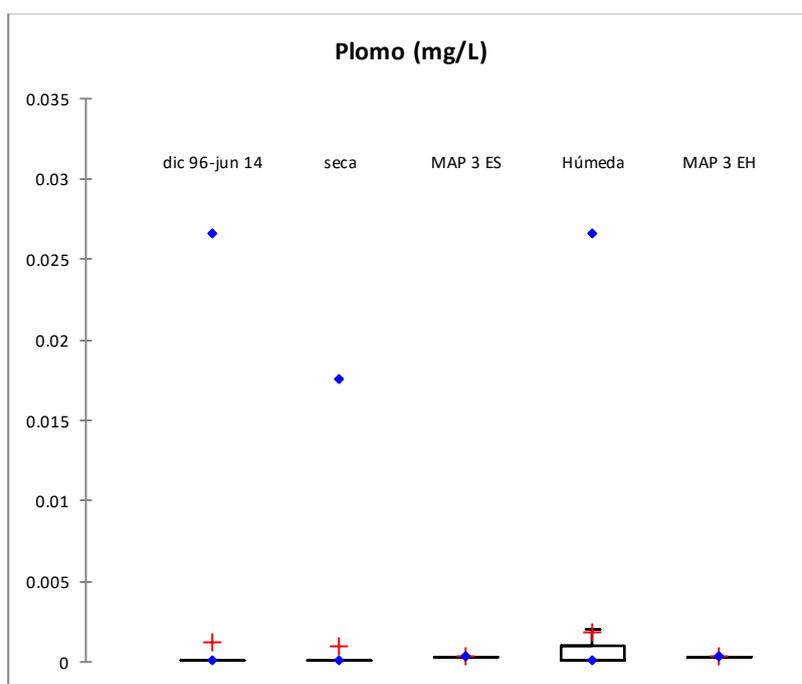
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.00001	0.00001		0.00001	
Máximo	0.00010	0.00010		0.00010	
1° Cuartil	0.00001	0.00001		0.00001	
Mediana	0.00001	0.00001		0.00001	
3° Cuartil	0.00001	0.00001		0.00001	
Media	0.00002	0.00001	0.00020	0.00003	0.00020

Plomo

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de plomo está por debajo del Límite de Detección



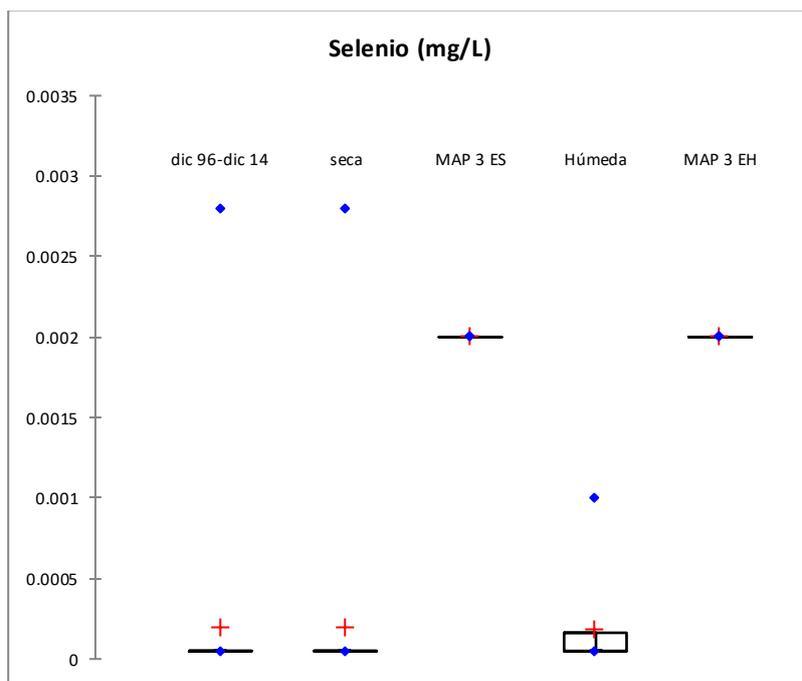
Estadístico	dic 96-jun				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.0001	0.0001		0.0001	
Máximo	0.0266	0.0175		0.0266	
1° Cuartil	0.0001	0.0001		0.0001	
Mediana	0.0001	0.0001		0.0001	
3° Cuartil	0.0001	0.0001		0.0010	
Media	0.0012	0.0009	0.0003	0.0019	0.0003

Selenio

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de Selenio está por debajo del Límite de Detección

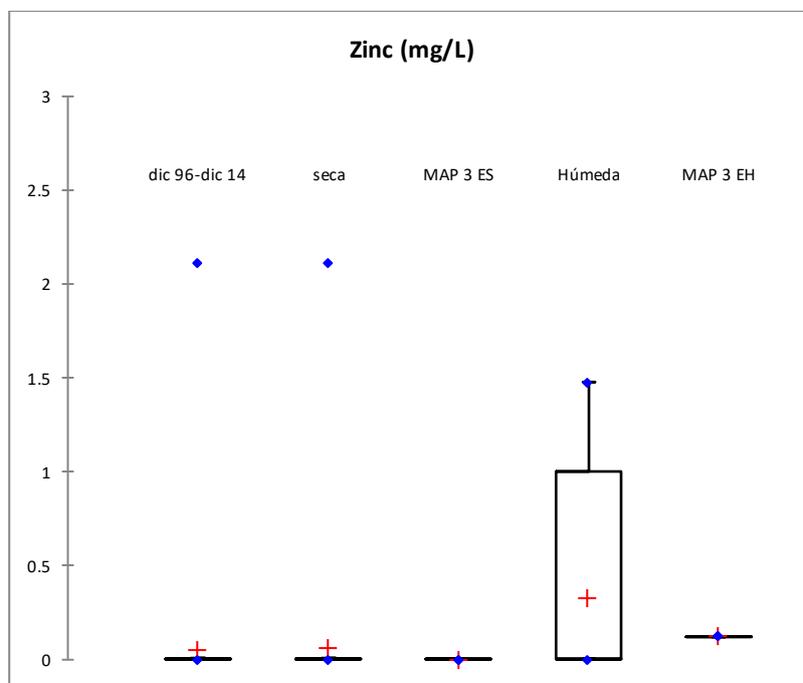


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.00005	0.00005		0.00005	
Máximo	0.00280	0.00280		0.00100	
1° Cuartil	0.00005	0.00005		0.00005	
Mediana	0.00005	0.00005		0.00005	
3° Cuartil	0.00005	0.00005		0.00016	
Media	0.00019	0.00019	0.00200	0.00019	0.00200

Zinc

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.001	0.001		0.003	
Máximo	2.115	2.115		1.479	
1° Cuartil	0.003	0.003		0.003	
Mediana	0.003	0.003		0.005	
3° Cuartil	0.006	0.007		1.003	
Media	0.053	0.064	0.003	0.330	0.122

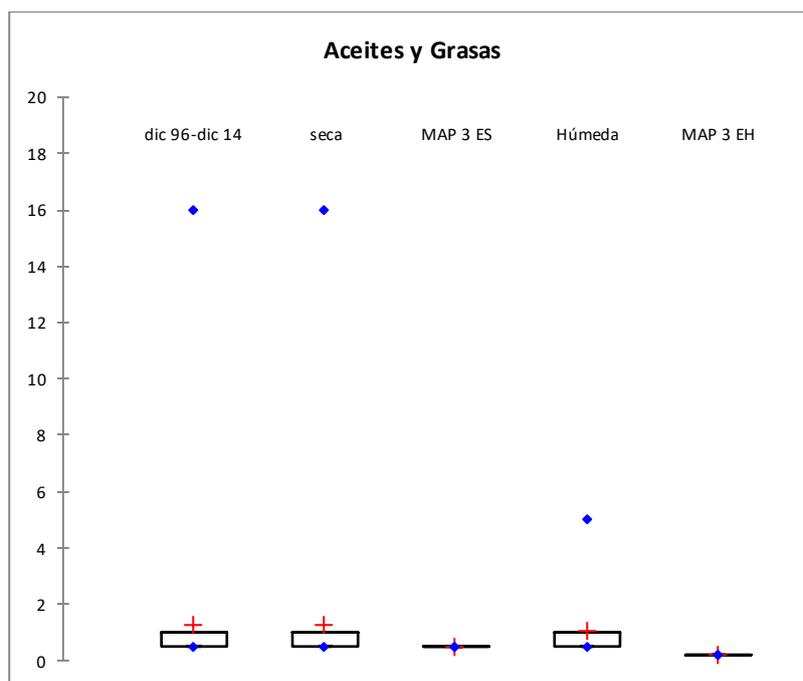
Orgánicos

Aceites y Grasas

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de aceites y grasas está por debajo del Límite de Detección



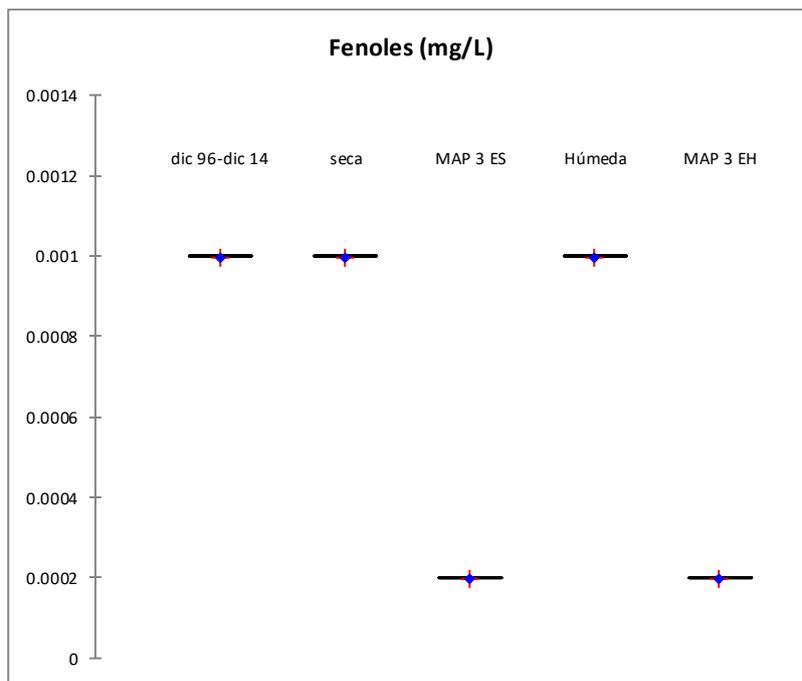
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.500	0.500		0.500	
Máximo	16.000	16.000		5.000	
1° Cuartil	0.500	0.500		0.500	
Mediana	1.000	1.000		1.000	
3° Cuartil	1.000	1.000		1.000	
Media	1.236	1.297	0.500	1.094	0.200

Fenoles

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de fenoles está por debajo del Límite de Detección



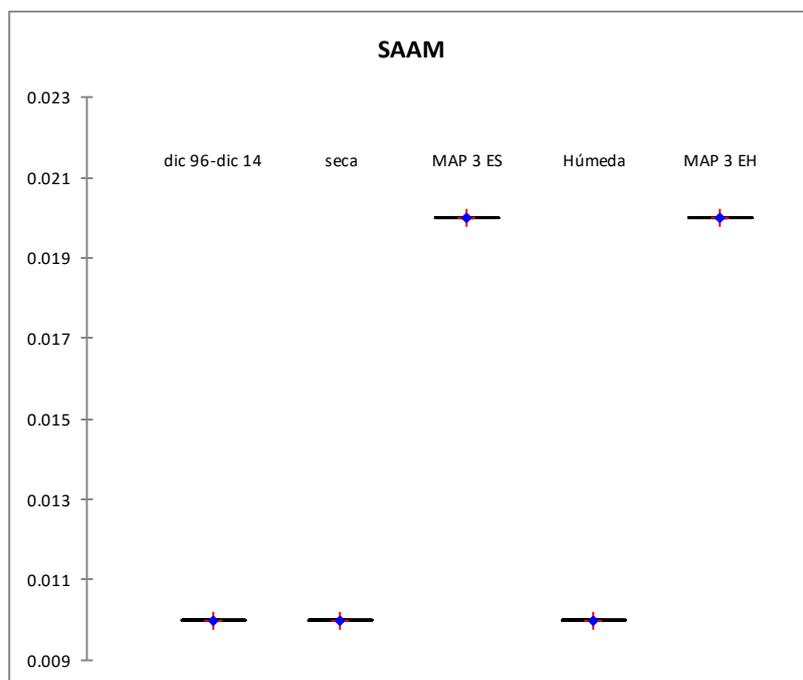
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.0010	0.0010		0.0010	
Máximo	0.0010	0.0010		0.0010	
1° Cuartil	0.0010	0.0010		0.0010	
Mediana	0.0010	0.0010		0.0010	
3° Cuartil	0.0010	0.0010		0.0010	
Media	0.0010	0.0010	0.0002	0.0010	0.0002

Detergentes

La concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La concentración de Detergentes está por debajo del Límite de Detección



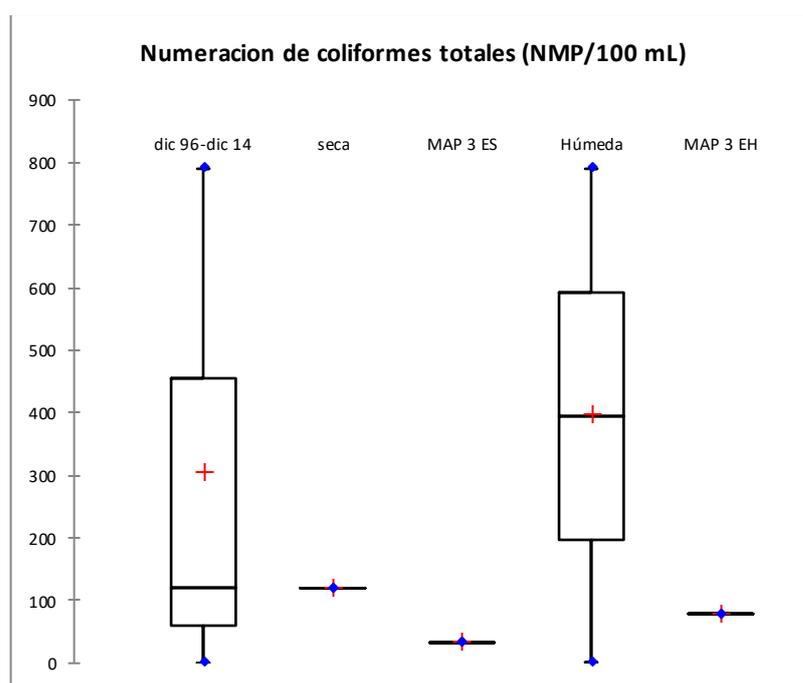
Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.010	0.010		0.010	
Máximo	0.010	0.010		0.010	
1° Cuartil	0.010	0.010		0.010	
Mediana	0.010	0.010		0.010	
3° Cuartil	0.010	0.010		0.010	
Media	0.010	0.010	0.020	0.010	0.020

Biológicos

Coliformes Totales

La Numeración de Coliformes Totales en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Numeración de Coliformes Totales en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

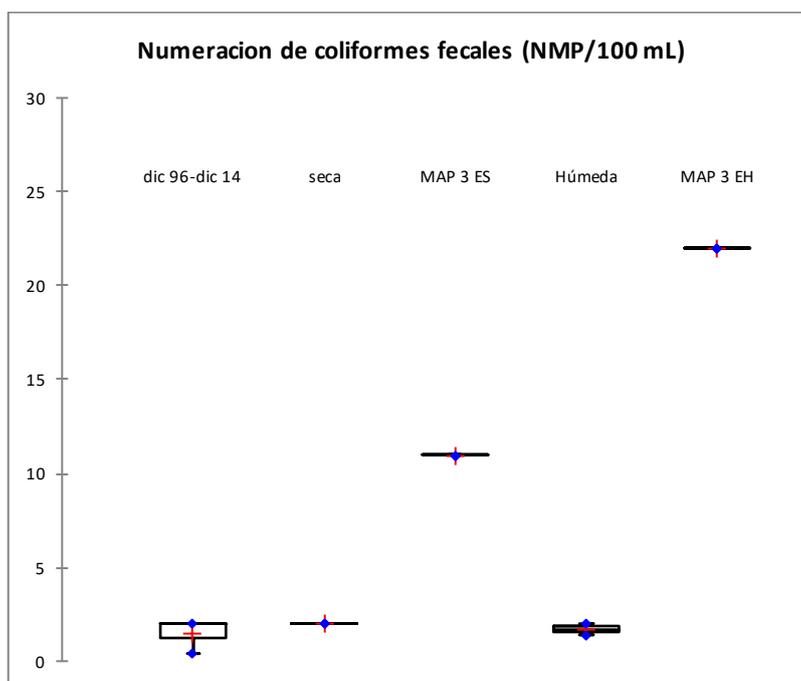


	dic 96-dic				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.400	120.000		1.400	
Máximo	790.000	120.000		790.000	
1° Cuartil	60.200	120.000		198.550	
Mediana	120.000	120.000		395.700	
3° Cuartil	455.000	120.000		592.850	
Media	303.467	120.000	33.000	395.700	79.000

Coliformes Fecales o Termotolerantes

La Numeración de Coliformes Fecales en época seca no está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Numeración de Coliformes Fecales en época húmeda no está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	0.400	2.000		1.400	
Máximo	2.000	2.000		2.000	
1° Cuartil	1.200	2.000		1.550	
Mediana	2.000	2.000		1.700	
3° Cuartil	2.000	2.000		1.850	
Media	1.467	2.000	11.000	1.700	22.000

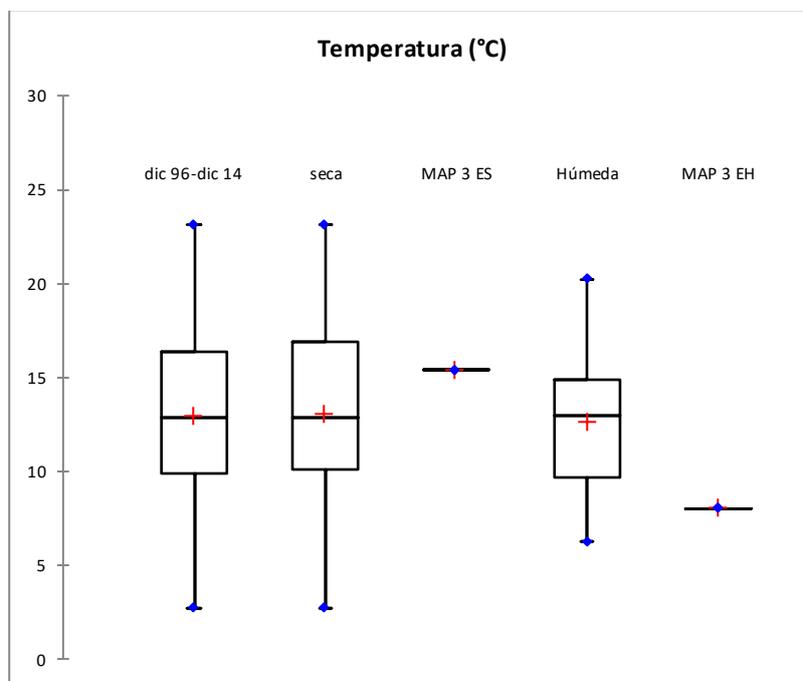
Se requiere mayor número de monitoreos para verificar la tendencia de este parámetro

Otros parámetros

Temperatura

La Temperatura en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Temperatura en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

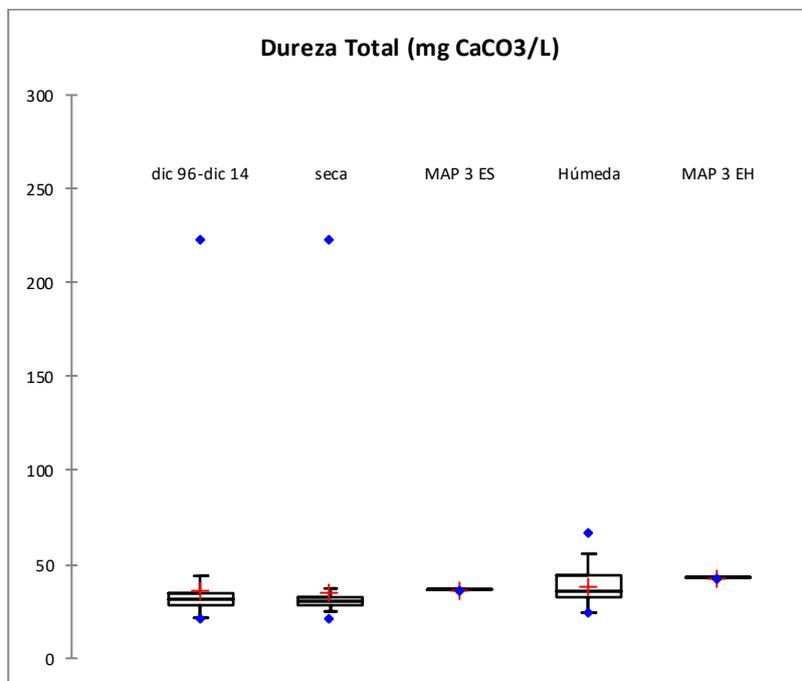


Estadístico	dic 96-dic		MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
	14	seca			
Mínimo	2.700	2.700		6.260	
Máximo	23.130	23.130		20.200	
1° Cuartil	9.885	10.140		9.680	
Mediana	12.800	12.800		12.950	
3° Cuartil	16.310	16.890		14.915	
Media	12.873	12.995	15.400	12.604	8.000

Dureza

La Dureza en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Dureza en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

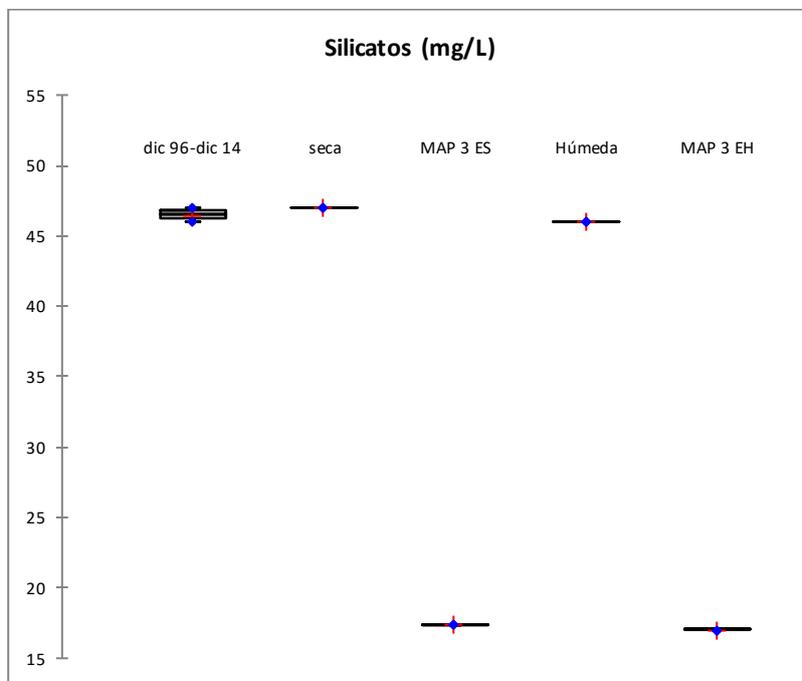


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	21.500	21.500		24.300	
Máximo	223.600	223.600		66.700	
1° Cuartil	28.800	28.800		32.350	
Mediana	31.200	30.100		36.200	
3° Cuartil	34.900	32.225		44.200	
Media	36.396	35.265	36.700	38.779	43.100

Silicatos

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

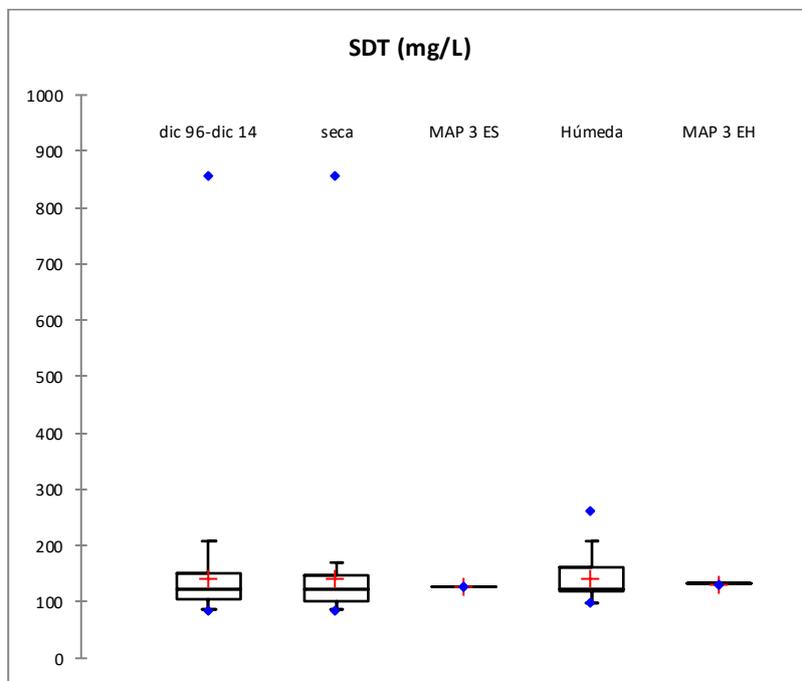


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	46.000	47.000		46.000	
Máximo	47.000	47.000		46.000	
1° Cuartil	46.250	47.000		46.000	
Mediana	46.500	47.000		46.000	
3° Cuartil	46.750	47.000		46.000	
Media	46.500	47.000	17.370	46.000	17.070

Sólidos Disueltos Totales

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

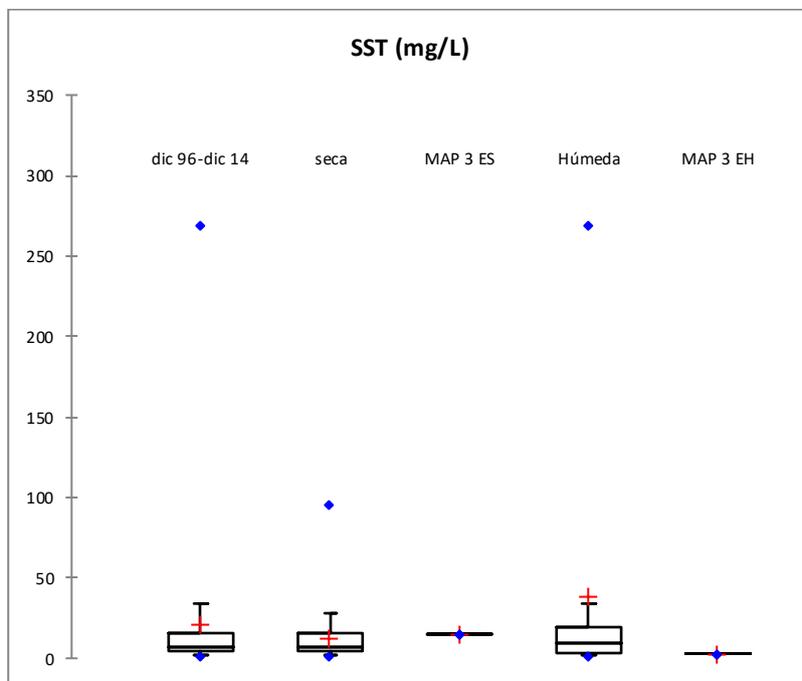


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	87.000	87.000		98.000	
Máximo	859.000	859.000		261.000	
1° Cuartil	103.750	103.000		117.500	
Mediana	122.000	122.000		121.500	
3° Cuartil	152.250	148.250		162.000	
Media	142.650	142.925	127.000	142.100	133.000

Sólidos Suspendidos Totales

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

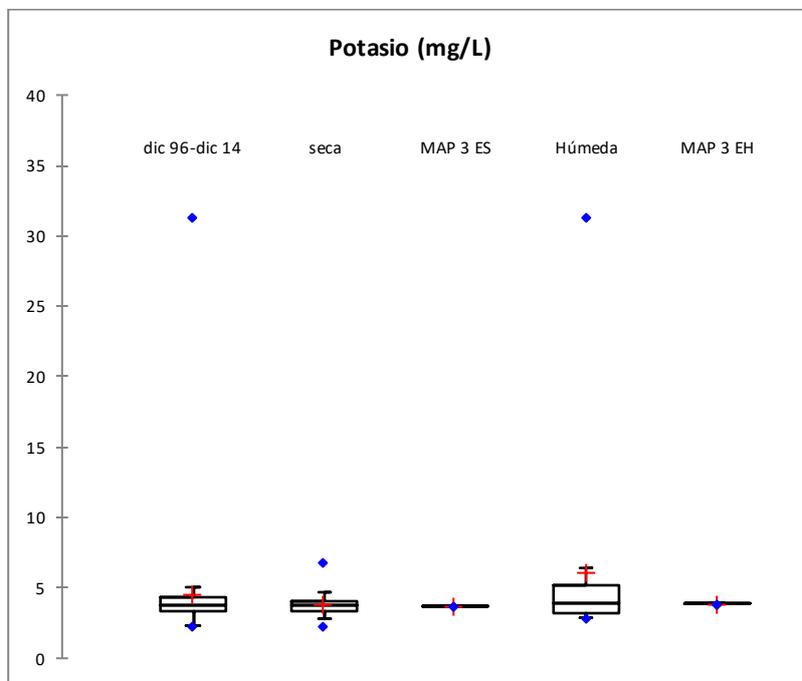


Estadístico	dic 96-dic				
	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	2.000	2.000		2.000	
Máximo	269.000	95.000		269.000	
1° Cuartil	4.000	4.000		3.750	
Mediana	7.000	7.000		10.000	
3° Cuartil	16.000	15.500		19.250	
Media	21.831	13.103	15.000	38.850	3.000

Potasio

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (dic 96 – dic 14)



	dic 96-dic				
Estadístico	14	seca	MAP 3 ES	Húmeda	MAP 3 EH
Mínimo	2.328	2.328		2.875	
Máximo	31.350	6.875		31.350	
1° Cuartil	3.389	3.401		3.251	
Mediana	3.723	3.700		3.897	
3° Cuartil	4.285	4.010		5.152	
Media	4.535	3.851	3.700	6.118	3.900

Tabla 20. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el 3er Monitoreo Ambiental Participativo: Calidad de Agua - área de abastecimiento de agua.

Estación de monitoreo	Periodo de evaluación	Monitoreos	Parámetros de calidad de agua			
			monitoreados	Evaluados ECA Agua 3	Distribución esperada	
					E. seca	E. húmeda
TIT-1	Feb 99 – dic 14	56	46	40	44 (PO ₄ , F)	44 (Ni, Co)
CHL-8	Dic 96 – dic 14	60	46	40	46	45 (CF, PO ₄)
PGB-1	Abr 07 – dic 14	54	46	40	43 (Cd, Li, Mn)	45 (CT)
VIZ-2	Ene 99 – dic 14	57	46	40	45 (Cd)	45 (CF)

Se han considerado 40 parámetros del ECA 3 y 6 parámetros adicionales: SDT, SST, dureza, potasio, temperatura y silicio.

En la estación TIT-1 el contenido de fosfatos y fluor en época seca, el contenido de níquel y cobalto en época húmeda se desvían de la distribución esperada. En la estación CHL-8 el contenido de coliformes fecales en época húmeda y fosfatos se desvían de la distribución esperada. Para la estación PGB-1 el contenido de cadmio, litio y manganeso en época seca, el contenido de coliformes totales en época húmeda se desvían de la distribución esperada. En la estación VIZ-2 el contenido de Cadmio en época seca, el contenido de coliformes fecales en época húmeda se desvían de la distribución esperada.

De la tabla 19 se obtiene que el 97 % de los resultados se encuentran dentro de la distribución esperada para la época seca y húmeda.

Se recomienda la validación de la línea de base ambiental de calidad de agua - área de abastecimiento de agua - época seca y húmeda.

7.5.2. Calidad del aire

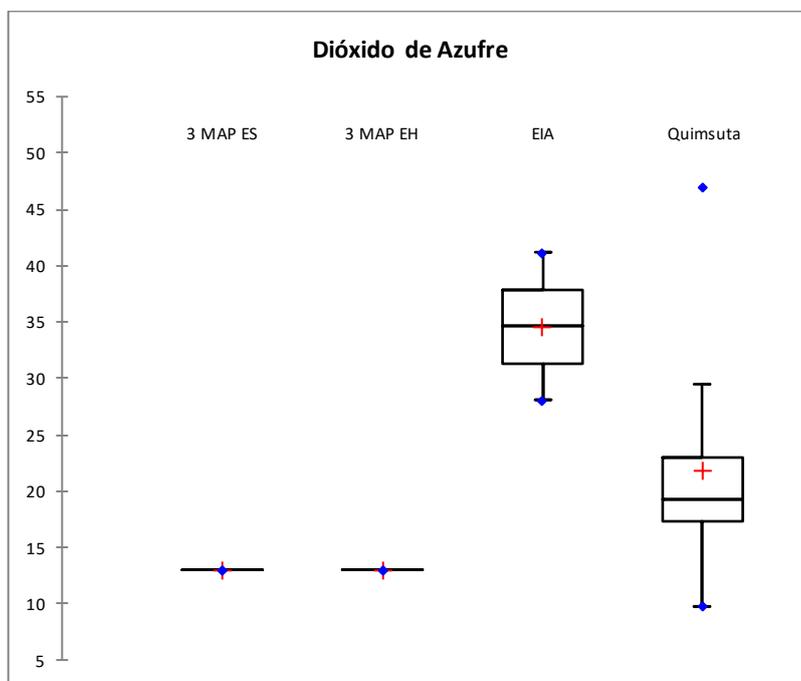
Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de aire de las estaciones de monitoreo medidos en diciembre del 2014 y abril del 2015 con la data disponible del EIA y estaciones de calidad de aire de zonas cercanas de forma referencial. Se presenta como ejemplo de diagramas los resultados de la estación KPA2, los diagramas de los puntos KPA3, KPA4, y KPA5 se encuentran en el anexo 4, en el caso de la estación KPA7 no se dispone de suficiente información.

KPA-2

Dióxido de Azufre

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

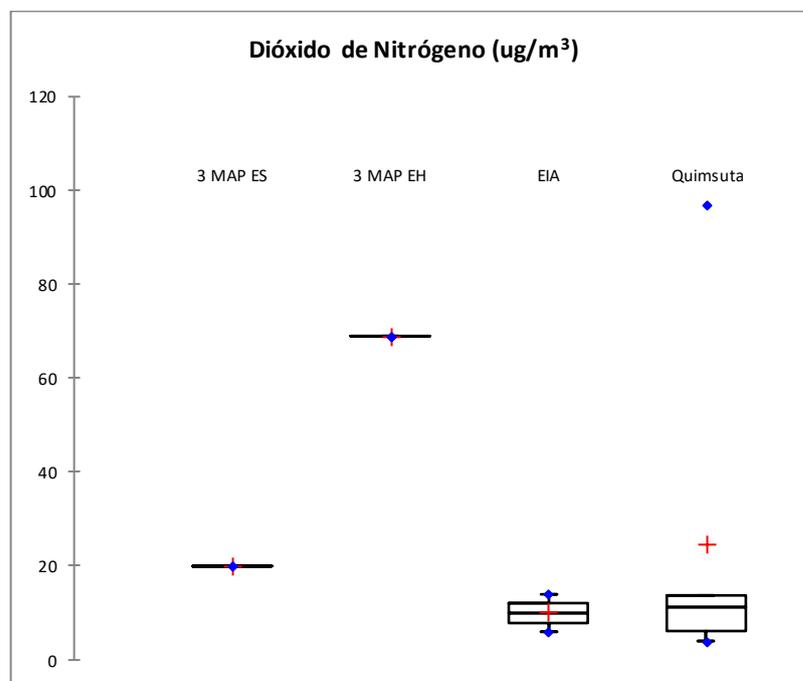


Estadístico	3 MAP ES	3 MAP EH	EIA	Quimsuta mar 07 - ago 14
Mínimo			28.100	9.760
Máximo			41.200	46.990
1° Cuartil			31.375	17.390
Mediana			34.650	19.250
3° Cuartil			37.925	22.970
Media	13.000	13.000	34.650	21.895

Dióxido de Nitrógeno

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

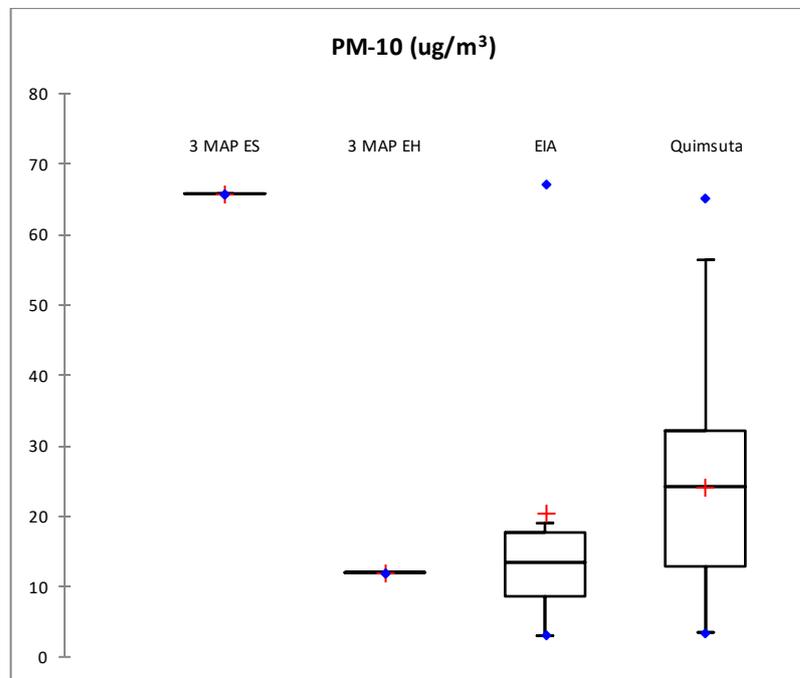


Estadístico	3 MAP ES	3 MAP EH	EIA	Quimsuta mar 07 - ago 14
Mínimo			6.000	4.040
Máximo			14.000	96.980
1° Cuartil			8.000	6.280
Mediana			10.000	11.240
3° Cuartil			12.000	13.760
Media	20.000	69.000	10.000	24.826

Material Particulado menor a 10 um (PM-10)

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

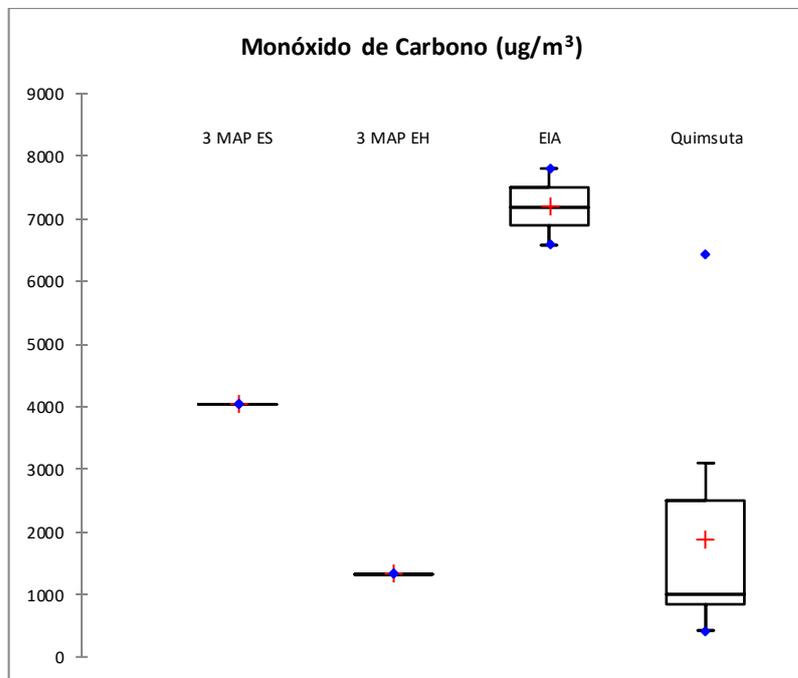


Estadístico	3 MAP ES	3 MAP EH	EIA	Quimsuta mar 07 - ago 14
Mínimo			3.000	3.500
Máximo			67.000	65.200
1° Cuartil			8.500	12.750
Mediana			13.500	24.200
3° Cuartil			17.750	32.000
Media	65.800	12.000	20.500	23.969

Monóxido de Carbono

La Concentración en época seca está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)

La Concentración en época húmeda está dentro de la distribución esperada (mar 07 – ago 14)



Estadístico	3 MAP ES	3 MAP EH	EIA	Quimsuta mar 07 - ago 14
Mínimo			6579.000	425.000
Máximo			7805.000	6426.000
1° Cuartil			6885.500	856.000
Mediana			7192.000	1009.000
3° Cuartil			7498.500	2505.000
Media	4037.000	1321.000	7192.000	1887.908

Tabla 21. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el 3er Monitoreo ambiental Participativo: Calidad de Aire

Estación de Monitoreo	Periodo de Evaluación	Monitoreos EIA	Monitoreos área cercana	Parámetros de calidad de aire		
				Monitoreados	Distribución esperada	
					e. seca	e. húmeda
KPA-2	2007-2014	2	13	4	4	4
KPA-3	2007-2014	2	13	4	4	4
KPA-4	2007-2014	2	13	4	3 (NO ₂)	3 (NO ₂)
KPA-5	2007-2014	2	13	4	2 (PM-10, CO)	3 (NO ₂)

Como se observa de la tabla 20 el 84.4 % de los resultados están dentro de lo esperado, en KPA-5 el monóxido de carbono y el material particulado PM-10 se desvían de lo esperado. En KPA-4 el dióxido de nitrógeno se desvía de lo esperado en verano e invierno, estos requieren mayor seguimiento en los monitoreos sucesivos.

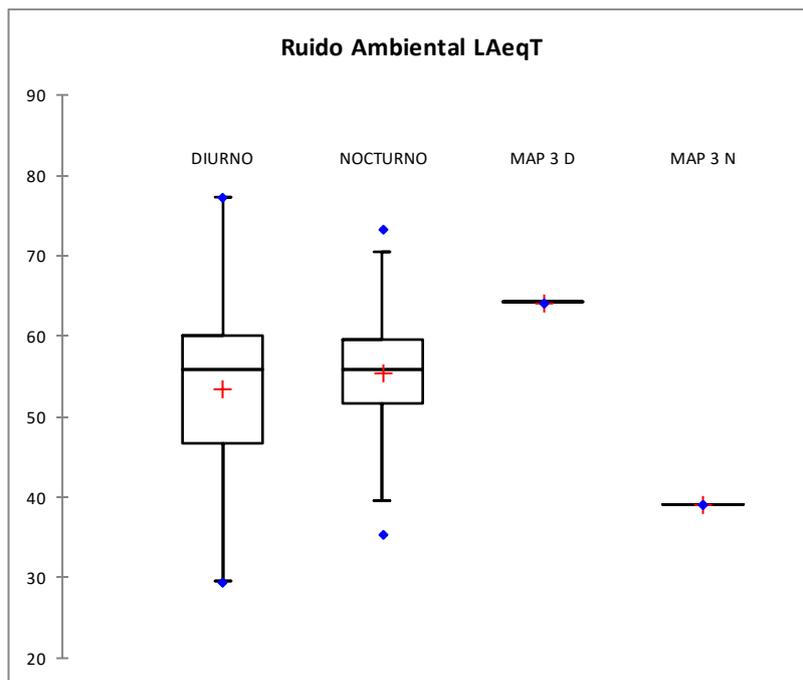
Se recomienda la validación de la línea de base ambiental de calidad de aire en época seca y húmeda.

7.5.3. Ruido Ambiental y Vibraciones

Se realizó la validación de resultados de ruido ambiental utilizando el Nivel sonoro continuo equivalente (LAeqT), en el periodo diurno y nocturno.

R-4

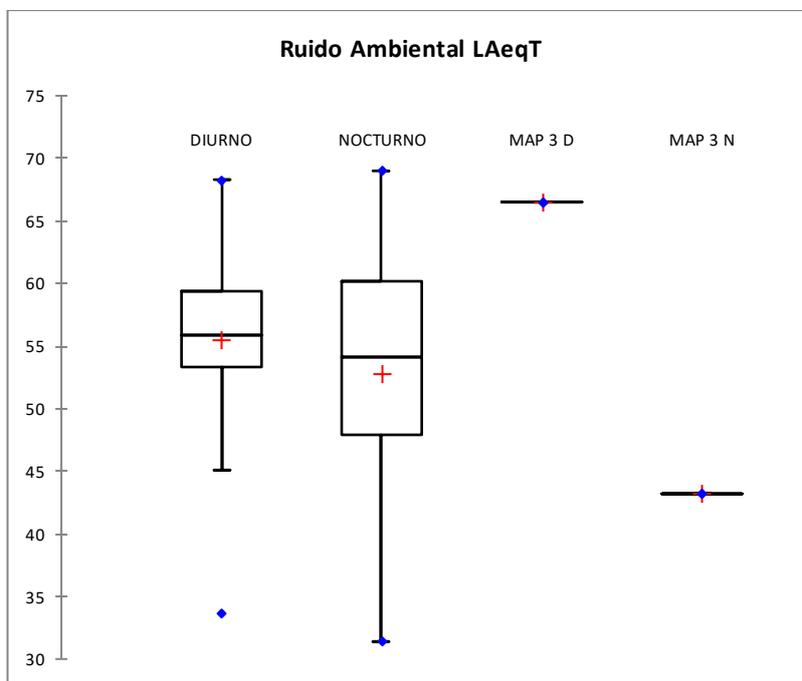
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



Estadístico	DIURNO	NOCTURNO	MAP 3 D	MAP 3 N
Mínimo	29.600	35.361		
Máximo	77.300	73.300		
1° Cuartil	46.800	51.600		
Mediana	55.800	55.900		
3° Cuartil	60.000	59.650		
Media	53.633	55.589	64.300	39.100

R-5

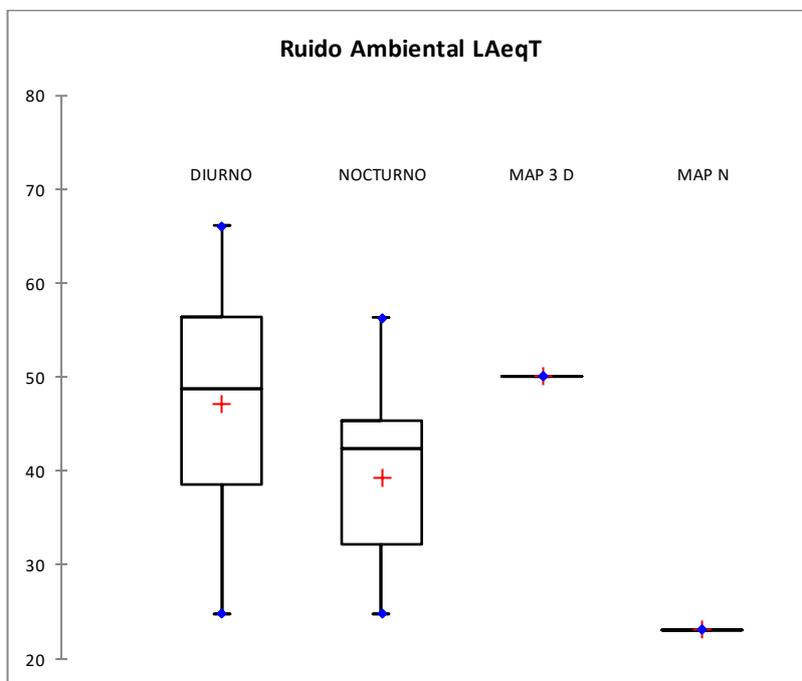
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



Estadístico	DIURNO	NOCTURNO	MAP 3 D	MAP 3 N
Mínimo	33.700	31.400		
Máximo	68.300	69.000		
1° Cuartil	53.400	47.850		
Mediana	55.850	54.100		
3° Cuartil	59.400	60.200		
Media	55.522	52.765	66.500	43.200

R-8

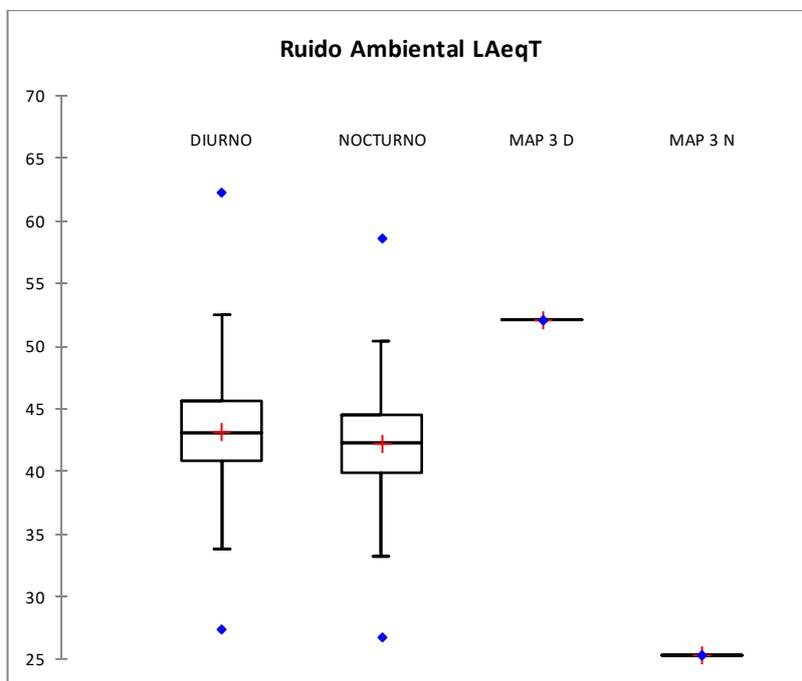
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



Estadístico	DIURNO	NOCTURNO	MAP 3 D	MAP N
Mínimo	24.800	24.800		
Máximo	66.200	56.400		
1° Cuartil	38.500	32.298		
Mediana	48.750	42.400		
3° Cuartil	56.450	45.300		
Media	47.285	39.280	50.100	23.100

R-10

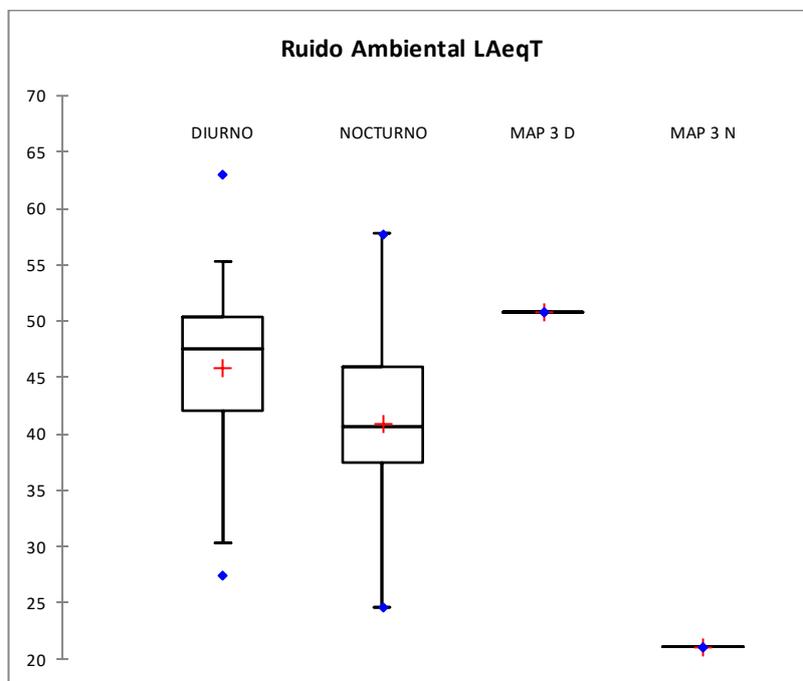
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



Estadístico	DIURNO	NOCTURNO	MAP 3 D	MAP 3 N
Mínimo	27.300	26.800		
Máximo	62.300	58.600		
1° Cuartil	40.775	39.950		
Mediana	43.100	42.300		
3° Cuartil	45.650	44.450		
Media	43.130	42.190	52.100	25.300

R-11

Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



Estadístico	DIURNO	NOCTURNO	MAP 3 D	MAP 3 N
Mínimo	27.400	24.600		
Máximo	63.100	57.800		
1° Cuartil	42.100	37.400		
Mediana	47.500	40.700		
3° Cuartil	50.400	46.000		
Media	45.844	40.831	50.800	21.100

Tabla 22. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el 3er Monitoreo ambiental Participativo: Ruido Ambiental

Estación de Monitoreo	Periodo de Evaluación	Monitoreos	% Distribución esperada
			Época seca y húmeda
R-4	EIA 2008 Ago 10 – Ago 13	164	100
R-5	EIA 2008 Ago 10 – Ago 13	163	100
R-8	EIA 2008 Ago 10 – Ago 13	163	100
R-10	EIA 2008 Ago 10 – Ago 13	183	100
R-11	EIA 2008 Ago 10 – Ago 13	184	100

El 100% de los resultados de ruido ambiental están dentro de la distribución esperada.

Se recomienda validar la línea de base ambiental para las mediciones de ruido ambiental.

Se recomienda incorporar en la línea base de vibraciones las mediciones realizadas en el MAP III debido al crecimiento poblacional y los cambios en la frecuencia de tránsito (interoceánica, nuevas carreteras entre otros)

7.5.4. Hidrobiología

En este monitoreo se validó la información del monitoreo hidrobiológico del estudio de la fauna hidrobiológica de la línea de base ambiental de la modificación del EIA de Anglo American Quellaveco S.A. comparando con los resultados de los monitoreos hidrobiológicos en la época seca 2014 y húmeda 2015.

Los análisis de los índices ecológicos en base a los resultados del monitoreo de época húmeda de los años 2011 de la Línea de Base Ambiental y de 2015 de las estaciones muestreadas se presentan en las siguientes tablas.

COMPARACIÓN DE LOS INDICES ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD BIOLÓGICA DE LOS ORGANISMOS CELULARES (FITOPLANCTON Y PERIFITON)

Tabla 23: Riqueza específica de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados setiembre-2011, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QLASA-02	58	37	31	45
QLASA-03	43	50	46	76
QLTUM-01	33	56	44	65
QLHUA-01	25	30	43	31
Promedio	40	43	41	54

Al comparar los resultados de los años 2010 y 2014 en época seca de las estaciones comparadas se observa una alta similaridad en el número de especies, observándose ligeramente una mayor cantidad de especies en promedio en el monitoreo de 2014. Para la época húmeda, en las estaciones consideradas en los años 2011 y 2015, se observa también una alta similaridad en el número de especies, observándose una mayor cantidad de especies, en promedio en el monitoreo de 2015, incrementándose en 31%.

Tabla 24: Abundancia de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	472	1284
QL-ASA-03	3111	2515
QL-TUM-01	1966	1521
QL-HUA-01	1162	448
Promedio	1678	1442

No se puede comparar la abundancia de organismos celulares en época seca porque en el monitoreo de setiembre, 2010 de monitoreo no se evaluó. Para la época húmeda, al comparar los resultados de los años 2011 y 2015 se observa una mayor cantidad de organismos en promedio en el monitoreo de 2011 de Línea de Base Ambiental.

Tabla 25: Uniformidad o equitatividad de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	0,753	0,66	0.77	0.90
QL-ASA-03	0,823	0,795	0.74	0.92
QL-TUM-01	0,669	0,785	0.67	0.93
QL-HUA-01	0,684	0,77	0.67	0.93
Promedio	0,684	0,754	0.71	0.92

Los índices de uniformidad o equitatividad nos indican la distribución de los organismos en una comunidad biológica y estos valores fluctúan entre 0 y 1, valores cercanos a 1 son valores ideales de comunidades con buena uniformidad o equitatividad, ósea buena distribución de los organismos. Tanto para la época seca y húmeda de los monitoreos 2014 y 2015 se observa en promedio valores ligeramente más altos de uniformidad, reflejando una mejor distribución de los organismos en este ecosistema acuático.

Tabla 26: Índices de biodiversidad de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	4,413	2,01	3.8	3.44
QL-ASA-03	4,468	3,11	4.07	4.00
QL-TUM-01	3,374	2,525	3.66	3.90
QL-HUA-01	3,177	2,125	3.66	3.19
Promedio	3,86	2,44	3.80	3.63

Los valores de los índices de Shannon – Wiener o de diversidad nos muestran el número de especies y la cantidad de estas especies, podemos observar que los índices de biodiversidad son mayores en el monitoreo 2010 y 2011; y que está más influenciado por una mayor cantidad de organismos.

COMPARACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Tabla 27: Riqueza específica de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	26	10	12	13
QL-ASA-03	18	19	8	26
QL-TUM-01	18	10	12	18
QL-HUA-01	04	09	8	15
Promedio	17	12	10	18

Al comparar los resultados de todos los años en las estaciones consideradas se observa una mayor cantidad de especies en promedio en el monitoreo de 2010 y 2015.

Tabla 28: Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	1285	148	131	264
QL-ASA-03	993	465	106	516
QL-TUM-01	1869	234	757	236
QL-HUA-01	518	141	86	268
Promedio			270	321

Al comparar los resultados de los todos los años de las estaciones comparadas se observa una mayor cantidad de organismos en promedio en el monitoreo de 2010 y 2015.

Tabla 29: Índices de Uniformidad o Equitatividad de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	0,807	0,82	0.78	0.92
QL-ASA-03	0,605	0,89	0.50	0.90
QL-TUM-01	0,529	0,91	0.37	0.90
QL-HUA-01	0,551	0,86	0.62	0.92
Promedio	0,62	0,86	0.57	0.91

Los índices de uniformidad o equitatividad nos indican la distribución de los organismos en una comunidad biológica y estos valores fluctúan entre 0 y 1, valores cercanos a 1 son valores ideales de comunidades con buena uniformidad o equitatividad y que son comunidades de distribución natural con índices mayores a 0,5. Se observa que en los monitoreos de la época seca 2014 y época húmeda 2015, se encontró en promedio valores más altos de uniformidad que los encontrados en los monitoreos hidrobiológicos de setiembre, 2010 y marzo, 2011, dentro del Área de Influencia del proyecto Quellaveco, pero en general todos los valores promedio están por encima de 0,5.

Tabla 30: Índices de biodiversidad de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010, diciembre-2014, marzo-2011 y abril-2015.

ESTACIÓN	Época seca 2010	Época seca 2014	Época húmeda 2011	Época húmeda 2015
QL-ASA-02	3,793	2,02	2.81	2.36
QL-ASA-03	2,523	2,44	1.50	2.95
QL-TUM-01	2,208	2,17	1.33	2.68
QL-HUA-01	1,101	1,89	1.22	2.49
Promedio	2,41	2,13	1.72	2.62

Los valores de los índices de Shannon – Wiener o de diversidad nos muestran el número de especies y la cantidad de estas especies, observando los resultados podemos mencionar que los índices de biodiversidad son mayores en el monitoreo 2010 y también en la evaluación hidrobiológica del monitoreo 2015.

Tabla 31: Comparación de la variables fisicoquímicas del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en setiembre, 2010, diciembre, 2014, marzo, 2011, y abril, 2015

Setiembre, 2010

PARÁMETROS	QL-HUA-01	QL-ASA-02	QL-ASA-03	QL-TUM-01
Temperatura (°C)	14,77	10,8	22,11	14,77
Oxígeno (mg/l)	2.8	4.2	5.33	2.8
pH	7.03	7.29	7.99	7.03
Conductividad (µS/cm)	98.63	142.1	334.5	98.63

Diciembre, 2014

PARÁMETROS	QL-HUA-01	QL-ASA-02	QL-ASA-03	QL-TUM-01
Temperatura (°C)	15,8	7,1	15,7	15,8
Oxígeno (mg/l)	5,4	7,53	7,53	5,4
pH	8,48	7,69	7,69	8,48
Conductividad (µS/cm)	90,6	204	204	90,6

Marzo, 2011

PARÁMETROS	QL-HUA-01	QL-ASA-02	QL-ASA-03	QL-TUM-01
Temperatura (°C)	8,8	10,6	13,6	18,2
Oxígeno (mg/l)	6,21	7,42	6,35	7,62
pH	5,41	9,22	10,59	5,16

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	139,6	142,8	153,4	230
--	-------	-------	-------	-----

Abril, 2015

PARÁMETROS	QL-HUA-01	QL-ASA-02	QL-ASA-03	QL-TUM-01
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	11,82	13,45	13,83	18,98
Oxígeno (mg/l)	3,51	3,62	4,14	5,6
pH	7,26	7,32	7,84	7,62
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	259,9	169,1	184,2	311,1

A pesar de comparar resultados de diferentes meses se observa en marzo, 2011 una mayor concentración de oxígeno disuelto, parámetro muy importante para la vida acuática.

Comparando los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los monitoreos 2014 y 2015 con los resultados de la Línea de Base Ambiental en época seca 2010 y época húmeda 2011 los registros de pH presentan una variación normal. Para el caso de pH los valores se encuentran dentro de los márgenes aceptables para el desarrollo de organismos y debe considerarse que (a excepción del registro menor en las estaciones QL-ASA-02 Y QL-ASA-03 en la época húmeda de marzo, 2011) todos los valores obtenidos se ubican dentro de lo esperado para estos ambientes acuáticos, observándose que dichos valores se encuentran dentro del rango que se considera aceptable.

A pesar de comparar resultados de diferentes meses se observa en setiembre, 2010 (época seca) y abril, 2015 (época húmeda), hay una menor concentración de oxígeno disuelto, el parámetro más importante para la vida acuática, pero debemos tener en cuenta que la distribución del oxígeno disuelto en un cuerpo acuático está sujeto a muchos factores y no se puede comparar con datos puntuales como es el presente caso.

8. CONCLUSIONES

- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de agua, en la cuenca del río Titire se observa una fuerte influencia de aguas mineralizadas de origen termal que incrementan la concentración de los aniones bicarbonatos, fluoruros, cloruros y los cationes sodio, litio, calcio, boro, hierro, manganeso, arsénico, conductividad eléctrica en la época seca. En la época húmeda por efecto del incremento del caudal se observa también el incremento del aluminio desde el suelo y por lo tanto descenso del pH.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de agua, en la cuenca del río Chilota se observa una influencia de aguas termales que está caracterizado por la presencia de carbonatos, por lo tanto incremento del pH y presencia de arsénico en época seca, la presencia de arsénico se repite en la época húmeda.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de agua, en la cuenca del río Calasaya, no tiene mayor presencia de iones que superen lo establecido por el ECA Agua, sin embargo en la época húmeda se ha determinado presencia de aceites y grasas, lo que indica cierta actividad antropogénica en la zona de estudio diferente a las relacionadas con el Proyecto Quellaveco, puede deberse a derrames de aceites de vehículos que pasan cerca de la zona de estudio.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de agua, en la cuenca del río Vizcachas en época seca, se observa la presencia de iones ácidos como el aluminio, hierro asociados al manganeso que bajan el valor del pH, En la época húmeda se verifica la presencia de manganeso.
- ✓ En la calidad del aire se observa la influencia de zonas urbanas como Tala y San Antonio, en la concentración del material particulado menor a 2.5 um, en época seca debido a que se encuentra en zonas de pampas. En la época húmeda los parámetros recomendados por los ECAS no superan los valores establecidos como estándares.
- ✓ Los comparación de los datos obtenidos en el MAP III de calidad de agua en época seca y húmeda, comparados con la línea de base ambiental del Proyecto Quellaveco donde se incluye la información del EIA, presenta más del 97.0 % de datos dentro de lo esperado por lo que se recomienda la validación de la línea de base ambiental de calidad de agua superficial -área de abastecimiento de agua - en época seca y húmeda.
- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III de calidad de aire en época seca y húmeda, comparados con la línea de base ambiental del Proyecto Quellaveco donde se incluye la información del EIA y comparación de estaciones cercanas a los puntos de monitoreo, presenta el 84.4 % de los datos dentro de lo esperado por lo que se recomienda la validación de la línea de base ambiental de calidad de aire en el área del proyecto Quellaveco.
- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III de ruido ambiental, comparados con la línea de base ambiental del proyecto Quellaveco donde se incluye la información del EIA, presenta el 100 % de los datos dentro de lo esperado por lo que se recomienda la validación de la línea de base ambiental de ruido ambiental y se recomienda incluir los datos de vibraciones en la línea de base ambiental del MAP.

- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III de hidrobiología, en promedio, presentan valores muy similares a los encontrados en los monitoreos de hidrobiología de setiembre, 2010 y marzo, 2011, dentro del Área de Influencia del proyecto Quellaveco y que son valores medios de riqueza específica, abundancia, equitatividad e índice de diversidad relacionada con la época húmeda en estos ambientes acuáticos. Por la similitud que existe en los resultados de ambas evaluaciones y el utilizar la misma metodología en la misma temporada, además que los resultados del monitoreo 2015 se haya realizado considerando los análisis de las muestras por un laboratorio acreditado por INDECOPI, de la comparación de la información producto de los monitoreos tanto en época seca como húmeda se recomienda validar los resultados de la evaluación hidrobiológica de la Línea de Base Ambiental del proyecto Quellaveco.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco continuar con las campañas de monitoreo, así como conseguir información de los monitoreos ambientales realizados por otras instituciones del Estado.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Autoridad Nacional del Agua 2011, Informe Técnico N° 082-2011-ANA-AAAI C-O-SDCPRH/MPPC. Evaluación técnica de la Identificación de fuentes de contaminación y Monitoreo de la Calidad del agua en la Cuenca Embalse Pasto Grande
- Anglo American Quellaveco S.A. 2000. Proyecto Quellaveco Estudio de Impacto Ambiental diciembre del 2000. Aprobado por el MINEM el 19 de diciembre del 2000.
- Anglo American Quellaveco S.A. 2010. Proyecto Quellaveco 1ra Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental. Presentado 3 de octubre del 2008. aprobada por el MINEM el 23 de abril del 2010.
- Anglo American Quellaveco S.A. 2010. Proyecto Quellaveco 2da Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental. Presentado 30 de marzo del 2010. Aprobado por el MINEM el 14 de noviembre de 2010.
- Anglo American Quellaveco S.A. 2012. Proyecto Quellaveco 3ra Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental. Aprobada el 2012.
- Anglo American Quellaveco S.A. 2014, Informe de calidad y cantidad de Agua Superficial y aire periodo 1996-1999, 2007, 2010 - 2014.
- Karr, J.R. and E.W. Chu. 1997. Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.
- MINSA 2001, el 95% de niños de 12 años padecen de caries dental. Oficina de comunicaciones Lima, 7 de agosto de 2001. N.P. 332.
- PRONATURALEZA 2014, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).

- PRONATURALEZA 2014, 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 2015, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento de agua, aire y suelo Diciembre 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- FTA Federal Transit Administration 2006. TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT (Evaluación del Impacto de Ruido y Vibraciones) Mayo del 2006.