

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 SECA AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA SUELO, AIRE E HIDROBIOLOGÍA



VALIDACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE AMBIENTAL DEL PROYECTO QUELLAVECO – ÉPOCA SECA AGUA SUPERFICIAL – (ZONA DE ABASTECIMIENTO) DE AGUA, SUELO, AIRE E HIDROBIOLOGÍA

NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2014

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 Quellaveco

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 Especificos..... | 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 | 22 |
| 7.1. Monitoreo de la Calidad del agua superficial – área de abastecimiento | 22 |
| 7.1.1. Determinación del Caudal y la época de monitoreo..... | 22 |
| 7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo | 23 |
| 7.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio..... | 24 |
| 7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio | 28 |
| 7.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL SUELO | 69 |
| 7.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo | 69 |
| 7.2.2. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio..... | 70 |
| 7.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio | 72 |
| 7.2.4. Aseguramiento de la calidad de los resultados..... | 82 |
| 7.3. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE..... | 83 |
| 7.3.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire | 83 |
| 7.3.2. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio..... | 84 |
| 7.3.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio | 86 |
| 7.4. MONITOREO HIDROBIOLÓGICO..... | 92 |
| 7.5 VALIDACION DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL..... | 95 |
| 8. CONCLUSIONES | 159 |
| 9. RECOMENDACIONES | 160 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 160 |

ANEXOS

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

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

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 y 10 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- suelo, aire e hidrobiología – época seca - diciembre 2014 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, suelo, aire 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 el Suelo DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Para el presente informe se realizó la medición de Cianuro, cromo hexavalente, Bifenilos policlorados, BTEX, Fracciones de Hidrocarburos, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, metales y pesticidas mencionados en el ECA Suelo. Los puntos de monitoreo fueron: "MQAD-01: Aguas abajo de la bocatoma del río Titire, MQ7-A: Cerro Caracoles, MQAADQ3: Aguas Abajo de la poza Q3 y a 200 m. de la misma, MCORALT01: Debajo del límite de la poza de relaves, a 80 m. aprox. del río cortadera, MQ3A: Arriba del depósito de relaves, MQ6A: Río Asana, dentro del depósito de material estéril.

- **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, Guía de Muestreo de Suelos R.M. N° 085-2014-MINAM, Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos 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 en el área de abastecimiento 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 | Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre | Punto de muestreo ubicado en el río Titire, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre, este río es 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 de camélidos cercanos a este punto. |
| HUA-20 | 355 553 | 8 158 648 | 4 340 | Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas | El punto de muestreo está ubicado aproximadamente 1 Km antes de la confluencia con el Río Vizcachas, cercano a este punto existe una vivienda de pastores, así como también gran cantidad de ganado camélido, el agua discurre lentamente pues en ciertos tramos forma una especie de bofedal, el fondo de la quebrada es pedregoso y con material sedimentado como arena. Las márgenes derecha e izquierda provistas de vegetación herbácea. |
| PGB-1 | 368 961 | 8 151 191 | 4 533 | Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande | El punto de muestreo está ubicado aguas arriba del Río Vizcachas a 100 metros antes del Embalse de Pasto Grande. Cercano al punto se encuentra el campamento que realiza el mantenimiento al embalse. El lecho del río tiene presencia de plantas acuáticas y abundante pedregosidad |

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento 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 | | Río 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 seca- 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 chancadora | 8109045 | 321194 | 3270 |
| KPA5 | Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves | 8096872 | 324951 | 3635 |
| KPA7 | Centro poblado San Antonio – ciudad de Moquegua | 8096452 | 293071 | 1352 |

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

Monitoreo de Calidad del Suelo

En el MAP III se monitorearon 06 puntos de monitoreo de suelos como se observa en la tabla 03. Los puntos MQ3A, MQ6A, MQ7-A, son puntos comprendidos en el documento de Modificación del Estudio de Impacto Ambiental, pero en el muestreo presenta diferente referencia. El punto MCORALT01 se ubica por debajo de la presa de relaves reemplazará a los puntos MQ8A y Q5AA (Capillune y Cortadera)².

² La modificación del punto figura en el acta del 7 de diciembre del 2014, la cual se adjuntó en el informe de campo de época seca.

03. Puntos de Monitoreo de Calidad de Suelo del MAP III

| Punto | Ubicación | Coordenadas | |
|------------|---|-------------|---------|
| | | Norte | Este |
| MQAD-01: | Zona ubicada a orillas del río Titire aproximadamente a 500 metros aguas abajo de Puente Bello. | 8169653 | 352427 |
| MQ7-A | Cerro Caracoles | 8101140 | 0321542 |
| MQAADQ3: | Aguas Abajo de la poza Q3 y a 200 m. de la misma | 8108199 | 0329753 |
| MCORALT01: | Debajo del límite de la poza de relaves, a 80 m. aprox. del río cortadera. | 8096638 | 0317522 |
| MQ3A: | Arriba del depósito de relaves | 8109221 | 0326687 |
| MQ6A: | Río Asana, dentro del depósito de material estéril. | 8103745 | 0324948 |

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

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 |

Desarrollo del monitoreo:

El monitoreo se realizó del 27 de noviembre al 10 de diciembre donde participaron personal del equipo técnico de SGS, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al Subcomité del MAP Quellaveco.

Tabla 05. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento, suelo y aire

| Participante | Institución | Nov | Diciembre | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----|-----------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|--|
| | | 27 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| Rodolfo Angles | Gobierno Regional Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Jorge Álvarez | Frente de defensa de pescadores de Ilo | | | | | | | | | | | | | |
| Evelyn Agreda | Universidad Nacional de Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Agapito Mamani | Gobierno Regional de Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Jorge López | Municipalidad Provincial Mariscal Nieto | | | | | | | | | | | | | |
| Beltrán Gómez | Anglo American Quellaveco | | | | | | | | | | | | | |
| Juan E. Valdivia | Municipalidad provincial de Sánchez Cerro | | | | | | | | | | | | | |
| Gerardo Carpio | No determinó | | | | | | | | | | | | | |
| Elmer Ticona | Gobierno Regional de Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Elizabeth Choquepata | Gobierno Regional de Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Juan Martínez | Gobierno Regional de Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Ronnie Mercado | Anglo American Quellaveco | | | | | | | | | | | | | |
| Mercedes Palomino | Municipalidad Distrital Samegua | | | | | | | | | | | | | |
| Lilia Mary Miranda | Gobierno Regional Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| Federico Lewis | Anglo American Quellaveco | | | | | | | | | | | | | |
| Elvis Coayla | Gobierno Regional Moquegua | | | | | | | | | | | | | |
| David Condori | Anglo American Quellaveco | | | | | | | | | | | | | |
| Lenia Montalvo | Municipalidad Provincial Mariscal Nieto | | | | | | | | | | | | | |
| Manuel Wiese | Pronaturaleza | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Relación de integrantes del MAP III -época seca - PRONATURALEZA

El monitoreo de calidad de aguas superficiales - área de abastecimiento de agua- se realizó según lo establecido en los Protocolos de Monitoreo de Calidad del Agua del Ministerio de Energía y Minas³ y la Autoridad Nacional del Agua. Para el monitoreo de calidad del aire se utilizó el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos de la DIGESA y para el monitoreo de calidad del suelo se utilizó la Guía de Muestreo de Suelos del MINAM, el cronograma de monitoreo se presenta en la tabla 06.

Tabla 06. Cronograma de monitoreo de agua superficial - área de abastecimiento-, suelo, aire e hidrobiología.

| Día | Punto de monitoreo | Observaciones |
|------------------|--------------------|------------------|
| 27-11-2014 | MQAD-01 | Suelos |
| 07-12-2014 | MQ7-A | Suelos |
| 07-12-2014 | MQAADQ3 | Suelos |
| 07-12-2014 | MCORALT01 | Suelos |
| 07-12-2014 | MQ3A | Suelos |
| 07-12-2014 | MQ6A | Suelos |
| 10 y 11 -12-2014 | KPA2 | Aire |
| 11 y 12 -12-2014 | KPA3 | Aire |
| 10 y 11 -12-2014 | KPA4 | Aire |
| 11 y 12 -12-2014 | KPA5 | Aire |
| 03 y 04 -12-2014 | KPA7 | Aire |
| 02-12-2014 11:00 | TIT-1 | Agua superficial |
| 02-12-2014 16:00 | PAJAD-01 | Agua superficial |
| 03-12-2014 16:00 | CHB-01 | Agua superficial |
| 03-12-2014 11:30 | VIZ-1 | Agua superficial |
| 04-12-2014 09:30 | VIZ-2 | Agua superficial |
| 04-12-2014 15:00 | CHL-8 | Agua superficial |
| 04-12-2014 17:30 | CHL-4 | Agua superficial |
| 09-12-2014 10:00 | PGB-01 | Agua superficial |
| 09-12-2014 13:00 | HAS-3 | Agua superficial |
| 09-12-2014 16:00 | HAS-2 | Agua superficial |
| 10-12-2014 12:00 | HUA-20 | Agua superficial |
| 10-12-2014 17:00 | CHR-1 | Agua superficial |
| 05-12 -2014 | QL-VIZ-01 | Hidrobiología |
| 05-12 -2014 | QL-HUA-01 | Hidrobiología |
| 05-12 -2014 | QL-BCHI-06 | Hidrobiología |
| 06-12 -2014 | QL-ASA-03 | Hidrobiología |
| 06-12 -2014 | QL-ASA-02 | Hidrobiología |
| 06-12 -2014 | QL-CHA-02 | Hidrobiología |
| 06-12 -2014 | QL-TUM-01 | Hidrobiología |

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

³ Protocolo de Monitoreo de Calidad del Agua, subsector Minería, Dirección general de Asuntos Ambientales, cumpliendo el Artículo 5to. Del D.S 059-93-EM del 10 de diciembre del 2003.

5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

Los materiales y equipos de laboratorio que fueron proporcionados por el laboratorio SGS.

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 suelo

- Espátula
- Lampas
- Pico
- Barreta
- Guantes para muestreo (latex o vinilo)
- Cinta métrica (wincha) de unos de 2 metros
- Bolas y recipientes para las muestras

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 Mesure de 3 sensores previamente calibrado

6. METODOLOGÍA

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, la Guía de Muestreo de Suelos R.M. N° 085-2014-MINAM y el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA. 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 06, 07 y 08.

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-AAP With 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-SiO3) | 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 Suelo

| Parámetro | Método |
|------------------------------|---|
| Metales | EPA 200.8: 1994 Rev 5.4 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry. |
| Cromo Hexavalente | EPA 3060A, Rev.01, 1996, Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7196A, Rev.01, 1992, Chromium, Hexavalent (Colorimetric).Validado 2013 |
| Fracción de Hidrocarburos F2 | EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. (C10-C28) |
| Fracción de Hidrocarburos F3 | EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. (C28-C40) |
| Fracción de Hidrocarburos F1 | EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. (C5-C10) |
| Bifenilos Policlorados | EPA 8082A 2007 Rev. 1 Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography |
| BTEX | EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. |
| Hidrocarburos Aromáticos | EPA 8270D 2007 Rev. 4 Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS) Polinucleares |
| Pesticidas | EPA 8270D 2007 Rev. 4 Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS) |
| Cianuro libre | EPA 9013A, Rev 01, 2004. Cyanide extraction procedure for solids and oils/ ASTM D7237-10, 2010, Standard Test Method for Free Cyanide with flow Injection (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection (Validado). |

Tabla 09. 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 10. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de hidrobiología

El desarrollo del programa de 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) y que a continuación se detallan:

| Tipo de muestreo | Descripción |
|---|--|
| Muestreo para fitoplancton | El fitoplancton fue muestreado en los ambientes acuáticos utilizando redes defitoplancton 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 diciembre del 2014 con la distribución de los datos de monitoreo generados por la empresa Anglo American y la información contenida en el EIA del Proyecto Quellaveco durante el periodo 1994 - 2013, con la finalidad de determinar la trazabilidad que tienen los datos de este monitoreo participativo y los de la línea base realizada por Quellaveco.

Los valores determinados para cada parámetro en una estación fueron comparados con el récord histórico de la línea base monitoreado por Anglo American 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 – zona de abastecimiento

7.1.1. Determinación del caudal y la época de monitoreo

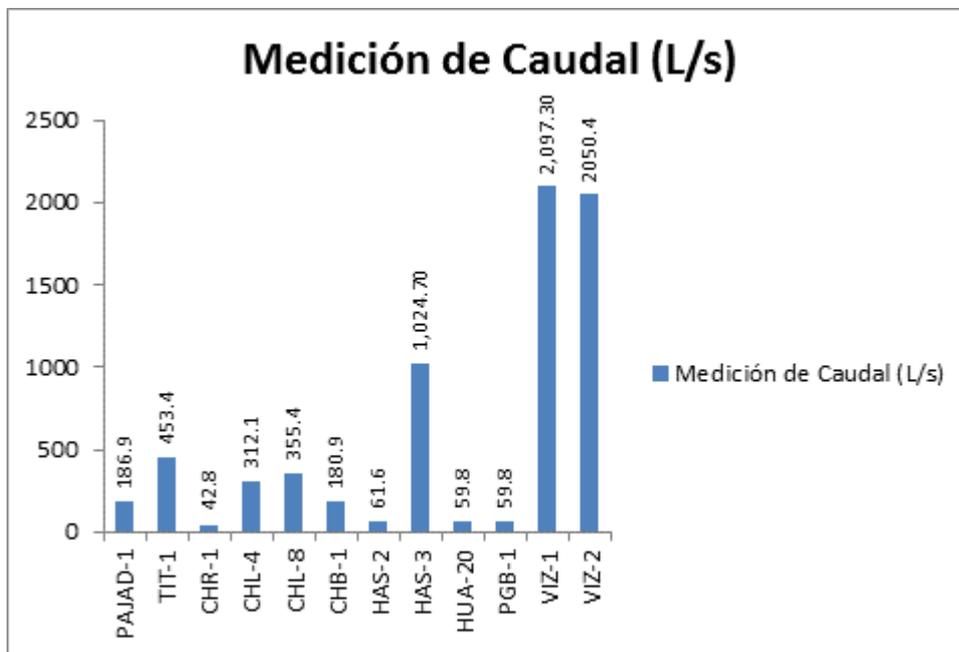


Gráfico 01. Variación espacial del caudal de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua - del MAP III Nov – Dic 2014

En el gráfico 01, los puntos de monitoreo de calidad de agua superficial en el área de abastecimiento 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), PGB-1 (2007-2014), VIZ-2 (1999-2014), se concluye que se trata de una época seca sin mayor influencia por lluvias.

7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo



Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial -área de abastecimiento- MAP III Nov - diciembre 2014.



7.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.

Tabla 11. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio

| Parámetros | LD | Estaciones de Monitoreo | | | | | | | | | | | | ECA Agua Categoría 3 | | |
|---|-------|-------------------------|-----------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------------------|---------------|--------------------|
| | | TIT-1 | PAJAD-01 | CHB-01 | VIZ-1 | VIZ-2 | CHL-8 | CHL-4 | PGB-01 | HAS-3 | HAS-2 | HUA-20 | CHR-1 | RV Tallo bajo | RV Tallo alto | bebida de animales |
| Conductividad Eléctrica. (µS/cm) | -- | 12,980.00 | 749.00 | 163.30 | 514.00 | 689** | 166.80 | 83.50 | 592.00 | 67.60 | 108.50 | 161.50 | 80.00 | <2000 | <2000 | 5000.00 |
| Medición de Caudal (L/s) | -- | 453.400 * | 186.900 * | 180.900 * | 2,097.300 * | 2050.4** | 355.400 * | 312.100 * | 59.800 * | 1,024.700 * | 61.600 * | 59.800 * | 42.800 * | | | |
| Oxígeno Disuelto. (mg/L) | -- | 5.64 | 8.87 | 6.44 | 6.16 | 6.62 | 6.07 | 6.72 | 5.92 | 5.1** | 5.93** | 6.88 | 6.86 | >= 4 | >=4 | 5 |
| Potencial de Hidrógeno. (pH) | -- | 7.54 | 9.02 | 8.96 | 4.92 | 5.66 | 8.50 | 9.05 | 4.21 | 7.24 | 7.95 | 8.77 | 9.11 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-8.4 |
| Temperatura. (°C) | -- | 33.23 | 22.40 | 16.10 | 15.10 | 10.50 | 15.40 | 13.70 | 12.50 | 17.60 | 13.30 | 20.90 | 17.90 | | | |
| Numeración Coliformes totales (NMP/100 mL) | -- | 7.8 | 17 | <1.8 | 4.5 | 2 | 33 | 23 | <1.8 | 49 | 33 | 33 | 280 | 1000 | 2000 | 1000 |
| Numeración de Coliformes fecales (NMP/100 mL) | -- | 4.5 | 13 | <1.8 | 2 | 2 | 11 | 2 | <1.8 | <1.8 | <1.8 | 13 | 49 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Aceites y Grasas (mg/L) | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 1 | 1 | 1 |
| Alcalinidad Total (mgCaCO3/L) | 0.5 | 458.3 | 87.6 | 32.8 | <0.5 | 1.6 | 33.3 | 22.5 | <0.5 | 10.8 | 11.8 | 41.2 | 18.3 | | | |
| Alcalinidad-Bicarbonato (mgCaCO3/L) | 0.5 | 458.3 | 87.6 | 32.8 | <0.5 | 1.6 | 33.3 | 22.5 | <0.5 | 10.8 | 11.8 | 41.2 | 15.3 | 370.0 | 370.0 | |
| Bicarbonatos (mg HCO3/L) | 0.6 | 559.2 | 106.9 | 40.1 | <0.6 | 2.0 | 40.6 | 27.4 | <0.6 | 13.2 | 14.4 | 50.3 | 18.6 | 370.0 | 370.0 | |
| Carbonatos (mg CO3/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 | 1.8 | 5 | 5 | |
| 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 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | | | |
| Cianuro WAD (mg/L) | 0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Cromo Hexavalente 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 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) | 1.0 | 1.9 | 1.7 | 1.3 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | 2.5 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | <1.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |



| Parámetros | LD | Estaciones de Monitoreo | | | | | | | | | | | | ECA Agua Categoría 3 | | |
|--------------------------------------|--------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|---------------|--------------------|
| | | TIT-1 | PAJAD-01 | CHB-01 | VIZ-1 | VIZ-2 | CHL-8 | CHL-4 | PGB-01 | HAS-3 | HAS-2 | HUA-20 | CHR-1 | RV Tallo bajo | RV Tallo alto | bebida de animales |
| Demanda Química de Oxígeno (mg/L) | 3 | 27 | 5 | 4 | 5 | 7 | 5 | 7 | 8 | 7 | 4 | 5 | 6 | 40 | 40 | 40 |
| Dureza Total (mgCaCO3/L) | 0.5 | 926.7 | 403.1 | 35.7 | 102.9 | 85.7 | 36.7 | 22.9 | 108.0 | 18.7 | 33.5 | 38.3 | 19.5 | | | |
| Fenoles (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 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Fósforo Reactivo Disuelto (mg/L) | 0.005 | 0.170 * | 0.023 * | 0.014 * | 0.014 * | 0.014 * | 0.014 * | 0.013 * | 0.018 * | 0.037 * | 0.089 * | 0.033 * | 0.067 * | 1 | 1 | |
| Fósforo Total (mg/L) | 0.004 | 0.290 | <0.004 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.054 | 0.013 | 0.034 | 0.034 | | | |
| Nitrógeno Amoniacal (mg/L) | 0.004 | 7.120 | 0.019 | 0.013 | 0.011 | 0.014 | 0.012 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.016 | 0.008 | | | |
| S.A.A.M.(Detergentes) (mg/L) | 0.02 | <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 |
| Silicatos (Si-SiO3) (mg/L) | 0.04 | 31.30 | 14.36 | 24.66 | 15.41 | 17.37 | 17.37 | 23.01 | 12.46 | 23.61 | 27.26 | 21.27 | 24.85 | | | |
| Sólidos Totales Disueltos (mg/L) | 1 | 8,275 | 655 | 118 | 395 | 316 | 127 | 61 | 395 | 51 | 92 | 121 | 67 | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión (mg/L) | 1 | 10 | 2 | 31 | 1 | 14 | 15 | <1 | <1 | 2 | <1 | 2 | 2 | | | |
| 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 |
| 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 * | | | |
| Cloruro (mg/L) | 0.025 | 4026.5 | 1.667 | 18.482 | 59.376 | 47.471 | 20.332 | 1.482 | 71.304 | 0.765 | 0.484 | 10.925 | 1.422 | 100-700 | 100-700 | |
| Fluoruro (mg/L) | 0.002 | 1.956 | 1.064 | 0.084 | 0.175 | 0.122 | 0.130 | 0.068 | 0.228 | 0.057 | 0.037 | 0.198 | 0.088 | 1.000 | 1.000 | 2.000 |
| Nitrato (como N) (mg/L) | 0.007 | 0.548 | 0.305 | 0.906 | 0.129 | 0.074 | <0.007 | <0.007 | 0.037 | <0.007 | 0.137 | <0.007 | 0.013 | 10 | 10 | 50 |
| Nitrito (mg/L) | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | 0.06 | 0.06 | 1 |
| Sulfato (mg/L) | 0.01 | 178.72 | 931.73 | 18.94 | 136.42 | 104.34 | 19.10 | 16.33 | 151.20 | 19.13 | 31.26 | 23.98 | 17.85 | 300.00 | 300.00 | 500.00 |
| Metales Totales | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aluminio Total (mg/L) | 0.02 | 0.65 | 0.08 | 1.72 | 4.83 | 3.26 | 0.57 | <0.02 | 6.69 | <0.02 | <0.02 | 0.13 | 0.02 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Antimonio Total (mg/L) | 0.0008 | 0.0069 | <0.0008 | 0.0016 | <0.0008 | <0.0008 | 0.0015 | <0.0008 | <0.0008 | <0.0008 | <0.0008 | <0.0008 | <0.0008 | | | |
| Arsénico Total (mg/L) | 0.001 | 1.483 | 0.019 | 0.150 | 0.003 | 0.043 | 0.125 | 0.069 | 0.007 | 0.001 | 0.008 | 0.003 | 0.056 | 0.05 | 0.05 | 0.10 |
| Bario Total (mg/L) | 0.002 | 0.111 | 0.052 | 0.028 | 0.099 | 0.062 | 0.017 | 0.005 | 0.073 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | <0.002 | 0.700 | 0.700 | |

Informe de resultados – época seca - MAP III



| Parámetros | LD | Estaciones de Monitoreo | | | | | | | | | | | | ECA Agua Categoría 3 | | |
|------------------------|---------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|---------------|--------------------|
| | | TIT-1 | PAJAD-01 | CHB-01 | VIZ-1 | VIZ-2 | CHL-8 | CHL-4 | PGB-01 | HAS-3 | HAS-2 | HUA-20 | CHR-1 | RV Tallo bajo | RV Tallo alto | bebida de animales |
| Berilio Total (mg/L) | 0.0001 | 0.0003 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0007 | 0.0005 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0009 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | | | 0.1 |
| 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 | | | |
| Boro Total (mg/L) | 0.01 | 46.15 | 0.25 | 0.22 | 1.24 | 0.93 | 0.27 | 0.04 | 1.49 | 0.02 | 0.02 | 0.13 | 0.03 | 0.5-6 | 0.5-6 | 5.00 |
| Cadmio Total (mg/L) | 0.0002 | 0.0017 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0035 | 0.0022 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0036 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| Calcio Total (mg/L) | 0.003 | 240.995 | 113.862 | 11.180 | 30.223 | 24.025 | 11.551 | 5.771 | 26.512 | 4.795 | 8.373 | 10.353 | 4.919 | 200.000 | 200.000 | |
| Cerio Total (mg/L) | 0.00008 | 0.00161 | <0.00008 | 0.00259 | 0.00647 | 0.00402 | 0.00094 | 0.00008 | 0.00690 | <0.00008 | <0.00008 | 0.00028 | <0.00008 | | | |
| Cesio Total (mg/L) | 0.0001 | 2.0533 | 0.0012 | 0.0148 | 0.0398 | 0.0276 | 0.0116 | 0.0066 | 0.0441 | 0.0002 | 0.0018 | 0.0001 | 0.0067 | | | |
| Cobalto Total (mg/L) | 0.00007 | 0.00956 | <0.00007 | 0.00111 | 0.02777 | 0.01773 | 0.00043 | 0.00008 | 0.02611 | <0.00007 | <0.00007 | 0.00080 | <0.00007 | 0.05 | 0.05 | 1 |
| Cobre Total (mg/L) | 0.001 | 0.019 | 0.002 | 0.006 | 0.015 | 0.009 | 0.002 | <0.001 | 0.016 | <0.001 | <0.001 | 0.003 | <0.001 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 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) | 0.0014 | <0.0014 | 0.0058 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | <0.0014 | | | |
| Estroncio Total (mg/L) | 0.0003 | 9.7702 | 1.6477 | 0.1593 | 0.3416 | 0.2416 | 0.1530 | 0.0428 | 0.2935 | 0.0461 | 0.0716 | 0.0844 | 0.0361 | | | |
| Fósforo Total (mg/L) | 0.2 | <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 | 0.00017 | 0.00015 | 0.00046 | 0.00025 | 0.00021 | 0.00008 | <0.00004 | 0.00056 | <0.00004 | <0.00004 | <0.00004 | <0.00004 | | | |
| Germanio Total (mg/L) | 0.0002 | 0.0100 | <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 | 0.00014 | 0.00007 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | <0.00005 | | | |
| Hierro Total (mg/L) | 0.001 | 1.444 | 0.097 | 2.595 | 0.299 | 0.457 | 0.941 | 0.357 | 0.986 | 0.339 | 0.017 | 0.655 | 0.393 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Lantano Total (mg/L) | 0.0005 | 0.0008 | <0.0005 | 0.0013 | 0.0033 | 0.0020 | <0.0005 | <0.0005 | 0.0029 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | | | |
| Litio Total (mg/L) | 0.0009 | 8.7886 | 0.0434 | 0.0279 | 0.3133 | 0.2167 | 0.0309 | 0.0081 | 0.4115 | 0.0012 | 0.0017 | 0.0052 | 0.0073 | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 |
| Lutecio Total (mg/L) | 0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | 0.00004 | 0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | 0.00004 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | | | |
| Magnesio Total (mg/L) | 0.001 | 67.613 | 26.213 | 2.827 | 10.119 | 7.170 | 2.760 | 2.140 | 7.916 | 1.453 | 2.796 | 4.700 | 2.261 | 150.000 | 150.000 | 150.000 |
| Manganeso Total (mg/L) | 0.0006 | 1.2080 | 0.0253 | 0.0802 | 2.3302 | 1.4455 | 0.0458 | 0.0100 | 1.9577 | 0.0064 | <0.0006 | 0.0431 | 0.0078 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 |
| 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 |
| Molibdeno Total (mg/L) | 0.00014 | 0.00317 | 0.00327 | 0.00218 | 0.00015 | 0.00057 | 0.00218 | 0.00076 | <0.00014 | 0.00023 | 0.00031 | 0.00083 | 0.00040 | | | |
| Niobio Total (mg/L) | 0.0005 | <0.0005 | 0.0009 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | | | |

Informe de resultados – época seca - MAP III



| Niquel Total (mg/L) | 0.0004 | 0.0092 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0290 | 0.0176 | 0.0005 | <0.0004 | 0.0261 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0021 | <0.0004 | 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 |
| Parámetros | LD | Estaciones de Monitoreo | | | | | | | | | | | | ECA Agua Categoría 3 | | |
| | | TIT-1 | PAJAD-01 | CHB-01 | VIZ-1 | VIZ-2 | CHL-8 | CHL-4 | PGB-01 | HAS-3 | HAS-2 | HUA-20 | CHR-1 | RV Tallo bajo | RV Tallo alto | bebida de animales |
| Plomo Total (mg/L) | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | 0.0010 | 0.0033 | 0.0020 | <0.0003 | <0.0003 | 0.0105 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | 0.05 | 0.05 | |
| Potasio Total (mg/L) | 0.2 | 158.7 | 6.7 | 3.8 | 13.3 | 9.6 | 3.7 | 3.0 | 12.1 | 2.5 | 3.9 | 7.6 | 3.3 | | | |
| Rubidio Total (mg/L) | 0.0003 | 1.1496 | 0.0110 | 0.0150 | 0.0545 | 0.0382 | 0.0127 | 0.0094 | 0.0554 | 0.0078 | 0.0138 | 0.0126 | 0.0098 | | | |
| 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 | |
| Silicio Total (mg/L) | 0.04 | 30.37 | 20.80 | 29.92 | 17.78 | 19.74 | 28.12 | 25.75 | 12.21 | 23.16 | 25.35 | 20.39 | 23.44 | | | |
| Sodio Total (mg/L) | 0.02 | 2,571.71 | 41.18 | 21.25 | 64.75 | 47.89 | 22.28 | 8.88 | 52.64 | 4.65 | 5.79 | 21.27 | 8.66 | | | 200.00 |
| Talio Total (mg/L) | 0.00003 | 0.00121 | 0.00006 | 0.00008 | 0.00044 | 0.00026 | <0.00003 | <0.00003 | 0.00048 | 0.00003 | 0.00003 | <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 | 0.00097 | 0.00040 | <0.00006 | <0.00006 | 0.00011 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | | | |
| Titanio Total (mg/L) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.10 | <0.01 | <0.01 | 0.04 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | | | |
| Uranio Total (mg/L) | 0.00004 | 0.00066 | 0.00089 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00008 | 0.00006 | <0.00004 | 0.00013 | <0.00004 | <0.00004 | <0.00004 | <0.00004 | | | |
| Vanadio Total (mg/L) | 0.002 | <0.002 | 0.004 | 0.010 | <0.002 | <0.002 | 0.006 | 0.004 | <0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.003 | 0.006 | | | |
| Wolframio Total (mg/L) | 0.0002 | 0.0002 | 0.0015 | 0.0003 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | | | |
| Yterbio Total (mg/L) | 0.00002 | 0.00010 | <0.00002 | 0.00007 | 0.00026 | 0.00016 | <0.00002 | <0.00002 | 0.00026 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | | | |
| Zinc Total (mg/L) | 0.0008 | 0.0947 | 0.0016 | 0.0079 | 0.3033 | 0.2002 | 0.0033 | <0.0008 | 0.2671 | 0.0015 | 0.0013 | 0.0031 | 0.0018 | 2.0000 | 2.0000 | 24.0000 |
| Zirconio Total (mg/L) | 0.00015 | <0.00015 | 0.00019 | 0.00235 | <0.00015 | <0.00015 | 0.00075 | <0.00015 | <0.00015 | <0.00015 | <0.00015 | 0.00021 | <0.00015 | | | |

| | |
|----|---|
| | Valor excede el ECA Agua Categoría 3 |
| ** | Informes OP1406727, OP1406833, MA 1418268 |
| * | El método no ha sido acreditado ante Indecopi |

7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Temperatura

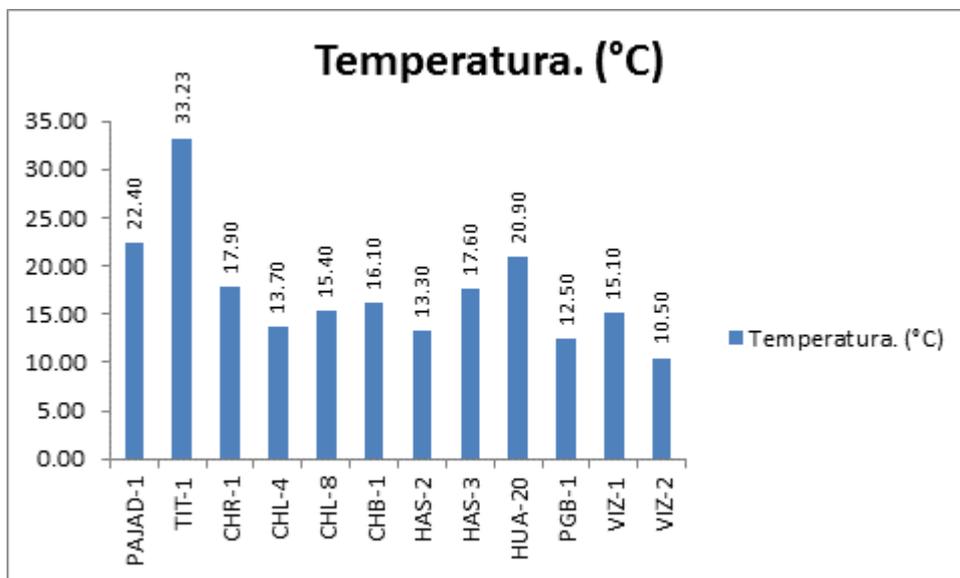


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Nov – Dic 2014

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 Titire son valores altos, al revisar la información histórica del TIT-1 se observa que entre los meses de noviembre y diciembre tiene valores altos, debido al bajo caudal, la formación de la playa que aumenta la superficie del agua expuesta al sol y el incremento de la temperatura ambiental.

Los otros puntos de monitoreo presentan aguas con temperatura correspondiente a la altura y estación del año.

Oxígeno Disuelto

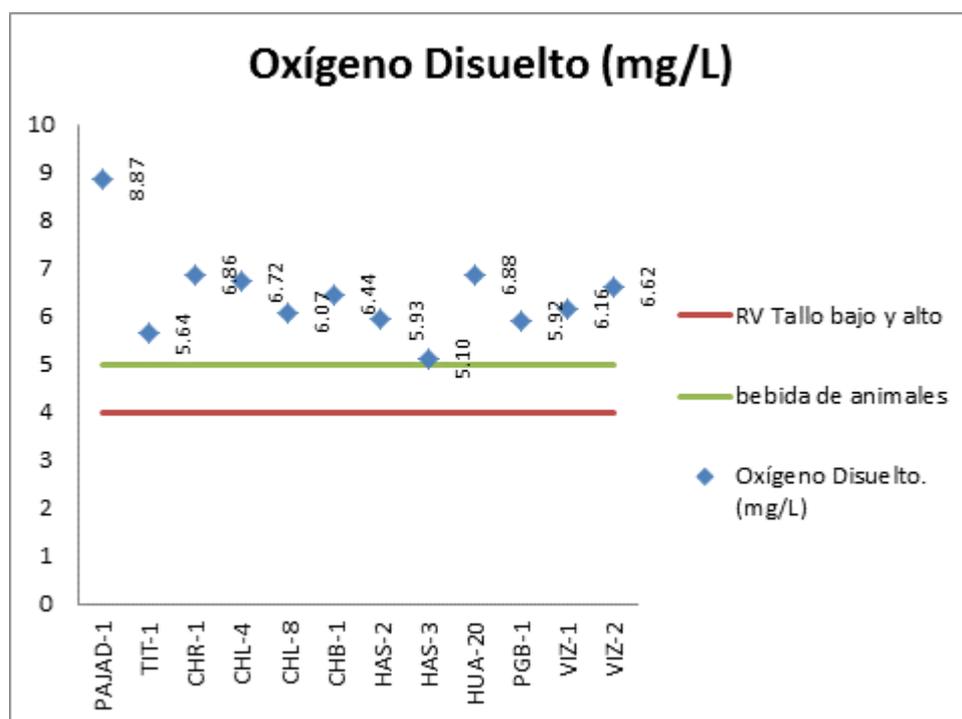


Gráfico 03. Variación espacial del contenido de oxígeno disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014

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

El ingreso de oxígeno en el agua es de la atmósfera hacia el agua, cuando el cuerpo de agua está en movimiento se favorece el ingreso más que cuando el agua está estancada o tiene poco movimiento, a nivel del mar y 20 °C la cantidad promedio de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural ventilado es aproximadamente 8.0 mgO₂/L. El ECA 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 de todas las estaciones de monitoreo presentan agua con valores superiores al límite mínimo sugerido por el ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales. Estos valores altos se justifican por el constante movimiento de las masas de agua que favorece el ingreso del oxígeno desde el aire.



Potencial de Hidrógeno - pH

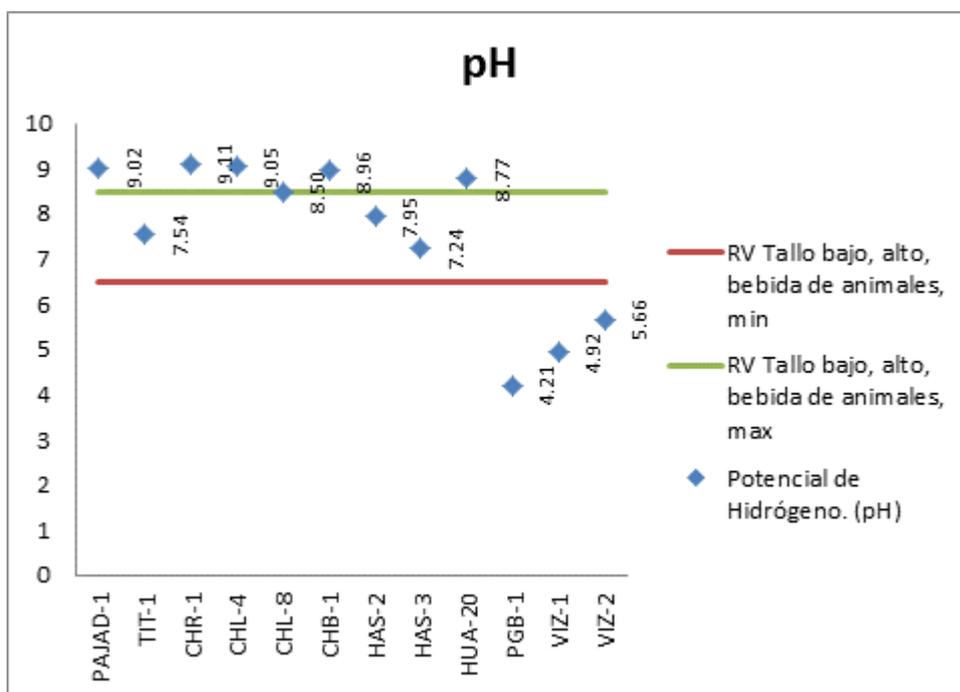


Gráfico 04. Variación espacial del valor del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 Agua Categoría 3 nos sugiere que el pH de agua naturales, debe ser como mínimo 6.5 y como máximo 8.5. El pH del agua se relaciona con la alcalinidad total (presencia de bicarbonato) y acidez (ácidos inorgánicos u orgánicos, metales como el Fe^{3+} y el Al^{3+} , entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en el gráfico 04, los valores del pH de los puntos de monitoreo ubicados sobre el río Vizcachas presentan valores bajos desde la parte alta PGB-1 (4.21) hasta la parte baja VIZ-1 (4.92) Y VIZ-2 (5.66), lo que nos indica una neutralización del cuerpo de agua por ingreso de aguas de los ríos Chilota CHB-1 (8.91) y Calasaya HUA-20 (8.77).

Los valores bajos del pH en las estaciones del río Vizcachas PGB-1, VIZ-1 y VIZ- 2, están directamente asociados con bajas del caudal e incremento de las concentraciones de Aluminio, Manganeseo y Sulfatos en el agua, desaparición de la alcalinidad total, esto sucede con cierta frecuencia entre los meses de octubre y diciembre, lo que sugiere una fuente intermitente de ingreso de aluminio como se verifica en la información histórica del VIZ-2 y PGB-1.

Los valores altos del pH en las estaciones del río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, se relacionan con valores moderados de alcalinidad total, como se puede verificar en la información histórica del punto CHL-08.

Conductividad Eléctrica

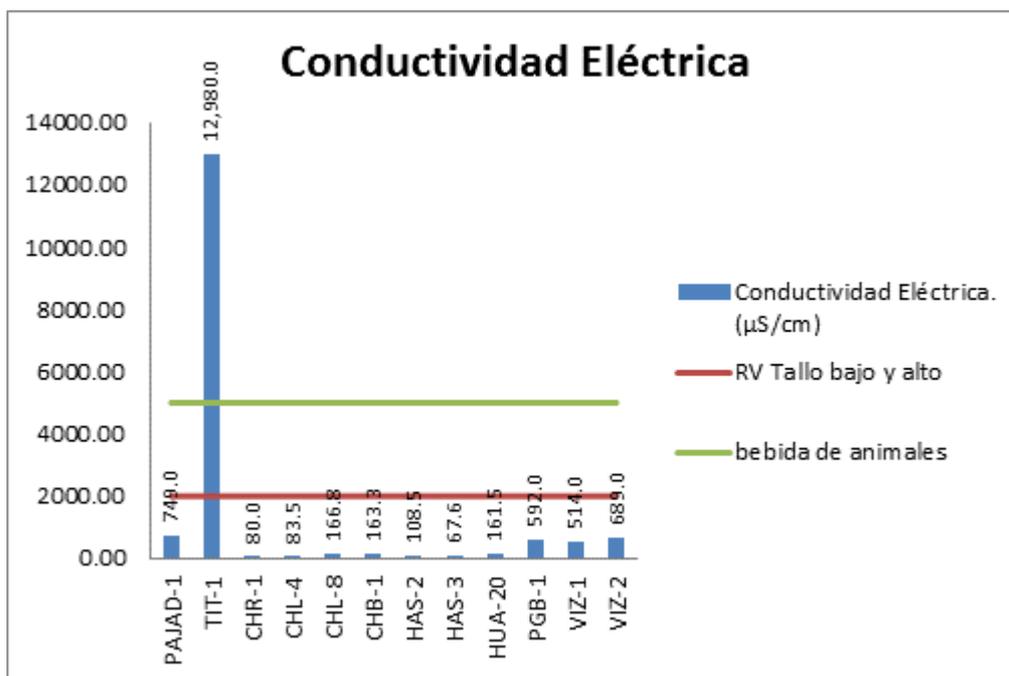


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua - del MAP III nov – dic 2014.

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 Estándar de calidad de 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 06 los valores de conductividad de casi todas las estaciones de monitoreo cumple con lo establecido en el ECA Agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. El agua de la estación TIT-1 presenta valores extremadamente altos de conductividad (12980 uS/cm), esta situación se ha presentado en forma frecuente en la calidad del agua del río Titire entre los meses de setiembre y diciembre, demostrando el ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

Bicarbonatos

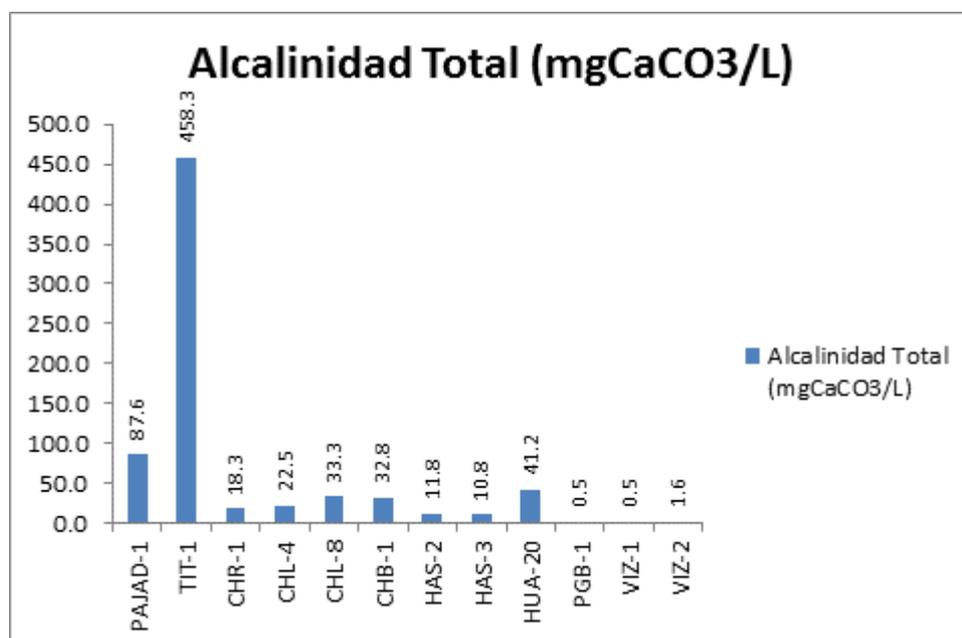
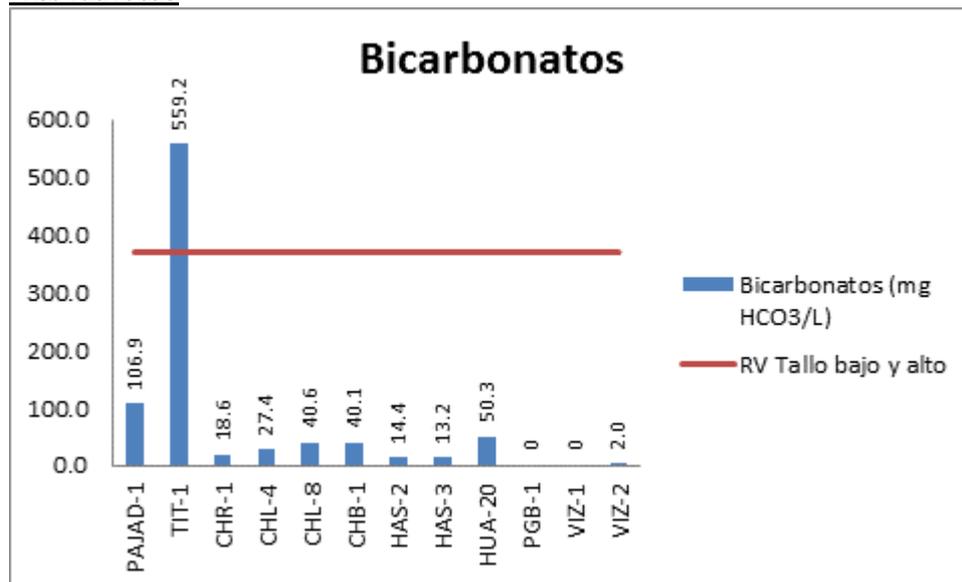


Gráfico 06 y 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato y alcalinidad total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III nov – dic 2014.

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 Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 370 mg CaCO₃/L.

Como se observa en los gráficos 06 y 07, la calidad del agua de la estación de monitoreo PAJAD-1 y TIT-1, presentan valores moderado (87.6 mg/L) y alto de alcalinidad (458 mg/L), esto nos indica el ingreso de una fuente de bicarbonatos al río Titire. En el caso de la cuenca del río Vizcacha los bajos valores de pH están asociados a los bajos valores de bicarbonatos y alcalinidad total, debido a que la presencia de Al^{3+} es neutralizada por los bicarbonatos.

Carbonatos

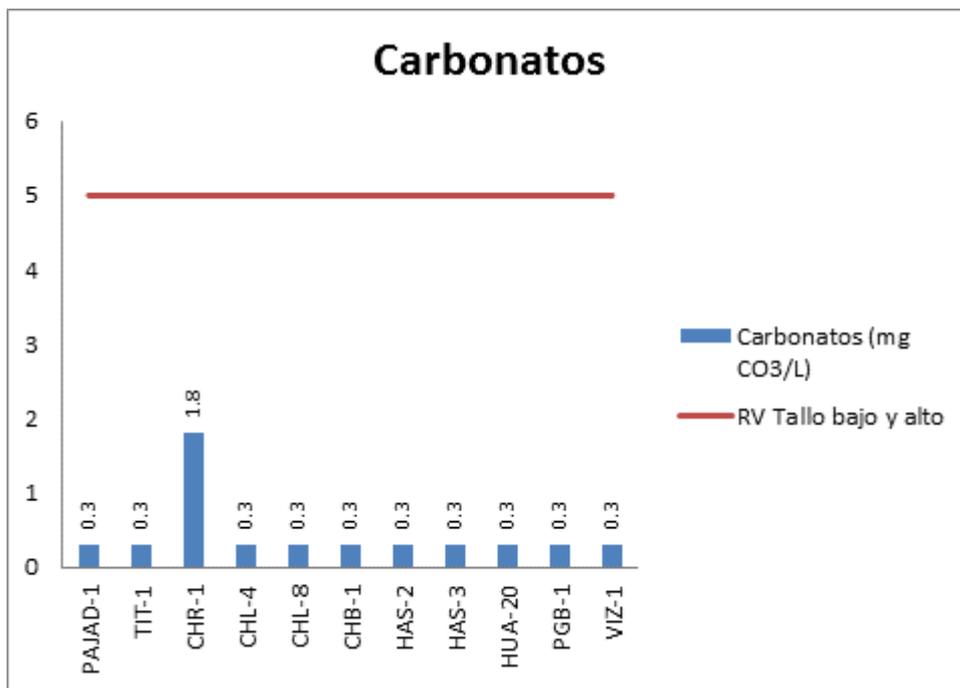


Gráfico 08. Variación espacial del valor del contenido de carbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Nov – Dic 2014.

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.

Como se observa en el gráfico 08, las aguas de la estación CHR-1 presentan un contenido significativo de carbonato, esto se asocia al valor alto de pH = 9.11, en general el río chilota posiblemente atraviesa suelos carbonatados o está influenciado por las aguas termales de la pampa chilota.

Dureza

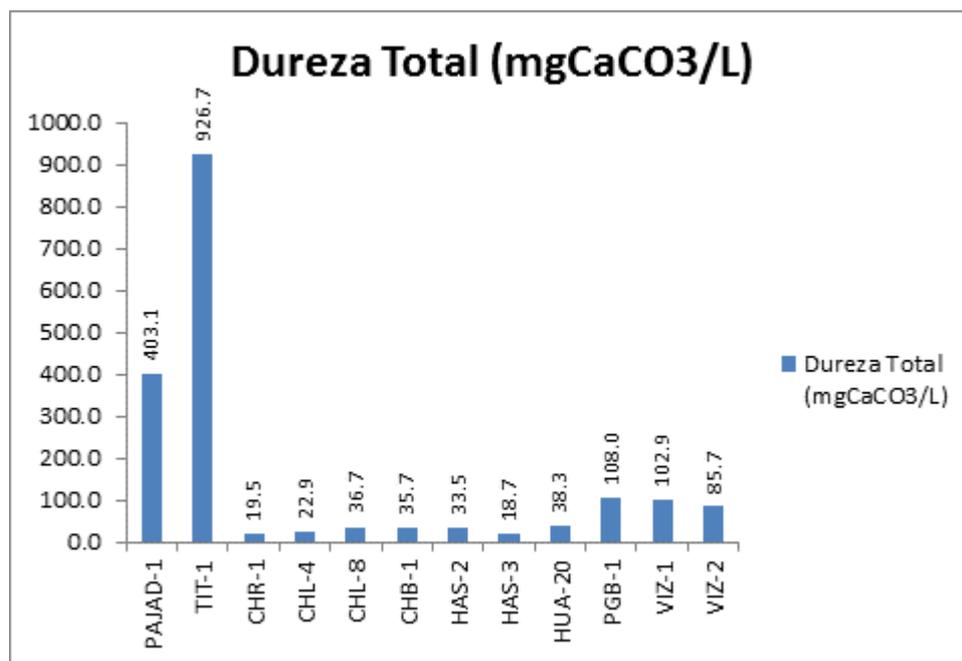


Gráfico 09. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Nov – Dic 2014.

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 el gráfico 09, 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 son duras.

Silicatos

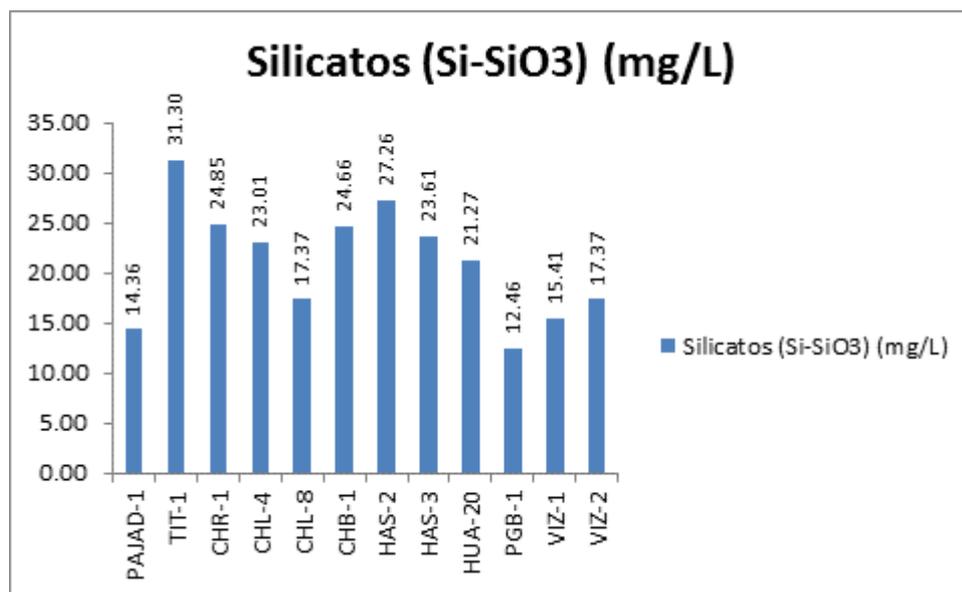


Gráfico 10. Variación espacial del contenido de silicatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

Como se observa en el gráfico 10 el contenido de silicatos en todos los puntos de monitoreo son valores bajos, esto se asocia a los bajos valores de los sólidos suspendidos totales, característico de épocas secas. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor límite para el contenido de silicatos siendo este parámetro de medición referencial, que explica el ingreso de material de suelo al agua en épocas de lluvia.

Sólidos Totales Disueltos

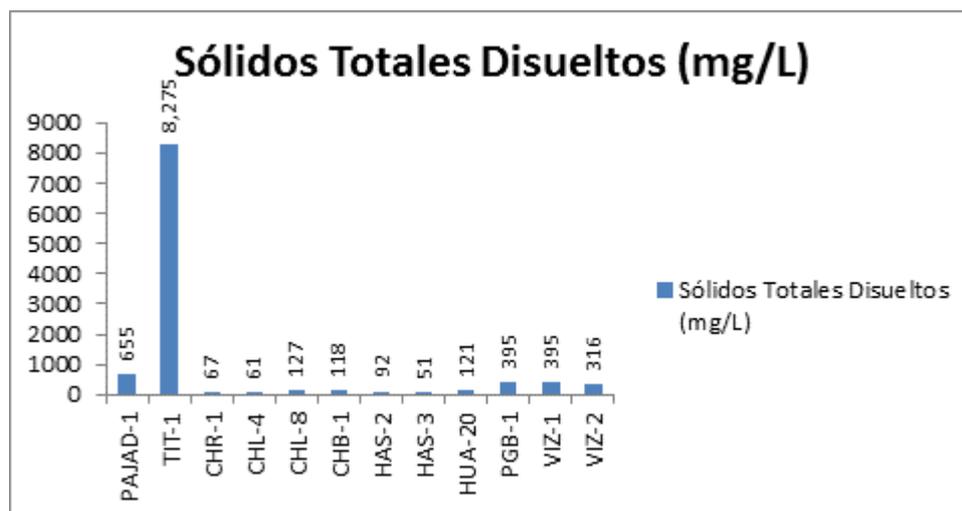


Gráfico 11. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 11, la calidad del agua del TIT-1 presenta valores altos de sólidos disueltos totales (8275 mg/L), esto se relaciona con el valor alto de conductividad (12980 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.

Sólidos Totales en Suspensión

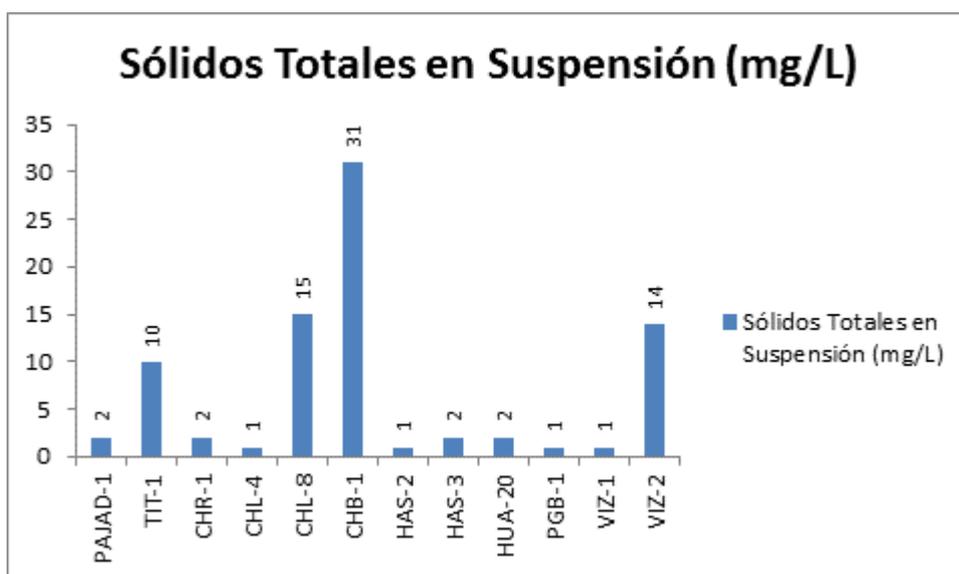


Gráfico 12. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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

En el gráfico 12 se observa que la calidad del agua de todas las estaciones, presentan valores por debajo de 31 mg/L, estos valores bajos son frecuentes en época seca.

Fósforo Total

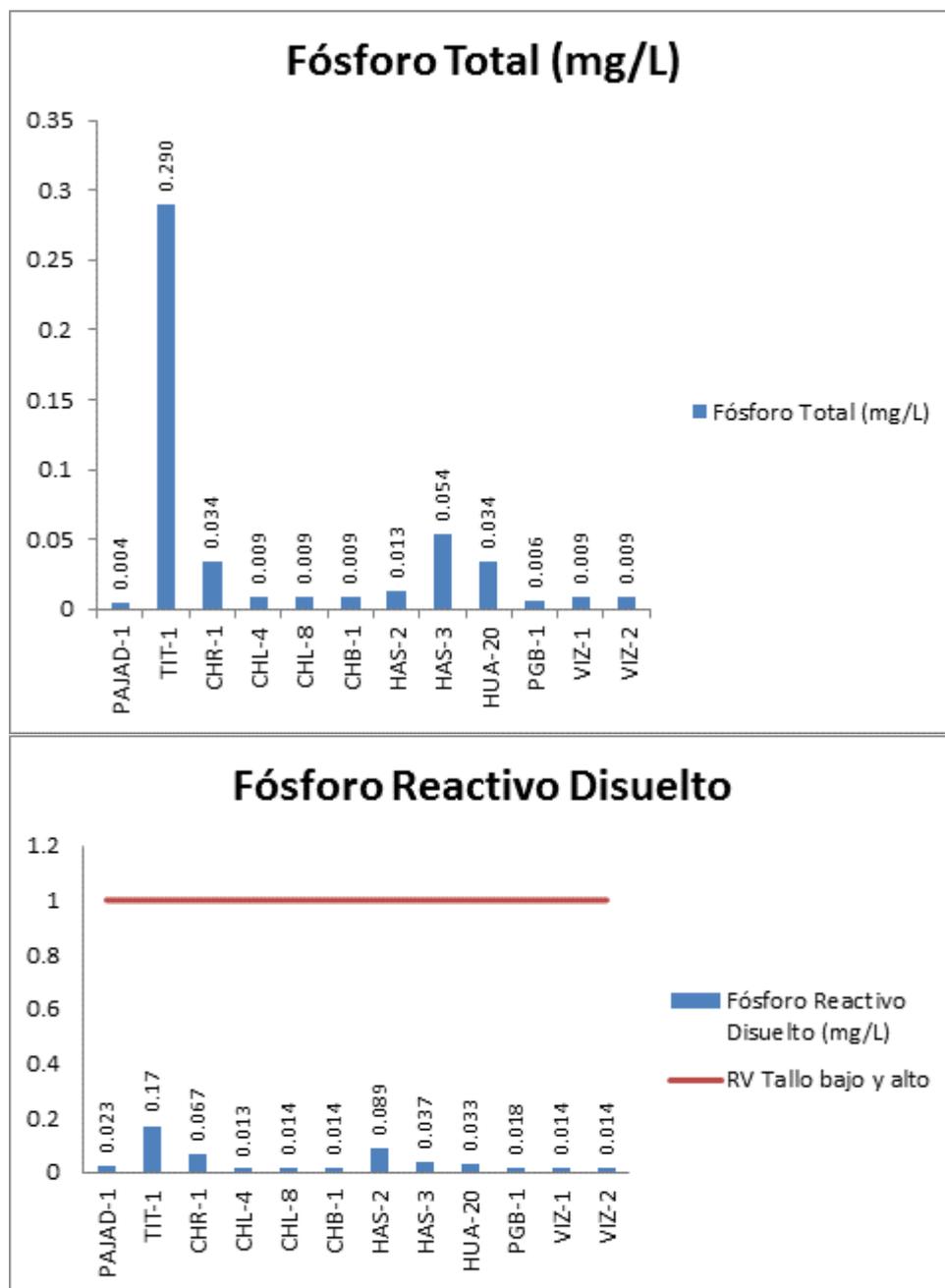


Gráfico 13 y 14. Variación espacial del contenido de fósforo total y fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III nov – dic 2014.

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

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

La presencia de algas en muchas de las estaciones está relacionada con los contenidos de fósforo total en el agua.

N-amoniaco

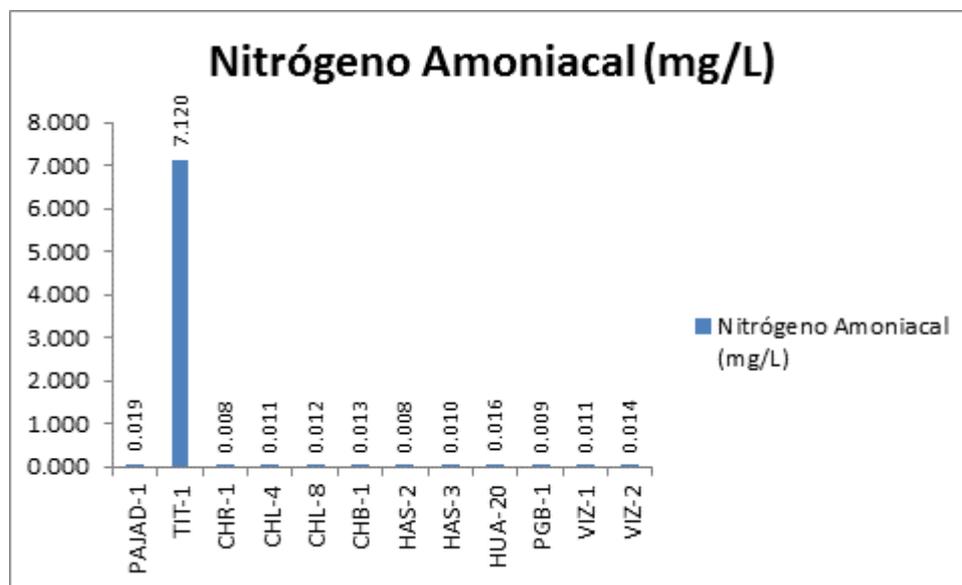


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de nitrógeno amoniacal de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

El nitrógeno amoniacal es el nitrógeno que se forma luego de la degradación de la materia orgánica nitrogenada como los péptidos, proteínas y aminoácidos, producen mal olor. El ECA Agua categoría 3 no fija un límite para este parámetro.

Como se observa el gráfico 15, el TIT-1 presenta valores significativos Nitrógeno Amoniacal y fósforo total lo que indica presencia de material orgánico en proceso de degradación.

Sulfuros

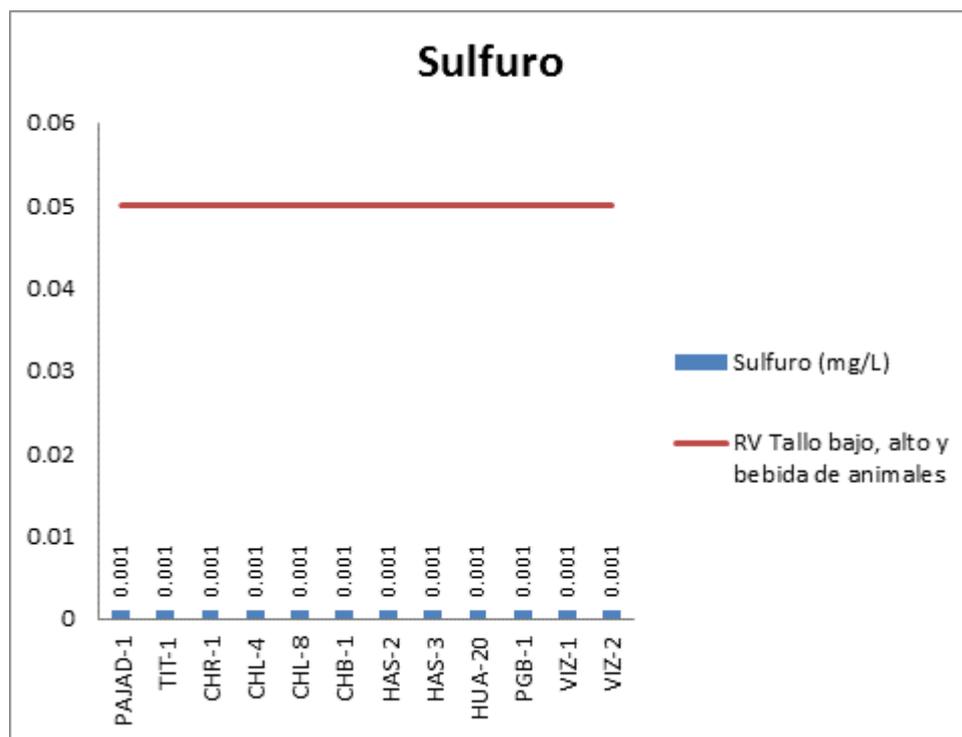


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 16 no se detecta la presencia de sulfuros en ninguna de las estaciones.

Fluoruro

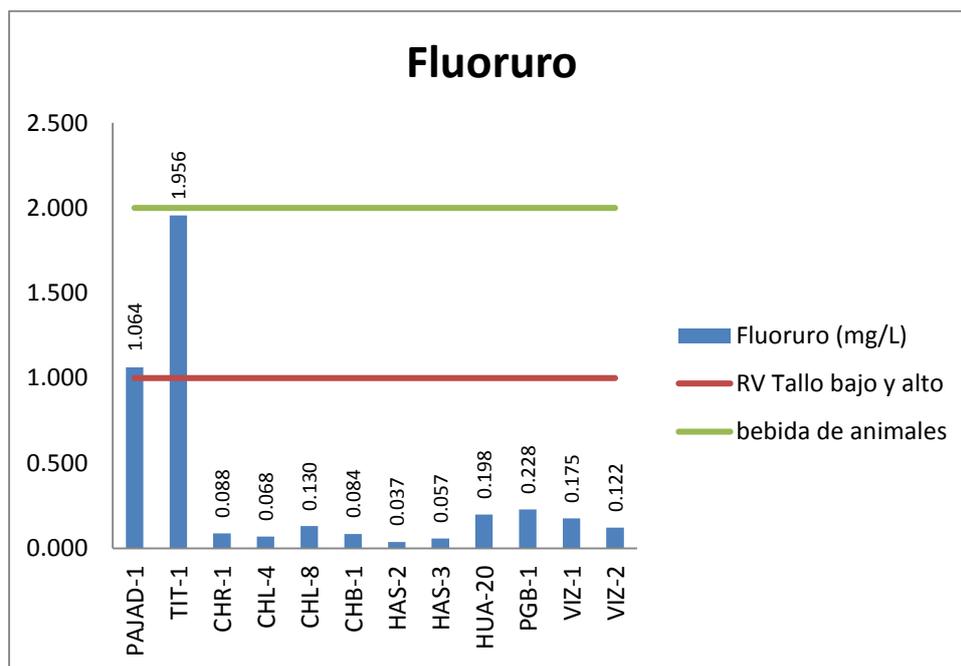


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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, 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 17, que el río Titire en la estación de monitoreo TIT-1 (1.956 mg/L), supera los valores establecidos por el ECA Agua Categoría 3 riego de vegetales, como se explicó esto se debe a la influencia de actividad de aguas mineralizadas o termales, este valor alto no es frecuente en el agua del río Titire. En el caso del PAJAD-1, sucede algo parecido pero con menor intensidad.

Cloruros

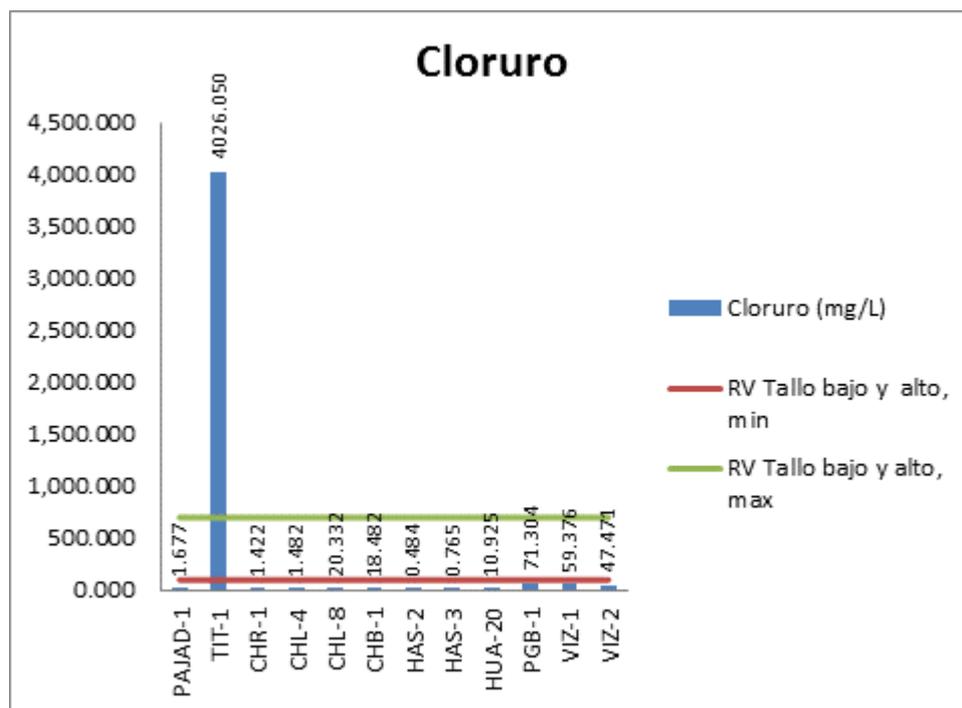


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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.

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.

En las demás estaciones los valores de conductividad están por debajo de lo establecido por el ECA.

Nitratos

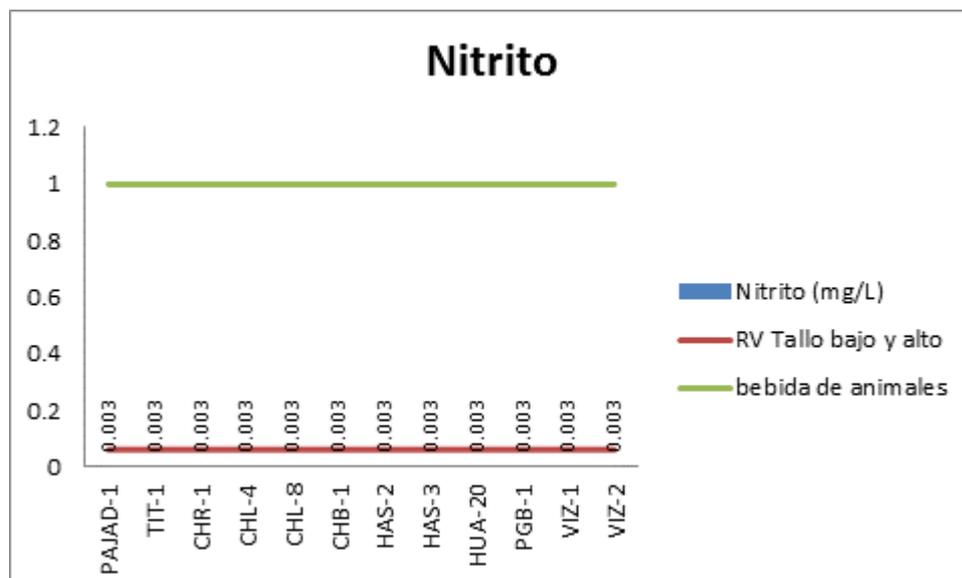
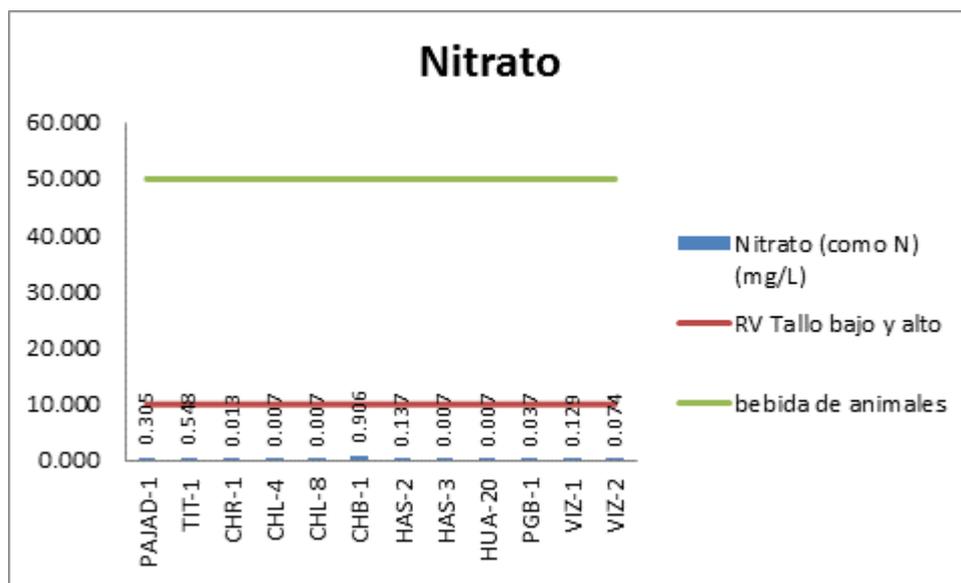


Gráfico 19 y 20. Variación espacial del contenido de nitratos y nitritos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento del MAP III nov – dic 2014.

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 los gráficos 19 y 20, el contenido de nitratos es 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; lo que quiere decir que existe en cantidades mínimas.

Sulfatos

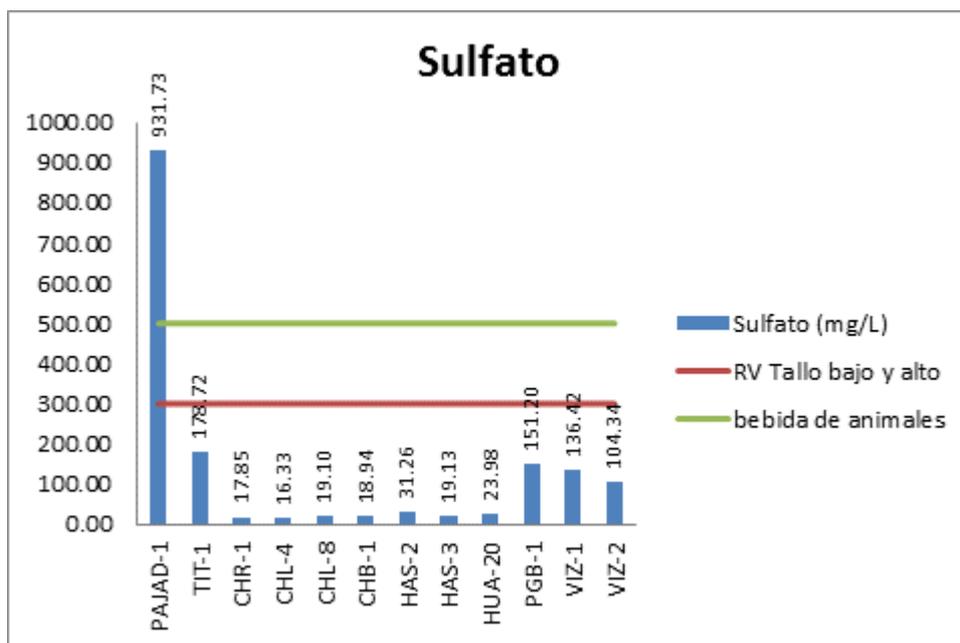


Gráfico 21. Variación espacial del contenido de sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

Los sulfatos en el agua son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e Ilo realizado por el INRENA Jun-2004 se encontró que las aguas son de naturaleza sulfatada o bicarbonatada cálcica, siendo la presencia de los sulfatos significativa. El ECA Agua Categoría 3 para riego de vegetales es 300 mg/L y para bebida de animales es 500 mg/L.

Se observa en el gráfico 21, que el contenido de sulfatos en el agua de la estación de monitoreo PAJAD-1 excede el ECA Agua.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

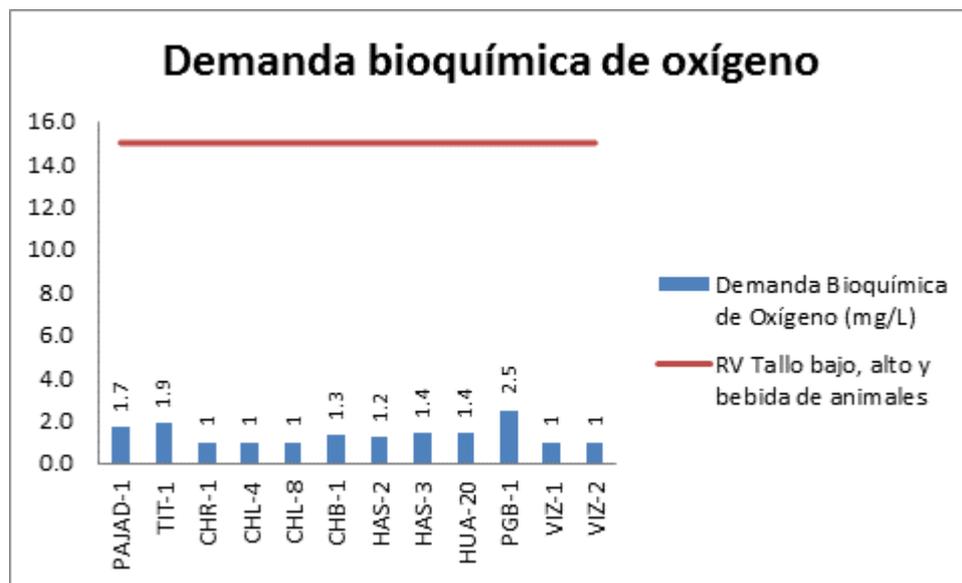
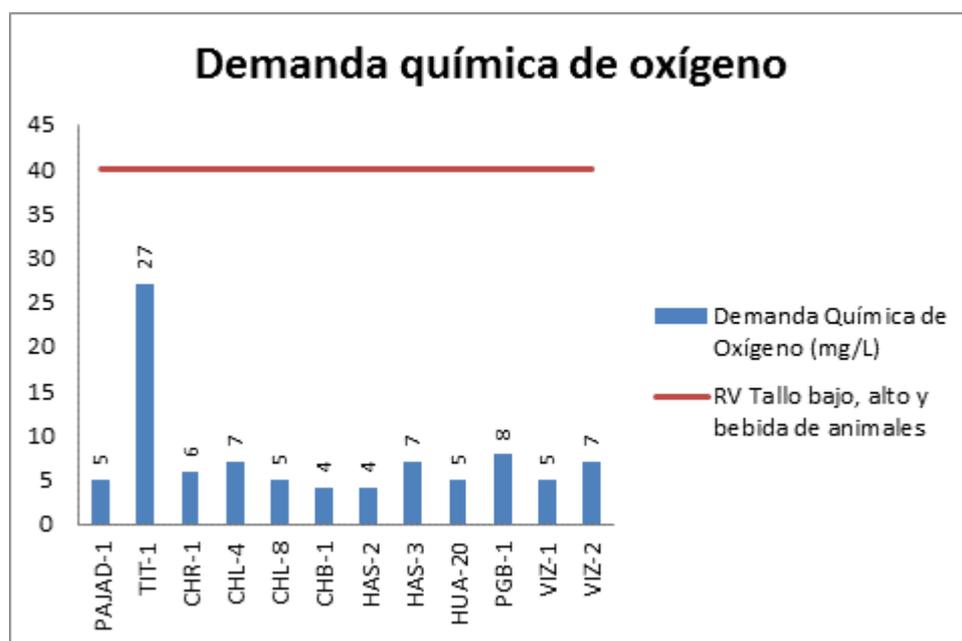


Gráfico 22. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Nov – Dic 2014.

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable, las principales fuentes de DBO en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, proveniente de inodoros o cocina. El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, 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 22, el contenido de DBO₅ en el agua en todas las estaciones de monitoreo presenta valores por debajo de lo contemplado en el ECA, esto indica que no existe ingreso de aguas residuales con materia orgánica.

Demanda Química de Oxígeno - DQO



Gráfica 23. 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 nov – dic 2014.

La demanda química de oxígeno representa a todo material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias químicas susceptibles de oxidación, que consumen oxígeno en el agua al oxidarse químicamente. Las principales fuentes de DQO en el agua son la materia orgánica de las aguas residuales domésticas (excretas de inodoros, restos de comida), también detergentes, aceites y grasas que no se degradan fácilmente, material orgánico nitrogenado entre otros. El ECA Agua categoría 3, contempla un valor máximo de DQO de 40 mg O₂/L.

Como se observa en el gráfico 23, solo la estación TIT-1 presenta un valor alto del DQO, se relaciona con material susceptible de oxidación, tales como aniones cloruros y algunos cationes.

Coliformes Fecales y totales

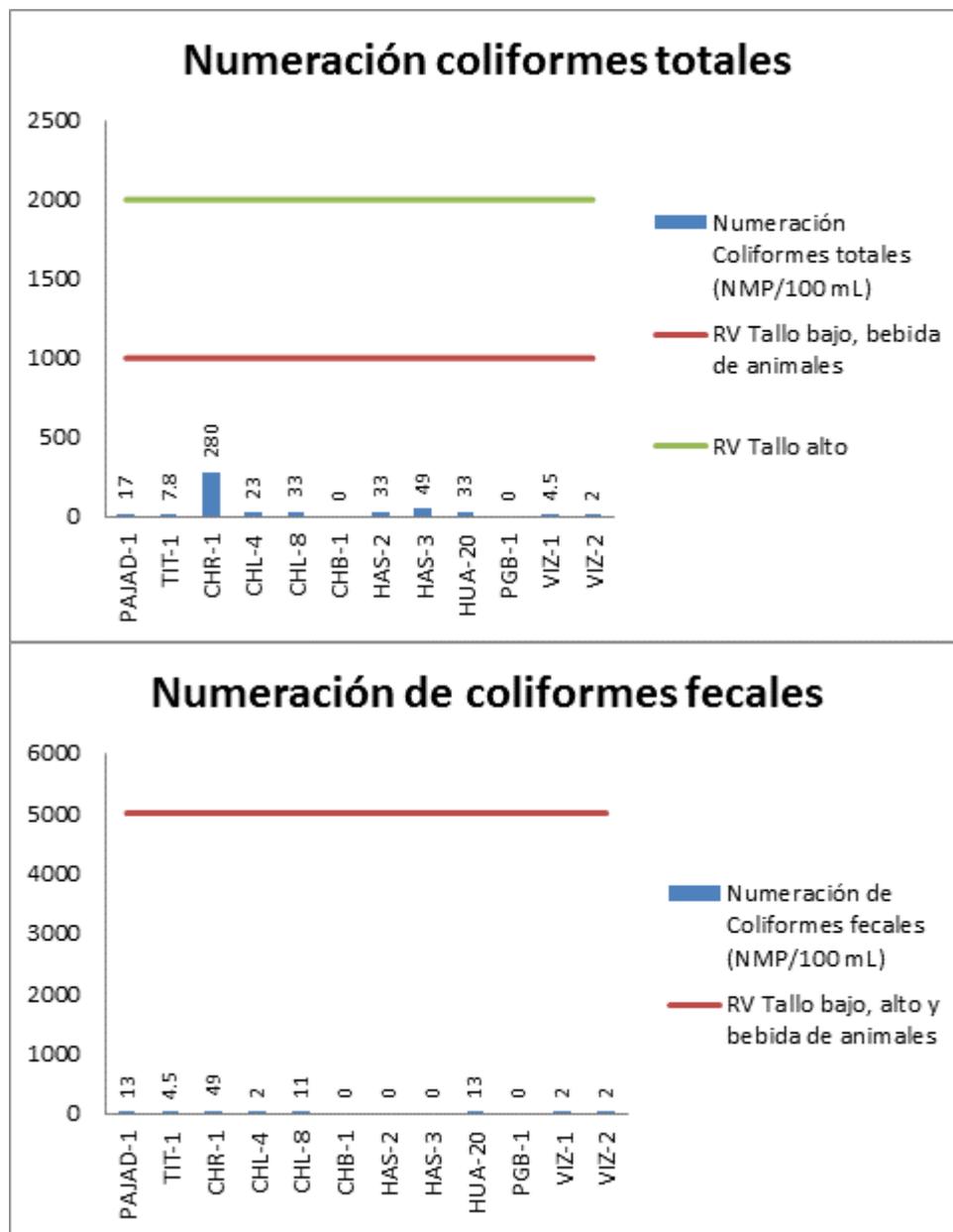


Gráfico 24 y 25. Variación espacial de la numeración de coliformes totales y fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 24 y 25, la calidad del agua en la zona de abastecimiento en todos los puntos de monitoreo presenta, pero mínimamente, ingreso de coliformes totales o fecales.

METALES

Aluminio

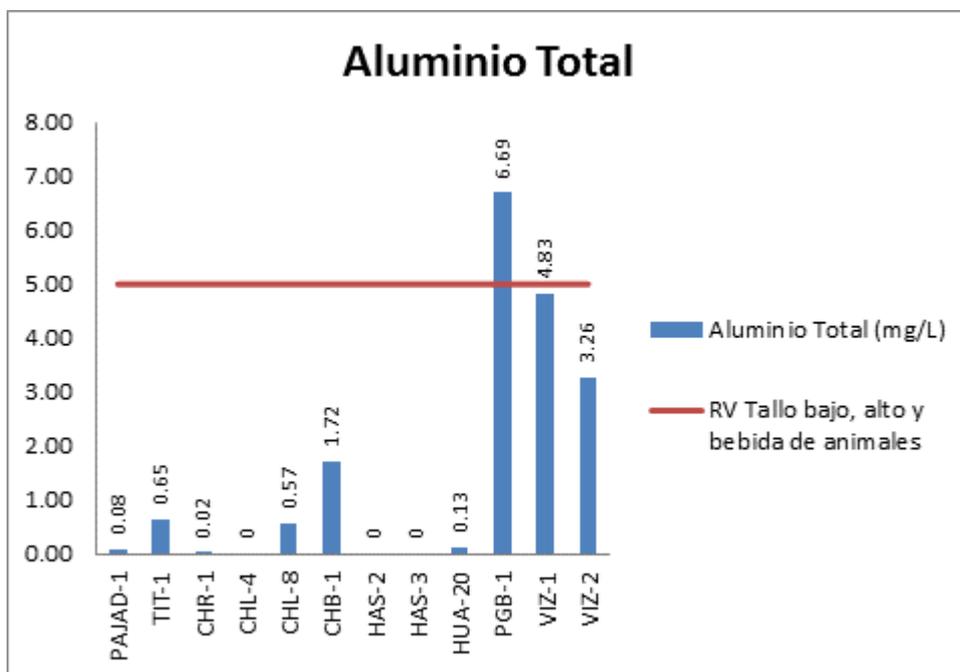


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 está 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 26, la cuenca del río Vizcachas presenta contenidos altos de aluminio provenientes de la presa Pasto Grande. La estación PGB-1 (6.69 mg Al/L) presenta aguas con contenidos altos de Aluminio que supera el ECA Agua, especialmente los tres últimos meses del año. En las estaciones aguas abajo como VIZ-1 (4.18 mg Al/L) y VIZ-2 (3.26 mg Al/L) el contenido de aluminio se va diluyendo alcanzando valores por debajo de lo sugerido por el ECA Agua.

Arsénico

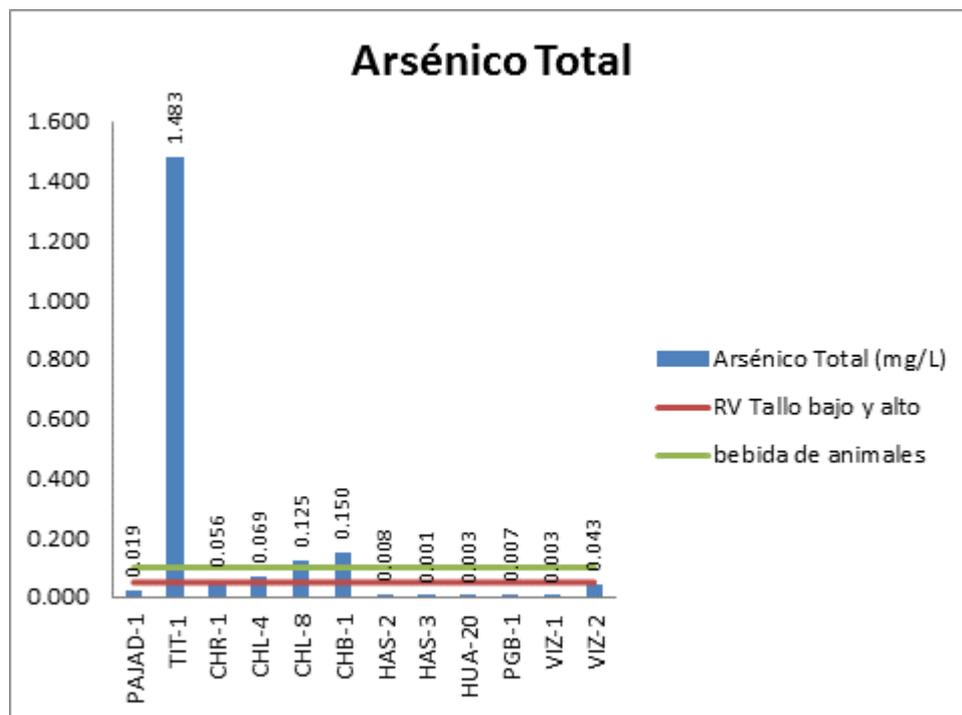


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 27, el río Titire en la estación de monitoreo TIT-1 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.

La calidad del agua en la cuenca del Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8, CHB-1, presenta valores que exceden el ECA Agua provenientes de manantial 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

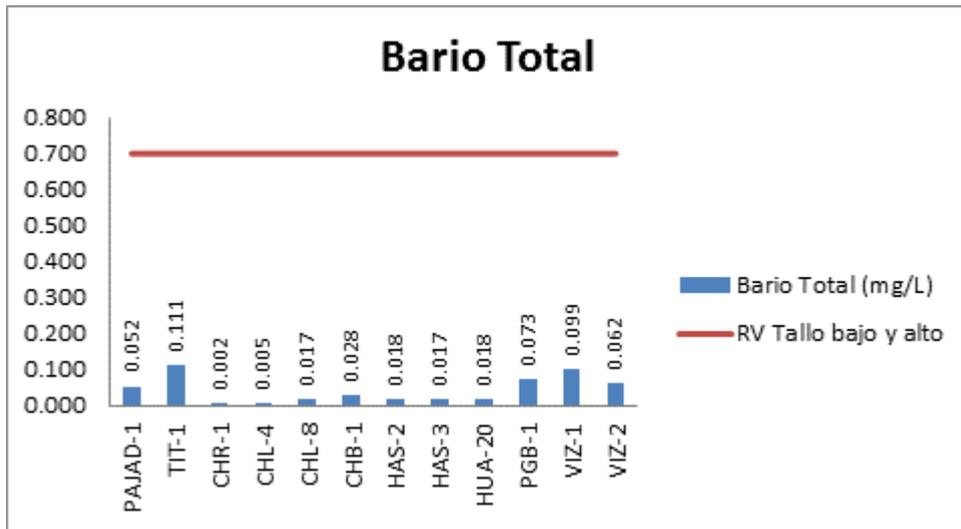


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

Como se observa en el gráfico 28, 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-2 es debido al ingreso de aguas termales.

En el río Vizcachas se observa también el ingreso de aguas termales antes del VIZ-1 y dilución después del ingreso del río Chilota en la estación VIZ-2.

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

Boro

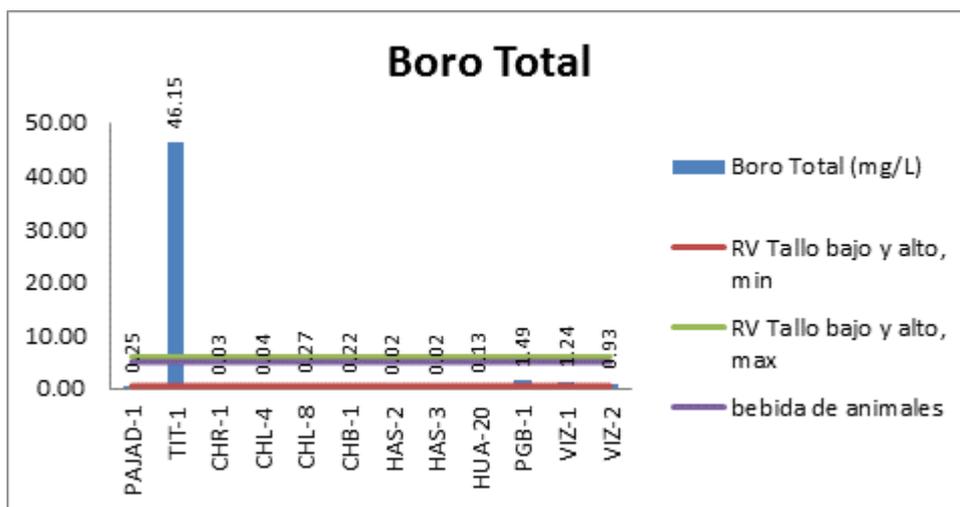


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 29, el contenido de Boro en el río Titire en la estación TIT-1 presenta valores altos de Boro (46.15 mg B/L), por el ingreso de aguas de naturaleza termal.

Por otro lado el río Vizcachas desde el embalse Pasto Grande, se detecta presencia de boro PGB-1 (1.49 mg B/L), que luego aguas abajo se va diluyendo.

Cadmio

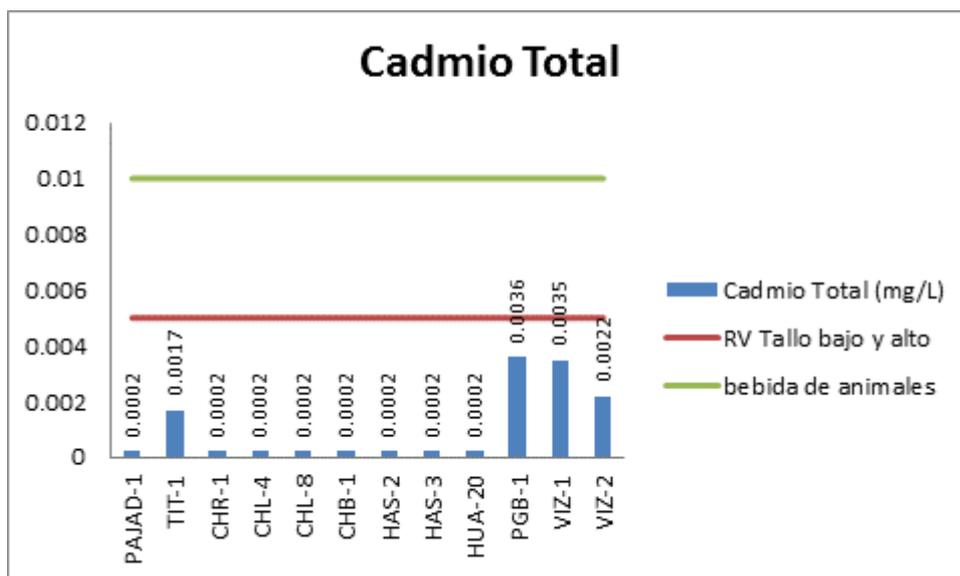


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

El cadmio es un elemento metálico pesado catalogado como tóxico, el ECA Agua categoría 3 establece como máximo un valor de 0.005 mg Cd/L, como se puede observar en el gráfico 30, la cuenca del río Vizcachas es una fuente de cadmio con valores por debajo del ECA. La fuente del cadmio son las aguas del embalse Pasto Grande y como se observa a lo largo de la cuenca el valor se va diluyendo con el ingreso de los afluentes como el río Chilota.

Calcio

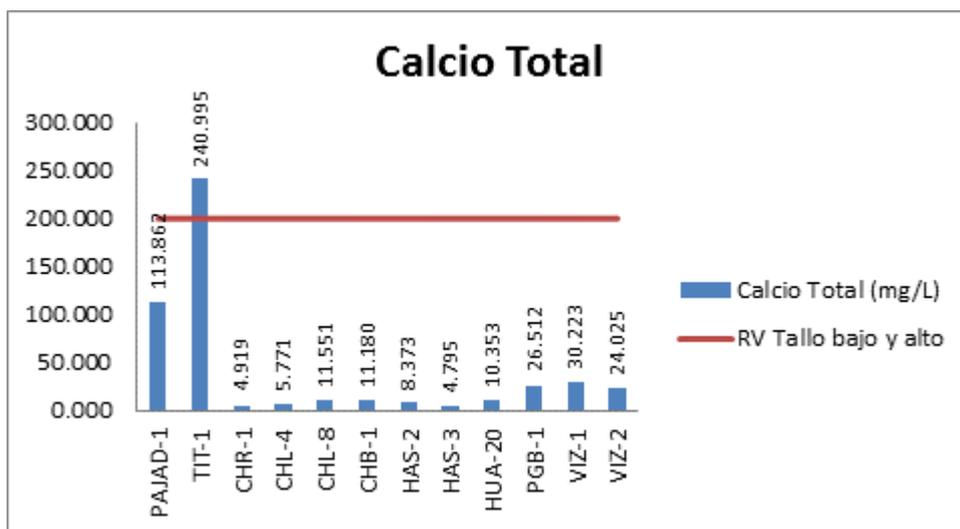


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III nov – dic 2014.

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 31 el contenido de calcio en el agua del río Titire excede los valores establecidos por el ECA Agua Categoría 3, debido al ingreso de aguas termales.

Cobalto

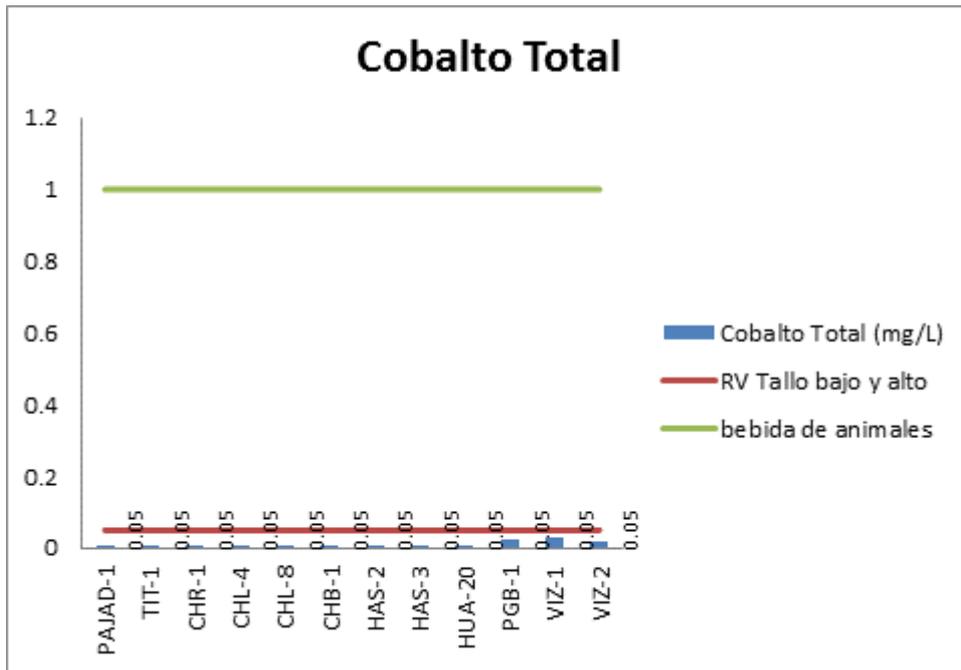


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

Como se observa en el gráfico 32, se ha determinado la presencia de cobalto en las muestras de aguas superficiales, pero en cantidades mínimas, por debajo del ECA.

Cobre

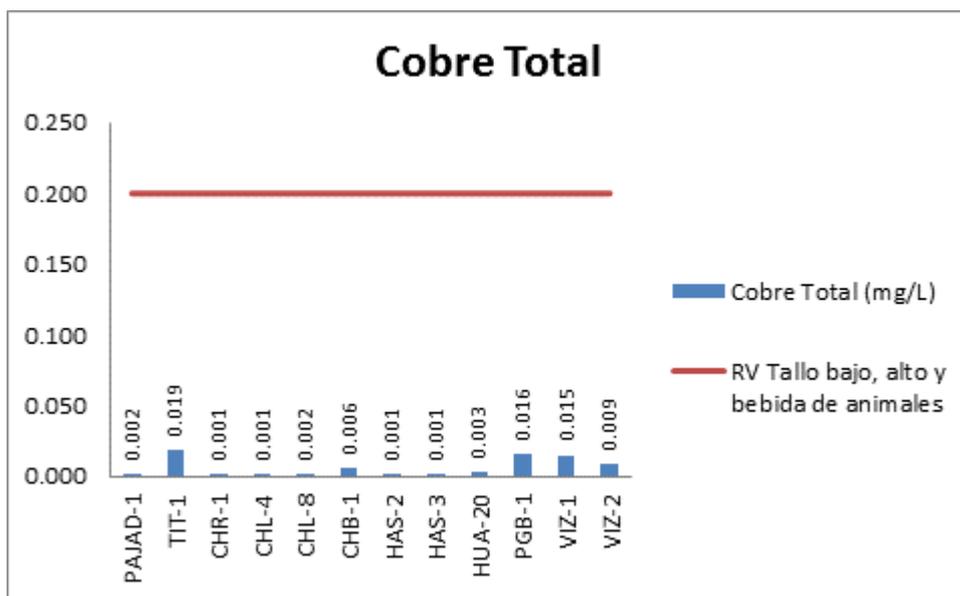


Gráfico 33. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 33, 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 0.019 mg/L.

Hierro

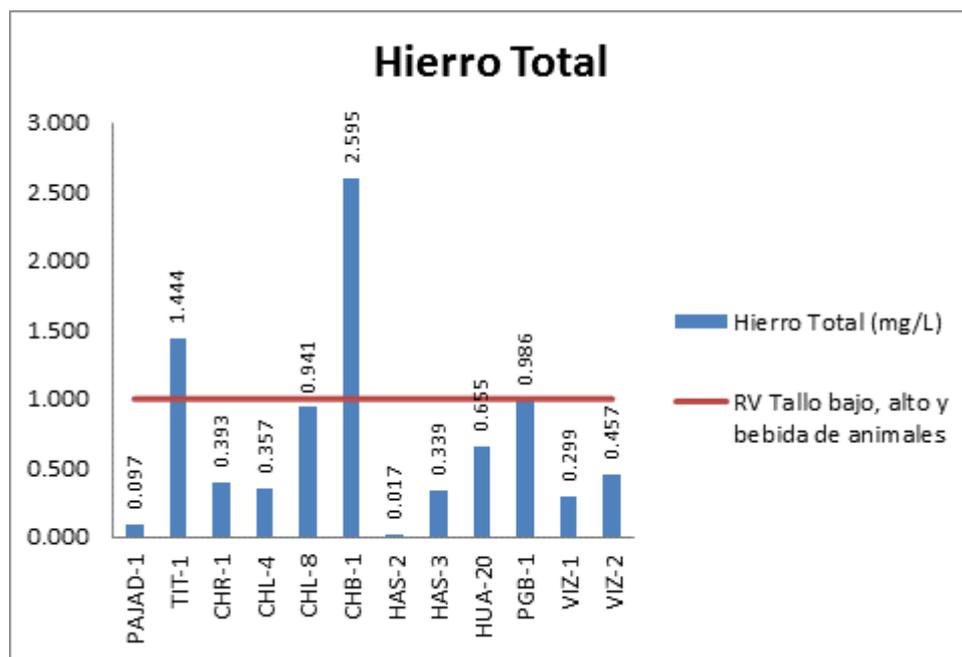


Gráfico 34. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 34, hay presencia de hierro en forma natural en todas las estaciones de monitoreo, en el caso del TIT-1 y CHB-1 se observa valores que exceden el ECA Agua categoría 3 debido al ingreso de aguas de naturaleza termal, en el caso de la cuenca del vizcachas también se observa contenidos altos de hierro desde el embalse Pasto Grande, que se va diluyendo hasta el VIZ-1, luego se incrementa por efecto del río Chilota.

Litio

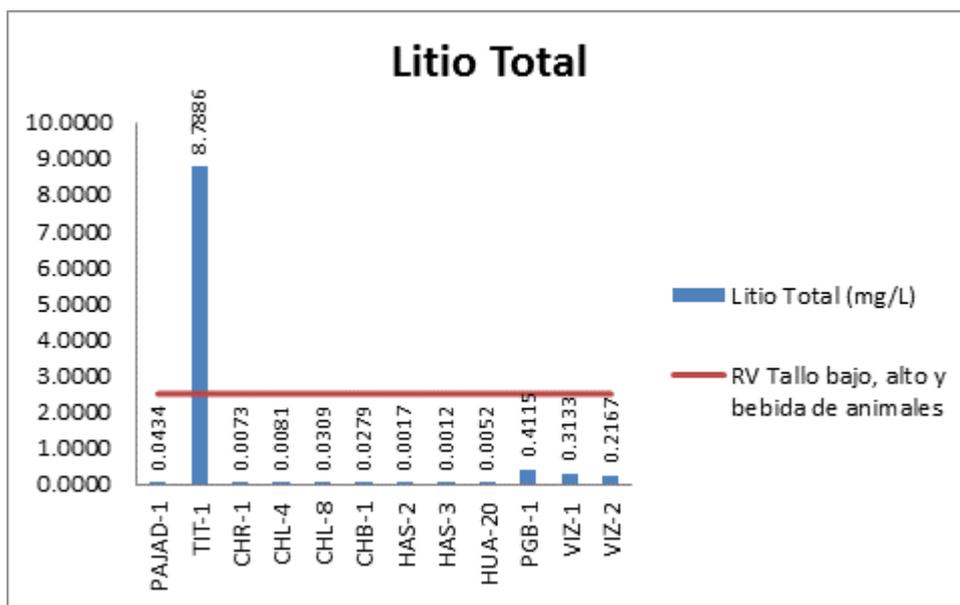


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 35, 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

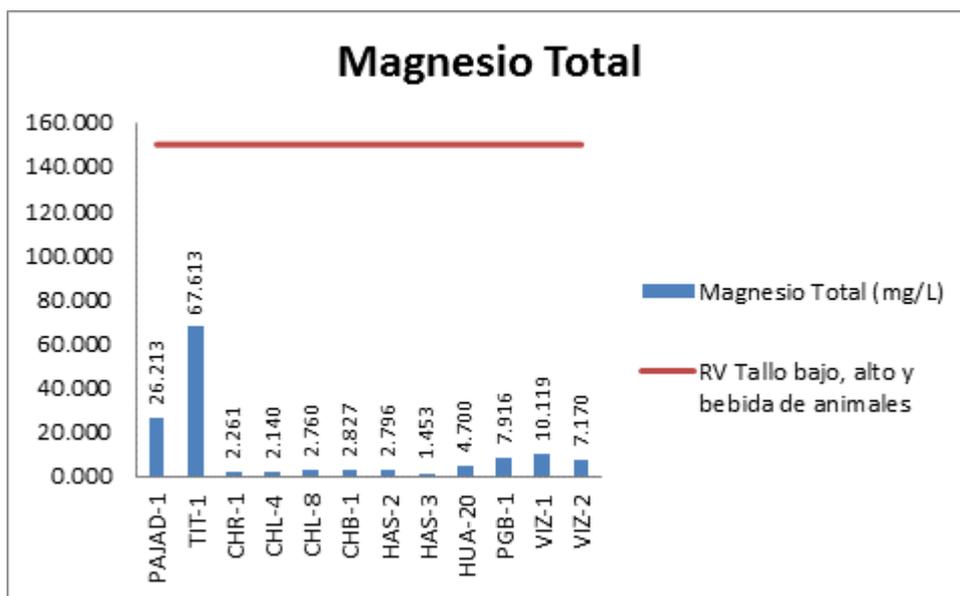


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 la figura 36 la calidad del agua en el río Titire está influenciada por el ingreso de aguas termales que incrementan el contenido de magnesio en esta cuenca. Las otras estaciones presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

Manganeso

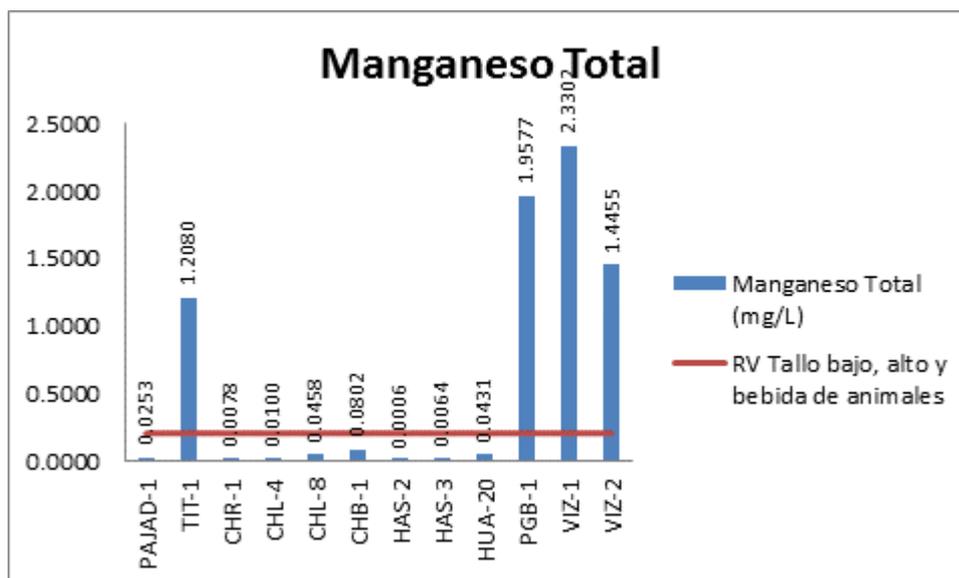


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

El manganeso puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeso causa manchas café-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 37 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 se presenta un incremento de manganeso debido al ingreso de aguas termales al río.

Níquel

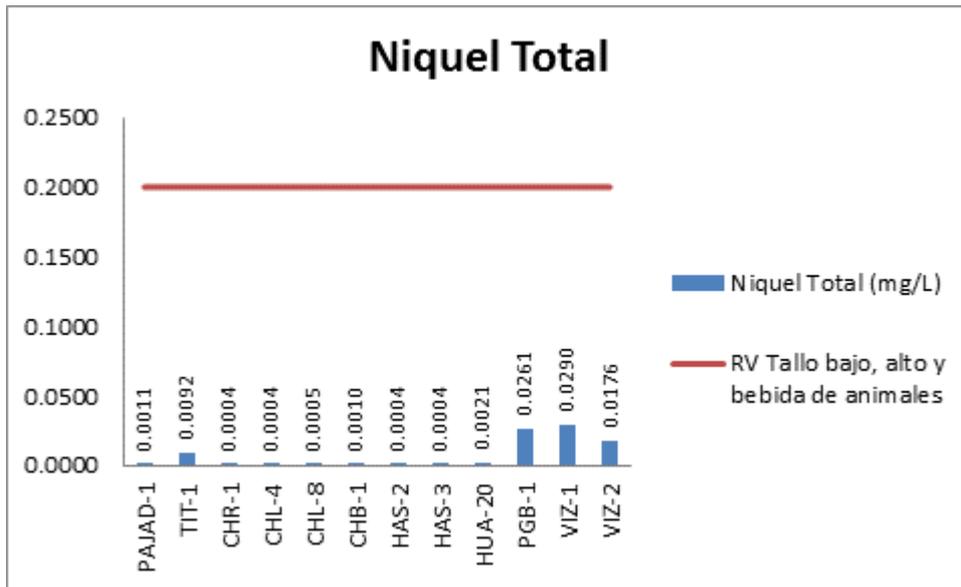


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

Se ha determinado la presencia de bajas concentraciones de níquel en las aguas superficiales de los puntos de monitoreo, en el caso de las aguas provenientes del embalse Pasto Grande se tiene concentraciones bajas que no excenden lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

Plomo

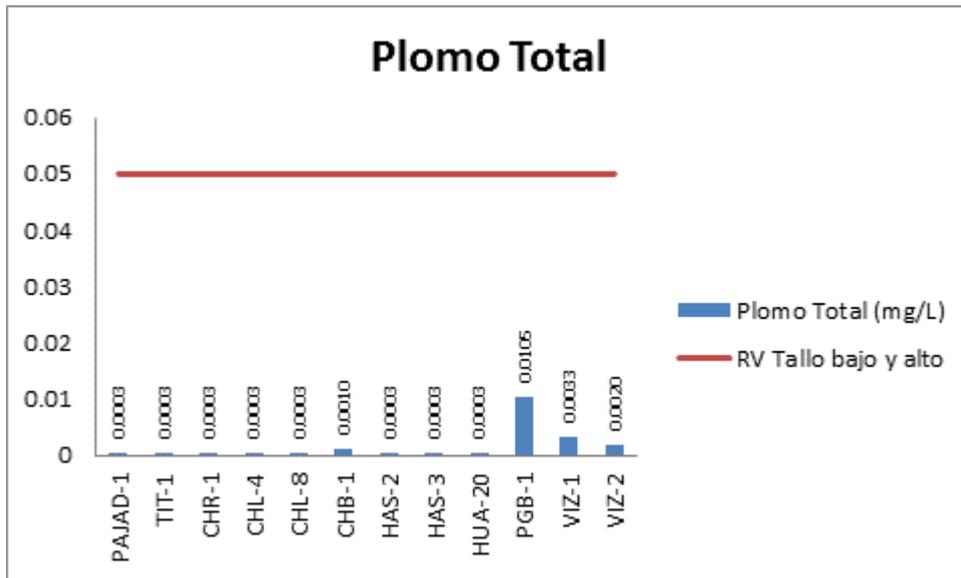


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 provenientes del embalse Pasto Grande se tiene concentraciones bajas que no exceden lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

Potasio

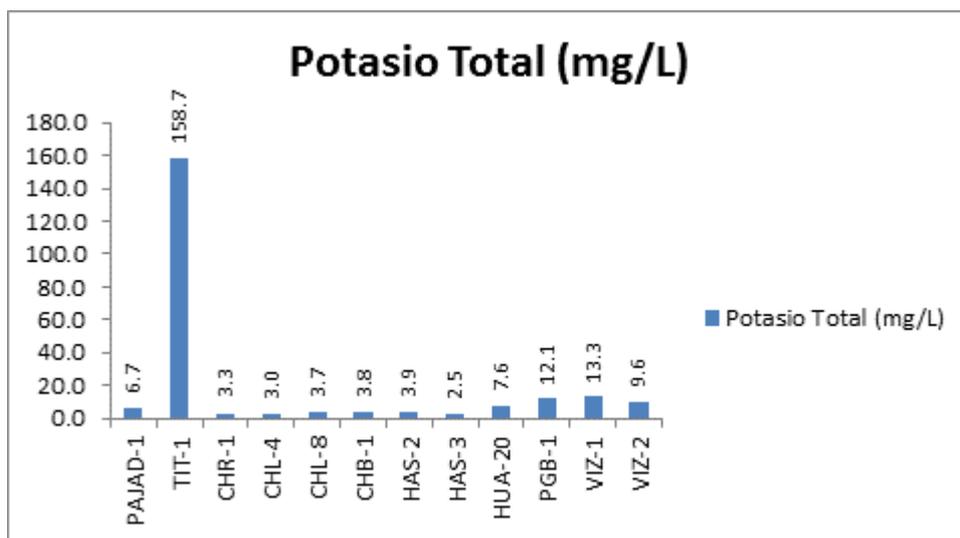


Gráfico 40. Variación espacial del contenido de potasio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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 40 el contenido de potasio presenta valores altos en la estación TIT-1 proveniente de aguas termales próximas al punto de monitoreo.

Selenio

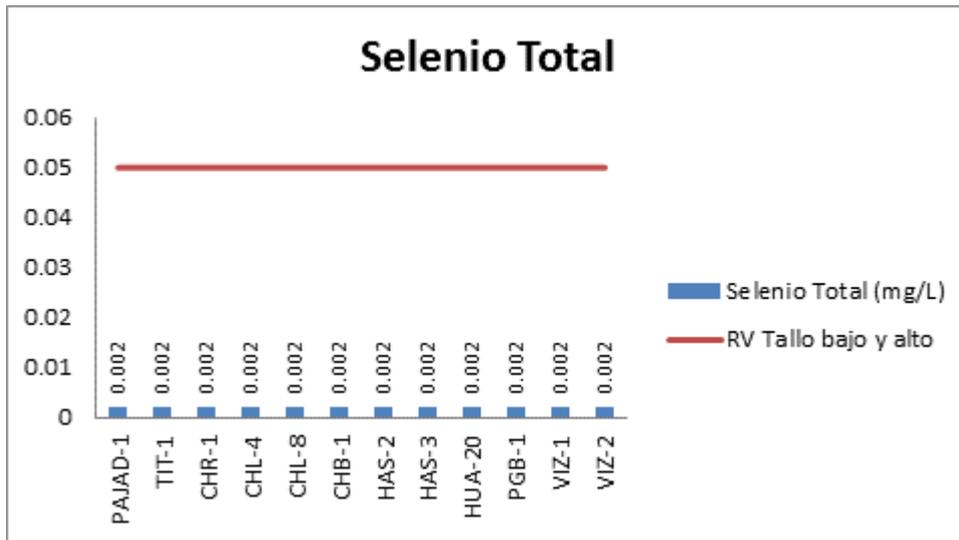


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de selenio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

No se ha determinado la presencia de selenio en las aguas superficiales de los puntos de monitoreo.

Sodio

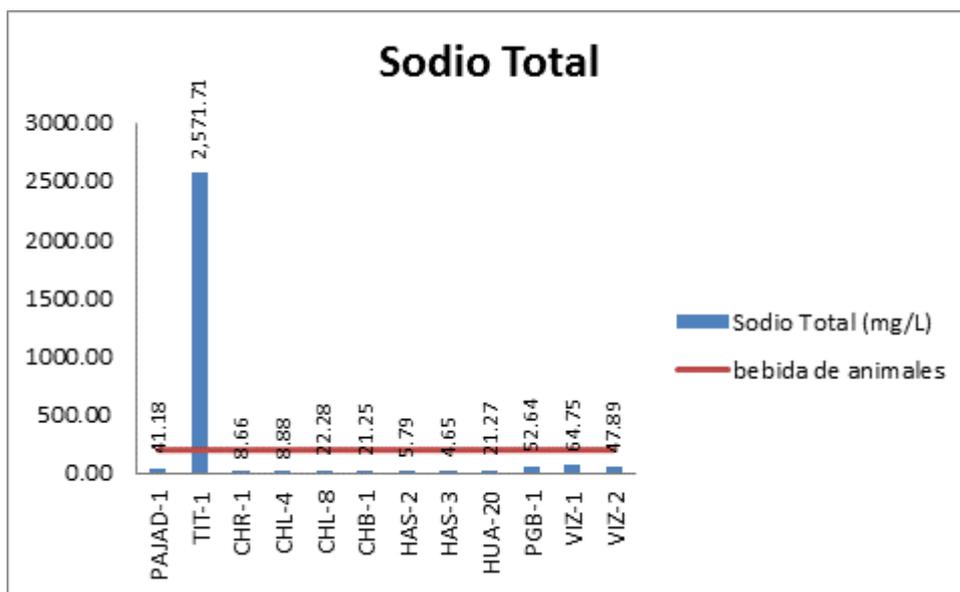


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III nov – dic 2014.

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.

Como se observa en el gráfico 42, en el punto del río Titire (TIT-1) el contenido de sodio es alto debido al ingreso de aguas termales.

Zinc

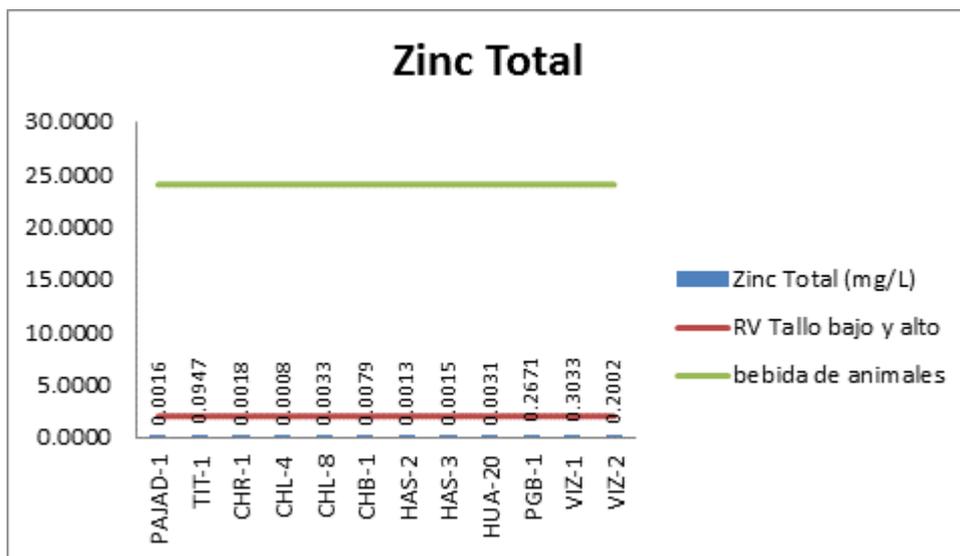


Gráfico 43. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Nov – Dic 2014.

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 43, en la cuenca se ha detectado bajas concentraciones de zinc.

Tabla 11. Principales Observaciones de los resultados

| Cuenca | Estación de Monitoreo | Parámetros observados que superan en ECA Agua categoría 3. | Explicación |
|-----------|-----------------------|---|---|
| Titire | PAJAD-1 | Fluor, sulfatos | Influencia de aguas termales |
| | TIT-1 | Conductividad eléctrica, bicarbonatos, fluoruros, cloruros, arsénico, boro, calcio, hierro, litio, manganeso, sodio | Influencia de aguas de naturaleza termal fuertemente mineralizadas, época seca bajo caudal. |
| Chilota | CHR-1 | pH alto, arsénico | Influencia de aguas termales |
| | CHL-4 | pH alto, arsénico | |
| | CHL-8 | Arsénico | |
| | CHB-1 | Arsénico, hierro | |
| Calasaya | HAS-2 | Sin observación | Presencia de carbonatos. |
| | HAS-3 | Sin observación | |
| | HUA-20 | pH alto | |
| Vizcachas | PGB-1 | pH bajo, Aluminio, Manganeso | Presencia de iones con capacidad ácida aluminio, hierro asociado con Manganeso. |
| | VIZ-1 | pH bajo, Hierro | |
| | VIZ-2 | pH bajo, manganeso | |

7.1.5. Aseguramiento de la calidad de los ensayos de calidad de agua superficial

Se realizó el aseguramiento de la calidad del agua superficial verificando muestras duplicadas en los parámetros aceites y grasas, sólidos totales en suspensión, como se observa en la tabla 12, la variación de los resultados en las muestras es cero, en el caso de la muestra del VIZ-1 la variación es insignificante para los valores de sólidos totales en suspensión para el río Vizcachas que van desde 1 hasta 180 mg/L.

Tabla 12. Resultados de comparación de los resultados de las muestras duplicadas

| Estaciones | Parámetros | | | |
|------------|------------|---------|---------|---------|
| | AyG (1) | AyG (2) | STS (1) | STS (2) |
| PGB-1 | < 0.5 | < 0.5 | <1 | <1 |
| VIZ-1 | < 0.5 | < 0.5 | 2 | 1 |
| CHL-8 | < 0.5 | < 0.5 | 15 | 15 |
| CHL-4 | < 0.5 | < 0.5 | <1 | <1 |
| HUA-20 | < 0.5 | < 0.5 | 2 | 2 |

En los blancos analizados no se ha detectado la presencia de los analitos en estudio.

7.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL SUELO

7.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo



Figura 02. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo – zona de operaciones MAP III nov - diciembre 2014.



Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo – zona de abastecimiento de agua- MAP III nov - diciembre 2014.



7.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 13: Resultados de la Calidad de Suelo

| Parámetros | LD | Puntos de Muestreo | | | | | | ECA SUELO Suelo Agrícola |
|--|--------|--------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|--------------------------|
| | | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A | |
| Inorgánicos | | | | | | | | |
| Cianuro libre (mg/kg) | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.9 |
| Cromo Hexavalente (mg/kg) | 0.11 | 0.13 | <0.11 | <0.11 | <0.11 | <0.11 | <0.11 | 0.4 |
| Bifenilos Policlorados | | | | | | | | |
| Aroclor 1016 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| Aroclor 1221 (mg/kg) | 0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | 0.5 |
| Aroclor 1232 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| Aroclor 1242 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| Aroclor 1248 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| Aroclor 1254 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| Aroclor 1260 (mg/kg) | 0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | <0.0125 | 0.5 |
| BTEX | | | | | | | | |
| Benceno (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.03 |
| Etilbenceno (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.082 |
| m,p-Xileno (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 11 |
| o-Xileno (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 11 |
| Tolueno (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.37 |
| Fracción de Hidrocarburos | | | | | | | | |
| Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg) | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 200 |
| Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg) | 3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | 1200 |
| Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg) | 3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | 3000 |
| Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos | | | | | | | | |
| Benzo(a)pireno (mg/kg) | 0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | 0.1 |



| Naftaleno (mg/kg) | 0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | |
|--------------------|--------|--------------------|----------|---------|-----------|----------|----------|-----------------------------|--|
| Parámetros | LD | Puntos de Muestreo | | | | | | ECA SUELO Suelo Agrícola | |
| | | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A | | |
| Metales | | | | | | | | | |
| Cobre (mg/kg) | 0.02 | 17.87 | 33.18 | 13.31 | 32.57 | 57.88 | 29.22 | 63 (CCME) | |
| Aluminio (mg/kg) | 0.3 | 7,594.5 | 11,860.1 | 6,647.6 | 13,896.5 | 8,338.4 | 9,656.6 | | |
| Antimonio (mg/kg) | 0.005 | 2.465 | <0.005 | 0.138 | 0.009 | 0.008 | 0.016 | | |
| Arsénico (mg/kg) | 0.06 | 40.14 | 4.98 | 2.64 | 9.44 | 3.48 | 5.82 | 50 | |
| Bario (mg/kg) | 0.03 | 203.68 | 100.41 | 70.91 | 185.99 | 111.63 | 162.61 | 750 | |
| Berilio (mg/kg) | 0.002 | 0.354 | 0.377 | 0.387 | 0.629 | 0.531 | 0.236 | | |
| Cadmio (mg/kg) | 0.001 | 0.258 | 0.180 | 0.050 | 0.111 | 0.081 | 0.262 | 1.4 | |
| Cobalto (mg/kg) | 0.001 | 6.828 | 10.206 | 3.854 | 13.052 | 5.882 | 7.890 | | |
| Cromo (mg/kg) | 0.01 | 5.34 | 6.31 | 4.74 | 8.25 | 6.45 | 8.86 | 64 (CCME) | |
| Hierro (mg/kg) | 10 | 16,266 * | 23,261 * | 9,352 * | 19,682 * | 12,093 * | 18,088 * | | |
| Manganeso (mg/kg) | 0.05 | 640.83 | 602.43 | 270.81 | 731.26 | 398.71 | 556.05 | | |
| Mercurio (mg/kg) | 0.0025 | 0.0079 | <0.0025 | 0.0154 | 0.0065 | 0.0196 | 0.0083 | 6.6 | |
| Molibdeno (mg/kg) | 0.02 | 0.91 | 0.29 | 0.43 | 0.24 | 0.20 | 0.43 | | |
| Niquel (mg/kg) | 0.01 | 4.33 | 5.90 | 3.05 | 6.48 | 4.25 | 6.91 | 50 (CCME) | |
| Plata (mg/kg) | 0.002 | 0.007 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | | |
| Plomo (mg/kg) | 0.02 | 15.14 | 10.26 | 4.89 | 10.24 | 8.79 | 13.71 | 70 | |
| Selenio (mg/kg) | 0.05 | 0.21 | 0.20 | 0.06 | <0.05 | 0.17 | 0.30 | | |
| Talio (mg/kg) | 0.0005 | 0.3713 | 0.0796 | 0.0545 | 0.2493 | 0.1557 | 0.1046 | | |
| Thorio (mg/kg) | 0.005 | 5.415 | 12.264 | 1.459 | 3.112 | 5.821 | 3.320 | | |
| Uranio (mg/kg) | 0.0002 | 0.9315 | 1.1300 | 0.2790 | 0.5155 | 0.4465 | 0.4260 | | |
| Vanadio (mg/kg) | 1 | 33 | 39 | 33 | 51 | 25 | 50 | 130 (CCME) | |
| Zinc (mg/kg) | 0.06 | 34.98 | 50.93 | 15.32 | 31.70 | 21.63 | 46.88 | 200 (CCME) | |
| Pesticidas | | | | | | | | | |
| Aldrin (mg/kg) | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 2 | |
| DDT (mg/kg) | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.7 | |
| Endrin (mg/kg) | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.01 | |
| Heptacloro (mg/kg) | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.01 | |

CCME: Concejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente

7.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

No se ha encontrado presencia de cianuro libre, cromo hexavalente, PCBs, contaminación por hidrocarburos como BTEX o fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 o PAHs, Pesticidas organoclorados.

Metales:

Cobre:

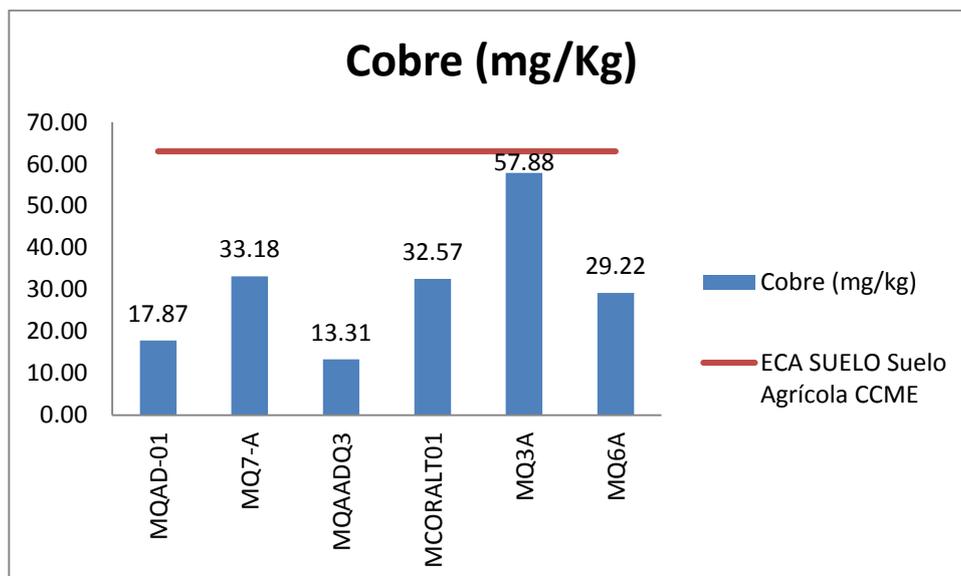


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III Nov – Dic 2014.

Las cantidades promedio de cobre sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 50, 100 y 10 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el cobre. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de cobre en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 30.3 hasta 573 mg/kg, los valores de cobre en suelo del área de operaciones tienen una media de 47.8 y el 75 % de los valores no superan los 59.1 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de cobre en suelo no debe superar los 63 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del cobre sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 44, las concentraciones de cobre en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones. El valor más alto de 57.88 mg/kg obtenidos en el punto MQ3A se obtiene en la zona más cercana a la futura zona de explotación.

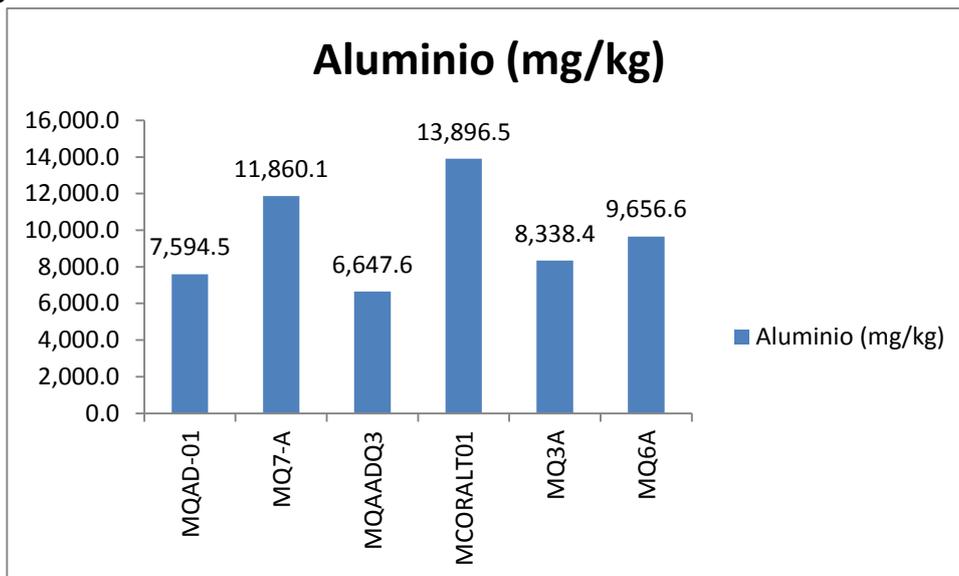
Aluminio

Gráfico 45. Variación espacial del contenido de aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de aluminio sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 8.23, 8.76 y 7.70 %, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el aluminio. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 no se ha determinado el contenido de aluminio en el suelo del área de operaciones.

No se ha fijado valor para el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME. Como se observa en la gráfico 45, las concentraciones de aluminio en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores muy por debajo de lo esperado.

Arsénico

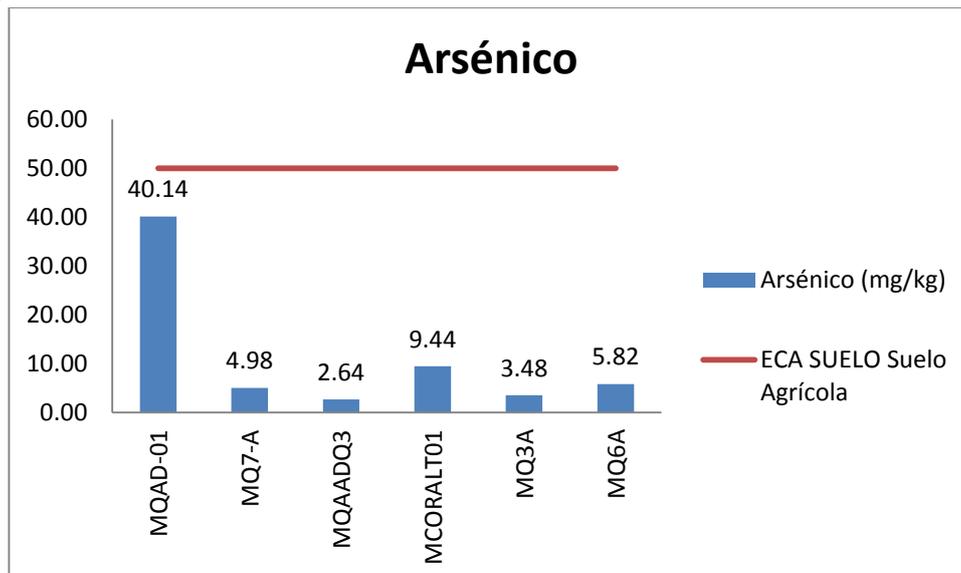


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de arsénico sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 1.8, 2.0 y 1.5 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el arsénico. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de arsénico en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 5.7 hasta 62.6 mg/kg, los valores de arsénico en suelo del área de operaciones tienen una media de 9.9 y el 75 % de los valores no superan los 13.8 mg/kg. Los suelos del área de operaciones están enriquecidos en arsénico comparados con los valores de fondo.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de arsénico en suelo no debe superar los 50 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del arsénico sobre invertebrados terrestres, no se recomienda el uso de estos suelos para algunos cultivos.

Como se observa en el gráfico 46, las concentraciones de cobre en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones. El valor más alto de 40.14 mg/kg obtenidos en el punto MQAD-01 dentro de la zona de abastecimiento nos indica que esta zona tiene influencia volcánica y no es adecuada para fines agrícolas.

Bario

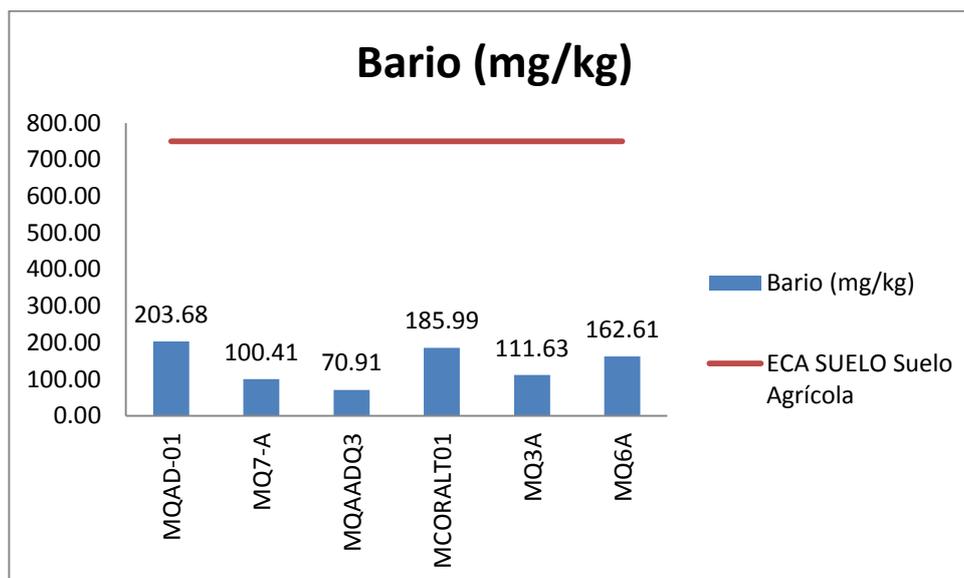


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de bario sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 425, 250 y 600 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el bario. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de bario en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 70.8 hasta 397 mg/kg, los valores de bario en suelo del área de operaciones tienen una media de 190 y el 75 % de los valores no superan los 248 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de bario en suelo no debe superar los 750 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del bario sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 47 las concentraciones de bario en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones. El valor más alto de 203.68 mg/kg obtenidos en el punto MQAD-01 está dentro de lo esperado para estos puntos.

Cadmio

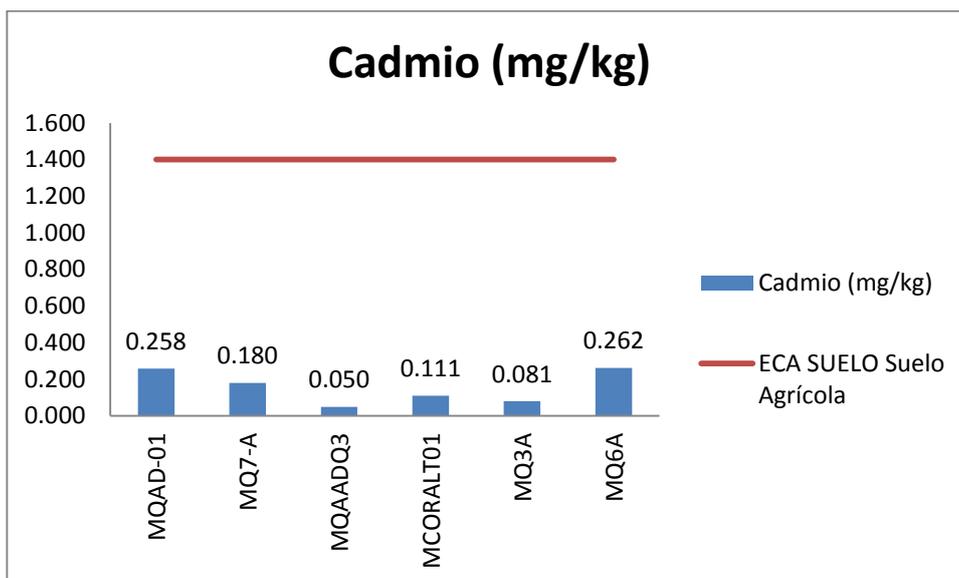


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de cadmio sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 0.2, mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el cadmio. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de cadmio en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones menores a 0.5 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de cadmio en suelo no debe superar los 1.4 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del cadmio sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 48, las concentraciones de cadmio en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones y abastecimiento de agua.

Cromo

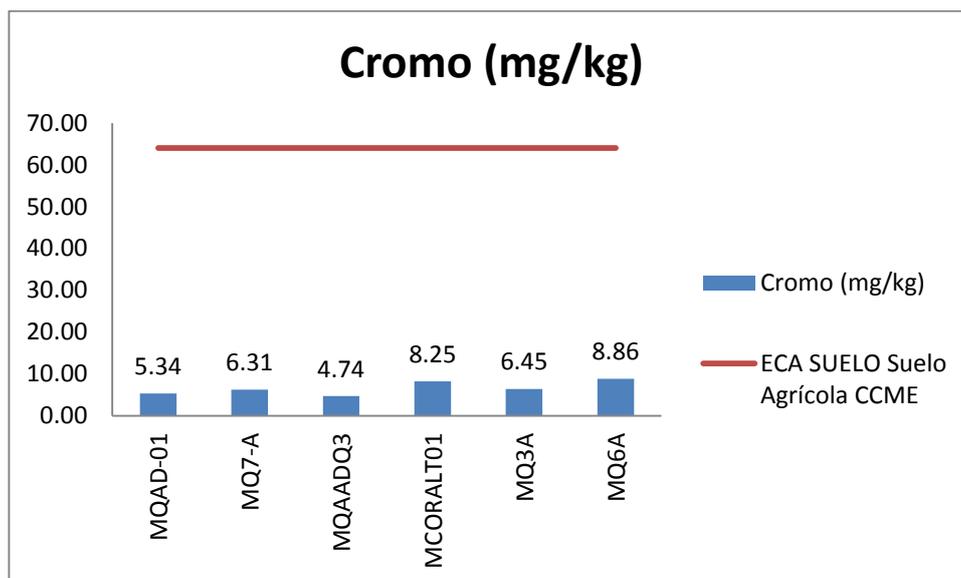


Gráfico 49. Variación espacial del contenido de cromo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de cromo sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 100, 200 y 5 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el cromo. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de cromo en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 5.0 hasta 22.8 mg/kg, los valores de cromo en suelo del área de operaciones tienen una media de 14.0 y el 75 % de los valores no superan los 19.6 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de cromo en suelo no debe superar los 64 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del cobre sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 49, las concentraciones de cromo en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones.

Mercurio

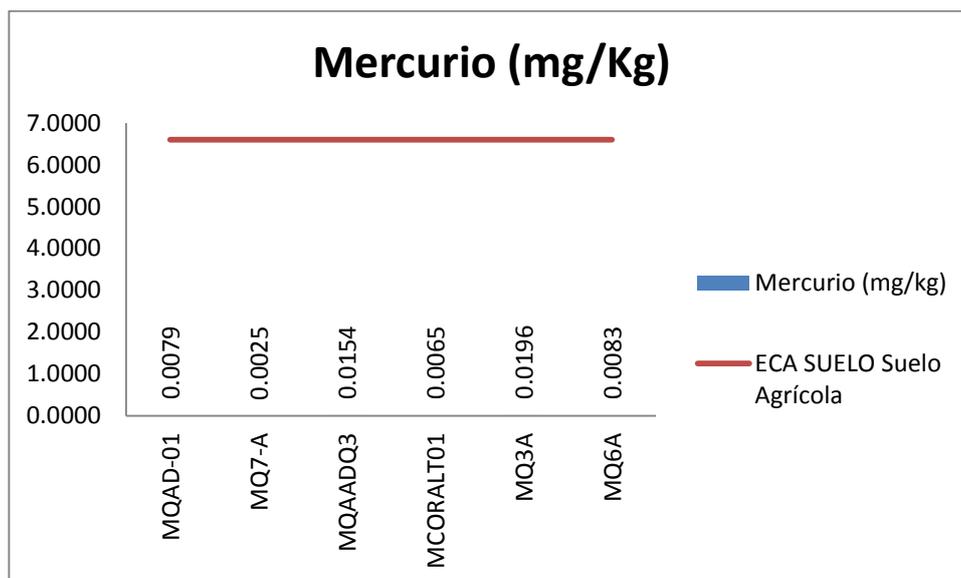


Gráfico 50. Variación espacial del contenido de mercurio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de mercurio sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 0.08 mg/kg, este valor es comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el mercurio. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de mercurio en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 0.014 hasta 0.228 mg/kg, los valores de mercurio en suelo del área de operaciones tienen una media de 0.028 y el 75 % de los valores no superan los 0.039 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de mercurio en suelo no debe superar los 6.6 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del mercurio sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 50, las concentraciones de mercurio en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones.

Níquel

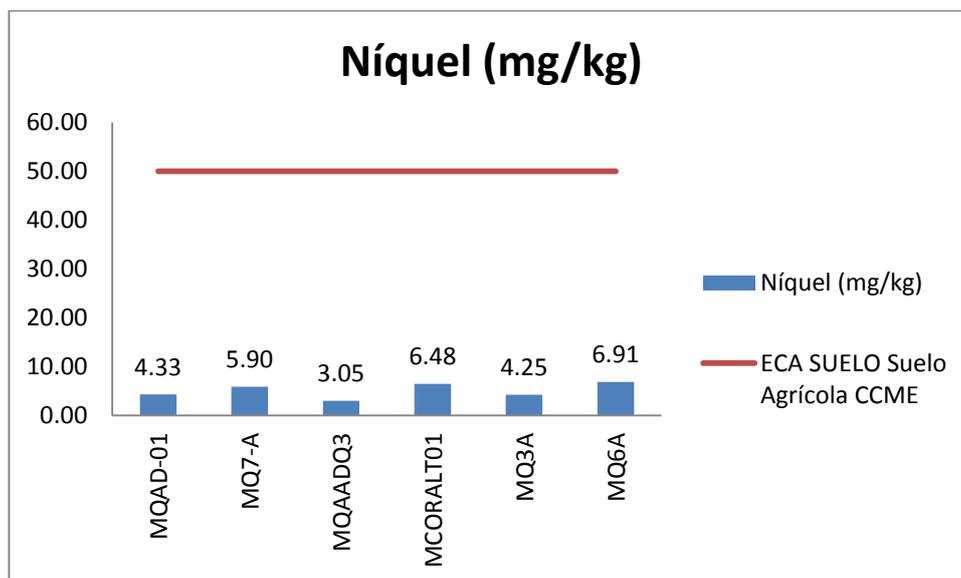


Gráfico 51. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de níquel sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 75, 150 y 0.5 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el níquel. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de níquel en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 5.6 hasta 16.2 mg/kg, los valores de níquel en suelo del área de operaciones tienen una media de 8.15 y el 75 % de los valores no superan los 10.75 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de níquel en suelo no debe superar los 50 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del níquel sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en la gráfico 51, las concentraciones de níquel en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones.

Plomo

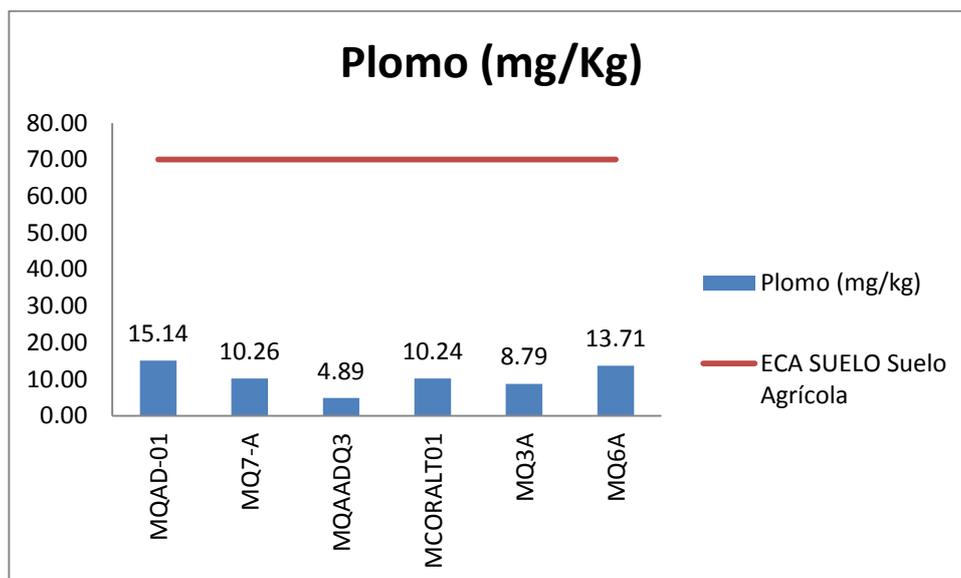


Gráfico 52. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de plomo sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 12.5, 5 y 20 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el plomo. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de plomo en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde <30 hasta 268 mg/kg, el 86 % de los valores de plomo en suelo del área de operaciones no superan los 30 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de plomo en suelo no debe superar los 70 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del plomo sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en la gráfico 52, las concentraciones de plomo en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA Suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones.

Vanadio

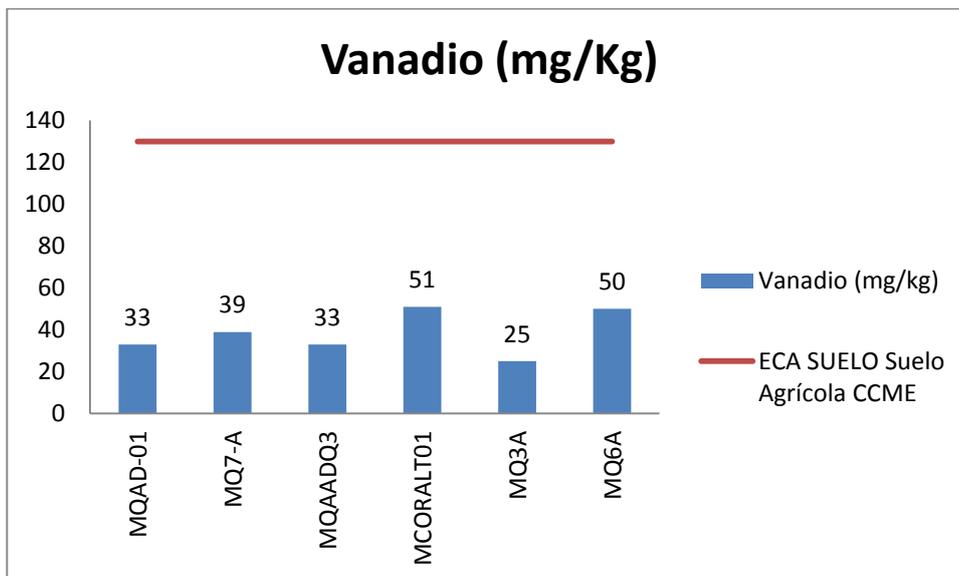


Gráfico 53. Variación espacial del contenido de vanadio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de vanadio sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 135, 250 y 20 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el vanadio. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de vanadio en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 38.6 hasta 122 mg/kg, los valores de vanadio en suelo del área de operaciones tienen una media de 77.0 y el 75 % de los valores no superan los 85.6 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de vanadio en suelo no debe superar los 130 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del vanadio sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en el gráfico 53, las concentraciones de vanadio en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones y área de abastecimiento.

Zinc

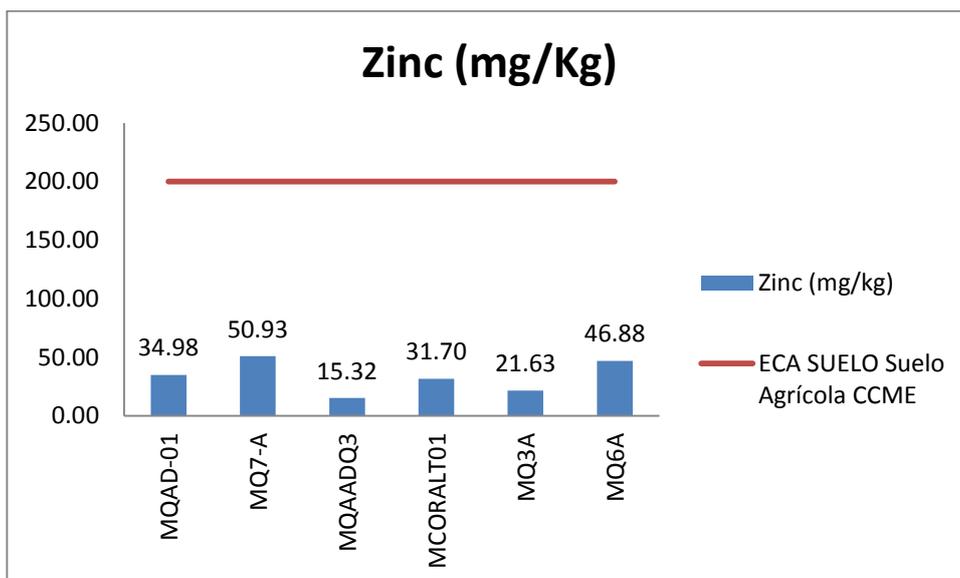


Gráfico 54. Variación espacial del contenido de zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP III nov – dic 2014.

Las cantidades promedio de zinc sobre la corteza terrestre, material basáltico y granito según S. R. Taylor son 70, 100 y 40 mg/kg, estos valores son comúnmente aceptados como aproximación a los valores de fondo para el zinc. En la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 se observa que el contenido de zinc en el suelo del área de operaciones tiene concentraciones que van desde 37.8 hasta 234 mg/kg, los valores de zinc en suelo del área de operaciones tienen una media de 65.4 y el 75 % de los valores no superan los 75.3 mg/kg.

Según el ECA suelo para actividades agrícolas Nacional y propuestos por CCME, la concentración de zinc en suelo no debe superar los 200 mg/kg, este valor ha sido determinado luego de evaluar efectos del zinc sobre microorganismos de suelo, plantas e invertebrados terrestres.

Como se observa en la gráfico 54, las concentraciones de zinc en los puntos de monitoreo de las estaciones de calidad de suelo presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA Suelo para actividades agrícolas propuestos por CCME, además presenta valores que están dentro de lo esperado para suelos del área de operaciones.

7.2.4. Aseguramiento de la calidad de los resultados

Como se observa en el informe de resultados MA1418722_F y MA1418066_F la diferencia Porcentual Relativa de Duplicados para todos los metales se encuentra entre 0 a 12 % y el porcentaje de recuperación se encuentra entre 88 hasta 110 %. Estos valores son aceptables para el método acreditado por INDECOPI, son valores adecuados para la determinación de matrices sólidas como los suelos.

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 MAP III nov - diciembre 2014.



7.3.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 14. 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 | | | 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 | -- | -- | 20 | -- | -- | <4 | -- | -- | 60 | -- | -- | <4 | -- | -- | 68 | | | 200 |
| Material Particulado PM-10 Alto Volumen (ug/m ³) | 0.5 | 65.8 | -- | -- | 47.7 | -- | -- | 57.8 | -- | -- | 82.3 | -- | -- | 92.9 | -- | -- | 150 | | |
| Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen (ug/m ³) | 2.0 | 13.5 | -- | -- | 14.1 | -- | -- | 28.5 | -- | -- | 24.8 | -- | -- | 35.5 | -- | -- | 25 | | |
| Monóxido de Carbono (ug/m ³) | 335 | -- | 4,037 | -- | -- | 4,648 | -- | -- | 2,840 | -- | -- | 3,835 | -- | -- | 4030 | -- | | 10000 | 30000 |

* informe MA1418452

| Parámetros (metales) | LD | Estaciones de Monitoreo | | | | |
|--------------------------------|--------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | KPA2 | KPA3 | KPA4 | KPA5 | KPA7 |
| Aluminio (ug/m ³) | 0.0010 | 0.6149 | 0.5421 | 0.5500 | 0.7777 | 0.8724 |
| Antimonio (ug/m ³) | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | 0.0009 |
| Arsénico (ug/m ³) | 0.0002 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0027 |
| Bario (ug/m ³) | 0.0002 | 0.0115 | 0.0088 | 0.0093 | 0.0170 | 0.0353 |
| Berilio (ug/m ³) | 0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Bismuto (ug/m ³) | 0.0003 | <0.0003 | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Boro (ug/m ³) | 0.0003 | 0.0232 * | 0.0044 * | 0.0153 * | 0.0079 * | 0.0039 |
| Cadmio (ug/m ³) | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | 0.0004 | 0.0003 | <0.0003 |
| Calcio (ug/m ³) | 0.007 | 4.548 | 1.791 | 1.574 | 1.984 | 2.839 |
| Cobalto (ug/m ³) | 0.0001 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0009 | 0.0005 |
| Cobre (ug/m ³) | 0.0006 | 0.0531 | 0.0769 | 0.0813 | 0.0852 | 0.0749 |
| Cromo (ug/m ³) | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Estaño (ug/m ³) | 0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0004 |
| Estroncio (ug/m ³) | 0.0001 | 0.0061 | 0.0057 | 0.0051 | 0.0092 | 0.0153 |
| Fósforo (ug/m ³) | 0.002 | 0.043 | 0.039 | 0.071 | 0.086 | 0.104 |
| Hierro (ug/m ³) | 0.001 | 1.017 | 0.961 | 0.825 | 1.509 | 1.264 |
| Litio (ug/m ³) | 0.0001 | 0.0005 * | 0.0007 * | 0.0007 * | 0.0011 * | 0.0013 |
| Magnesio (ug/m ³) | 0.002 | 0.398 | 0.341 | 0.424 | 0.621 | 0.697 |
| Manganeso (ug/m ³) | 0.0003 | 0.0384 | 0.0352 | 0.0392 | 0.0973 | 0.037 |
| Mercurio (ug/m ³) | 0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Molibdeno (ug/m ³) | 0.0002 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0015 | 0.0011 | 0.0023 |
| Niquel (ug/m ³) | 0.0003 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0013 |
| Plata (ug/m ³) | 0.0001 | <0.0001 * | <0.0001 * | <0.0001 * | <0.0001 * | <0.0001 * |
| Plomo (ug/m ³) | 0.0006 | 0.0051 | 0.0041 | 0.0068 | 0.0060 | 0.0045 |
| Potasio (ug/m ³) | 0.005 | 0.274 * | 0.239 * | 0.260 * | 0.423 * | 0.307 |
| Selenio (ug/m ³) | 0.0005 | <0.0005 * | <0.0005 * | <0.0005 * | <0.0005 * | <0.0005 * |
| Silicio (ug/m ³) | 0.3 | <0.3 * | <0.3 * | <0.3 * | <0.3 * | <0.3 * |
| Sodio (ug/m ³) | 0.001 | 0.491 * | 0.461 * | 1.145 * | 1.266 * | 1.604 |
| Talio (ug/m ³) | 0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Titanio (ug/m ³) | 0.0002 | 0.0228 | 0.0235 | 0.0195 | 0.0296 | 0.025 |
| Vanadio (ug/m ³) | 0.0004 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0039 | 0.0034 |
| Zinc (ug/m ³) | 0.0008 | 0.0009 | <0.0008 | 0.0111 | 0.0089 | 0.024 |

7.3.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Dióxido de azufre

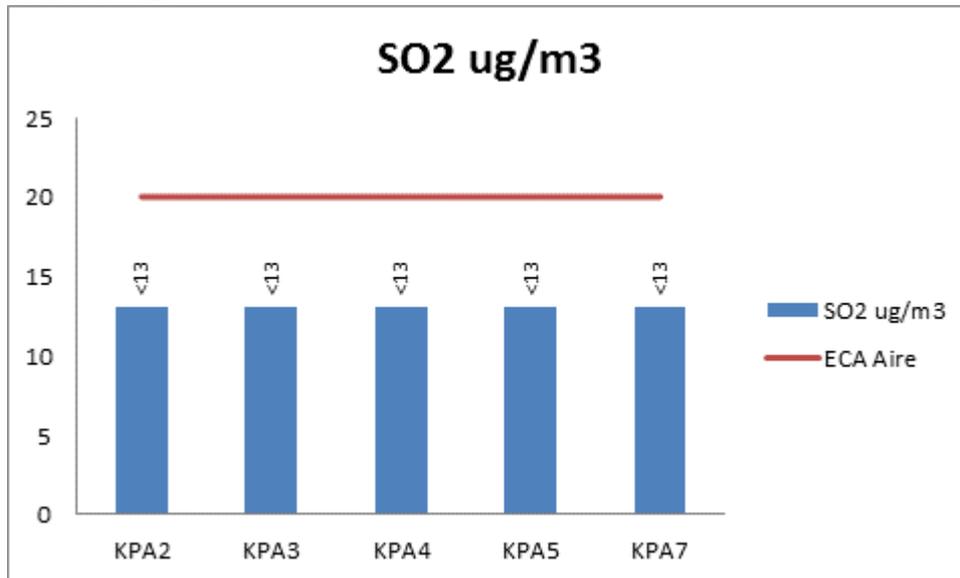


Gráfico 55. Variación espacial del contenido de dióxido de Azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III nov – dic 2014.

Como se observa en el gráfico 55, 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

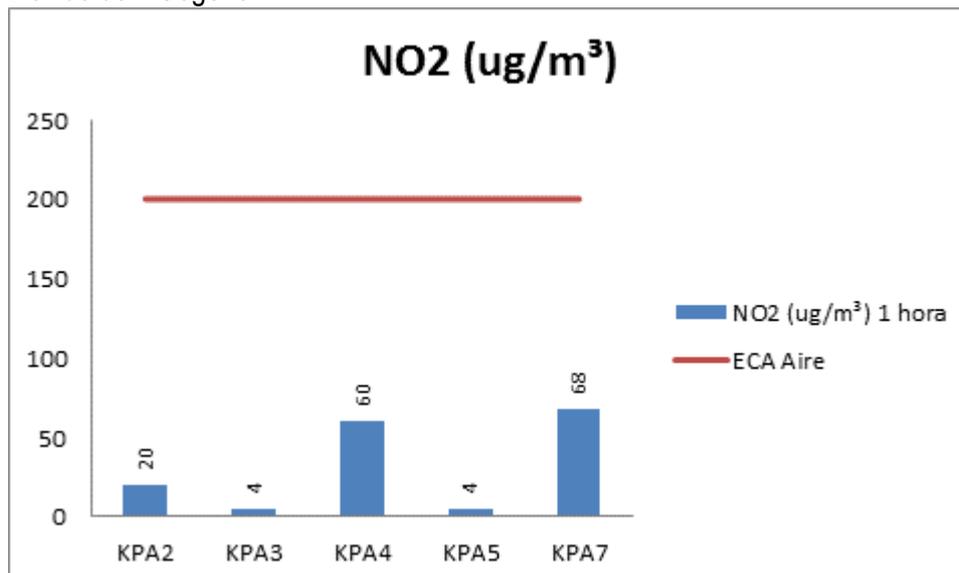


Gráfico 56. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III nov – dic 2014.

Estudios realizados en animales y humanos indican que exposiciones cortas a concentraciones que exceden los 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO₂ tienen efectos tóxicos adversos sobre la salud

El NO₂ puede ser emitido por procesos de combustión, son emitidos inicialmente como NO y luego rápidamente oxidado a NO₂, asociado con la presencia de hidrocarburos es la principal fuente de ozono troposférico y aerosoles de nitrato que forman parte importante de los 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 la gráfico 56 las estaciones KPA4 y KPA7, ubicados en los centros poblados de Tala y San Antonio presentan valores significativos que están por debajo de lo establecido por el ECA Aire pero que son evidencia de actividad antropogénica de combustión. Estos resultados son más altos de lo esperado para estas estaciones comparándolos con los resultados históricos de calidad de aire de la zona de Tala y los valores obtenidos en la modificación del estudio de impacto ambiental de 2008 (marzo 2007 a agosto 2014), se sugiere realizar mayores monitoreos en la estación de monitoreo KPA7.

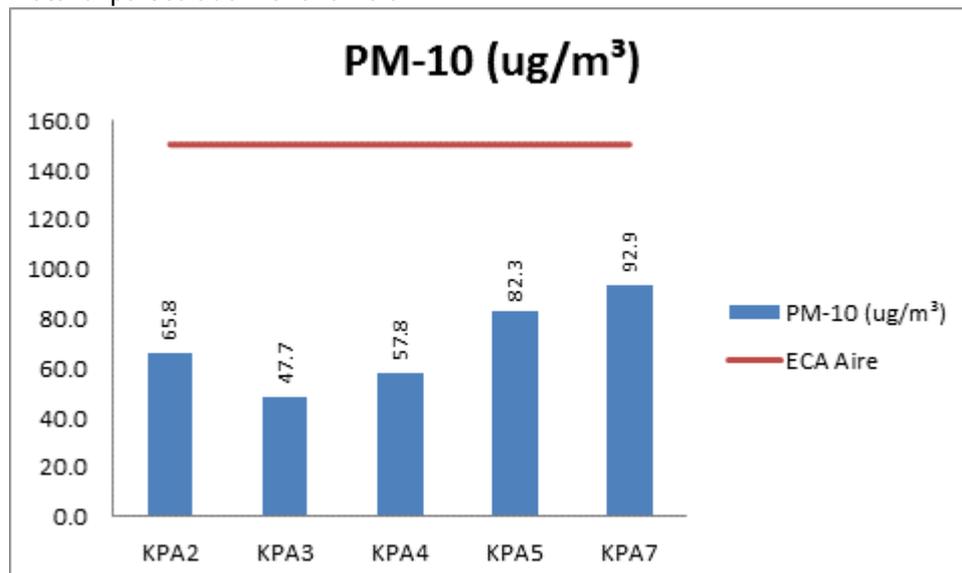
Material particulado menor a 10 μm 

Gráfico 57. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III nov – dic 2014.

El material particulado de diámetro menor a 10 micras (PM10), por su tamaño, 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 57 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 del KPA4 y KPA7 adicionalmente se debe considerar el efecto de las fuentes de combustión.

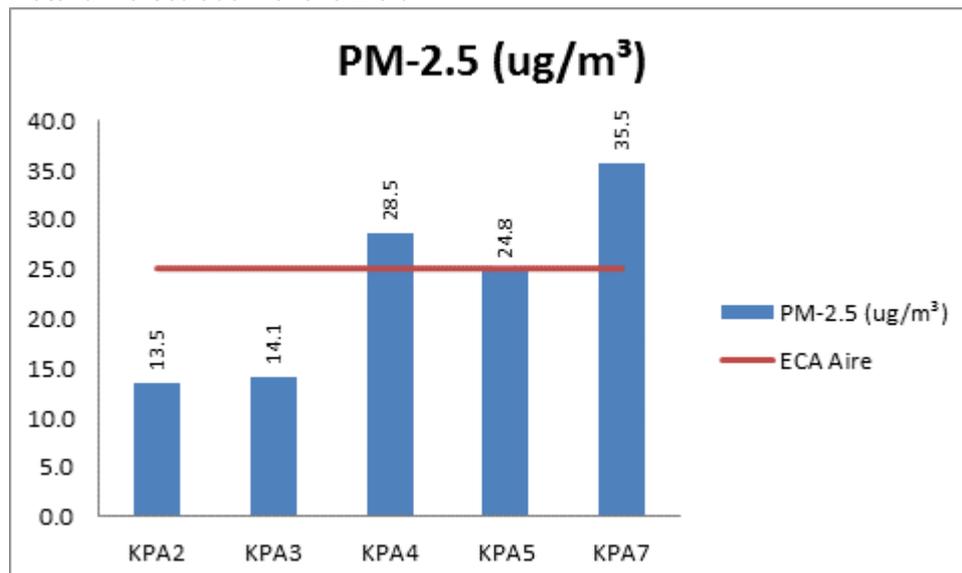
Material Particulado menor a 2.5 μm 

Gráfico 58. 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 Nov – Dic 2014.

Material particulado de diámetro menor a 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. Ocasionalmente 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 58, las estaciones de KPA4 y KPA7 zonas de referencia a centros poblados de Tala y San Antonio presenta valores que superan el ECA por ser lugares urbanos que están bajo la influencia de partículas provenientes de zonas áridas con escasa vegetación y de emisiones vehiculares por la cercanía a la carretera.

Monóxido de carbono

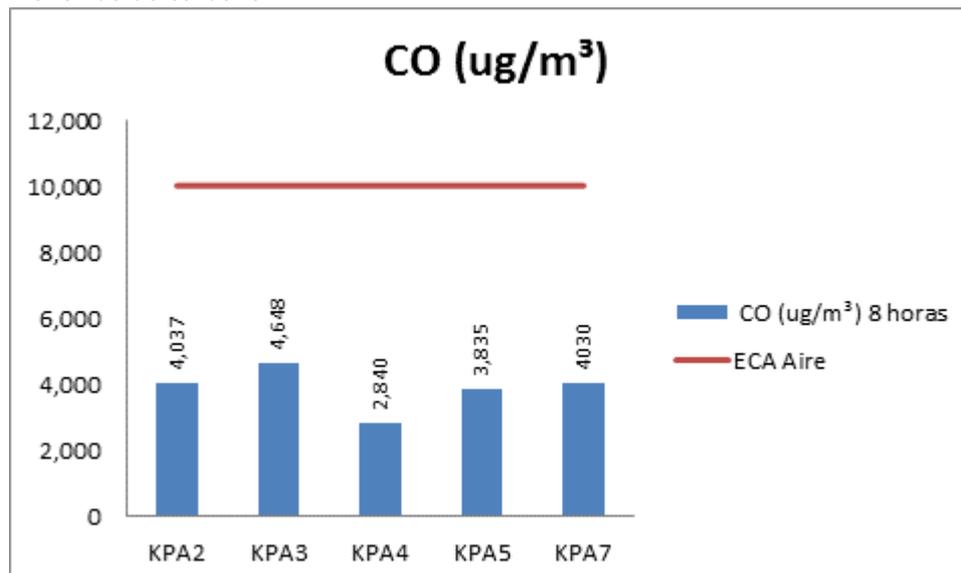


Gráfico 59. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III nov – dic 2014.

El monóxido de carbono es un contaminante generado por la combustión incompleta de combustibles fósiles o biomasa, ocasionando 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 59 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, potasio y cobre propio del polvo generado por erosión del suelo y actividades de construcción.

Plomo

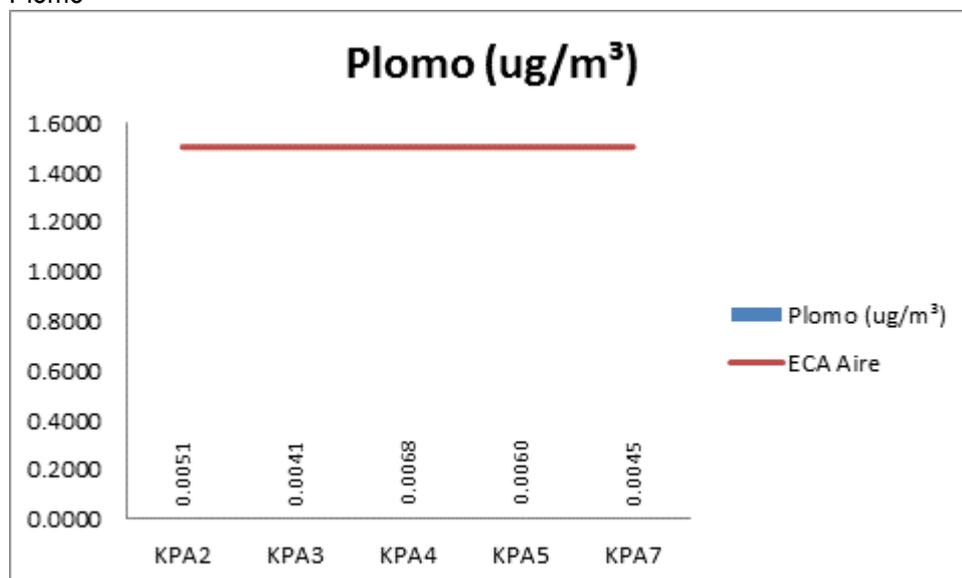


Gráfico 58. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III nov – dic 2014.

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

Según informe de ensayos MA1418452_F, MA1419074_F, la Diferencia Porcentual Relativa de Duplicados para los parámetros se encuentra entre 0 a 7 % y el porcentaje de recuperación desde 89 hasta 112 % para los parámetros. Estos valores son aceptables para el método acreditado por INDECOPI.

7.4. MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

7.4.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

Figura 05. Ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico en la zona de abastecimiento de agua del MAP III nov- diciembre 2014



Figura 06. Ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico en la zona operaciones del MAP III nov- diciembre 2014



7.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio

Una forma directa y eficiente de estudiar el estado trófico, la calidad ambiental, el nivel de impacto y las condiciones de preservación de los hábitats acuáticos, es evaluar el estado de la comunidad hidrobiológica que estos hábitats contienen; debido a que por sus características particulares los organismos vivos resumen información en un plano temporal muy amplio y es por ello que constituyen “la forma más directa y efectiva de medir la integridad de un cuerpo acuático” (Karr & Chu, 1997).

Una forma de medir es a través de indicadores numéricos de heterogeneidad de las comunidades biológicas, basados en la riqueza de especies y abundancia de individuos. Se aplican fórmulas específicas para sus estimaciones. Algunos de estos son: Riqueza (S), Abundancia (N), Equitatividad (J'), Diversidad de Shannon-Wiener (H'), entre otros.

El desarrollo del presente programa de monitoreo del componente vida acuática 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).

Tabla 15. Resultados de hidrobiología: variables ecológicas de la comunidad de fitoplancton

| ESTACIONES | FECHA DE MUESTREO | RIQUEZA ESPECÍFICA (N° DE ESPECIES) | ABUNDANCIA (Cel/ml) | EQUITATIVIDAD | INDICE DE DIVERSIDAD H' (Bits/individ) |
|------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| QL-ASA-03 | 06.12.2014 | 52 | 1405 | 0.74 | 2.93 |
| QL-ASA-02 | 06.12.2014 | 27 | 745 | 0.64 | 2.13 |
| QL-CHA-02 | 06.12.2014 | 15 | 216 | 0.75 | 2.04 |
| QL-TUM-01 | 06.12.2014 | 33 | 1435 | 0.82 | 2.88 |
| QL-VIZ-01 | 05.12.2014 | 17 | 240 | 0.93 | 2.64 |
| QL-HUA-01 | 05.12.2014 | 18 | 300 | 0.86 | 2.50 |
| QL-BCHI-06 | 05.12.2014 | 20 | 530 | 0.90 | 2.69 |

La riqueza específica es el número de especies, en la estación QL-ASA-03 se encuentra el mayor valor y en la estación QL-CHA-05 el menor valor.

La abundancia es el número de organismos en un determinado volumen (Cel/ml), la estación de mayor abundancia es la estación QL-TUM-01 y la de menor abundancia la estación QL-CHA-02.

La equitatividad o uniformidad es un indicador ecológico de la distribución de los organismos en un ambiente, valores cercanos a 1 son ambientes de una buena distribución, es decir equitativos y valores cercanos a 0 de ambientes perturbados, en general los valores son altos propios de ambientes con buena distribución de organismos.

De 07 estaciones evaluadas, la estación QL-ASA-03 tiene el valor de H' (en bits por individuo) cercano al valor “umbral” de 3 unidades, considerado por muchos autores

(Magurran, 1988, Krebs, 1999, Magurran, 2004) como el límite entre un medio de “Alta” diversidad ($H' \geq 3,000$ bits/ind.), y uno de diversidad “Media”.

Tabla 16. Resultados de hidrobiología: variables ecológicas de la comunidad de perifiton

| ESTACIONES | FECHA DE MUESTREO | RIQUEZA ESPECIFICA (N° DE ESPECIES) | ABUNDANCIA | EQUITATIVIDAD | INDICE DE DIVERSIDAD |
|------------|-------------------|-------------------------------------|------------|---------------|----------------------|
| QL-ASA-03 | 06.12.2014 | 42 | 595 | 0.88 | 3.29 |
| QL-ASA-02 | 06.12.2014 | 16 | 203 | 0.68 | 1.89 |
| QL-CHA-02 | 06.12.2014 | 14 | 138 | 0.73 | 1.93 |
| QL-TUM-01 | 06.12.2014 | 18 | 116 | 0.75 | 2.17 |
| QL-VIZ-01 | 05.12.2014 | 13 | 126 | 0.68 | 1.74 |
| QL-HUA-01 | 05.12.2014 | 13 | 80 | 0.68 | 1.75 |
| QL-BCHI-06 | 05.12.2014 | 13 | 59 | 0.84 | 2.16 |

La riqueza específica es mayor en la estación QL-ASA-03 y en las estaciones QL-VIZ-01, QL-HUA-01 Y QL-BCHI-06 los menores valores.

La estación con mayor abundancia es la estación QL-ASA-03 y la de menor abundancia la estación QL-BCHI-06.

En general los valores de equitatividad son altos propios de ambientes con buena distribución de organismos.

La estación QL-ASA-03 tiene el valor de H' (en bits por individuo) por encima del valor “umbral” de 3 unidades, considerado por muchos autores (Magurran, 1988, Krebs, 1999, Magurran, 2004) como el límite entre un medio de “Alta” diversidad ($H' \geq 3,000$ bits/ind.), y uno de diversidad “Media”

Tabla 17. Resultados de hidrobiología: variables ecológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

| ESTACIONES | FECHA DE MUESTREO | RIQUEZA ESPECIFICA (N° DE ESPECIES) | ABUNDANCIA | EQUITATIVIDAD | INDICE DE DIVERSIDAD |
|------------|-------------------|-------------------------------------|------------|---------------|----------------------|
| QL-ASA-03 | 06.12.2014 | 20 | 465 | 0.82 | 2.44 |
| QL-ASA-02 | 06.12.2014 | 10 | 148 | 0.89 | 2.06 |
| QL-CHA-02 | 06.12.2014 | 12 | 219 | 0.91 | 2.27 |
| QL-TUM-01 | 06.12.2014 | 11 | 234 | 0.91 | 2.17 |
| QL-VIZ-01 | 05.12.2014 | 9 | 120 | 0.89 | 1.95 |
| QL-HUA-01 | 05.12.2014 | 9 | 141 | 0.86 | 1.89 |
| QL-BCHI-06 | 05.12.2014 | 13 | 333 | 0.95 | 2.43 |

La riqueza específica es mayor en la estación QL-ASA-03 y en las estaciones QL-VIZ-01 y QL-HUA-01 los menores valores.

La estación con mayor abundancia es la estación QL-ASA-03 y la de menor abundancia la estación QL-VIZ-01.

En general los valores de equitatividad son altos propios de ambientes con buena distribución de organismos.

Los valores encontrados en las estaciones son valores de H' (en bits por individuo) por debajo del valor "umbral" de 3 unidades, considerado por muchos autores (Magurran, 1988, Krebs, 1999, Magurran, 2004) como el límite entre un medio de "Alta" diversidad ($H' \geq 3,000$ bits/ind.), osea son de diversidad "Media".

Tabla 18. Resultados de hidrobiología: variables fisicoquímicas en las estaciones muestreadas

| PARÁMETROS | QL-VIZ-01 | QL-HUA-01 | QL-BCHI-06 | QL-ASA-02 | QL-ASA-03 | QL-CHA-02 | QL-TUM-01 | QL-COR-01 |
|-----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Temperatura (°C) | 16.58 | 14.77 | 15.01 | 10.8 | 17.22 | 19.53 | 22.11 | - |
| Oxígeno (mg/l) | 2.88 | 2.8 | 3.48 | 4.2 | 4.05 | 3.88 | 5.33 | - |
| pH | 4.05 | 7.03 | 9.07 | 7.29 | 7.72 | 8.38 | 7.99 | - |
| Conductividad (µS/cm) | 620 | 98.63 | 88.81 | 142.1 | 147.1 | 96.10 | 334.5 | - |

En promedio las estaciones consideradas del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en diciembre de 2014, presentan valores medios de riqueza específica, abundancia, índice de Margalef, equitatividad e índice de diversidad relacionada con la época seca.

En general la mayor biodiversidad se presentó en la estación QL-ASA-03.

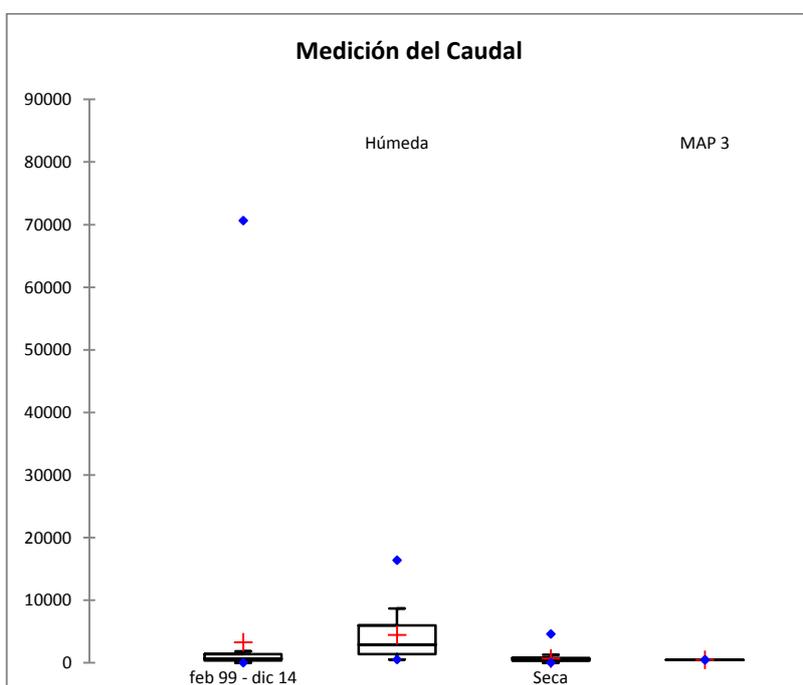
En general la menor biodiversidad se presentó en la estación QL-VIZ-01.

7.5. VALIDACION DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

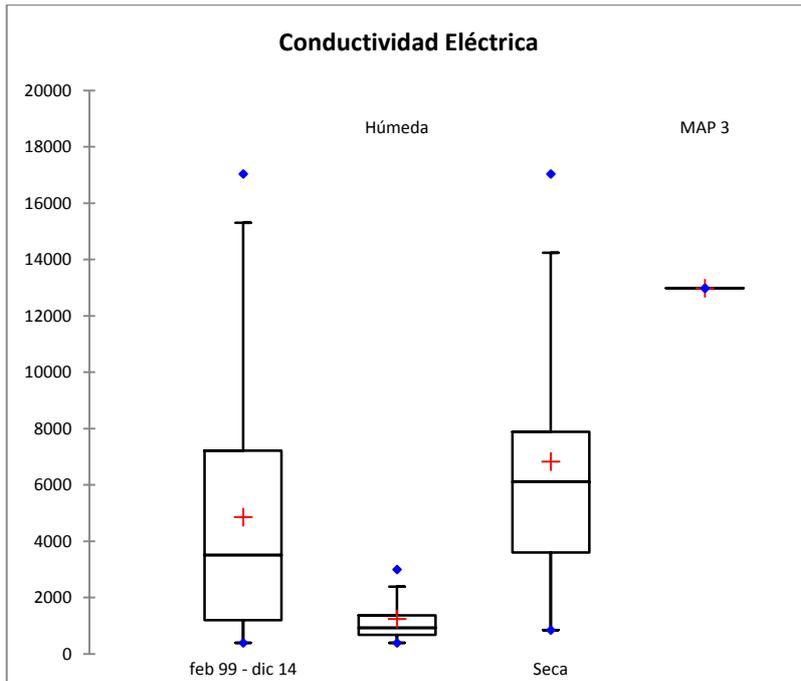
7.5.1. Calidad de agua superficial área de abastecimiento

Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de agua superficial -área de abastecimiento de agua- de las estaciones de monitoreo medidos en diciembre del 2014 con la data disponible del EIA y monitoreo de la empresa AAQ. Se presenta como ejemplo de diagramas los resultados de la estación TIT-1, los diagramas de los puntos CHL-8, PGB-1 y VIZ-2 se encuentran en el anexo 3. Los resultados de las estaciones CHR-1, CHL-4, CHB-1, HAS-2, HAS-3, HUA-20 y VIZ-1, se presentan solo como resultados por tener poca información de estos, el PAJAD-1 es un punto adicional que no se encuentra en el EIA y fue sugerido por el comité en el momento del monitoreo en campo.

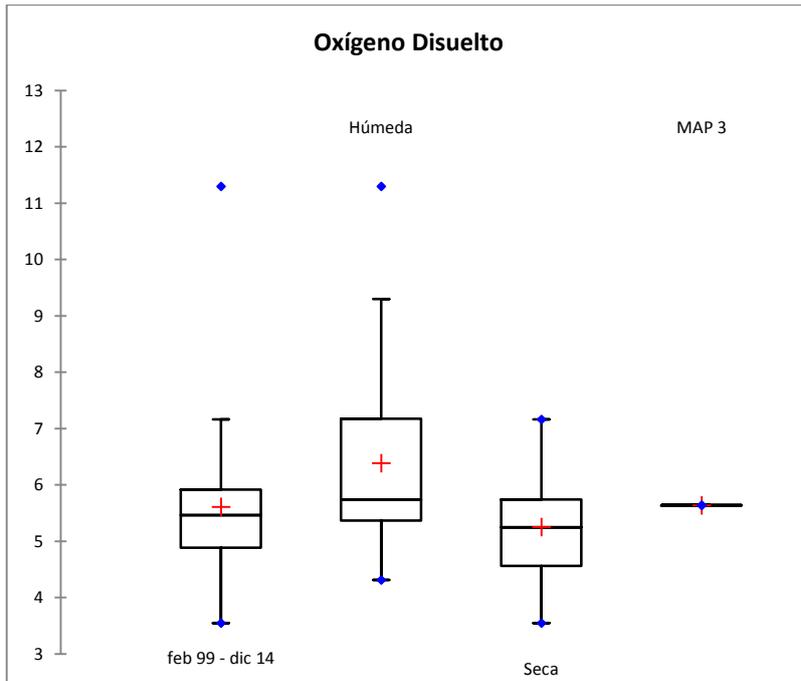
TIT-1



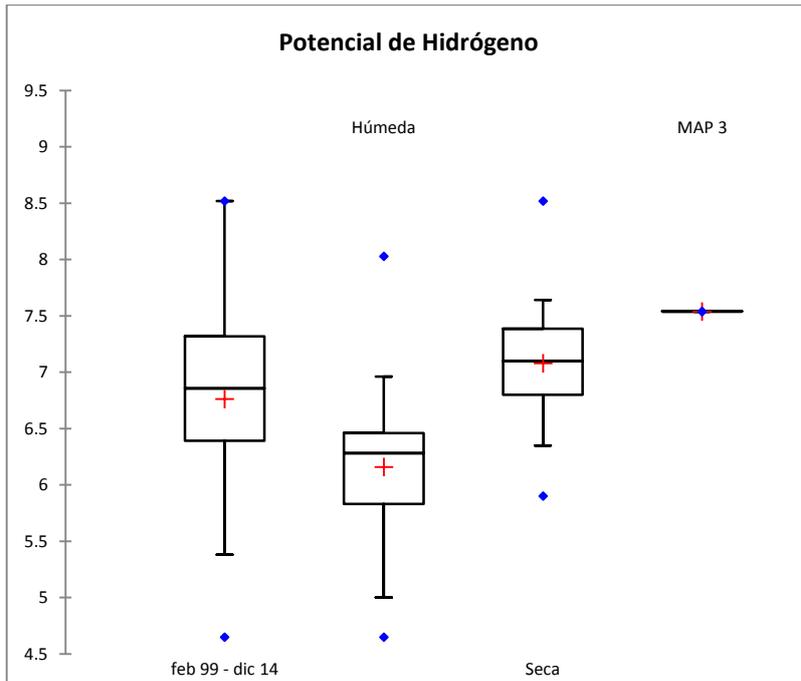
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|----------|---------|---------|
| No. De observaciones | 49 | 15 | 34 | 1 |
| Mínimo | 29.30 | 547.75 | 29.30 | 453.40 |
| Máximo | 70617.86 | 70617.86 | 4600.00 | 453.40 |
| 1st Cuartil | 357.00 | 1369.10 | 311.25 | 453.40 |
| Mediana | 673.00 | 2927.00 | 542.00 | 453.40 |
| 3rd Cuartil | 1369.10 | 6000.00 | 798.45 | 453.40 |
| Promedio | 3284.17 | 4450.49 | 668.19 | 453.40 |



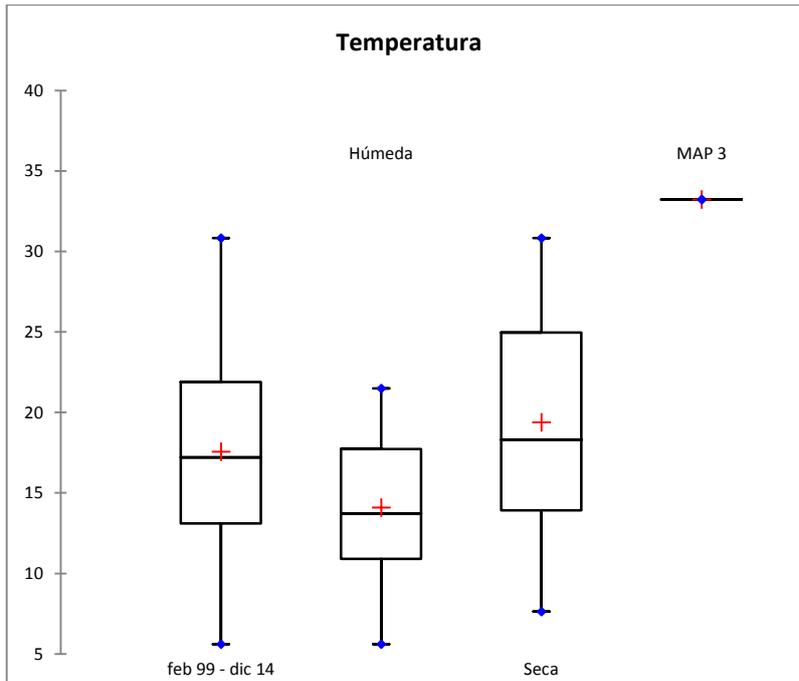
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|----------|----------|
| No. de observaciones | 54 | 19 | 35 | 1 |
| Mínimo | 395.00 | 395.00 | 842.00 | |
| Máximo | 17043.00 | 3000.00 | 17043.00 | |
| 1st Cuartil | 1194.50 | 676.50 | 3596.50 | |
| Mediana | 3504.00 | 928.00 | 6100.00 | 12980.00 |
| 3rd Cuartil | 7212.50 | 1369.00 | 7885.00 | |
| Promedio | 4863.00 | 1242.53 | 6828.40 | |



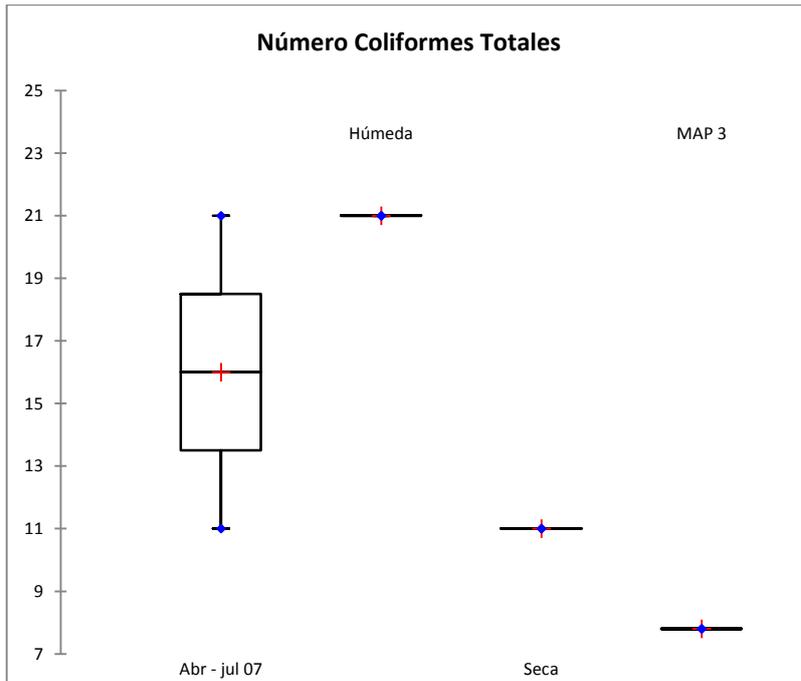
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|-----------------|--------|------|---------|
| No. de observaciones | 51 | 16 | 35 | 1 |
| Mínimo | 3.55 | 4.31 | 3.55 | |
| Máximo | 11.30 | 11.30 | 7.16 | |
| 1st Quartil | 4.89 | 5.37 | 4.56 | |
| Mediana | 5.46 | 5.74 | 5.25 | 5.64 |
| 3rd Quartil | 5.92 | 7.18 | 5.74 | |
| Promedio | 5.61 | 6.39 | 5.25 | |



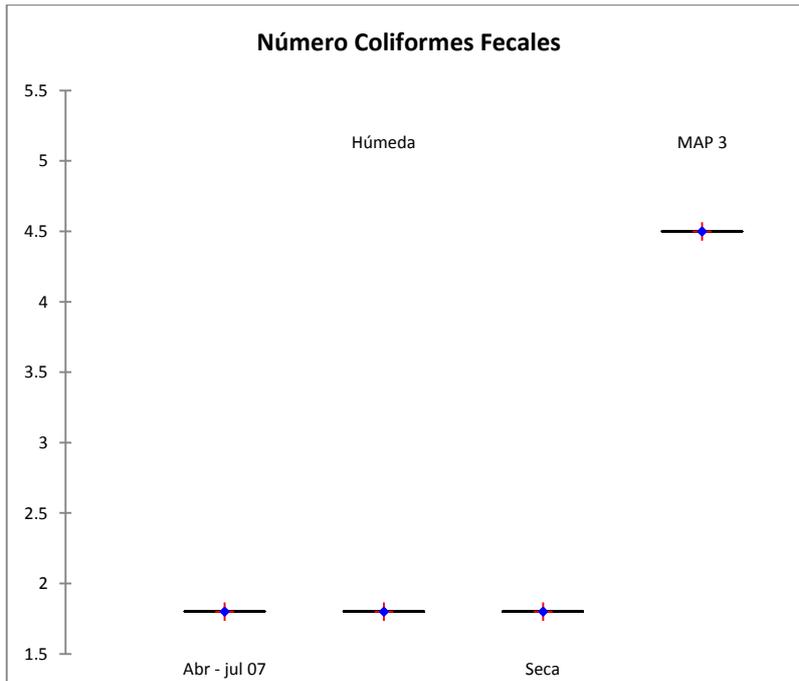
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|------|---------|
| No. de observaciones | 54 | 19 | 35 | 1 |
| Mínimo | 4.65 | 4.65 | 5.90 | |
| Máximo | 8.52 | 8.03 | 8.52 | |
| 1st Cuartil | 6.39 | 5.83 | 6.80 | |
| Mediana | 6.85 | 6.28 | 7.10 | 7.54 |
| 3rd Cuartil | 7.32 | 6.46 | 7.38 | |
| Promedio | 6.77 | 6.16 | 7.08 | |



| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|-------|---------|
| No. de observaciones | 51 | 16 | 35 | 1 |
| Mínimo | 5.60 | 5.60 | 7.64 | |
| Máximo | 30.83 | 21.50 | 30.83 | |
| 1st Quartil | 13.10 | 10.90 | 13.91 | |
| Mediana | 17.20 | 13.70 | 18.30 | 33.23 |
| 3rd Quartil | 21.89 | 17.72 | 24.96 | |
| Promedio | 17.56 | 14.09 | 19.38 | |

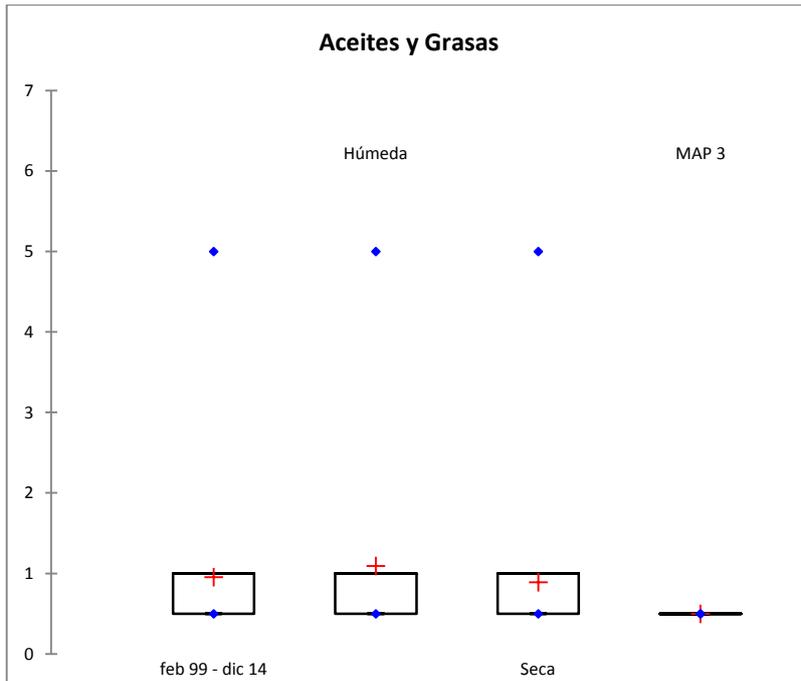


| Estadística | Abr - jul 07 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|-------|---------|
| No. de observaciones | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Mínimo | 11.00 | 21.00 | 11.00 | |
| Máximo | 21.00 | 21.00 | 11.00 | |
| Promedio | 16.00 | 21.00 | 11.00 | 7.80 |

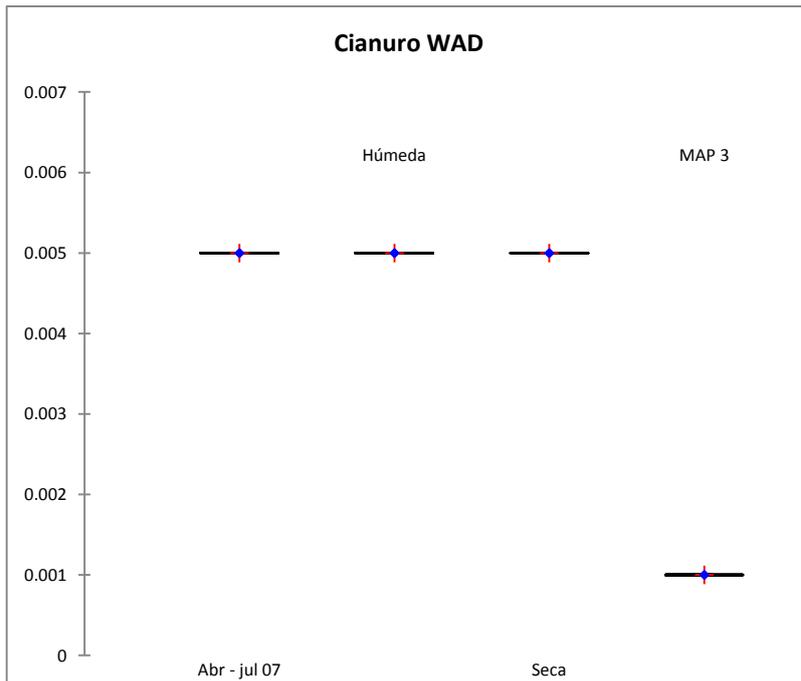


| Estadística | Abr - jul 07 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|------|---------|
| No. de observaciones | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Mínimo | 1.80 | 1.80 | 1.80 | |
| Máximo | 1.80 | 1.80 | 1.80 | |
| Promedio | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 4.50 |

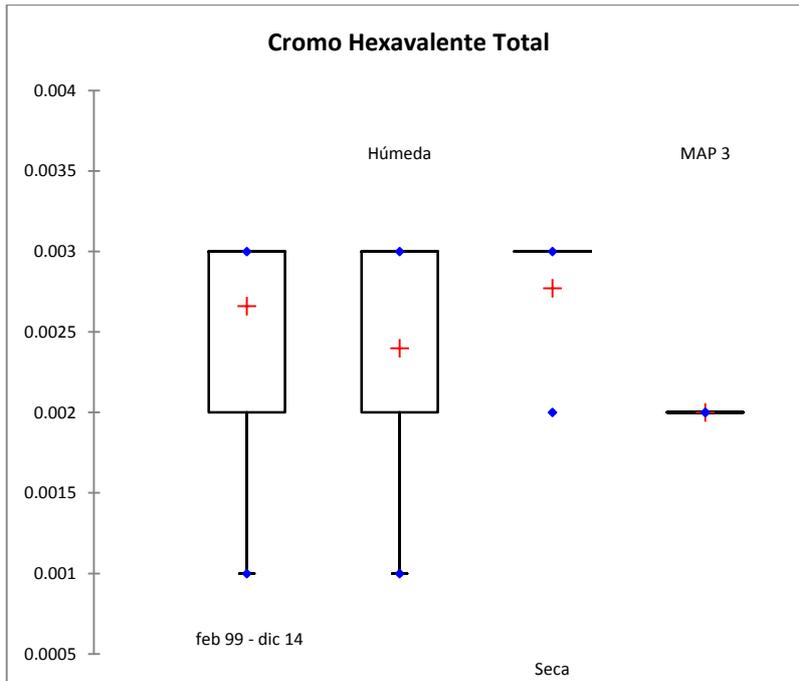
El valor alto debe ser verificado en posteriores campañas.



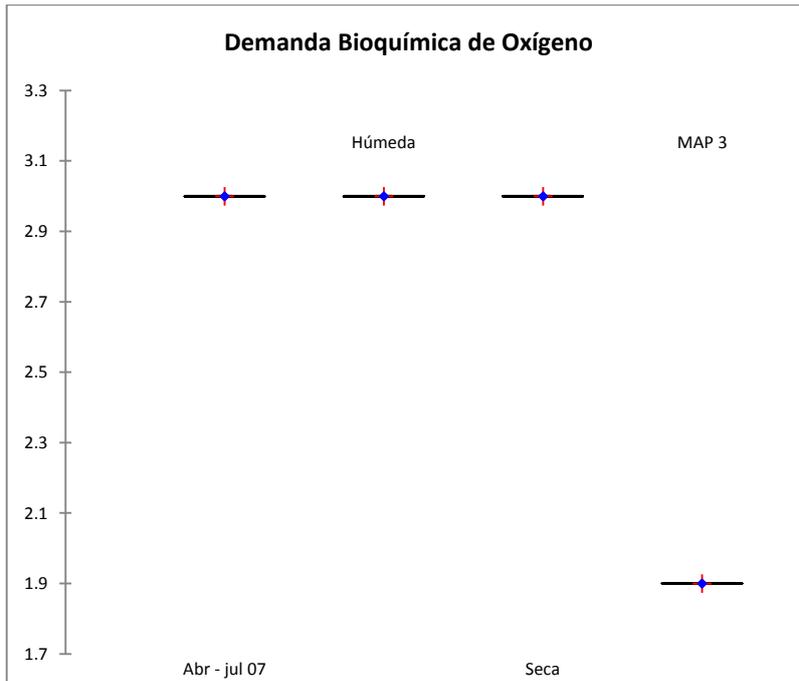
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|------|---------|
| No. de observaciones | 53 | 16 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.50 | 0.50 | 0.50 | |
| Máximo | 5.00 | 5.00 | 5.00 | |
| 1st Quartil | 0.50 | 0.50 | 0.50 | |
| Mediana | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.5000 |
| 3rd Quartil | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| Promedio | 0.9528 | 1.09 | 0.89 | |



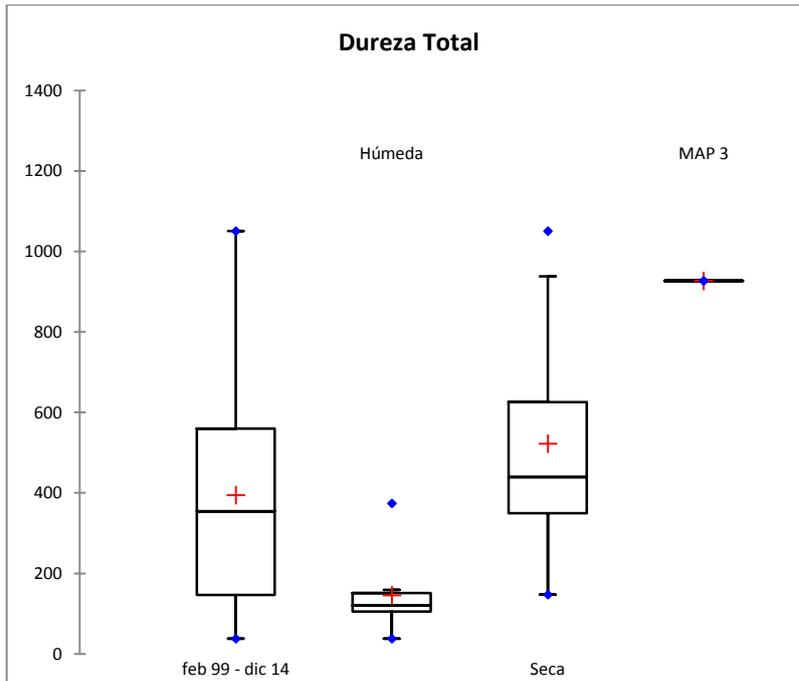
| Estadística | Abr - jul 07 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Mínimo | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | |
| Máximo | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | |
| Promedio | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0010 |



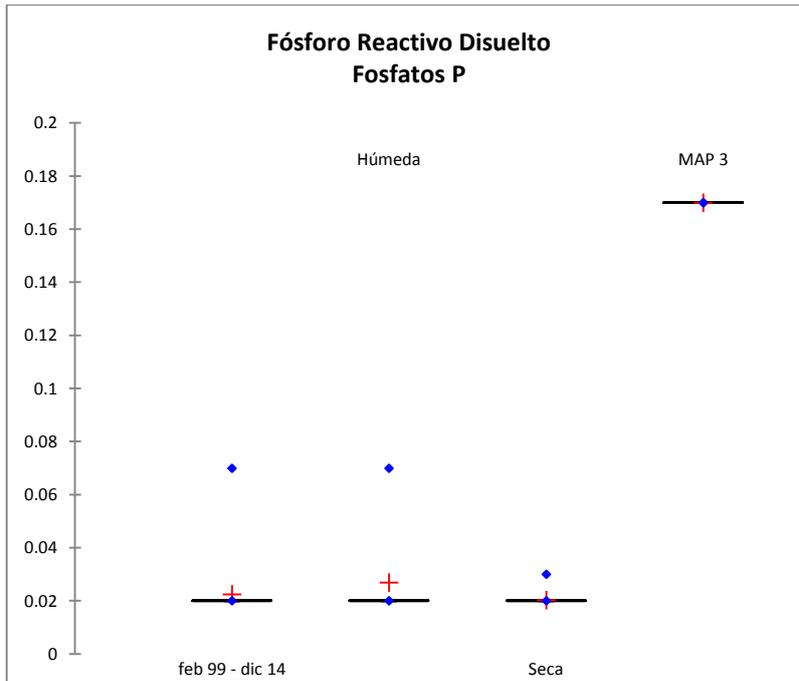
| Estadística | feb 99 - dic | | | |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
| No. de observaciones | 50 | 15 | 35 | 1 |
| Mínimo | 0.0010 | 0.0010 | 0.0020 | |
| Máximo | 0.0030 | 0.0030 | 0.0030 | |
| 1st Quartil | 0.0020 | 0.0020 | 0.0030 | |
| Mediana | 0.0030 | 0.0030 | 0.0030 | 0.0020 |
| 3rd Quartil | 0.0030 | 0.0030 | 0.0030 | |
| promedio | 0.0027 | 0.0024 | 0.0028 | |



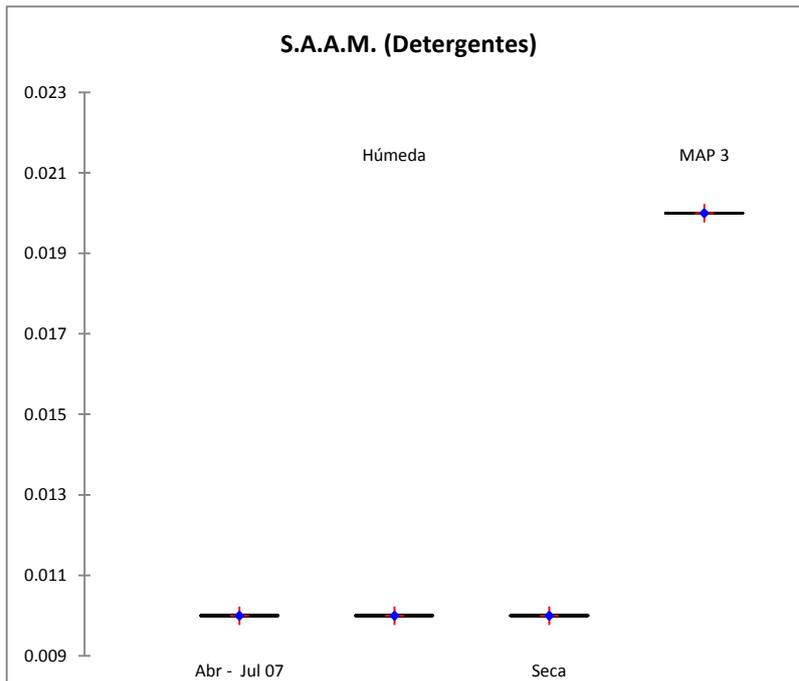
| Estadística | Abr - jul 07 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Mínimo | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 1.9000 |
| Máximo | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 1.9000 |
| Promedio | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 1.9000 |



| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|-----------------|----------|-----------|----------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 38.2000 | 38.2000 | 147.6000 | |
| Máximo | 1051.0000 | 374.1000 | 1051.0000 | |
| 1st Cuartil | 146.8000 | 105.0000 | 349.9000 | |
| Mediana | 354.6500 | 120.0000 | 439.2000 | 926.7000 |
| 3rd Cuartil | 559.9250 | 151.6000 | 625.6000 | |
| promedio | 394.8423 | 146.0616 | 522.5946 | |

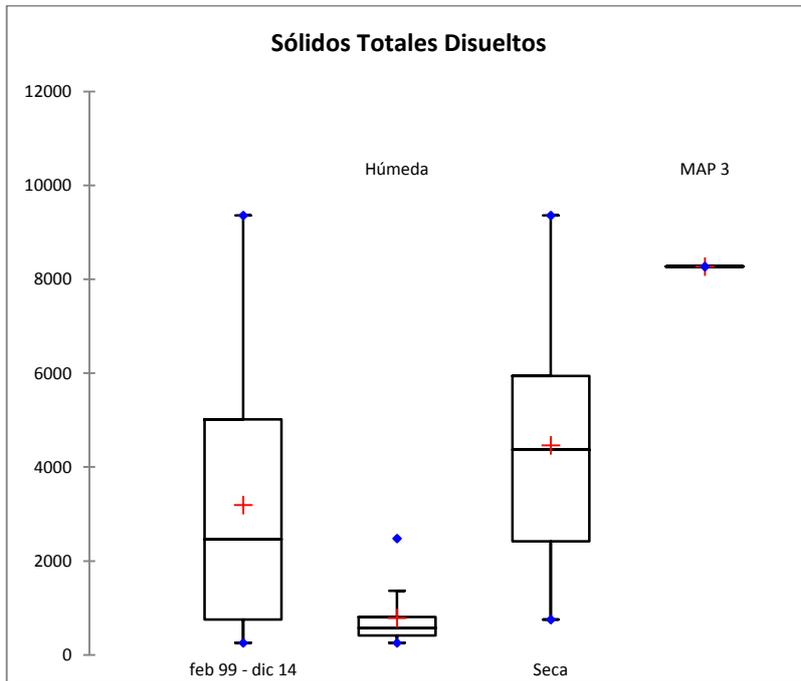


| Estadística | feb 99 - dic | | | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | |
| No. de observaciones | 59 | 17 | 36 | 1 |
| Mínimo | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | |
| Máximo | 0.0700 | 0.0700 | 0.0300 | |
| 1st Quartil | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | |
| Mediana | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.1700 |
| 3rd Quartil | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | |
| promedio | 0.0225 | 0.0268 | 0.0203 | |

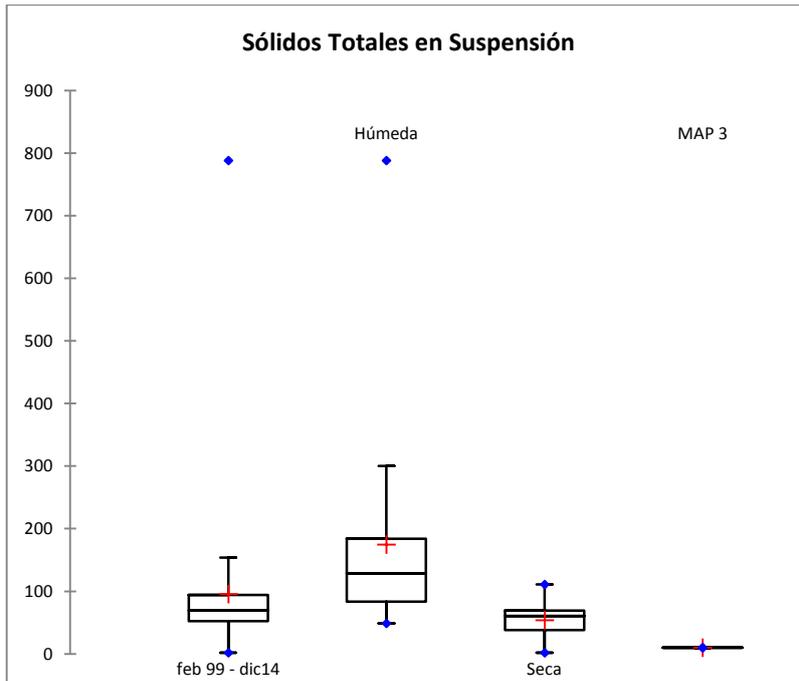


| Estadística | Abr - jul 07 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Mínimo | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0200 |
| Máximo | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0200 |
| Promedio | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0200 |

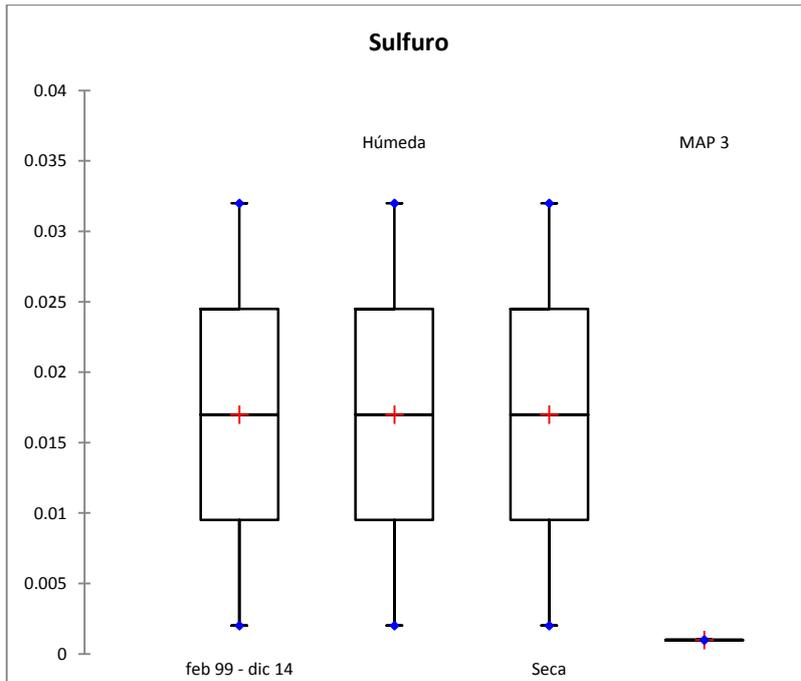
El valor diferente se debe a un cambio en el límite de detección del parámetro



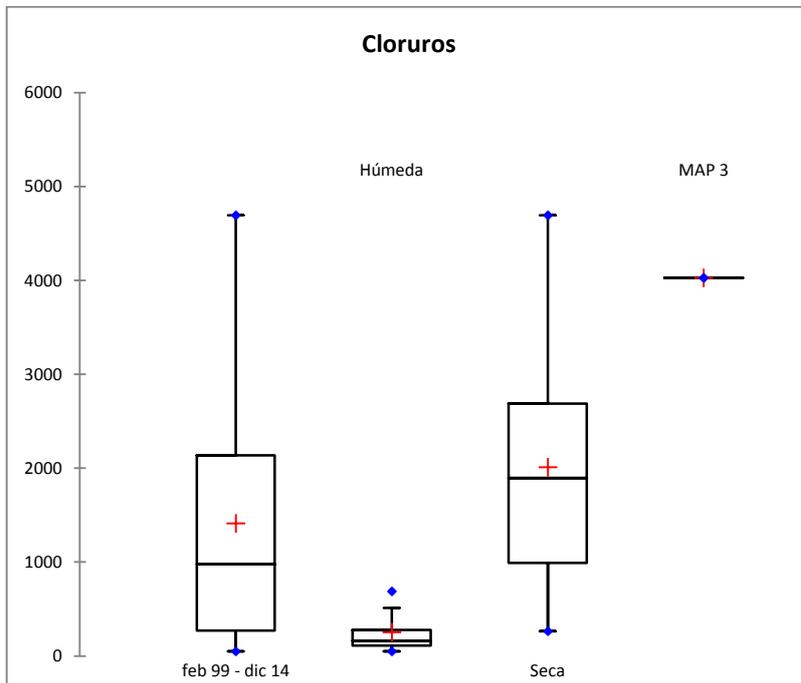
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| No. de observaciones | 55 | 19 | 36 | 1 |
| Mínimo | 255.0000 | 255.0000 | 751.0000 | |
| Máximo | 9362.0000 | 2480.0000 | 9362.0000 | |
| 1st Quartil | 755.0000 | 415.5000 | 2416.2500 | |
| Mediana | 2462.0000 | 573.0000 | 4368.0000 | 8275.0000 |
| 3rd Quartil | 5014.0000 | 806.0000 | 5941.7500 | |
| promedio | 3196.9636 | 789.4211 | 4467.6111 | |



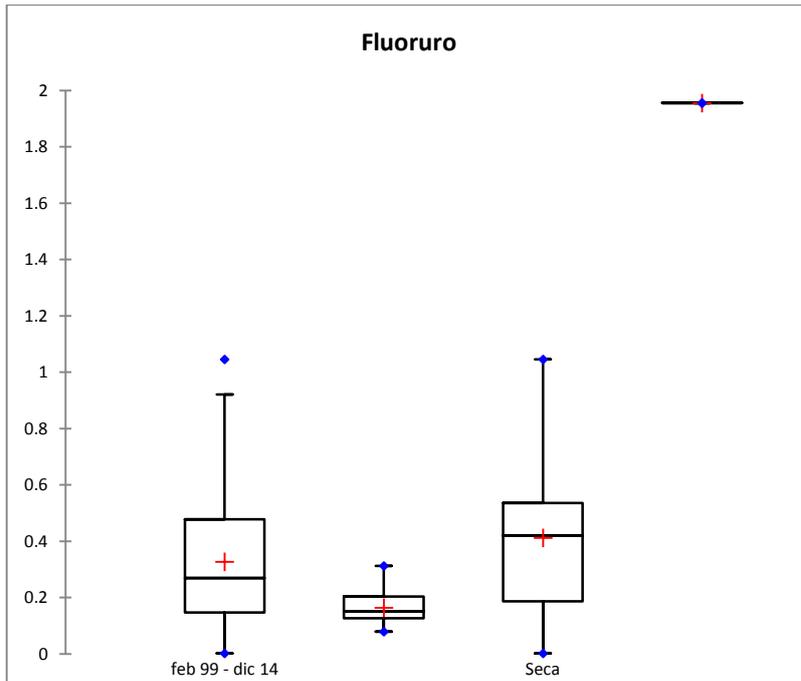
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|----------|----------|---------|
| No. de observaciones | 55 | 19 | 36 | 1 |
| Mínimo | 2.0000 | 49.0000 | 2.0000 | |
| Máximo | 788.0000 | 788.0000 | 111.0000 | |
| 1st Quartil | 52.5000 | 83.5000 | 38.0000 | |
| Mediana | 69.0000 | 129.0000 | 60.5000 | 10.0000 |
| 3rd Quartil | 94.0000 | 184.0000 | 69.2500 | |
| promedio | 95.7091 | 174.6316 | 54.0556 | |



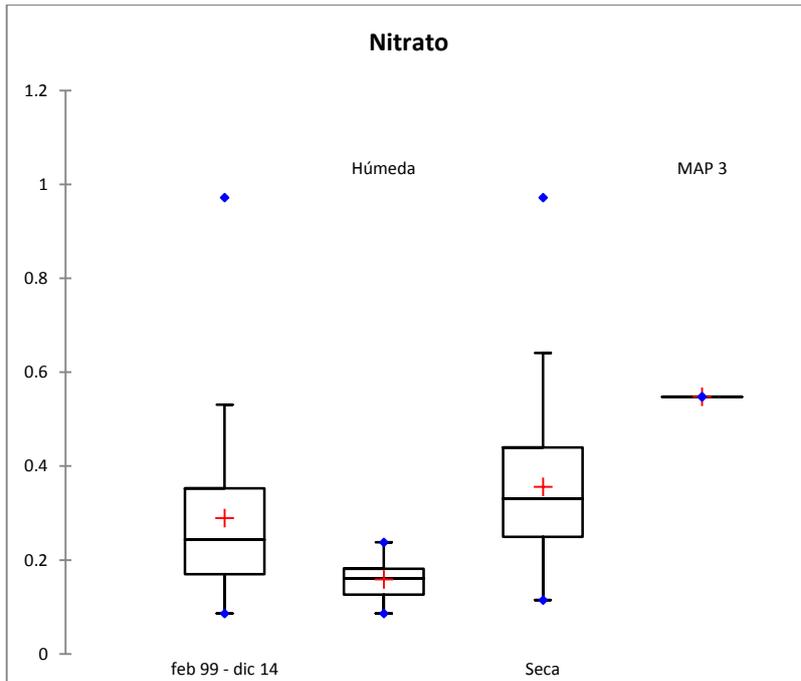
| Estadística | feb 99 - dic | | | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | |
| No. de observaciones | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Mínimo | 0.0020 | 0.0020 | 0.0020 | |
| Máximo | 0.0320 | 0.0320 | 0.0320 | |
| promedio | 0.0170 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0010 |



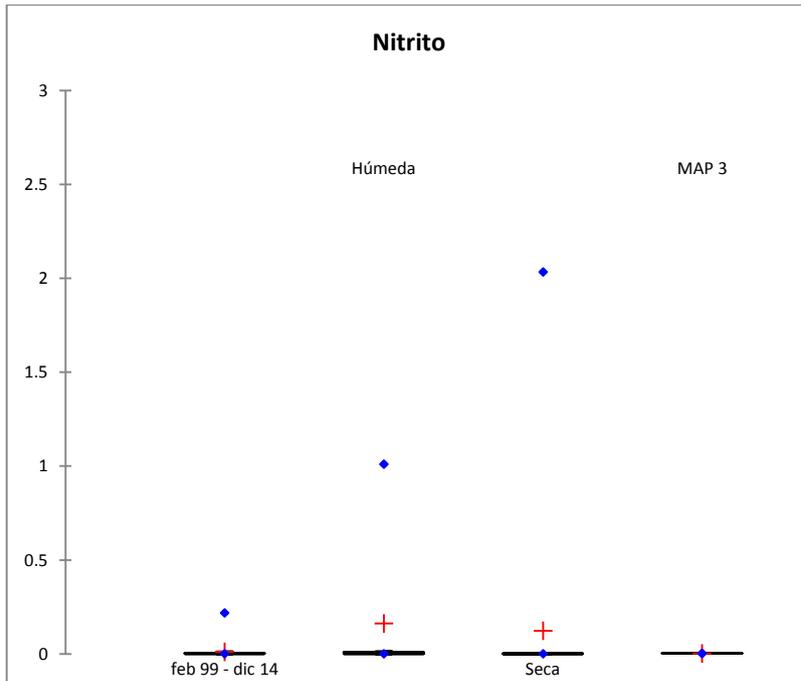
| Estadístico | feb 99 - dic | | | |
|----------------------|--------------|---------|----------|----------|
| | 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 48.030 | 48.030 | 262.800 | |
| Máximo | 4695.000 | 689.500 | 4695.000 | |
| 1° Cuartil | 269.250 | 110.865 | 992.200 | |
| Mediana | 976.550 | 162.100 | 1897.000 | |
| 3° Cuartil | 2137.500 | 278.500 | 2686.000 | |
| Media | 1413.913 | 252.584 | 2010.270 | 4026.050 |



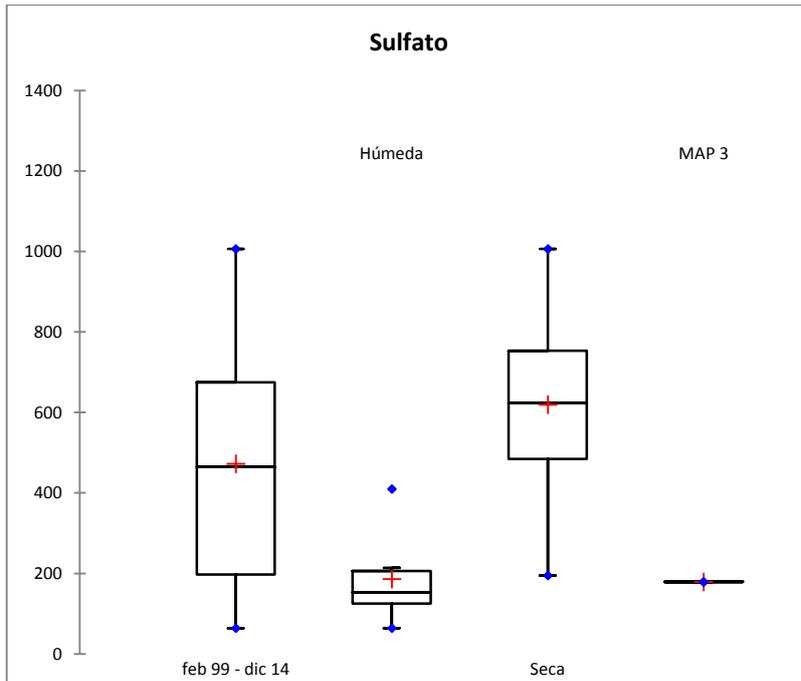
| Estadística | feb 99 - dic | | | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | |
| No. de observaciones | 56 | 17 | 39 | 1 |
| Mínimo | 0.0020 | 0.0790 | 0.0020 | |
| Máximo | 1.0460 | 0.3120 | 1.0460 | |
| 1st Quartil | 0.1470 | 0.1265 | 0.1870 | |
| Mediana | 0.2690 | 0.1500 | 0.4200 | 1.9560 |
| 3rd Quartil | 0.4780 | 0.2035 | 0.5360 | |
| promedio | 0.3274 | 0.1634 | 0.4117 | |



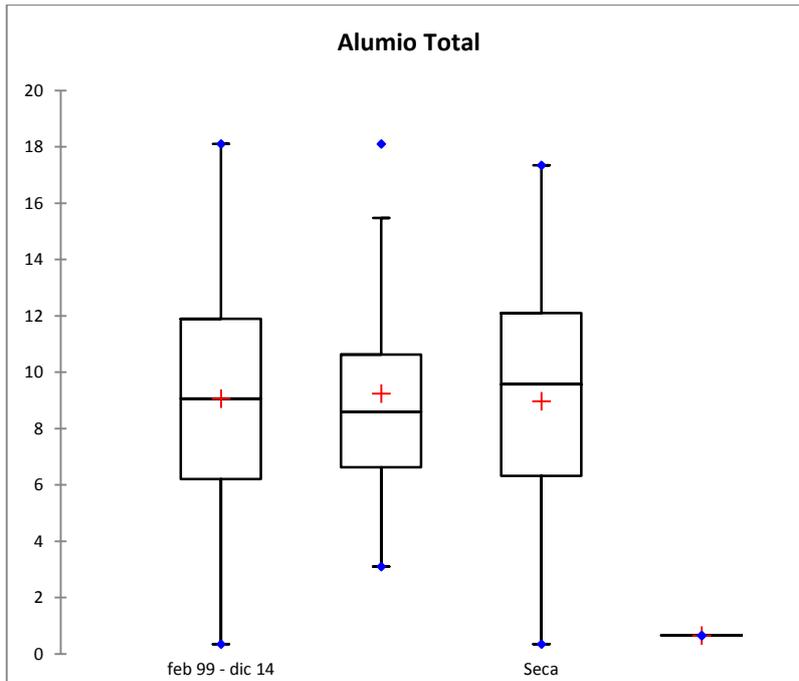
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0860 | 0.0860 | 0.1150 | |
| Máximo | 0.9720 | 0.2380 | 0.9720 | |
| 1st Quartil | 0.1695 | 0.1265 | 0.2490 | |
| Mediana | 0.2435 | 0.1600 | 0.3310 | 0.5480 |
| 3rd Quartil | 0.3528 | 0.1810 | 0.4400 | |
| promedio | 0.2893 | 0.1587 | 0.3563 | |



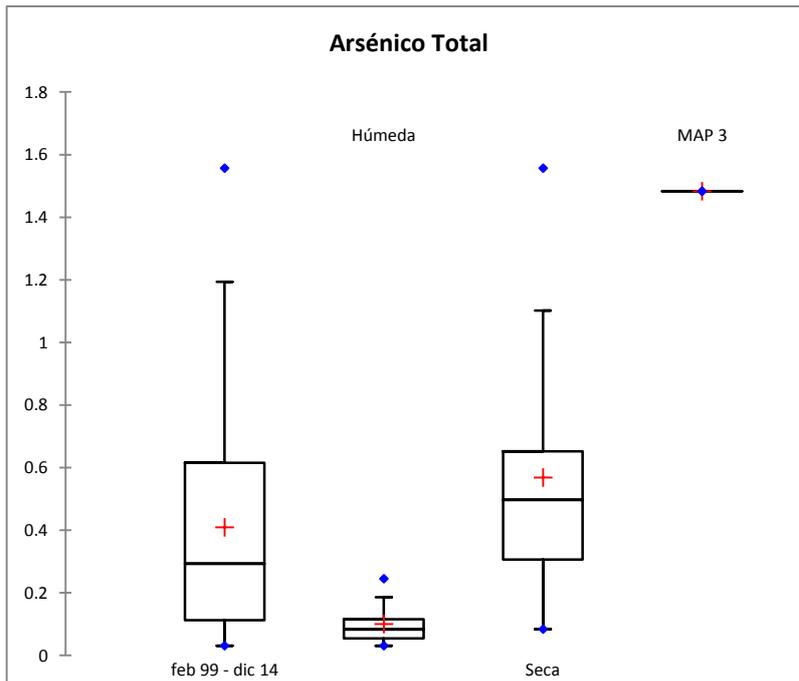
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 36 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | |
| Máximo | 0.2180 | 1.0110 | 2.0340 | |
| 1st Quartil | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | |
| Mediana | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0030 |
| 3rd Quartil | 0.0050 | 0.0100 | 0.0010 | |
| promedio | 0.0116 | 0.1622 | 0.1235 | |



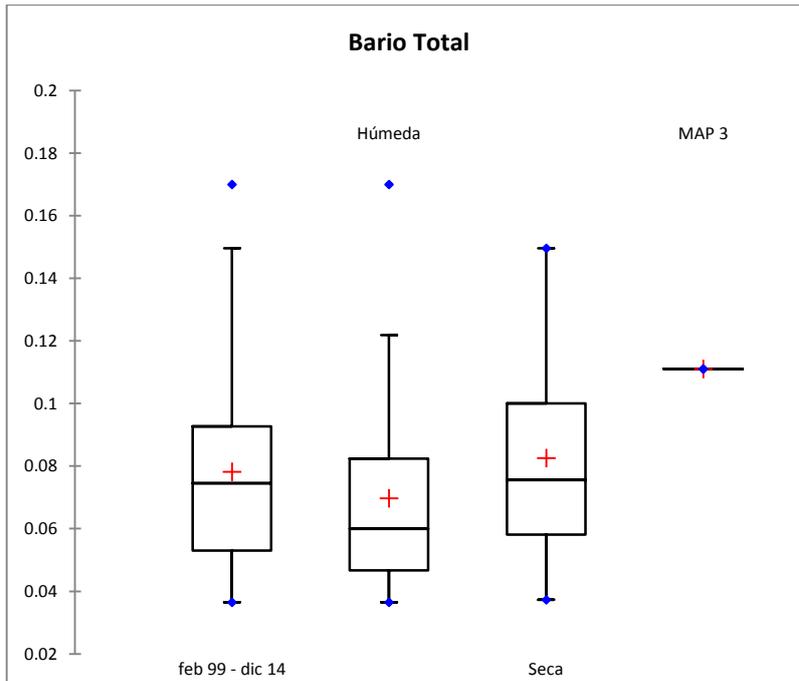
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|-----------------|----------|-----------|----------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 63.9300 | 63.9300 | 194.8000 | |
| Máximo | 1006.0000 | 409.9000 | 1006.0000 | |
| 1st Cuartil | 197.2750 | 124.9500 | 484.0000 | |
| Mediana | 464.2500 | 152.9000 | 623.2000 | 178.7200 |
| 3rd Cuartil | 674.9500 | 205.9000 | 753.3000 | |
| promedio | 472.2123 | 186.2416 | 619.0622 | |



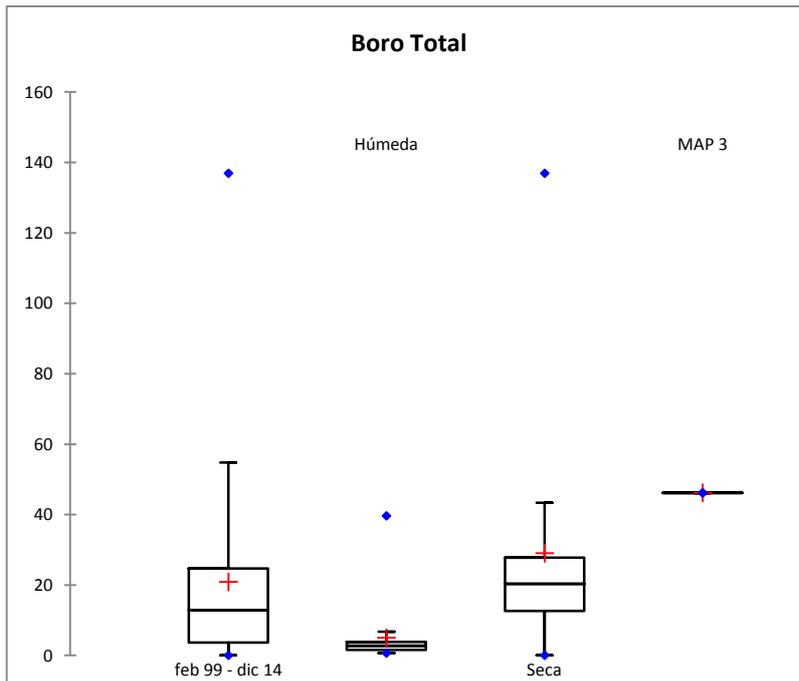
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.3430 | 3.0970 | 0.3430 | |
| Máximo | 18.1000 | 18.1000 | 17.3400 | |
| 1st Cuartil | 6.2033 | 6.6290 | 6.3220 | |
| Mediana | 9.0590 | 8.6000 | 9.5710 | 0.6500 |
| 3rd Cuartil | 11.8900 | 10.6300 | 12.1000 | |
| promedio | 9.0586 | 9.2395 | 8.9656 | |



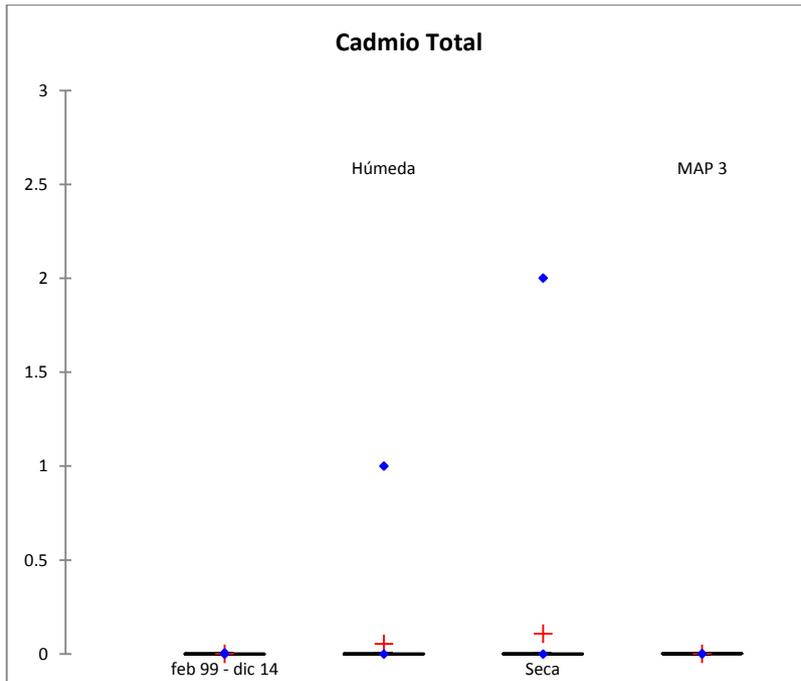
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0308 | 0.0308 | 0.0841 | |
| Máximo | 1.5570 | 0.2452 | 1.5570 | |
| 1st Quartil | 0.1122 | 0.0548 | 0.3068 | |
| Mediana | 0.2929 | 0.0829 | 0.4973 | 1.4830 |
| 3rd Quartil | 0.6149 | 0.1160 | 0.6517 | |
| promedio | 0.4093 | 0.1001 | 0.5680 | |



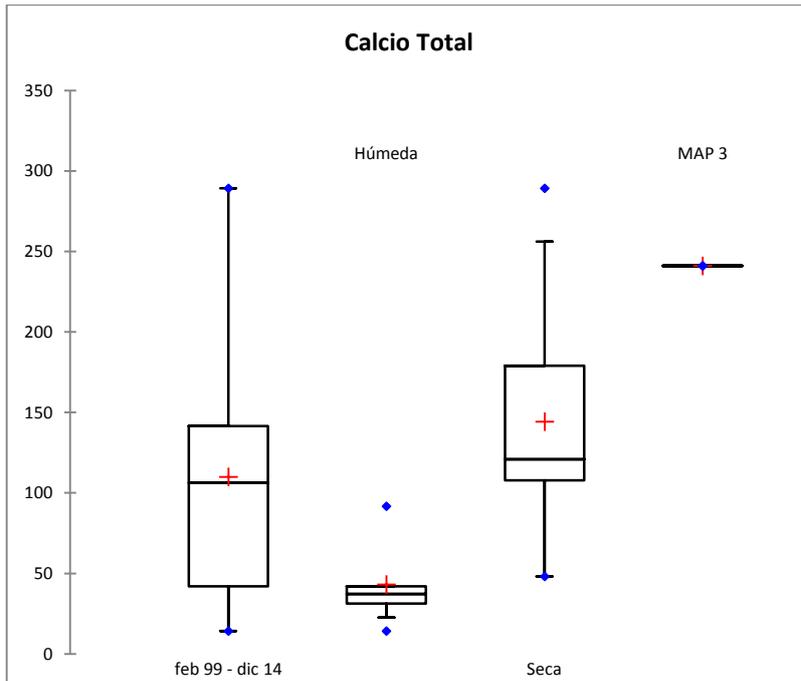
| Estadística | feb 99 - dic | | | |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0365 | 0.0365 | 0.0373 | |
| Máximo | 0.1700 | 0.1700 | 0.1496 | |
| 1st Quartil | 0.0530 | 0.0467 | 0.0581 | |
| Mediana | 0.0746 | 0.0599 | 0.0755 | 0.1110 |
| 3rd Quartil | 0.0927 | 0.0824 | 0.1000 | |
| promedio | 0.0782 | 0.0698 | 0.0825 | |



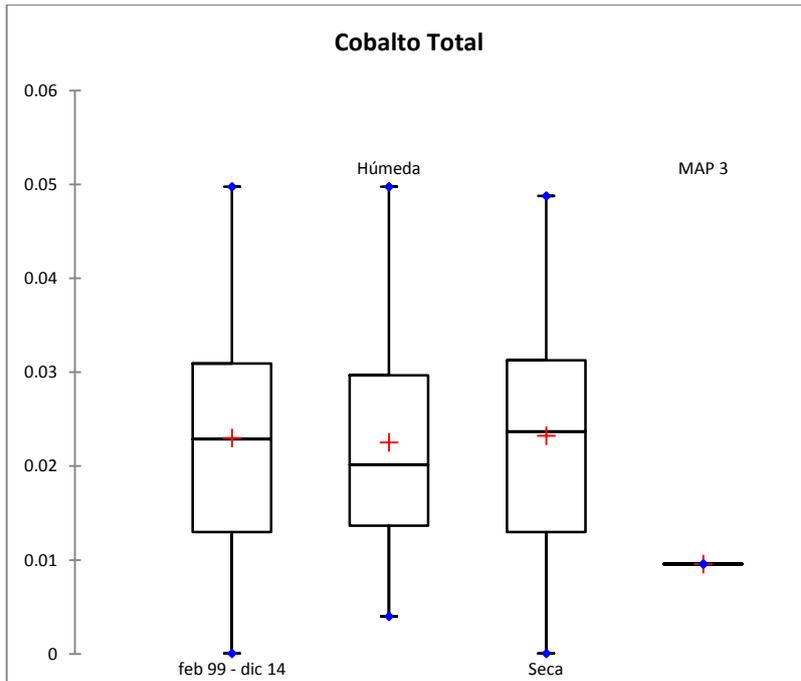
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|----------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0004 | 0.6406 | 0.0004 | |
| Máximo | 136.9000 | 39.6300 | 136.9000 | |
| 1st Cuartil | 3.6870 | 1.6100 | 12.6800 | |
| Mediana | 12.9250 | 2.7600 | 20.3700 | 46.1500 |
| 3rd Cuartil | 24.7375 | 3.8690 | 27.7500 | |
| promedio | 20.9192 | 5.0230 | 29.0821 | |



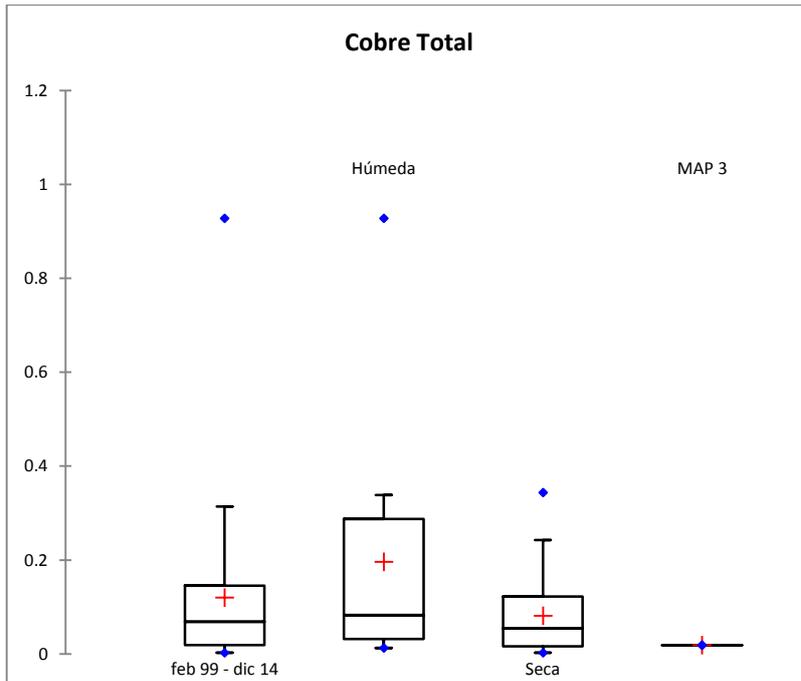
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Máximo | 0.0056 | 1.0014 | 2.0022 | |
| 1st Quartil | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Mediana | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0017 |
| 3rd Quartil | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | |
| promedio | 0.0008 | 0.0533 | 0.1089 | |



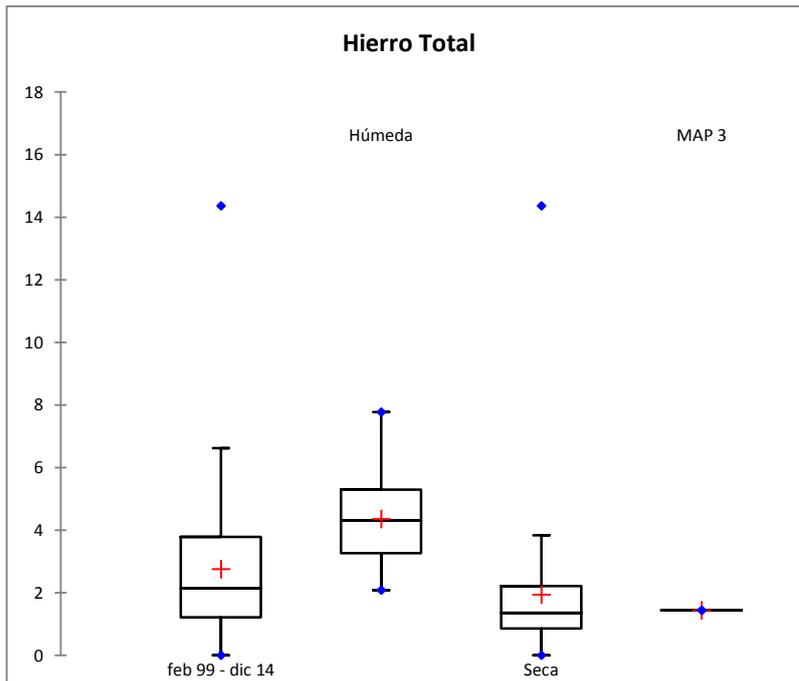
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|----------|----------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 14.3000 | 14.3000 | 48.1500 | |
| Máximo | 289.3000 | 91.6600 | 289.3000 | |
| 1st Cuartil | 42.0275 | 31.3550 | 107.8000 | |
| Mediana | 106.2000 | 37.3000 | 120.9000 | 240.9950 |
| 3rd Cuartil | 141.5750 | 41.9150 | 179.0000 | |
| promedio | 109.9648 | 43.2511 | 144.2232 | |



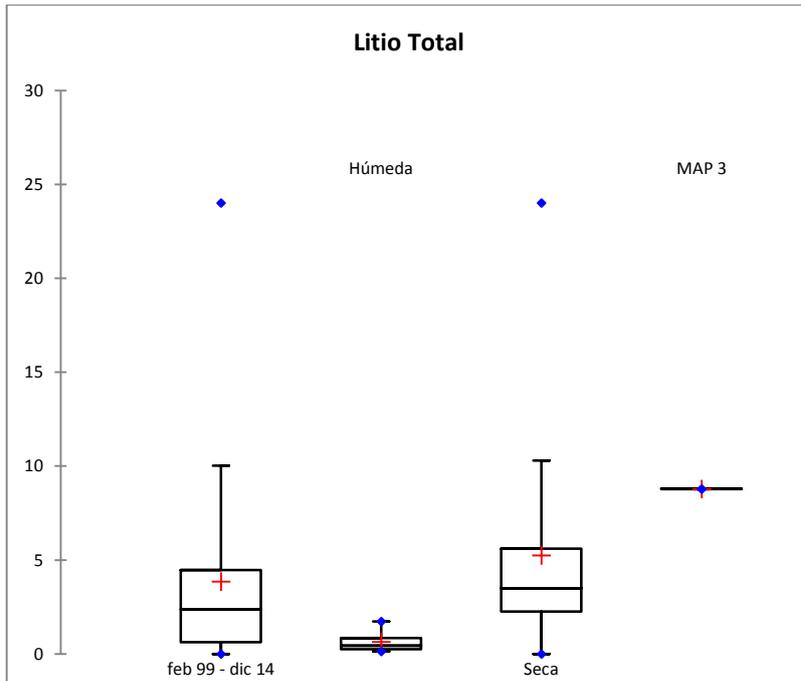
| Estadística | feb 99 - dic | | | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0000 | 0.0040 | 0.0000 | |
| Máximo | 0.0498 | 0.0498 | 0.0488 | |
| 1st Quartil | 0.0130 | 0.0136 | 0.0130 | |
| Mediana | 0.0229 | 0.0201 | 0.0237 | 0.0096 |
| 3rd Quartil | 0.0309 | 0.0297 | 0.0313 | |
| promedio | 0.0230 | 0.0225 | 0.0232 | |



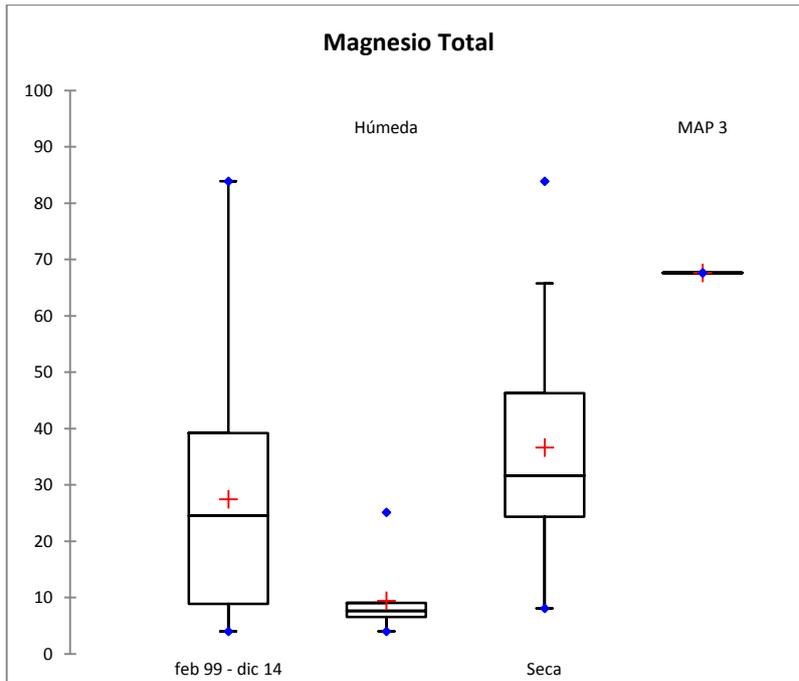
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0028 | 0.0130 | 0.0028 | |
| Máximo | 0.9276 | 0.9276 | 0.3436 | |
| 1st Quartil | 0.0186 | 0.0318 | 0.0162 | |
| Mediana | 0.0684 | 0.0826 | 0.0543 | 0.0190 |
| 3rd Quartil | 0.1451 | 0.2873 | 0.1223 | |
| promedio | 0.1202 | 0.1962 | 0.0811 | |



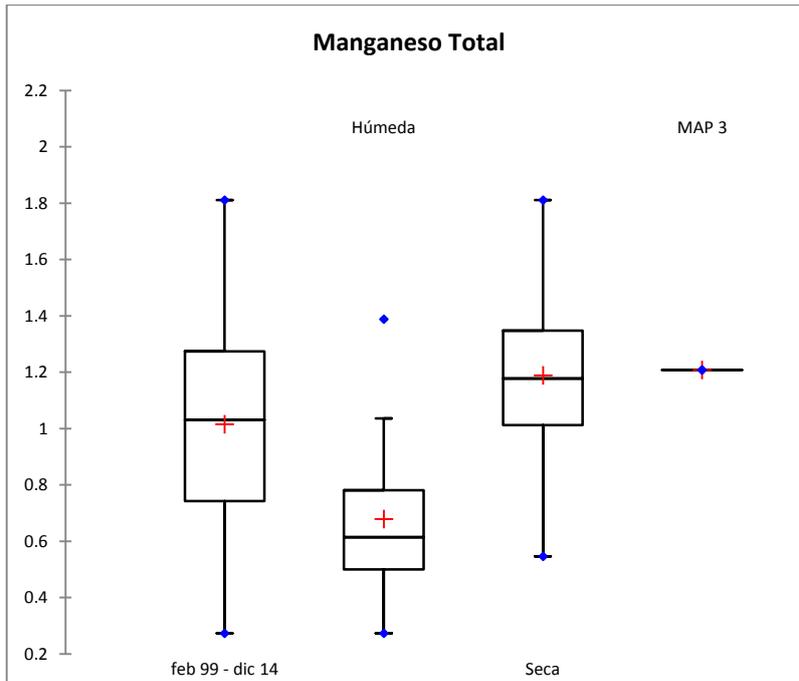
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0010 | 2.0800 | 0.0010 | |
| Máximo | 14.3600 | 7.7780 | 14.3600 | |
| 1st Quartil | 1.2160 | 3.2715 | 0.8630 | |
| Mediana | 2.1490 | 4.3220 | 1.3580 | 1.4440 |
| 3rd Quartil | 3.7915 | 5.3000 | 2.2190 | |
| promedio | 2.7614 | 4.3591 | 1.9409 | |



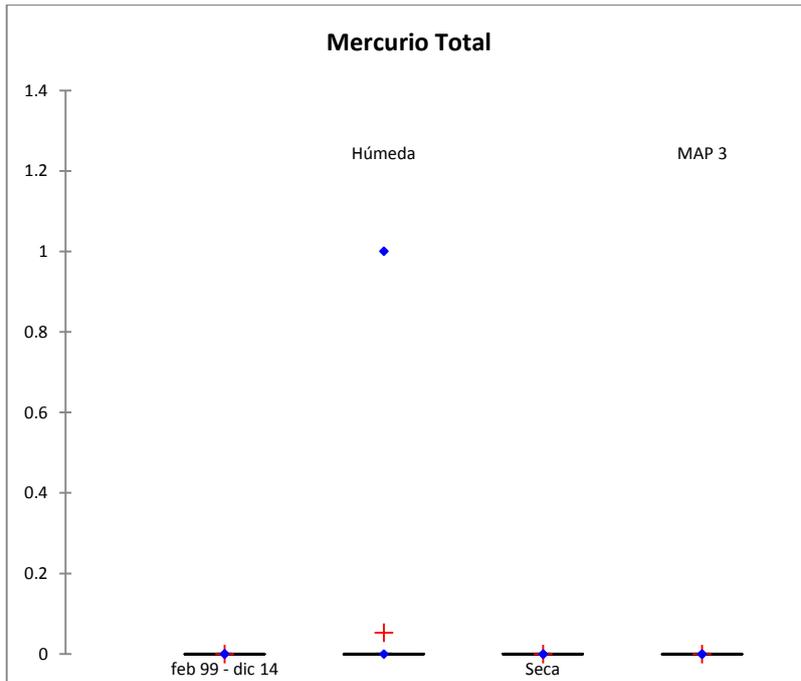
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0010 | 0.1310 | 0.0010 | |
| Máximo | 24.0100 | 1.7230 | 24.0100 | |
| 1st Cuartil | 0.6230 | 0.2430 | 2.2610 | |
| Mediana | 2.3670 | 0.4360 | 3.4920 | 8.7886 |
| 3rd Cuartil | 4.4600 | 0.8500 | 5.5970 | |
| promedio | 3.8534 | 0.6412 | 5.2424 | |



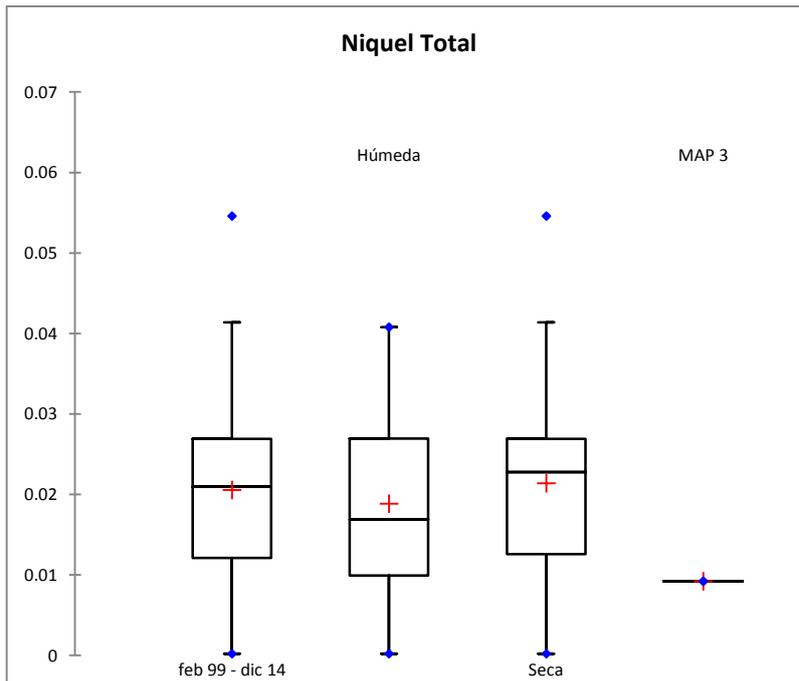
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 4.0000 | 4.0000 | 8.0740 | |
| Máximo | 83.8900 | 25.1500 | 83.8900 | |
| 1st Cuartil | 8.8935 | 6.5465 | 24.3500 | |
| Mediana | 24.4950 | 7.6500 | 31.6400 | 67.6130 |
| 3rd Cuartil | 39.1750 | 9.0290 | 46.2800 | |
| promedio | 27.4349 | 9.4701 | 36.6601 | |



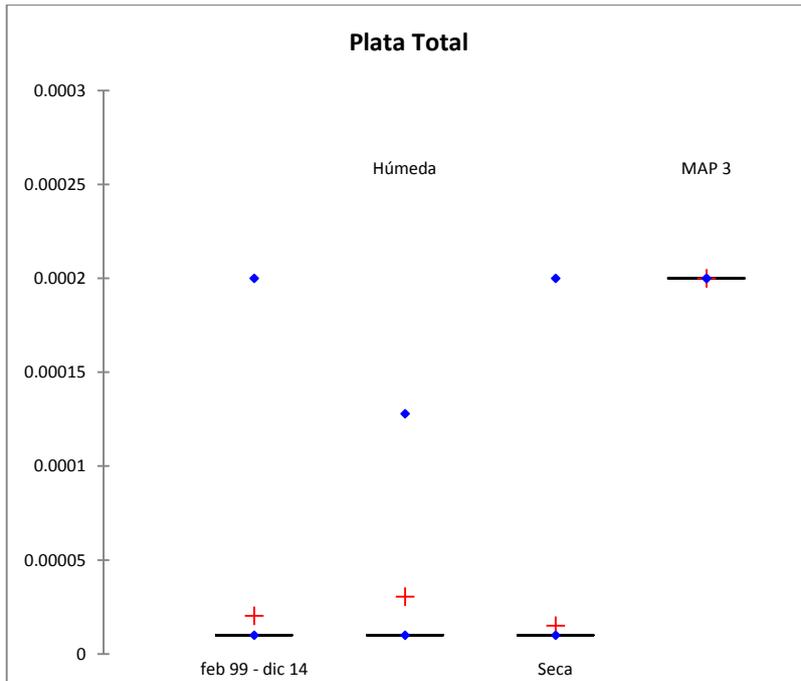
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.2730 | 0.2730 | 0.5468 | |
| Máximo | 1.8110 | 1.3880 | 1.8110 | |
| 1st Cuartil | 0.7429 | 0.4999 | 1.0120 | |
| Mediana | 1.0310 | 0.6141 | 1.1770 | 1.2080 |
| 3rd Cuartil | 1.2734 | 0.7807 | 1.3470 | |
| promedio | 1.0156 | 0.6788 | 1.1885 | |



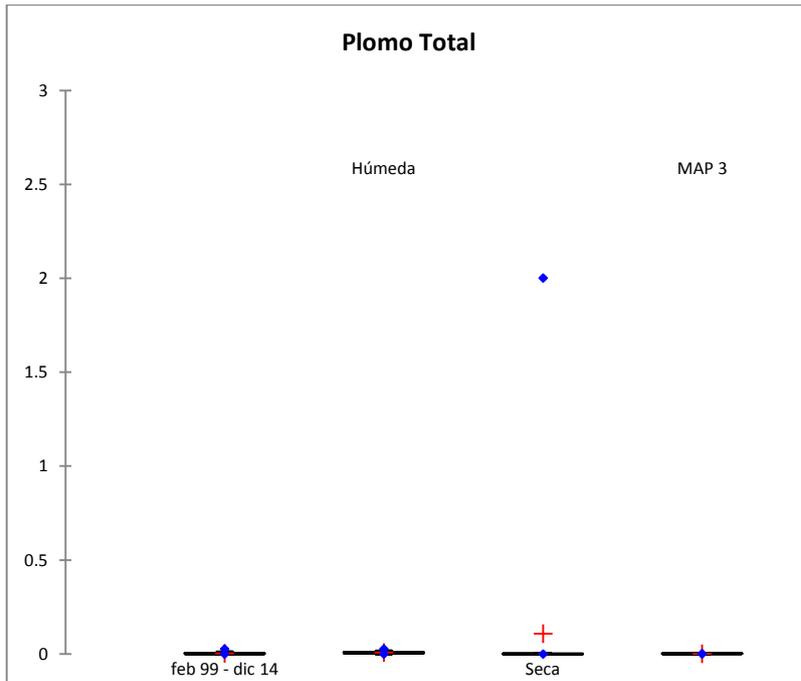
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | |
| Máximo | 0.0005 | 1.0005 | 0.0001 | |
| 1st Quartil | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | |
| Mediana | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 |
| 3rd Quartil | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | |
| promedio | 0.0001 | 0.0528 | 0.0001 | |



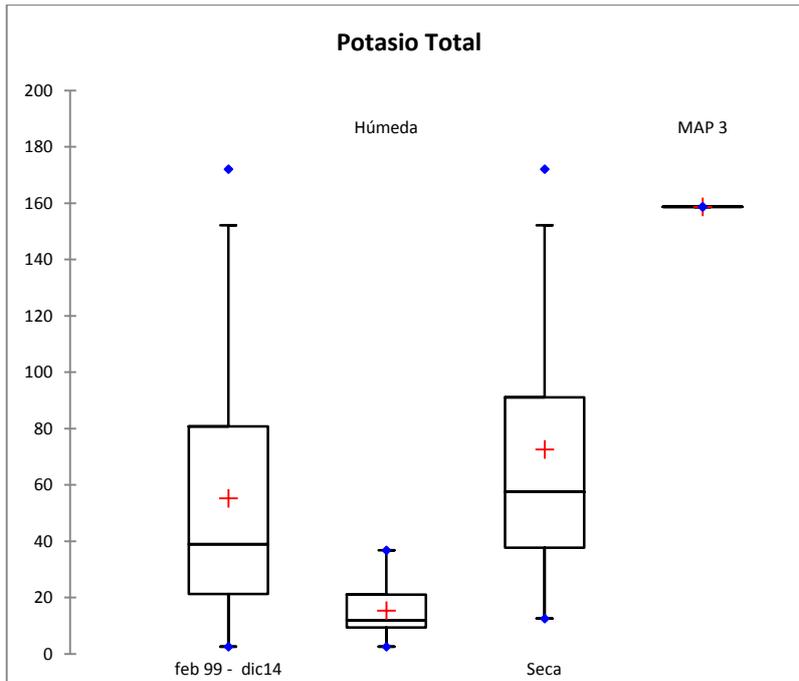
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | |
| Máximo | 0.0546 | 0.0408 | 0.0546 | |
| 1st Quartil | 0.0121 | 0.0100 | 0.0126 | |
| Mediana | 0.0210 | 0.0169 | 0.0228 | 0.0092 |
| 3rd Quartil | 0.0269 | 0.0270 | 0.0269 | |
| promedio | 0.0206 | 0.0189 | 0.0214 | |



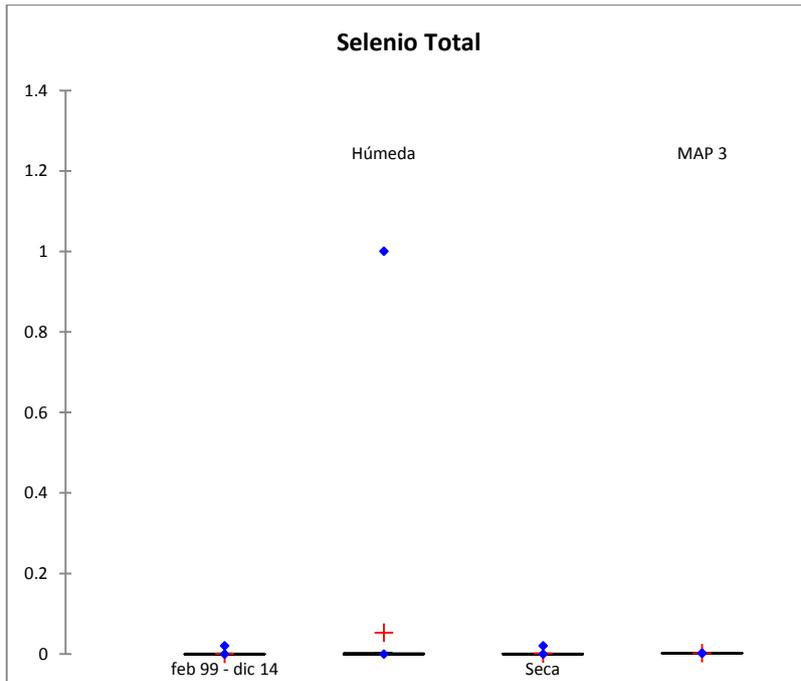
| Estadística | feb 99 - dic | | | MAP III |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Máximo | 0.0002 | 0.0001 | 0.0002 | |
| 1st Quartil | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Mediana | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 |
| 3rd Quartil | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| promedio | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |



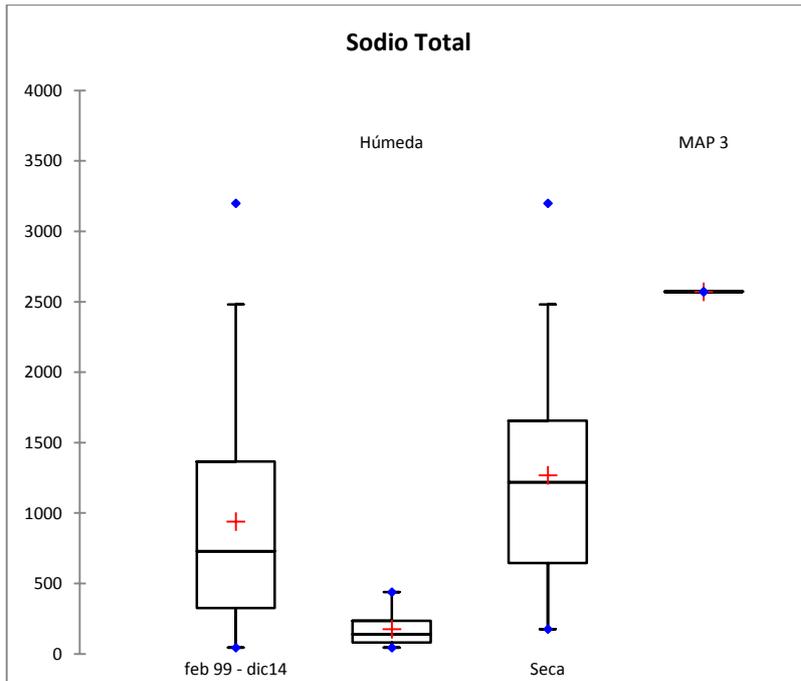
| Estadística | feb 99 - dic | | | |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | |
| Máximo | 0.0272 | 0.0272 | 2.0021 | |
| 1st Cuartil | 0.0001 | 0.0032 | 0.0001 | |
| Mediana | 0.0009 | 0.0063 | 0.0001 | 0.0003 |
| 3rd Cuartil | 0.0047 | 0.0096 | 0.0018 | |
| promedio | 0.0032 | 0.0076 | 0.1090 | |



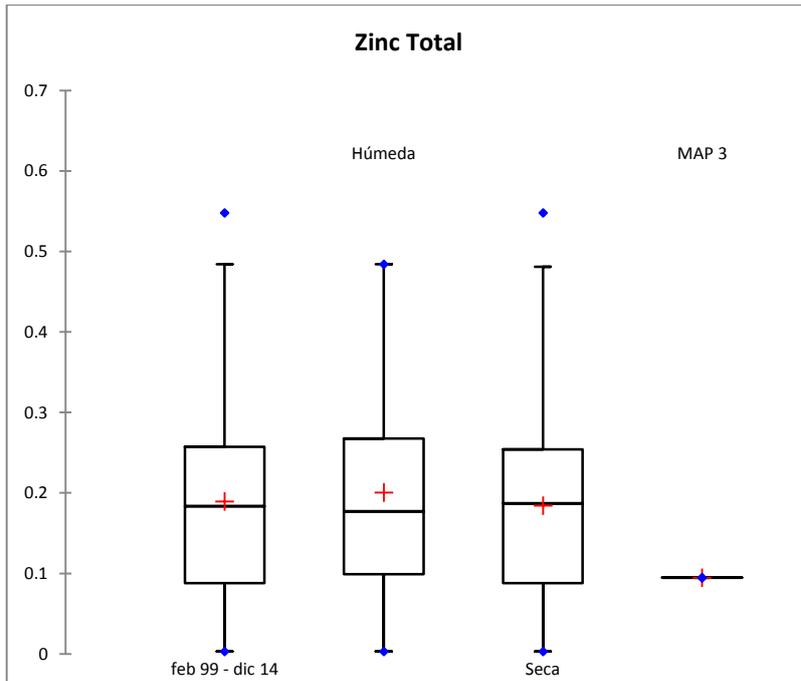
| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|--------------------|---------|----------|----------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 2.5990 | 2.5990 | 12.5400 | |
| Máximo | 172.1000 | 36.7400 | 172.1000 | |
| 1st Cuartil | 21.3100 | 9.4115 | 37.7400 | |
| Mediana | 38.9600 | 11.9350 | 57.5000 | 158.7000 |
| 3rd Cuartil | 80.7700 | 21.0700 | 91.0200 | |
| promedio | 55.3118 | 15.3653 | 72.5859 | |



| Estadística | feb 99 - dic | | | |
|----------------------|--------------|--------|--------|---------|
| | 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Máximo | 0.0200 | 1.0012 | 0.0200 | |
| 1st Quartil | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Mediana | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0020 |
| 3rd Quartil | 0.0001 | 0.0003 | 0.0001 | |
| promedio | 0.0008 | 0.0531 | 0.0010 | |



| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|-----------------|----------|-----------|-----------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 45.3300 | 45.3300 | 177.0000 | |
| Máximo | 3199.0000 | 439.9000 | 3199.0000 | |
| 1st Cuartil | 325.1000 | 81.7275 | 644.8000 | |
| Mediana | 728.9000 | 140.2500 | 1219.2500 | 2571.7100 |
| 3rd Cuartil | 1365.0000 | 235.7750 | 1657.0000 | |
| promedio | 939.1491 | 176.5094 | 1268.9392 | |



| Estadística | feb 99 - dic 14 | Húmeda | Seca | MAP III |
|----------------------|-----------------|--------|--------|---------|
| No. de observaciones | 56 | 19 | 37 | 1 |
| Mínimo | 0.0030 | 0.0030 | 0.0030 | |
| Máximo | 0.5480 | 0.4840 | 0.5480 | |
| 1st Quartil | 0.0880 | 0.0990 | 0.0880 | |
| Mediana | 0.1835 | 0.1770 | 0.1870 | 0.0947 |
| 3rd Quartil | 0.2573 | 0.2675 | 0.2540 | |
| promedio | 0.1896 | 0.2004 | 0.1841 | |

Tabla 19. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el 3er Monitoreo ambiental Participativo: Calidad de Agua área de abastecimiento

| Estación de monitoreo | Periodo de evaluación | Monitoreos | Parámetros de calidad de agua | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| | | | monitoreados | Evaluados ECA Agua 3 | Información Limitada (pocos datos) | Fuera de distribución esperada |
| TIT-1 | Feb 99 – dic 14 | 56 | 43 | 38 | 2 | 2 (F y PO ₄) |
| CHL-8 | Dic 96 – dic 14 | 60 | 43 | 38 | 1 | 0 |
| PGB-1 | Abr 07 – dic 14 | 54 | 43 | 38 | 0 | 2 (Cd, Mn) |
| VIZ-2 | Ene 99 – dic 14 | 57 | 43 | 38 | 1 | 3 (SO ₄ , Cd, Cl) |

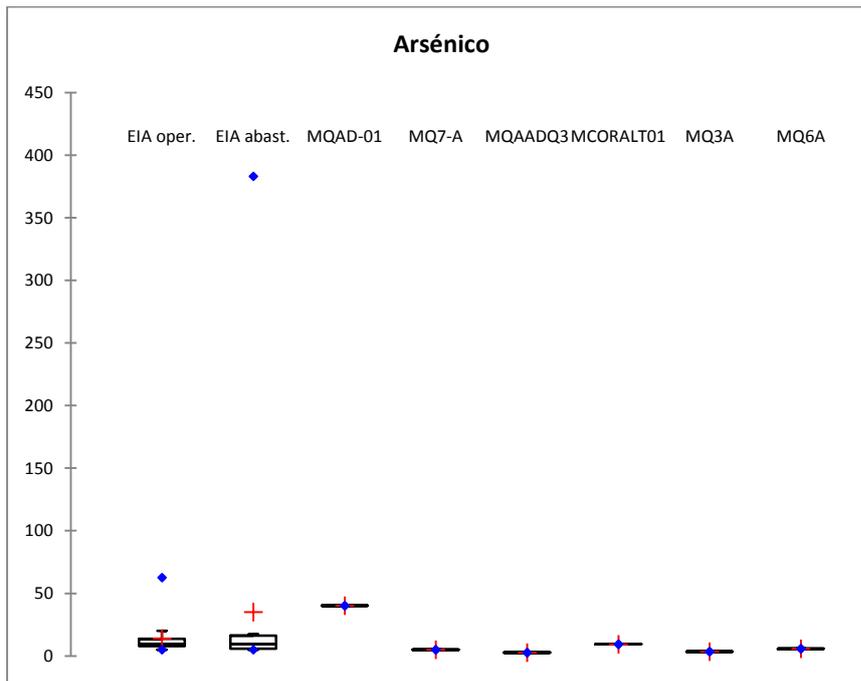
Para el punto de monitoreo TIT-1 la concentración de fluor y fosfatos determinados en el 3 MAP época seca se encuentran fuera de la distribución esperada para estos parámetros cuando son comparados con la información de monitoreos ambientales de la línea de base ambiental del Proyecto.

Para el punto de monitoreo PGB-1 la concentración de cadmio y manganeso determinados en el 3 MAP época seca se encuentran fuera de la distribución esperada para estos parámetros cuando son comparados con la información de monitoreos ambientales de la línea de base ambiental del Proyecto.

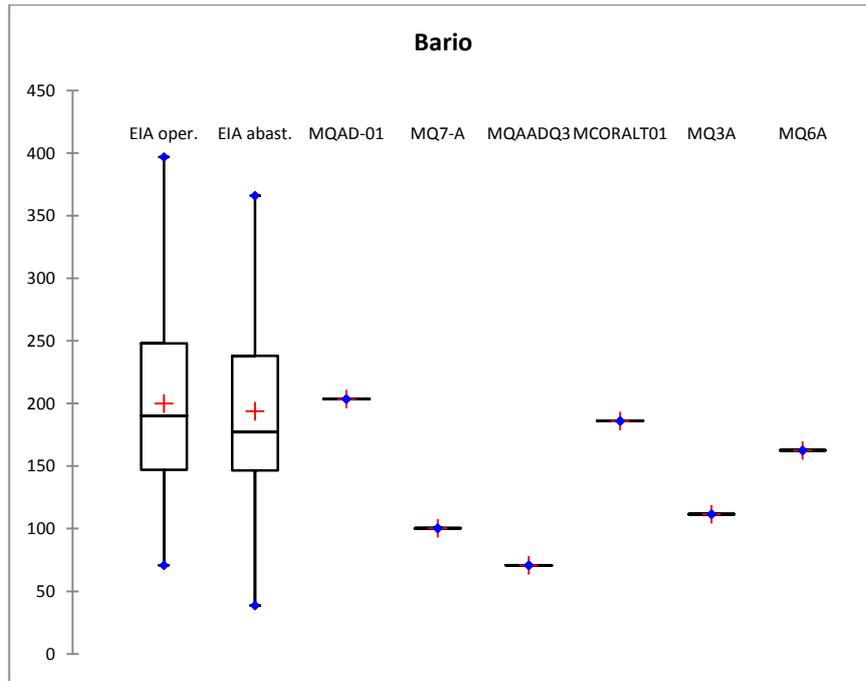
Para el punto de monitoreo VIZ-2 el contenido de sulfatos, cadmio y cloruros difieren de la distribución esperada para estos parámetros cuando son comparados con la información de monitoreos ambientales de la línea de base ambiental del proyecto.

Como se observa en la tabla 15 más del 95.4 % de los resultados están dentro de lo esperado por los monitoreos ambientales correspondiente a la línea base ambiental. Se recomienda validar la línea de base ambiental de agua superficial en la zona de abastecimiento de agua del proyecto Quellaveco.

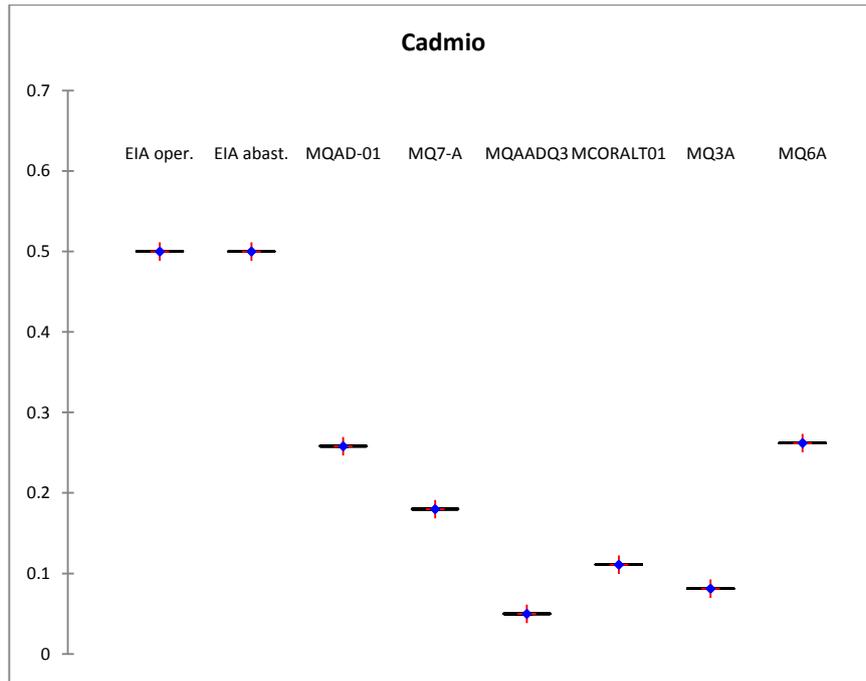
7.5.2. Calidad del suelo en el área de operaciones y abastecimiento



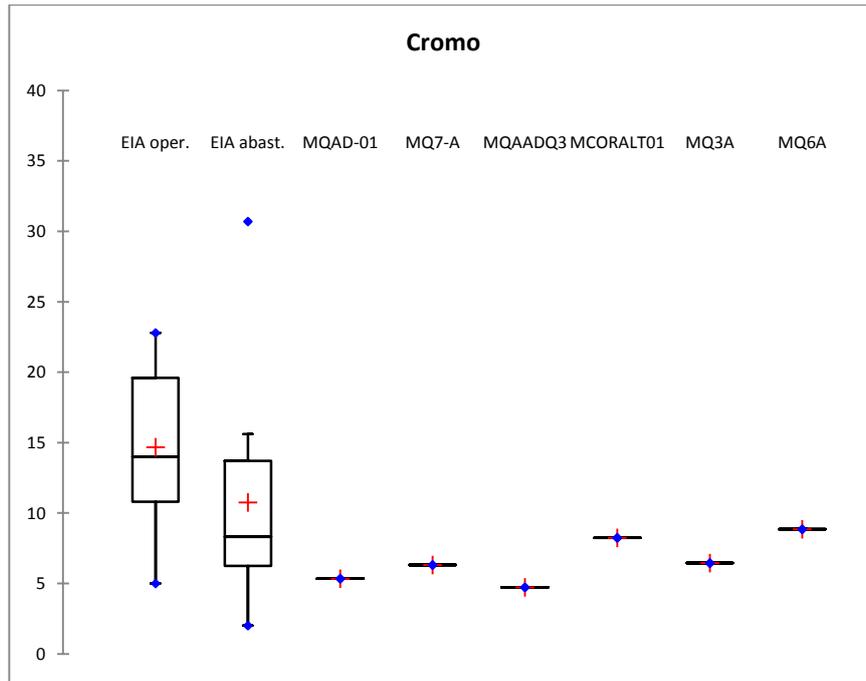
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Mínimo | 5.000 | 5.000 | | | | | | |
| Máximo | 62.600 | 383.000 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 7.900 | 5.750 | | | | | | |
| Mediana | 9.700 | 9.500 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 13.700 | 16.150 | | | | | | |
| Media | 13.934 | 35.058 | 40.140 | 4.980 | 2.640 | 9.440 | 3.480 | 5.820 |



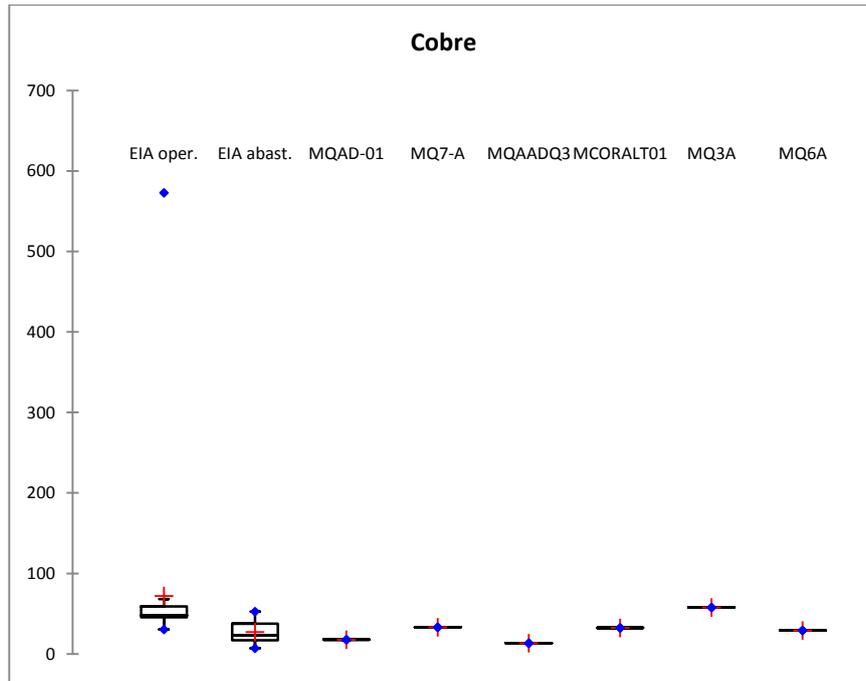
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| Mínimo | 70.800 | 38.600 | | | | | | |
| Máximo | 397.000 | 366.000 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 147.000 | 146.500 | | | | | | |
| Mediana | 190.000 | 177.000 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 248.000 | 238.000 | | | | | | |
| Media | 199.962 | 193.821 | 203.680 | 100.410 | 70.910 | 185.990 | 111.630 | 162.610 |



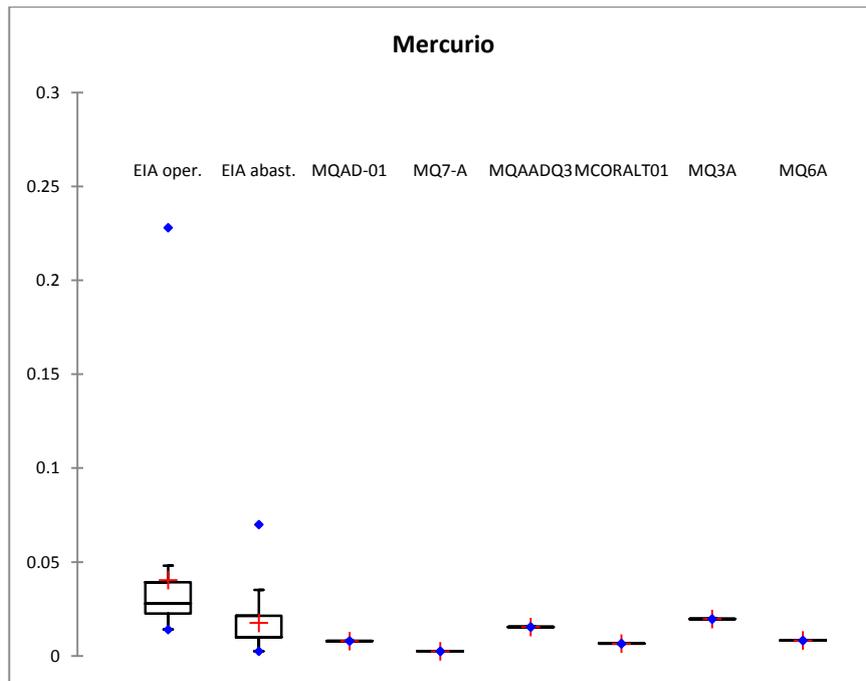
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Mínimo | 0.500 | 0.500 | | | | | | |
| Máximo | 0.500 | 0.500 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 0.500 | 0.500 | | | | | | |
| Mediana | 0.500 | 0.500 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 0.500 | 0.500 | | | | | | |
| Media | 0.500 | 0.500 | 0.258 | 0.180 | 0.050 | 0.111 | 0.081 | 0.262 |



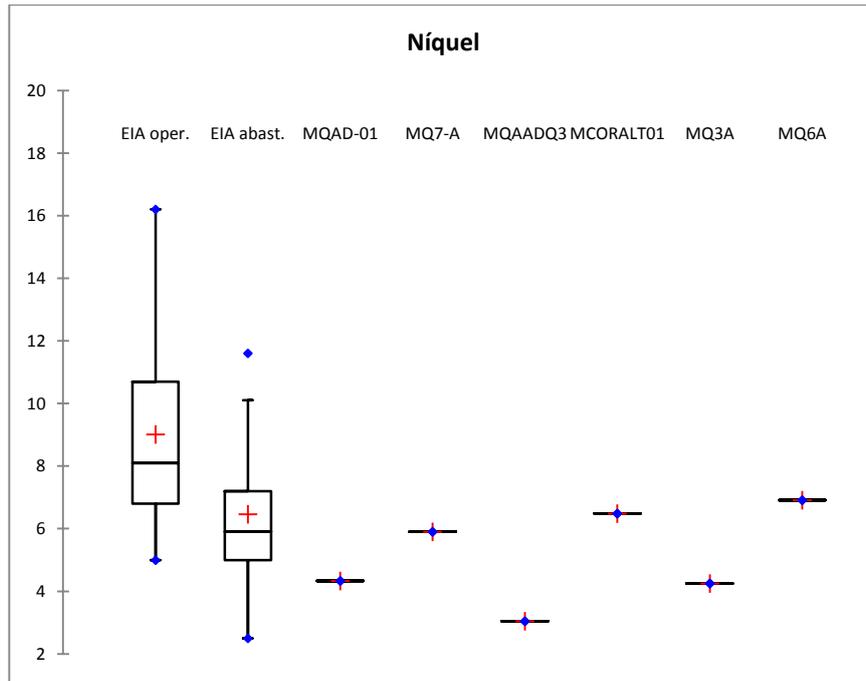
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Mínimo | 5.000 | 2.000 | | | | | | |
| Máximo | 22.800 | 30.700 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 10.800 | 6.250 | | | | | | |
| Mediana | 14.000 | 8.300 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 19.600 | 13.700 | | | | | | |
| Media | 14.683 | 10.758 | 5.340 | 6.310 | 4.740 | 8.250 | 6.450 | 8.860 |



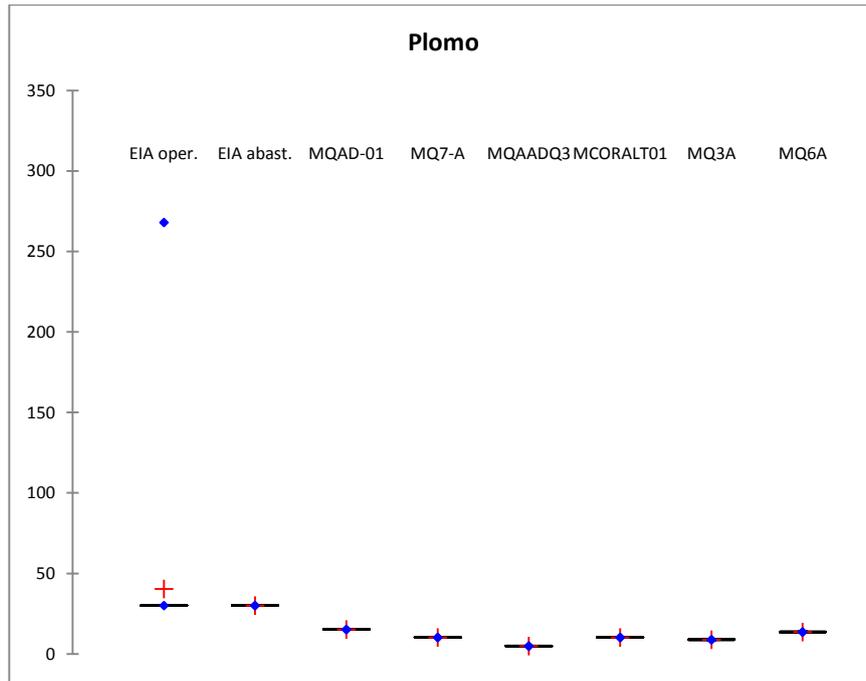
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|--------|---------|-----------|--------|--------|
| Mínimo | 30.300 | 7.000 | | | | | | |
| Máximo | 573.000 | 52.500 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 45.500 | 16.800 | | | | | | |
| Mediana | 47.800 | 22.700 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 59.100 | 37.350 | | | | | | |
| Media | 72.190 | 27.158 | 17.870 | 33.180 | 13.310 | 32.570 | 57.880 | 29.220 |



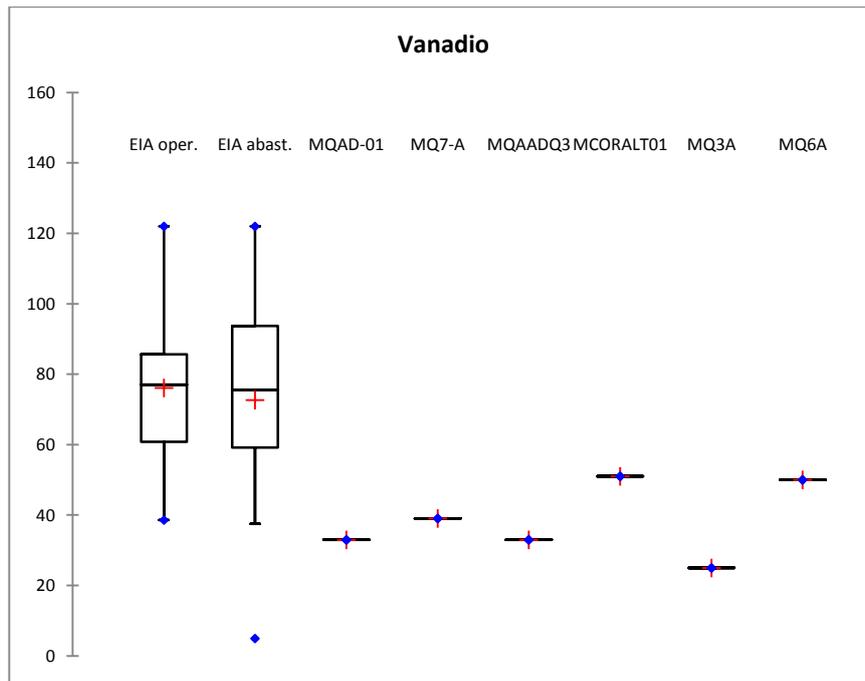
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Mínimo | 0.014 | 0.003 | | | | | | |
| Máximo | 0.228 | 0.070 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 0.023 | 0.010 | | | | | | |
| Mediana | 0.028 | 0.010 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 0.039 | 0.021 | | | | | | |
| Media | 0.040 | 0.018 | 0.008 | 0.003 | 0.015 | 0.007 | 0.020 | 0.008 |



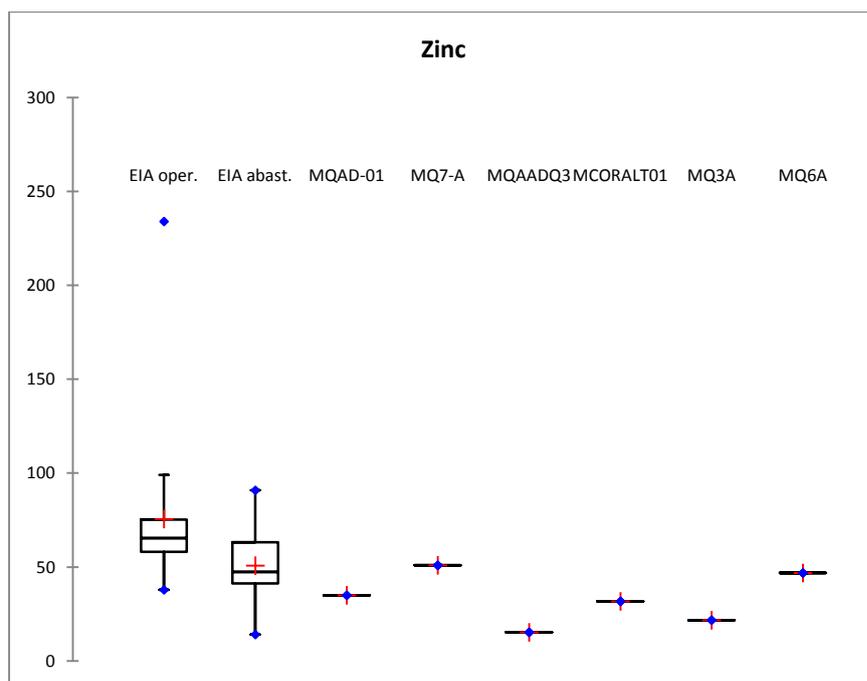
| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Mínimo | 5.000 | 2.500 | | | | | | |
| Máximo | 16.200 | 11.600 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 6.800 | 5.000 | | | | | | |
| Mediana | 8.100 | 5.900 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 10.700 | 7.200 | | | | | | |
| Media | 9.010 | 6.463 | 4.330 | 5.900 | 3.050 | 6.480 | 4.250 | 6.910 |



| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| Mínimo | 30.000 | 30.000 | | | | | | |
| Máximo | 268.000 | 30.000 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 30.000 | 30.000 | | | | | | |
| Mediana | 30.000 | 30.000 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 30.000 | 30.000 | | | | | | |
| Media | 40.310 | 30.000 | 15.140 | 10.260 | 4.890 | 10.240 | 8.790 | 13.710 |



| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|--------|---------|-----------|--------|--------|
| Mínimo | 38.600 | 5.000 | | | | | | |
| Máximo | 122.000 | 122.000 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 60.800 | 59.200 | | | | | | |
| Mediana | 77.000 | 75.600 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 85.600 | 93.750 | | | | | | |
| Media | 76.138 | 72.711 | 33.000 | 39.000 | 33.000 | 51.000 | 25.000 | 50.000 |



| Estadístico | EIA oper. | EIA abast. | MQAD-01 | MQ7-A | MQAADQ3 | MCORALT01 | MQ3A | MQ6A |
|-------------|-----------|------------|---------|--------|---------|-----------|--------|--------|
| Mínimo | 37.800 | 14.000 | | | | | | |
| Máximo | 234.000 | 90.900 | | | | | | |
| 1° Cuartil | 58.000 | 41.300 | | | | | | |
| Mediana | 65.400 | 47.300 | | | | | | |
| 3° Cuartil | 75.300 | 63.250 | | | | | | |
| Media | 75.607 | 50.795 | 34.980 | 50.930 | 15.320 | 31.700 | 21.630 | 46.880 |

Tabla 20. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el 3er Monitoreo ambiental Participativo: Calidad de Suelo área de abastecimiento y operaciones

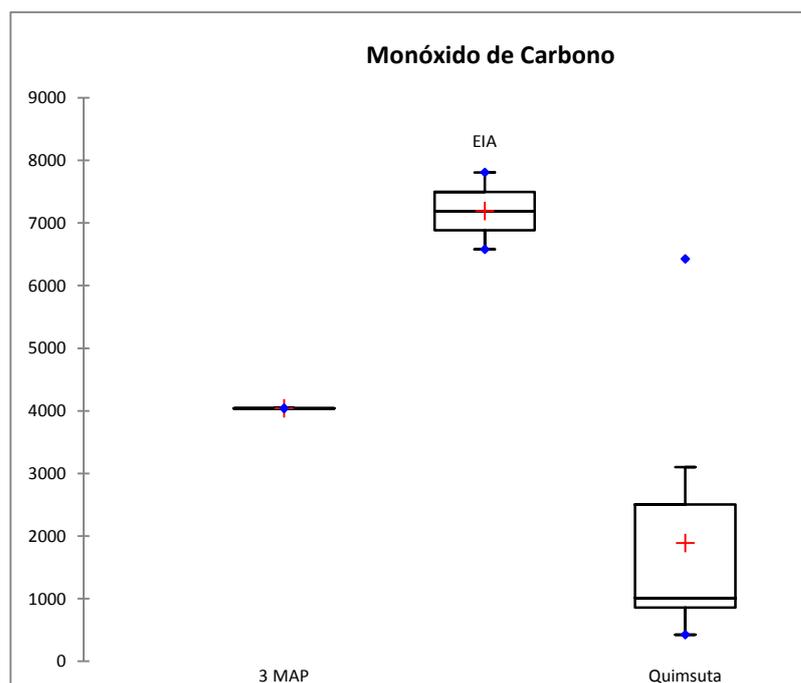
| Estación de monitoreo | Puntos | Parámetros de calidad de Suelo | | | |
|-----------------------|--------|--------------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|
| | | monitoreados | Evalutados ECA Suelo | Adicionales | Distribución esperada |
| MQ7-A | 29 | 29 | 5 | 5 | 10 |
| MQAADQ3 | 29 | 29 | 5 | 5 | 10 |
| MCORALT01* | 29 | 29 | 5 | 5 | 10 |
| MQ3A | 29 | 29 | 5 | 5 | 10 |
| MQ6A | 29 | 29 | 5 | 5 | 10 |

Como se observa en la tabla 16, el 100% de los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo para los parámetros de calidad de suelo, se encuentran dentro de lo esperado para el área de operaciones y abastecimiento. Se recomienda validar la línea de base ambiental de calidad de suelo. Se realizó una comparación espacial en el área de abastecimiento.

7.5.3. Calidad del aire

Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de aire de las estaciones de monitoreo medidos en diciembre del 2014 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 se recomienda mayores monitoreos para poder tener la tendencia.

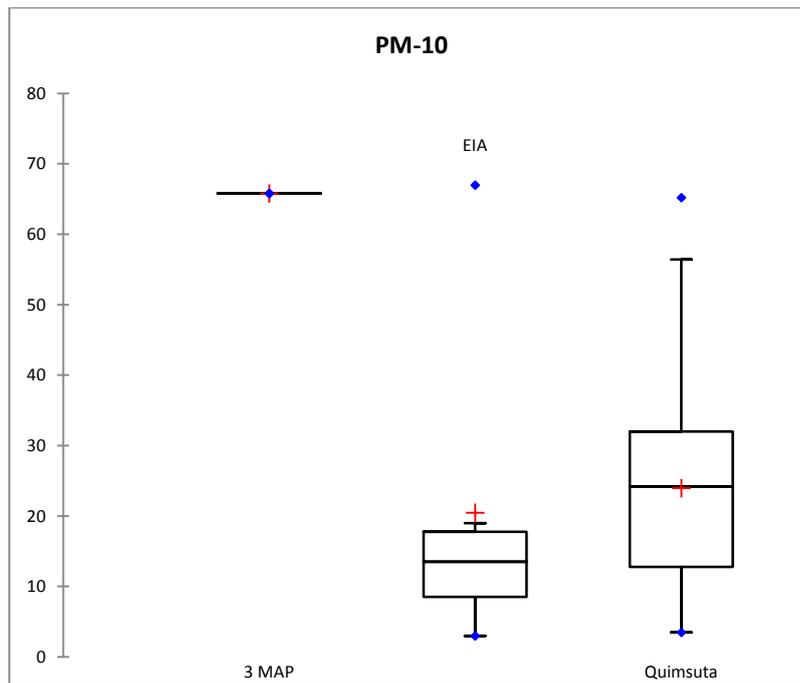
Monóxido de Carbono



Estadísticas

| Estadísticas | 3 MAP | EIA | Quimsuta |
|----------------------|-------|--------|----------|
| No. de observaciones | 1 | 2 | 13 |
| Mínimo | | 6579.0 | 425.0 |
| Máximo | | 7805.0 | 6426.0 |
| 1er Quartil | | 6885.5 | 856.0 |
| Mediana | 4037 | 7192.0 | 1009.0 |
| 3er Quartil | | 7498.5 | 2505.0 |
| Promedio | | 7192.0 | 1887.9 |

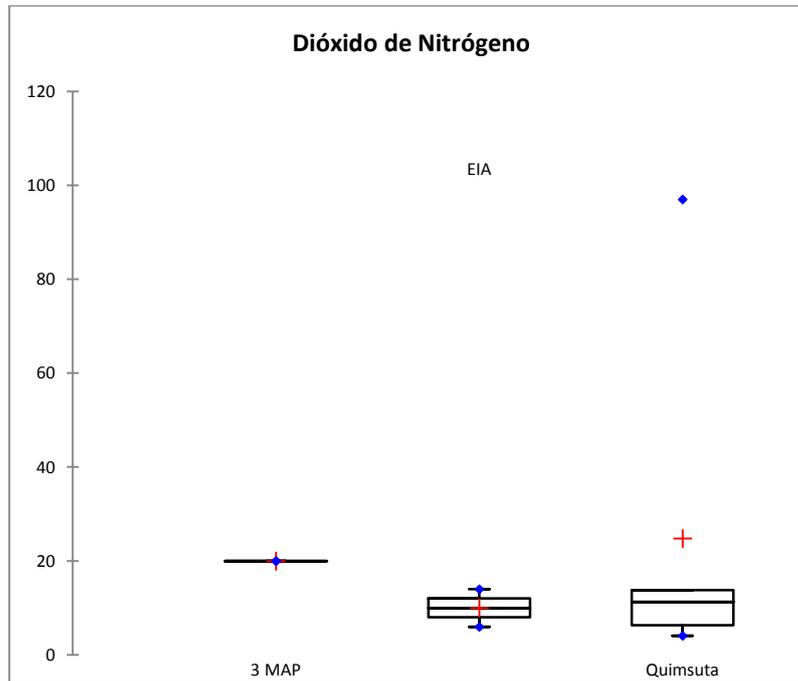
PM-10



Estadísticas

| Estadísticas | 3 MAP | EIA | Quimsuta |
|----------------------|-------|-------|----------|
| No. de observaciones | 1 | 6 | 39 |
| Mínimo | | 3.0 | 3.5 |
| Máximo | | 67.0 | 65.2 |
| 1er Cuartil | | 8.5 | 12.75 |
| Mediana | 65.8 | 13.5 | 24.2 |
| 3er Cuartil | | 17.75 | 32.0 |
| Promedio | | 20.5 | 23.97 |

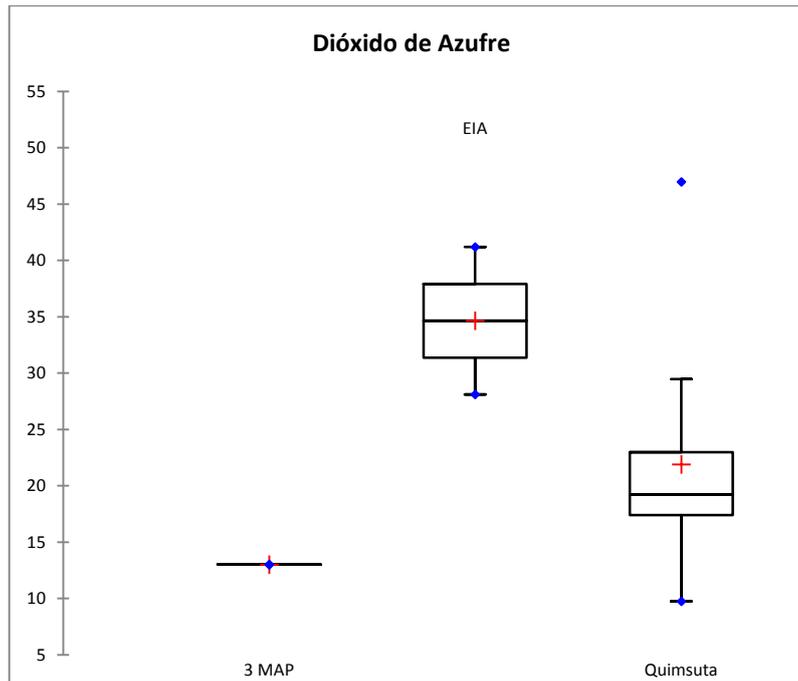
Dióxido de Nitrógeno



Estadísticas

| Estadísticas | 3 MAP | EIA | Quimsuta |
|----------------------|-------|------|----------|
| No. de observaciones | 1 | 2 | 13 |
| Mínimo | | 6.0 | 4.0 |
| Máximo | | 14.0 | 96.9 |
| 1er Quartil | | 8.0 | 6.28 |
| Mediana | 20 | 10.0 | 11.24 |
| 3er Quartil | | 12.0 | 13.76 |
| Promedio | | 10.0 | 24.83 |

Dióxido de Azufre



Estadísticas

| Estadísticas | 3 MAP | EIA | Quimsuta |
|----------------------|-------|-------|----------|
| No. de observaciones | 1 | 2 | 13 |
| Mínimo | | 28.1 | 9.76 |
| Máximo | | 41.2 | 46.99 |
| 1er Quartil | | 31.38 | 17.39 |
| Mediana | 13.0 | 34.65 | 19.25 |
| 3er Quartil | | 37.93 | 22.97 |
| Promedio | | 34.65 | 21.89 |

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 del EIA | Monitoreos del área cercana | Número de Parámetros del ECA Aire | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| | | | | Monitoreados | Evaluados | fuera de la distribución esperada |
| KPA2 | 2007-2014 | 2 | 13 | 4 | 4 | 0 |
| KPA3 | 2007-2014 | 2 | 13 | 4 | 4 | 0 |
| KPA4 | 2007-2014 | 2 | 13 | 4 | 4 | 1 |
| KPA5 | 2007-2014 | 2 | 13 | 4 | 4 | 1 |

Como se observa de la tabla 17 el 88 % de los resultados están dentro de lo esperado, se tiene dos parámetros que se desvían el monóxido de carbono en KPA5 y el dióxido de nitrógeno en el KPA4, estos requieren mayor seguimiento en los monitoreos sucesivos.

Se recomienda que se dé por validada la línea de base ambiental de calidad de aire del proyecto Quellaveco.

7.5.4. Hidrobiología

Para este componente se validó la información del monitoreo hidrobiológico y se compararon los resultados de los monitoreos hidrobiológicos en la época seca de los años 2010 y 2014.

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

Tabla 22: Riqueza específica de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 25 | 30 |
| QLASA-02 | 58 | 37 |
| QLASA-03 | 43 | 50 |
| QLTUM-01 | 33 | 56 |
| Promedio | 40 | 43 |

Al comparar los resultados de los años 2010 y 2014 de las estaciones comparadas se observa una alta similitud en el número de especies, observándose ligeramente una mayor cantidad de especies en promedio en el monitoreo de 2014.

Tabla 23: Uniformidad o equitatividad de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 0,684 | 0,77 |
| QLASA-02 | 0,753 | 0,66 |
| QLASA-03 | 0,823 | 0,795 |
| QLTUM-01 | 0,669 | 0,785 |
| Promedio | 0,684 | 0,754 |

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. Se observa que en el monitoreo de 2014 se encontró en promedio valores ligeramente más altos de uniformidad.

Tabla 24: Índices de biodiversidad de los organismos celulares comparados en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 3,177 | 2,125 |
| QLASA-02 | 4,413 | 2,01 |
| QLASA-03 | 4,468 | 3,11 |
| QLTUM-01 | 3,374 | 2,525 |
| Promedio | 3,86 | 2,44 |

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 observar que los índices de biodiversidad son mayores en el monitoreo 2010 y que está en este caso más influenciado por la cantidad de organismos.

COMPARACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Tabla 25: Riqueza específica de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 04 | 09 |
| QLASA-02 | 26 | 10 |
| QLASA-03 | 18 | 19 |
| QLTUM-01 | 18 | 10 |
| Promedio | 17 | 12 |

Al comparar los resultados de los años 2010 y 2014 de las estaciones comparadas se observa una mayor cantidad de especies en promedio en el monitoreo de 2010.

Tabla 26: Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 518 | 141 |
| QLASA-02 | 1285 | 148 |
| QLASA-03 | 993 | 465 |
| QLTUM-01 | 1869 | 234 |

Al comparar los resultados de los años 2010 y 2014 de las estaciones comparadas se observa una mayor cantidad de organismos en promedio en el monitoreo de 2010.

Tabla 27: Uniformidad o equitatividad de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 0,551 | 0,86 |
| QLASA-02 | 0,807 | 0,82 |
| QLASA-03 | 0,605 | 0,89 |
| QLTUM-01 | 0,529 | 0,91 |
| Promedio | 0,62 | 0,86 |

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. Se observa que en el monitoreo de 2014 se encontró en promedio valores más altos de uniformidad.

Tabla 28: Índices de biodiversidad de los macroinvertebrados bentónicos comparado en los monitoreos hidrobiológicos desarrollados en setiembre-2010 y diciembre-2014.

| ESTACIÓN | Época seca 2010 | Época seca 2014 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| QLHUA-01 | 1,101 | 1,89 |
| QLASA-02 | 3,793 | 2,02 |
| QLASA-03 | 2,523 | 2,44 |
| QLTUM-01 | 2,208 | 2,17 |
| Promedio | 2,41 | 2,13 |

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 observar que ligeramente los índices de biodiversidad son mayores en el monitoreo 2010.

Tabla 29: Comparación de la variables fisicoquímicas del monitoreo ambiental participativo de la tercera campaña en Moquegua desarrollado en diciembre de 2014

Setiembre, 2010

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

Diciembre, 2014

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

A pesar de comparar resultados de diferentes meses se observa en diciembre, 2014 una mayor concentración de oxígeno disuelto, parámetro muy importante para la vida acuática. El pH se incrementó ligeramente pero dentro de lo esperado para estos ambientes acuáticos.

8. CONCLUSIONES

- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento, en la cuenca del río Titire se observa una fuerte influencia de aguas mineralizadas de origen termal que incrementan la concentración de los aniones bicarbonatos, fluoruros, cloruros y los cationes sodio, litio, calcio, boro, hierro, manganeso y arsénico, por lo tanto también se incrementa la conductividad eléctrica.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento, en la cuenca del río Chilota se observa una influencia de aguas termales y calidad de suelo caracterizado por la presencia de carbonatos que incrementan el pH y presencia de arsénico.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento, en la cuenca del río Calasaya, no tiene mayor presencia de iones que superen lo establecido por el ECA Agua.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento, en la cuenca del río Vizcachas, se observa la presencia de iones ácidos como el aluminio, hierro asociados al manganeso que bajan el valor del pH.
- ✓ Los parámetros de calidad de agua en el área de abastecimiento que superan los ECAs (tabla 11), están dentro de la distribución esperada por la línea de base ambiental del Proyecto Quellaveco.
- ✓ La calidad del suelo del área de operaciones y abastecimiento se caracteriza por presencia de metales por debajo de lo establecido en el ECA y dentro de lo esperado por la línea de base ambiental.
- ✓ La calidad del aire se observa la influencia de zonas urbanas en zonas cercanas a KPA4 (Poblado de Tala) y KPA7 (San Antonio) en la concentración del material particulado menor a 2.5 μm .
- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III época seca de calidad de agua comparados con la línea de base ambiental del proyecto Quellaveco donde se incluye la información del EIA, presenta más del 96 % 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.
- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III época seca de calidad de suelo 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 calidad de suelo en el área de operaciones.
- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III época seca de calidad de aire 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 88 % 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 de operaciones.

- ✓ La comparación de los datos obtenidos en el MAP III de hidrobiología, en promedio, presentan valores muy similares (En organismos celulares en general similitudes para riqueza específica de 92.5%, para Uniformidad de 89.27% e índices de diversidad de 41.81% y en macroinvertebrados bentónicos para riqueza específica de 59.44%, uniformidad de 67.25% e índices de diversidad de 86.86%) a los encontrados en el monitoreo 2010 (información del EIA) y que son valores medios de riqueza específica, abundancia, equitatividad e índice de diversidad relacionada con la época seca.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los acuerdos de la Mesa de Dialogo con Anglo American Quellaveco continuar con las campañas de monitoreo, realizar estudios de la influencia de aguas termales y calidad de suelo en la cuenca del Titire y Chilota.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco. Estudio de Impacto Ambiental diciembre del 2000.
- Anglo American Quellaveco S.A. Proyecto Quellaveco. Modificación del Estudio de Impacto Ambiental, Informe Final setiembre del 2008
- Anglo American Quellaveco, Informe de calidad y cantidad de Agua Superficial y aire (1999-2014)
- 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.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- TAYLOR, S. R. (1964): Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28: 1273-1285.

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_{max} nivel de presión sonora máxima con ponderación A en dB(A) y L_{min} 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 Humalzo a Puno. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia de vegetación y pedregosidad en la orilla. El fondo del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas, el agua del río presentaba una coloración amarilla oscura. |
| CHL-4 | 349 168 | 8 151 527 | 4 325 | Río Chilota, antes de la confluencia con el río 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 Humalzo a Pasto Grande, cercano a esta carretera se encuentra una tubería de hierro antigua. La margen izquierda del río presenta un talud pronunciado con escasa vegetación y la margen derecha es menos pronunciada y con mayor presencia de vegetación. |
| HAS-3 | 359 031 | 8 150 074 | 4 550 | Quebrada Vilaaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalzo - embalse Pasto Grande | El punto está ubicado a 10 m del canal de pasto grande, cercano a la carretera en dirección Humalzo - Pasto Grande. El lecho del río presenta gran cantidad de material sedimentario, así como también plantas acuáticas, las márgenes presentan vegetación herbácea. Existe presencia de ganado camélido cercanos a este punto. |
| HUA-20 | 355 553 | 8 158 648 | 4 340 | Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas | El punto de muestreo está ubicado aproximadamente 1 Km antes de la confluencia con el Río Vizcachas, cercano a este punto existe una vivienda de pastores, así como también gran cantidad de ganado camélido, el agua discurre lentamente pues en ciertos tramos forma una especie de bofedal, el fondo de la quebrada es pedregoso y con material sedimentado como arena. Las márgenes derecha e izquierda provistas de vegetación herbácea. |
| PGB-1 | 368 961 | 8 151 191 | 4 533 | Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande | El punto de muestreo está ubicado aguas arriba del Río Vizcachas a 100 metros antes del Embalse de Pasto Grande. Cercano al punto se encuentra el campamento que realiza el mantenimiento al embalse. El lecho del río tiene presencia de plantas acuáticas y abundante pedregosidad |

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial- 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

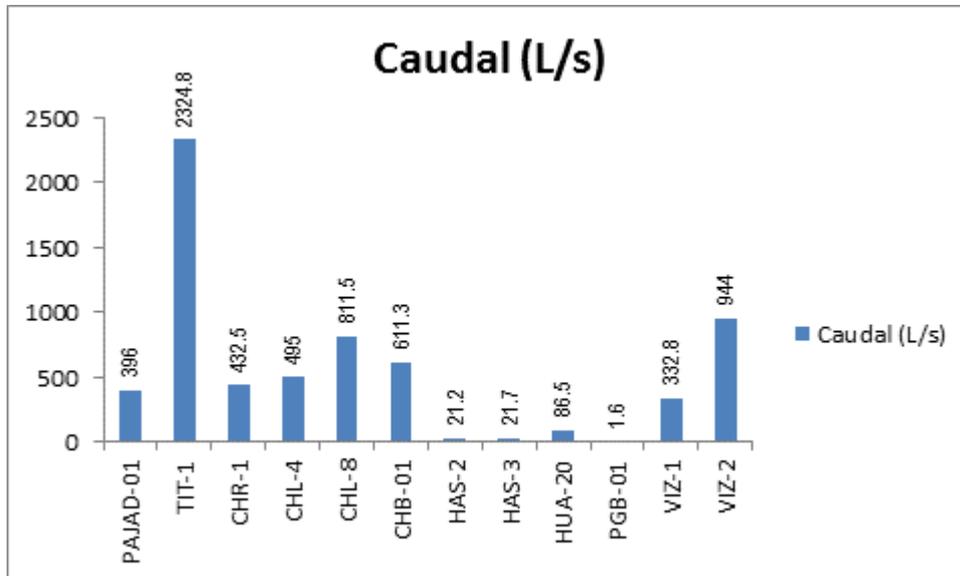


Gráfico 01. Variación espacial del caudal de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III Abril 2015

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

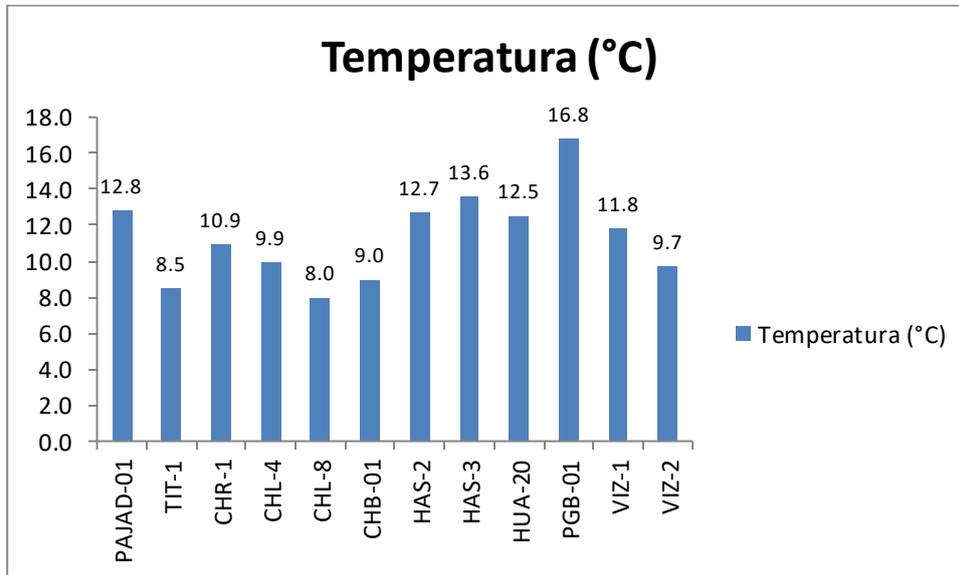


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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 Titire 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

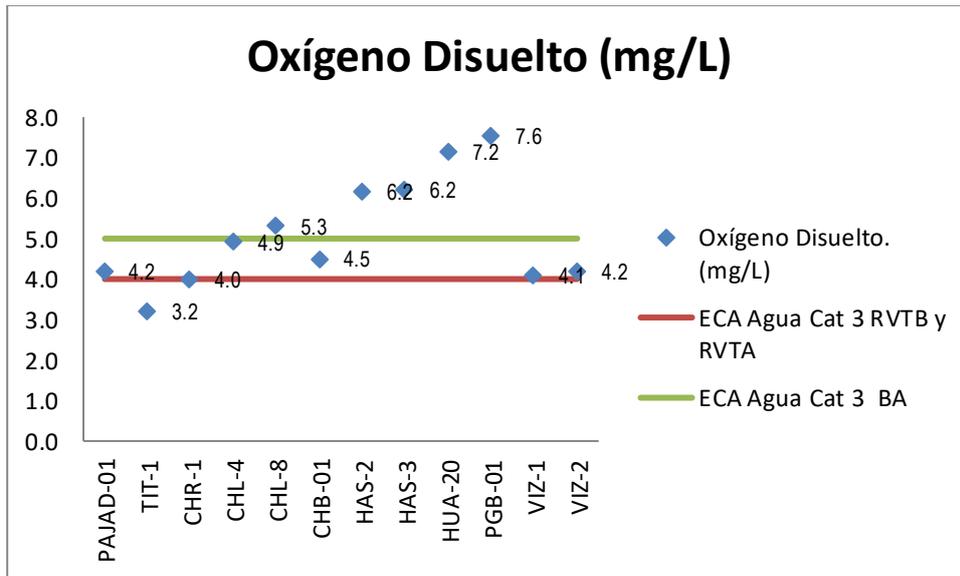


Gráfico 03. Variación espacial del contenido de oxígeno disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

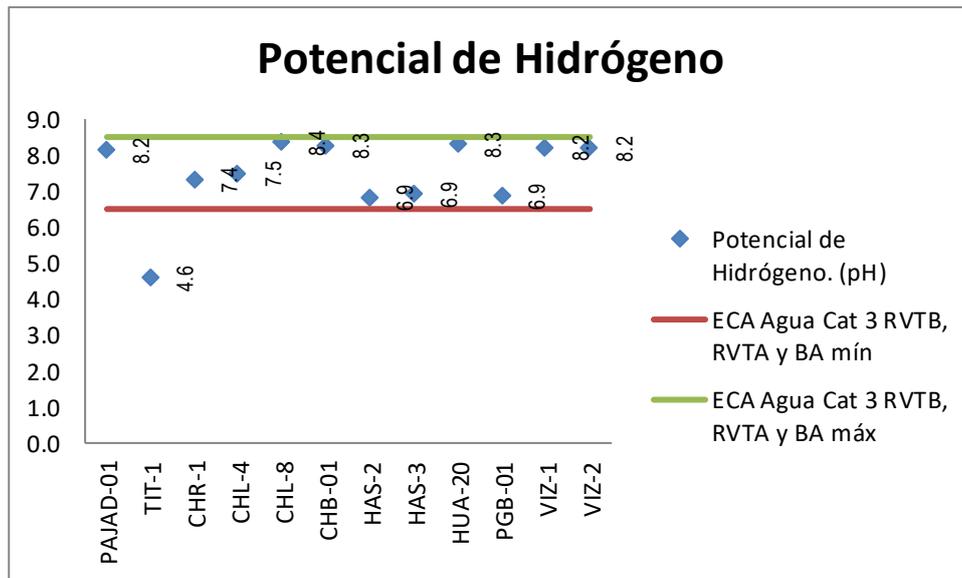


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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 Fe^{3+} y el Al^{3+} , 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

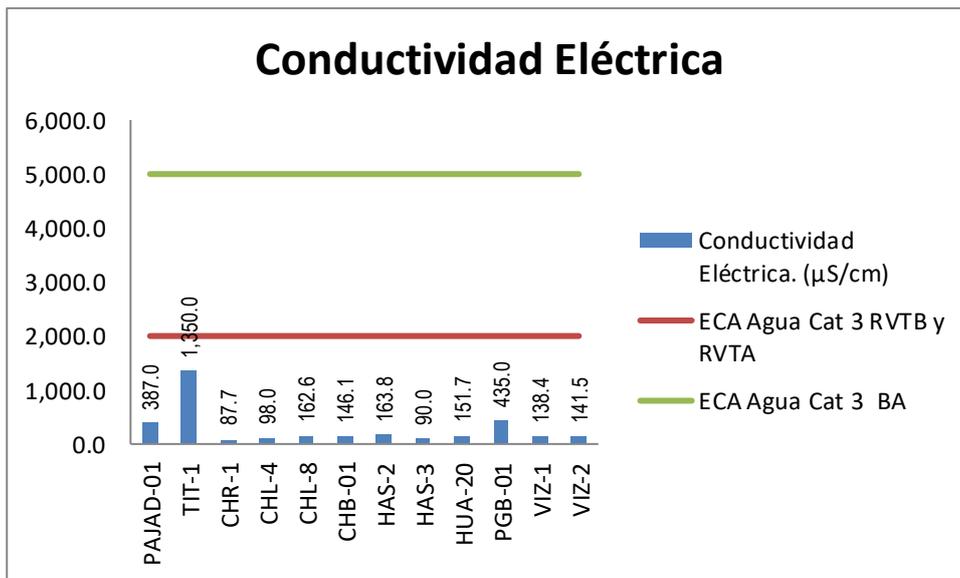


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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

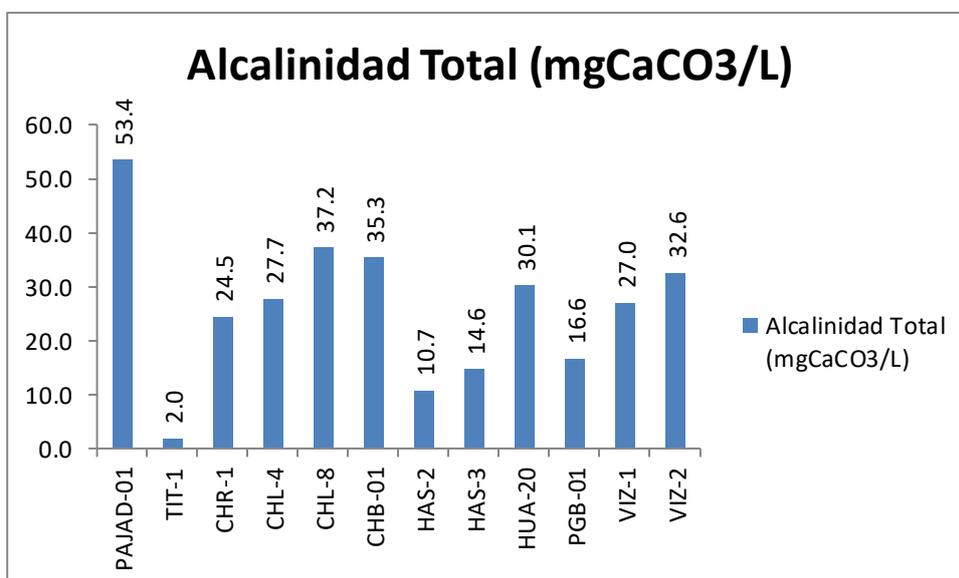
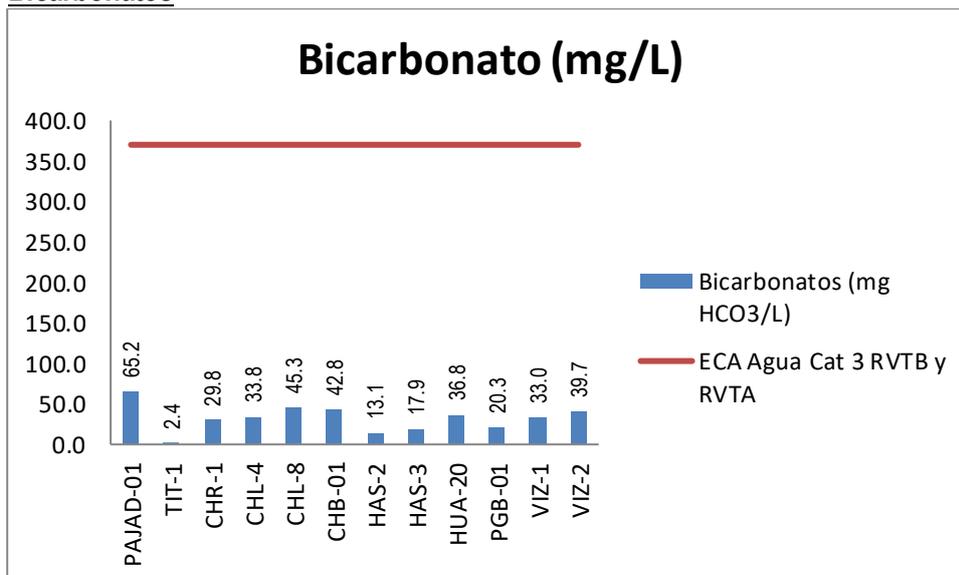


Gráfico 06. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato y alcalinidad total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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.

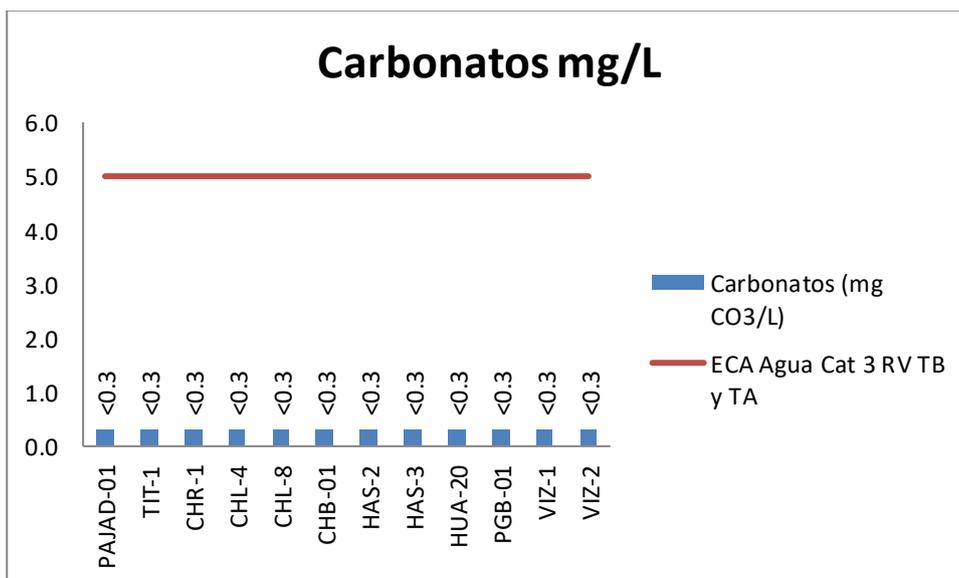


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de carbonatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

Dureza

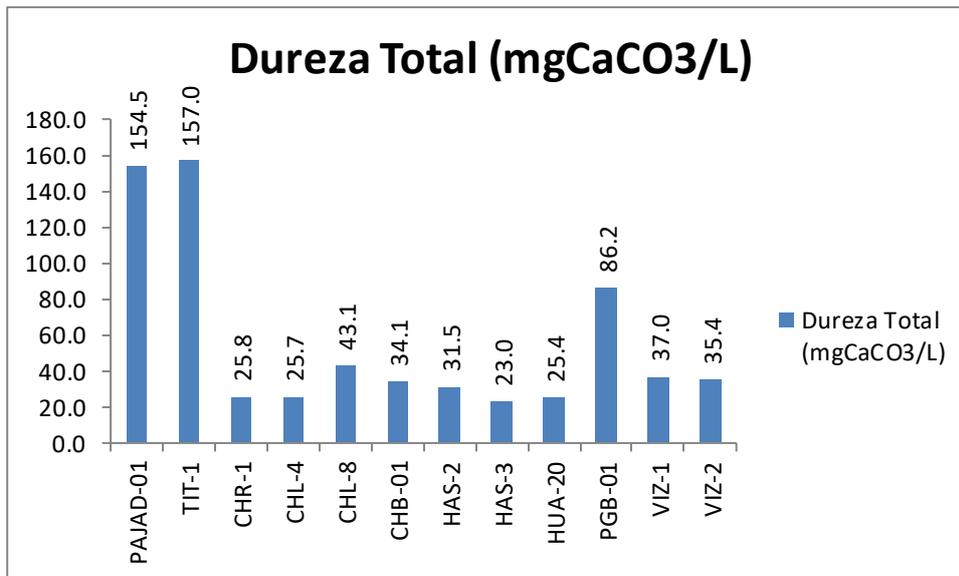


Gráfico 08. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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

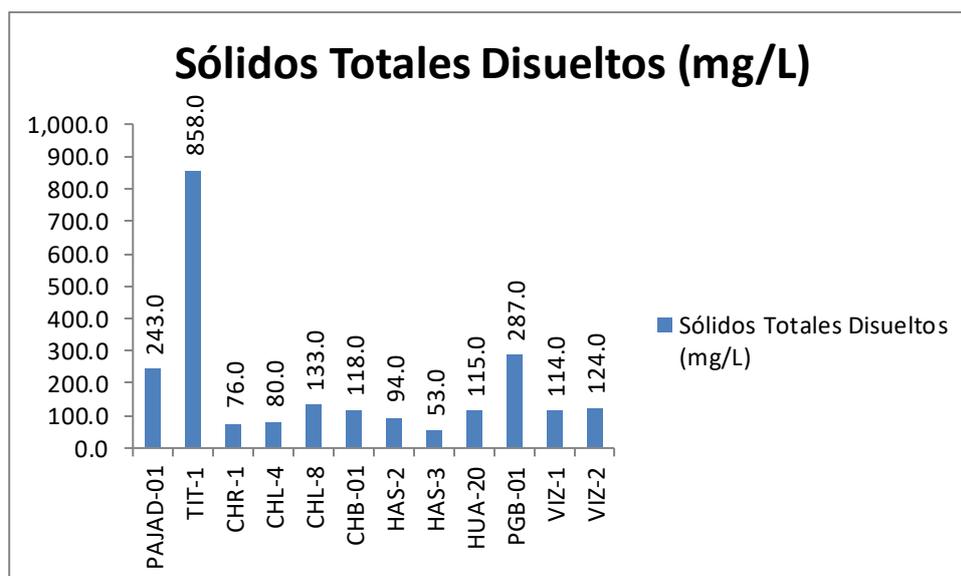


Gráfico 09. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

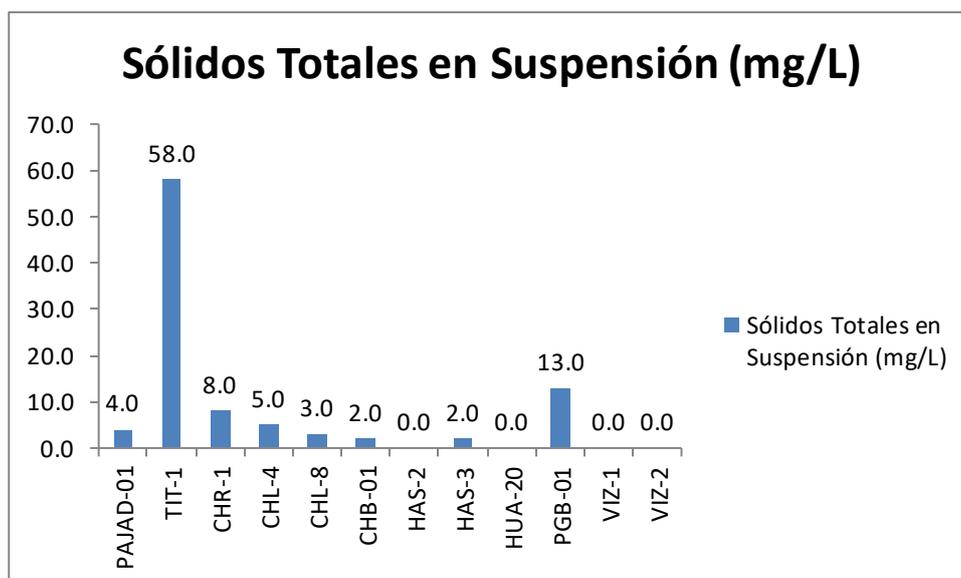


Gráfico 10. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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)

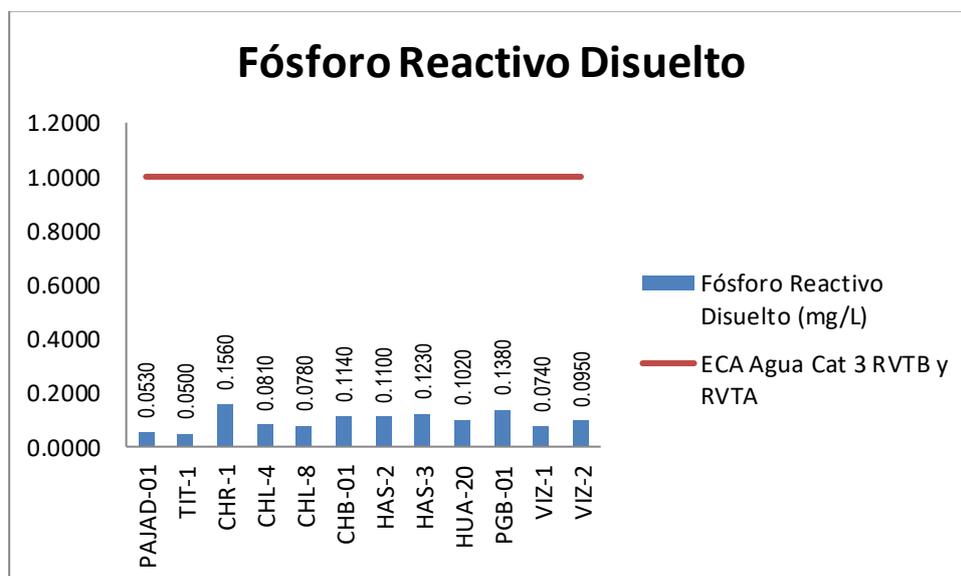


Gráfico 11. Variación espacial del contenido de fósforo total y fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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.

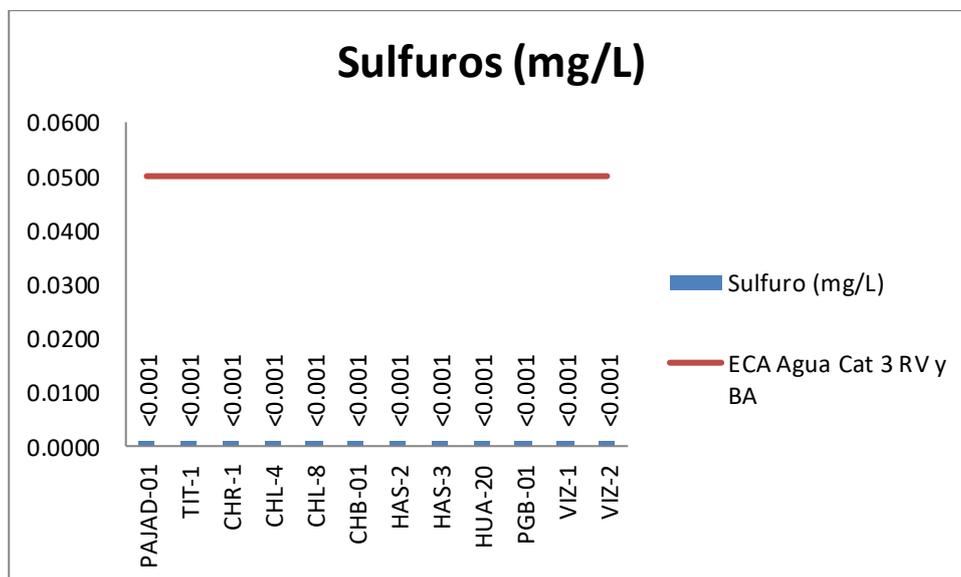


Gráfico 12. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Fluoruro

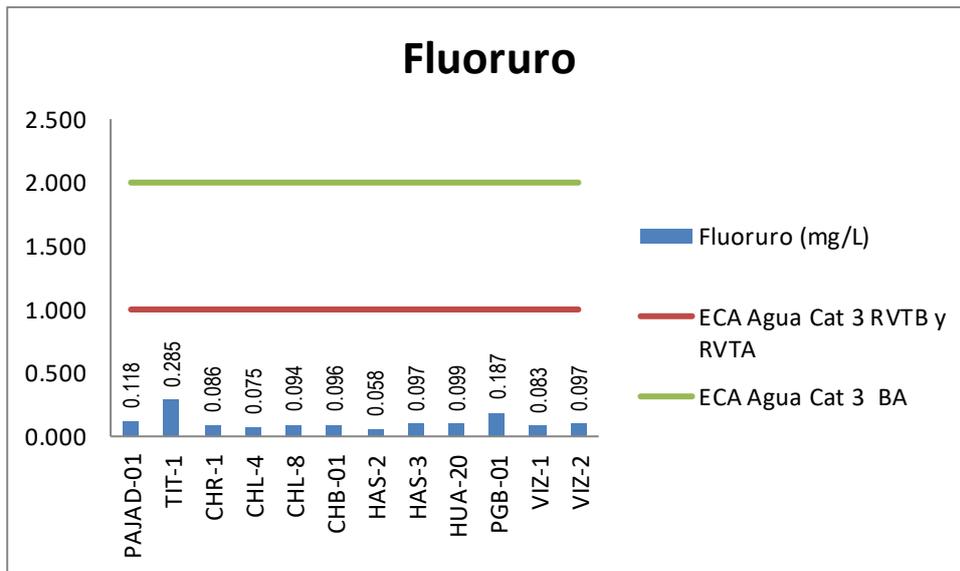


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

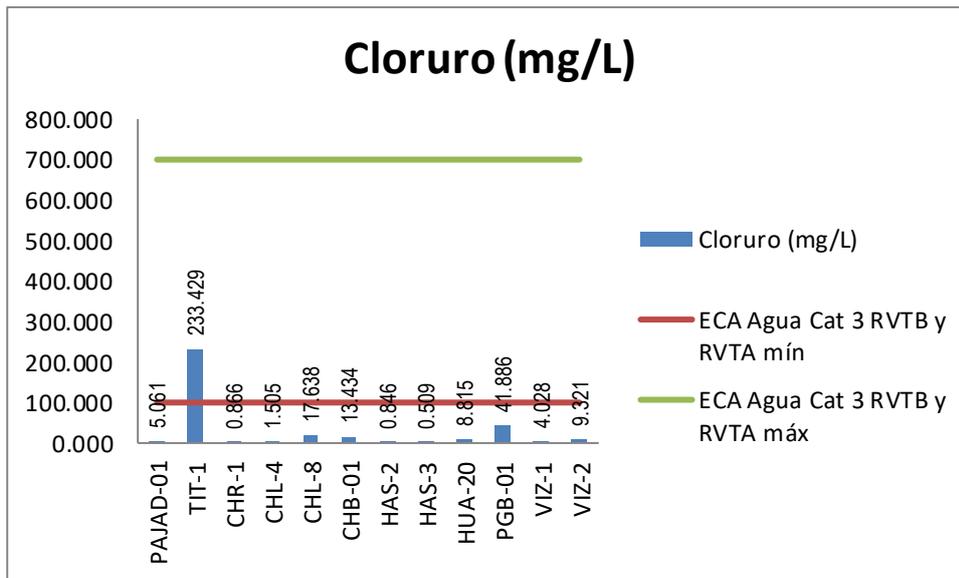


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

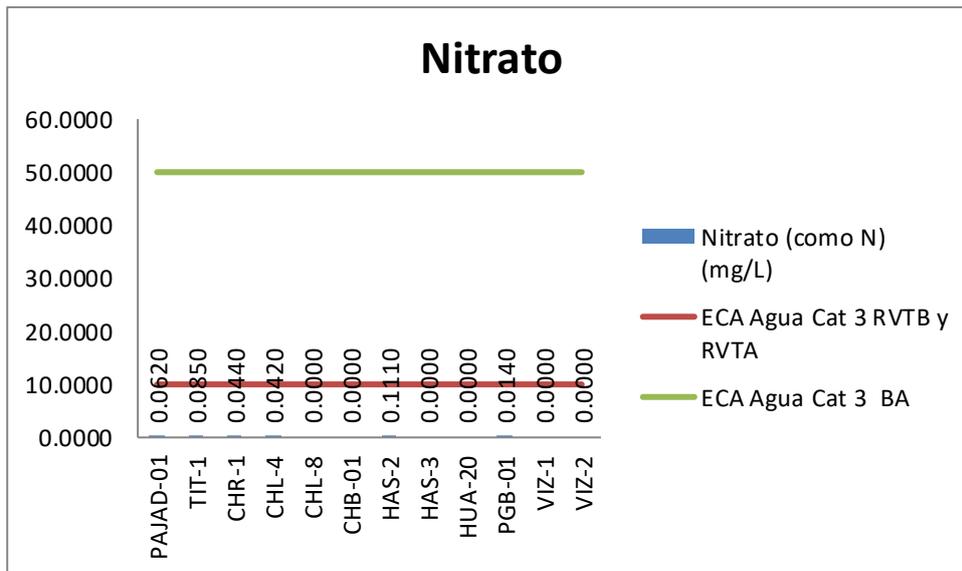


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de nitratos y nitritos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

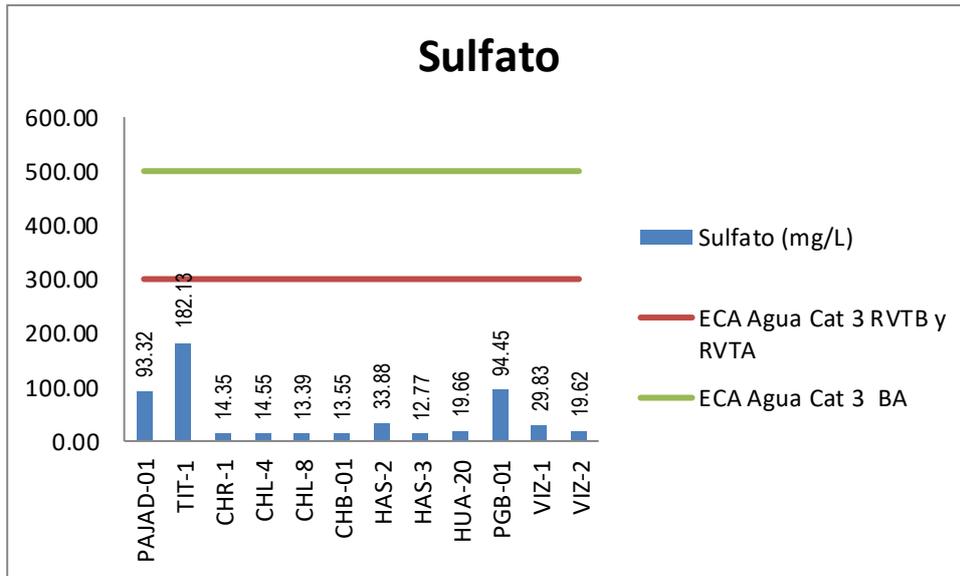


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

Los sulfatos en el agua son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e Ilo realizado por el INRENA Jun-2004 se encontró que las aguas son de naturaleza sulfatada o bicarbonatada cálcica, siendo la presencia de los sulfatos significativa. El ECA Agua Categoría 3 para riego de vegetales es 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

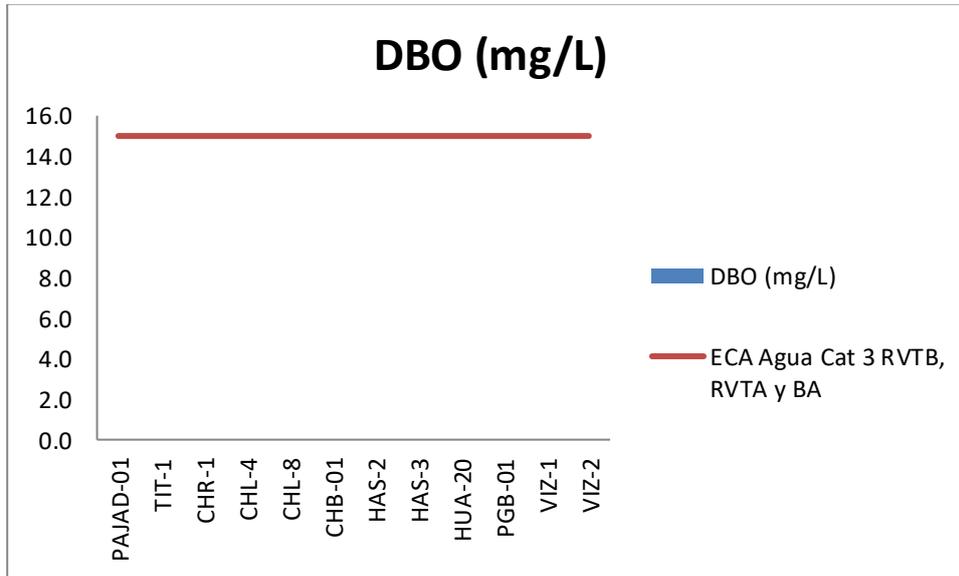


Gráfico 17. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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

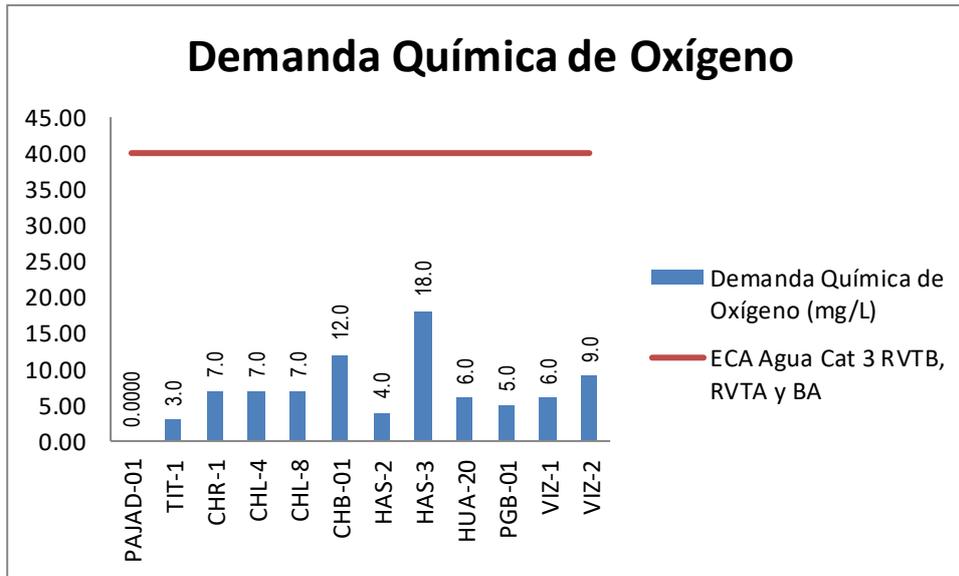


Gráfico 17. Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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 O₂/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

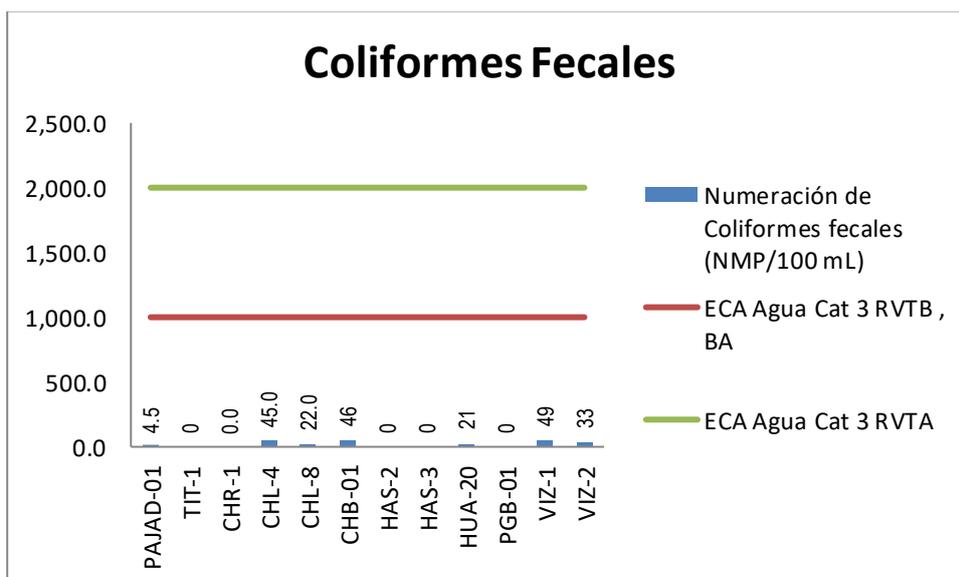
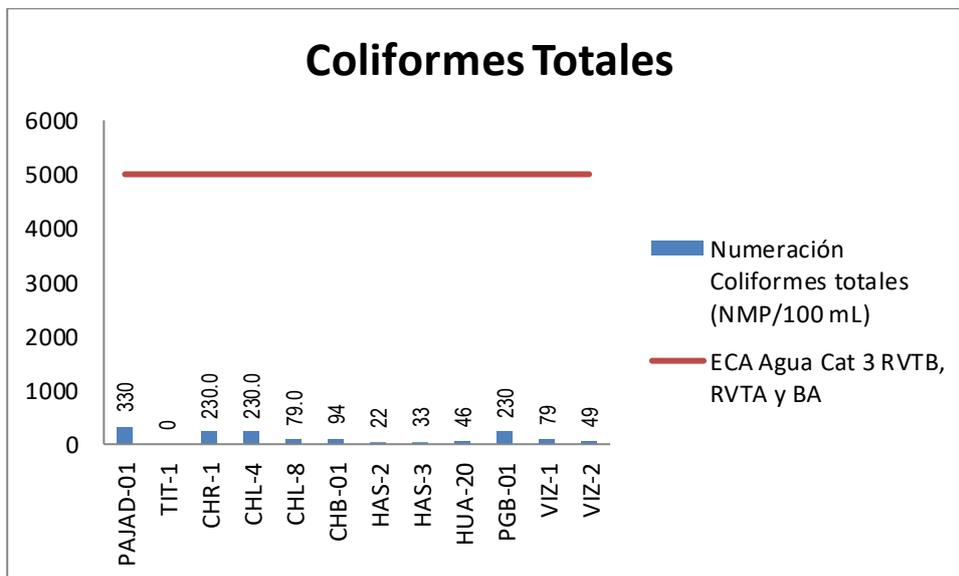


Gráfico 18 y 19. Variación espacial de la numeración de coliformes totales y fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

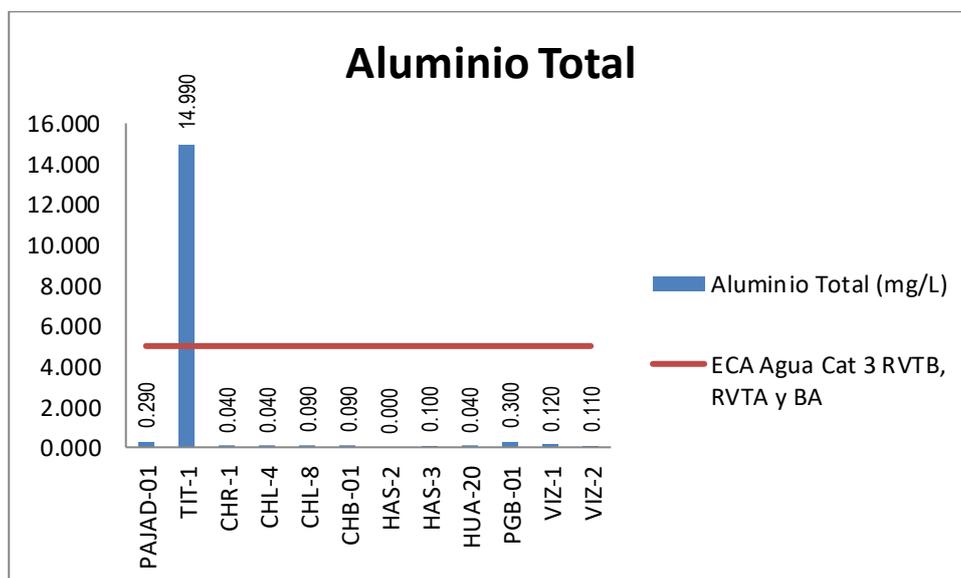


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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 está 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

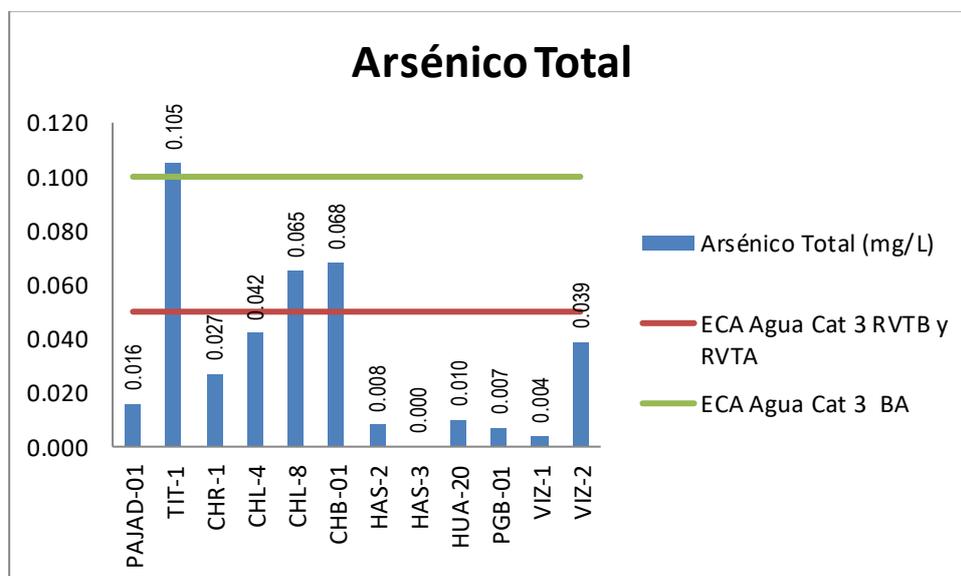


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP 3 Abril 2015 época húmeda

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

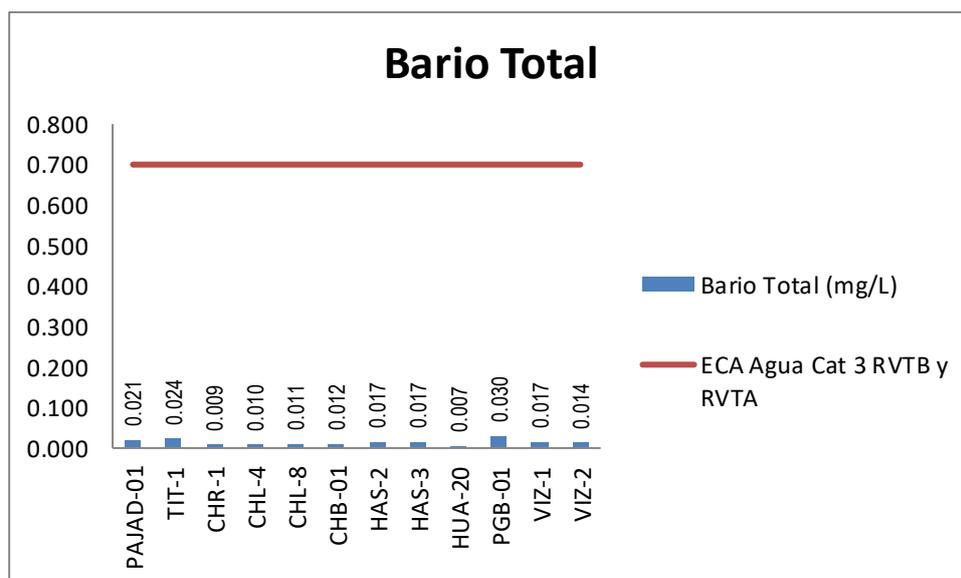


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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

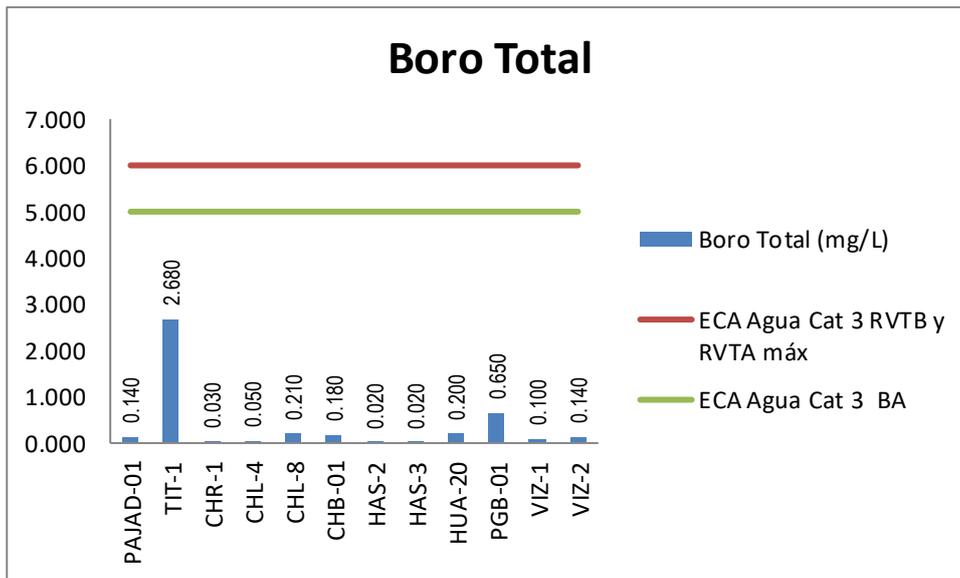


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

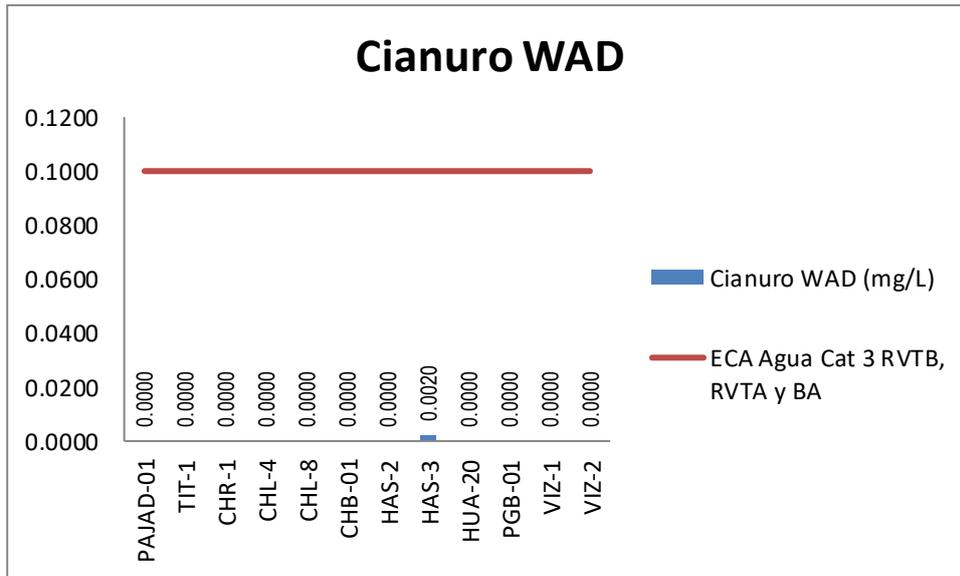


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

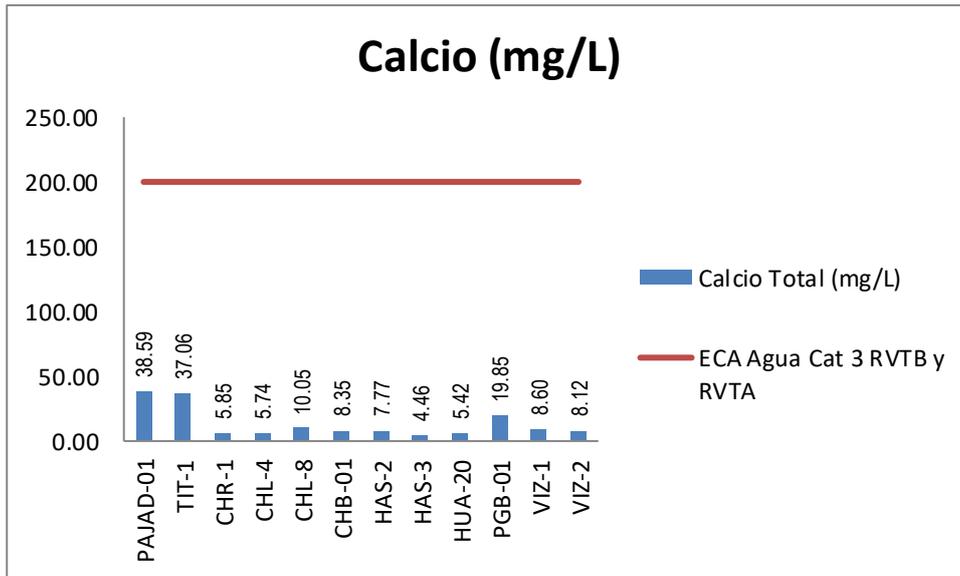


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

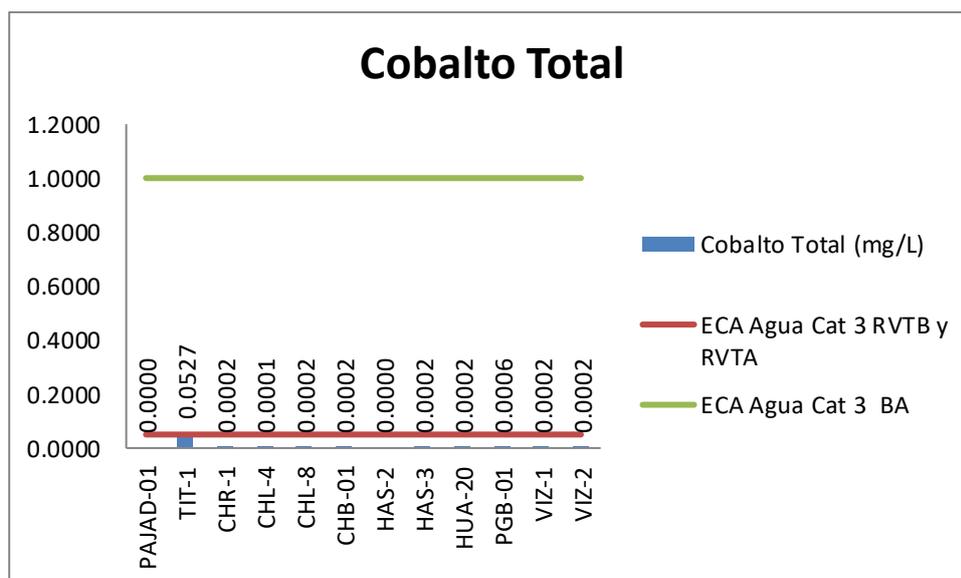


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

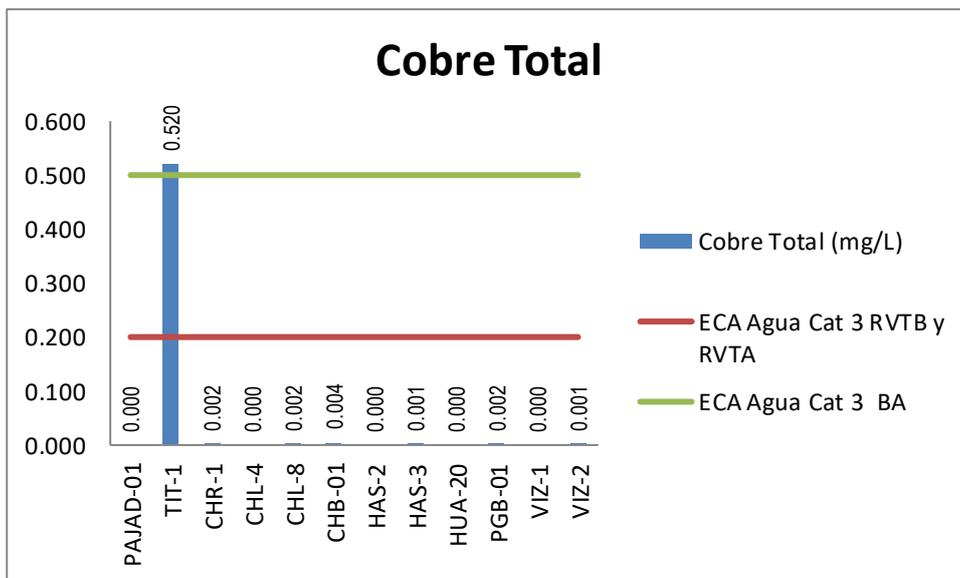


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua-del MAP III abril 2015

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

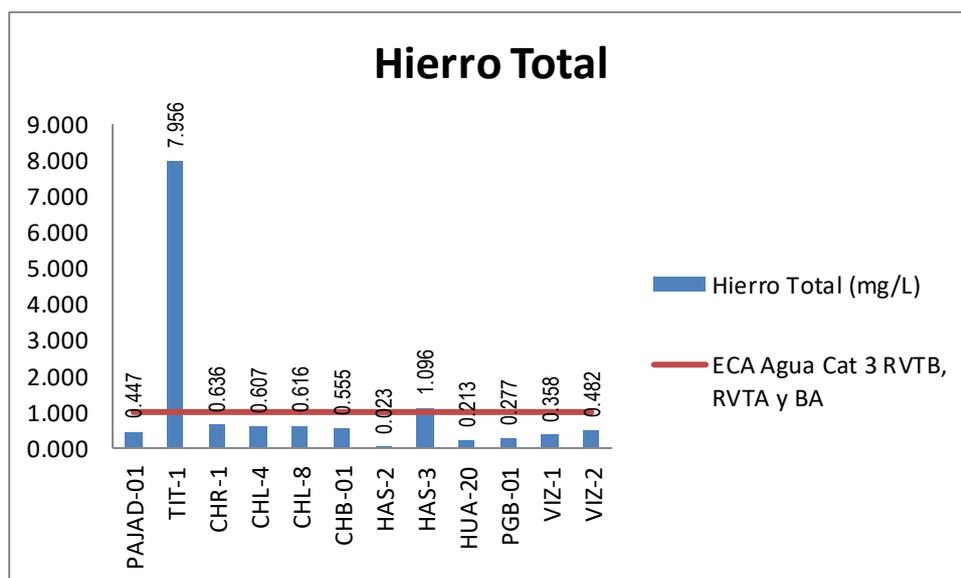


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

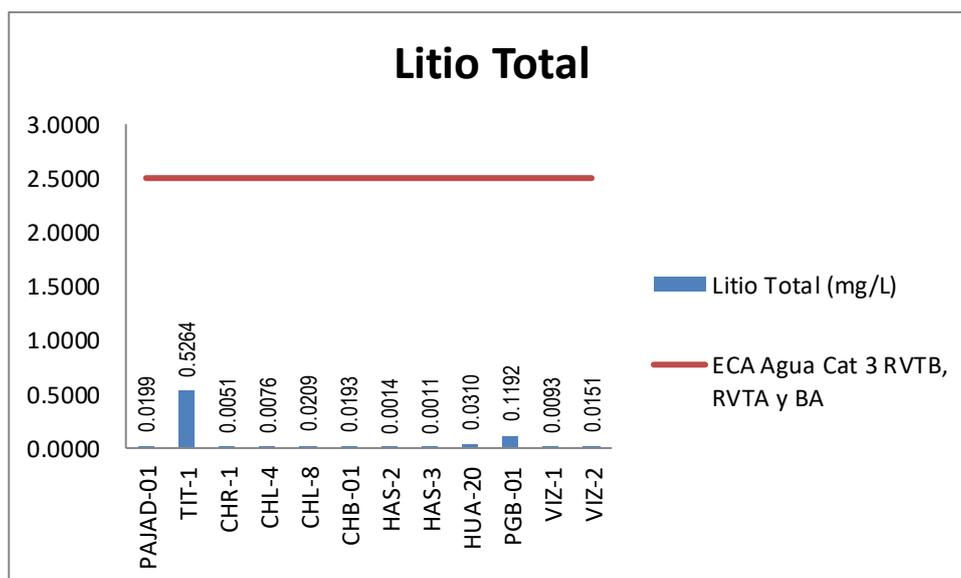


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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

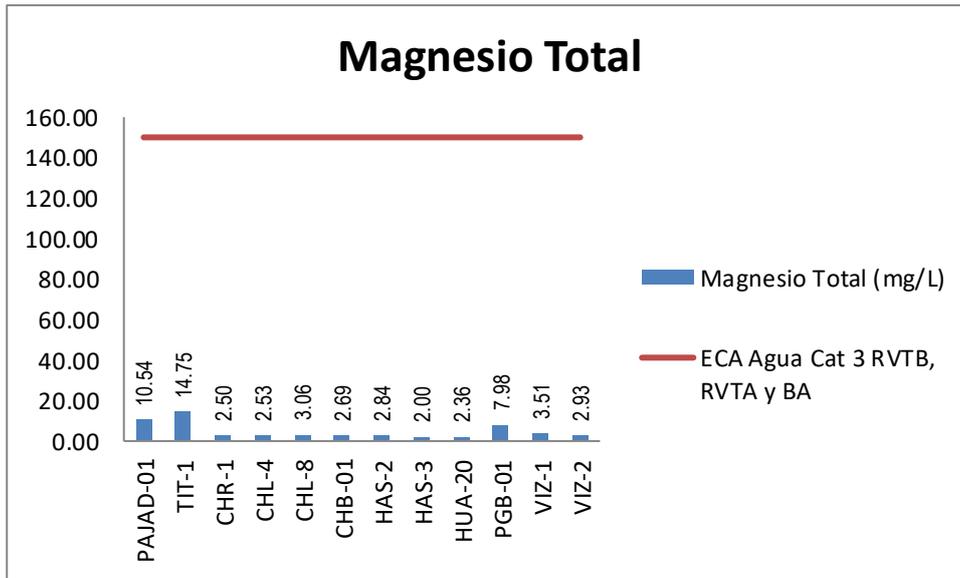


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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

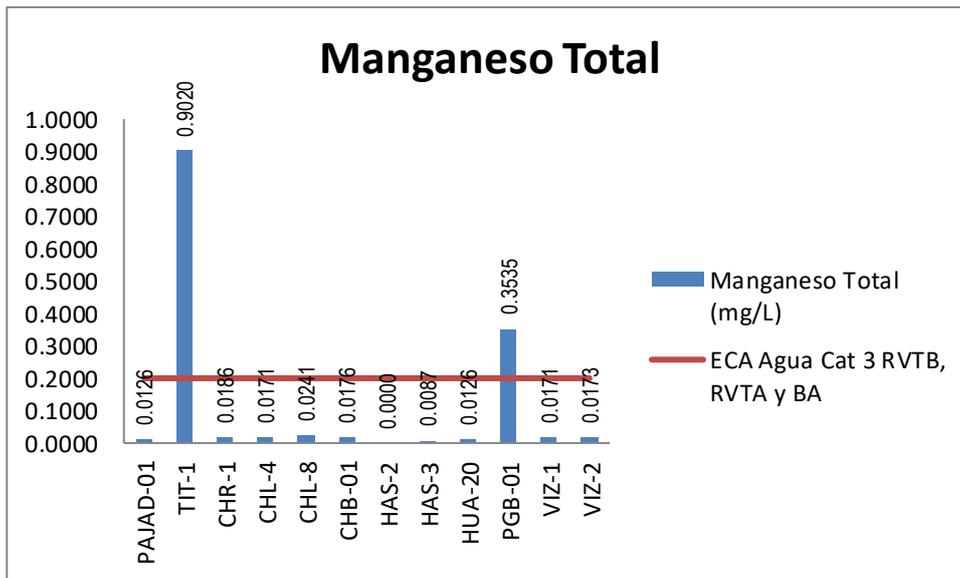


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015.

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

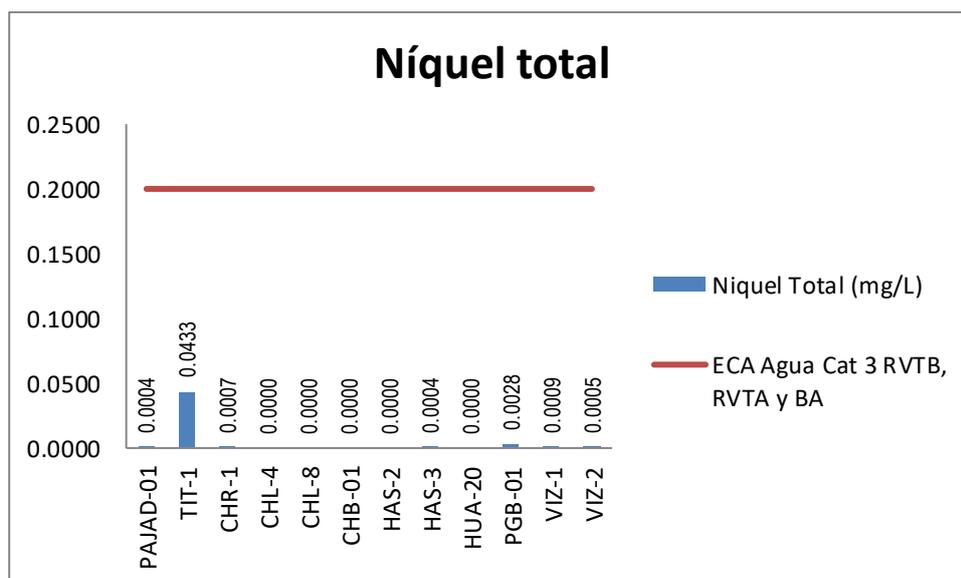


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

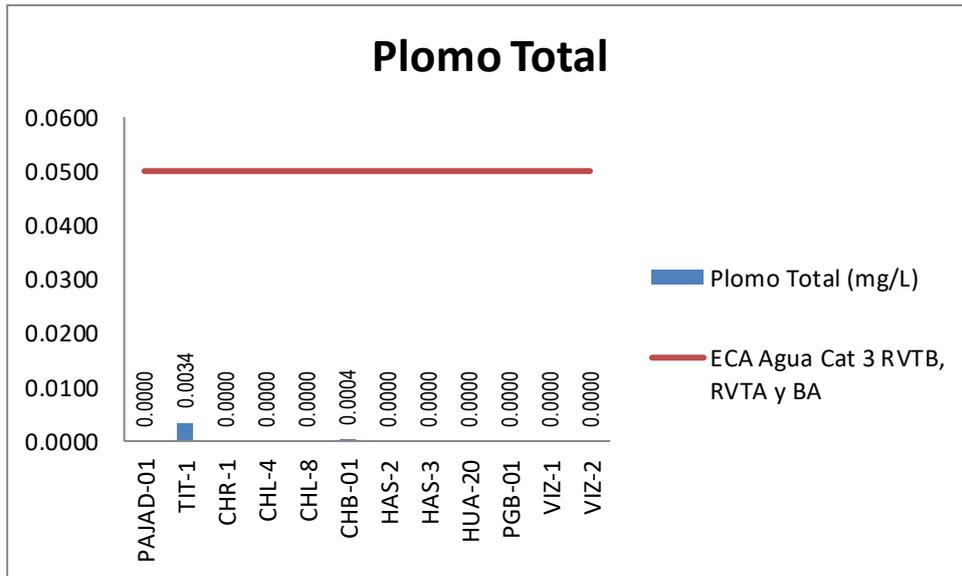


Gráfico 33. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

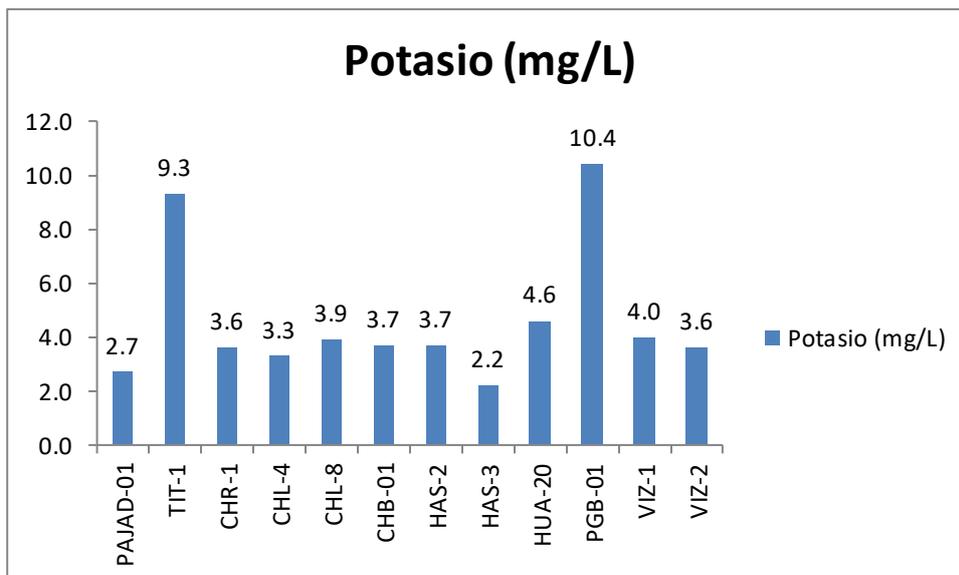


Gráfico 34. Variación espacial del contenido de potasio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

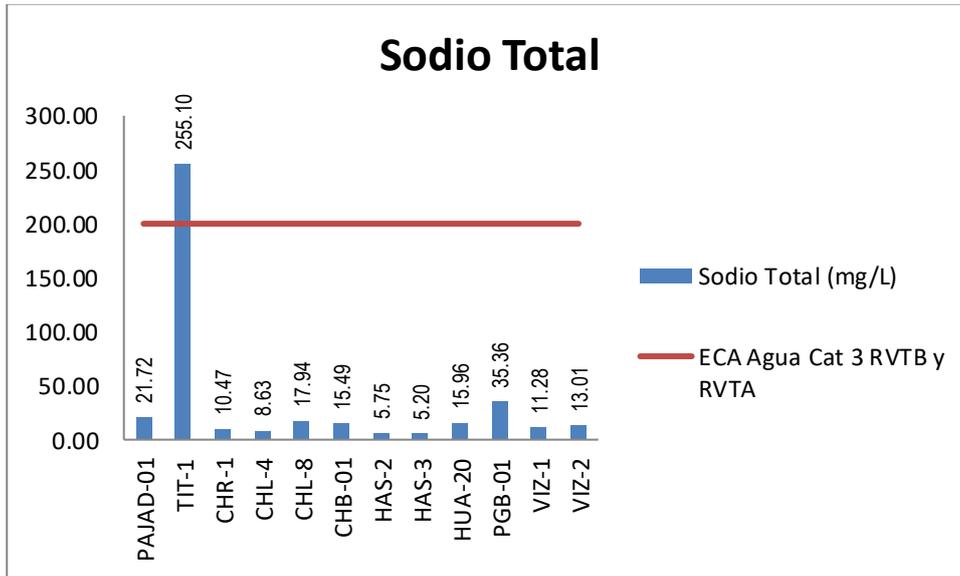


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

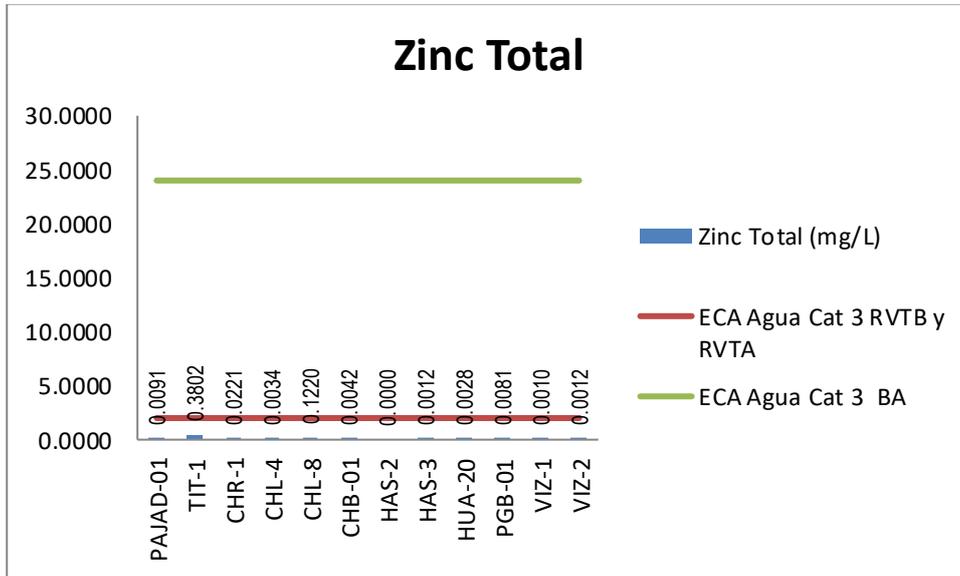


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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

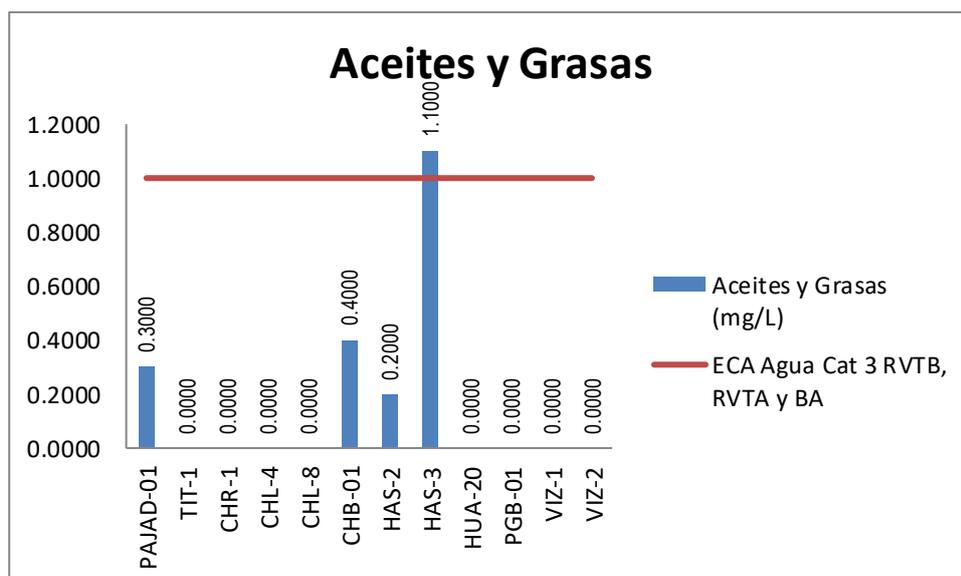


Gráfico 37. Variación Espacial del contenido de Aceites y Grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento de agua- del MAP III abril 2015

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.

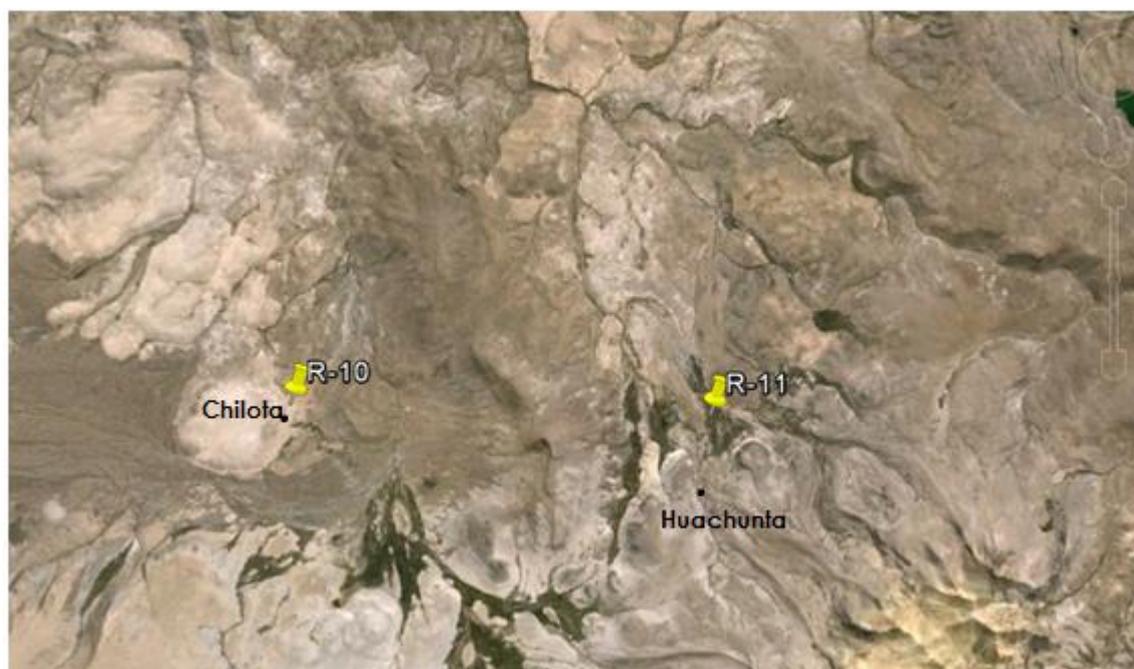


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones - zona de abastecimiento de agua -MAP III abril 2015

7.2.2. Resultados del análisis del ruido y vibraciones

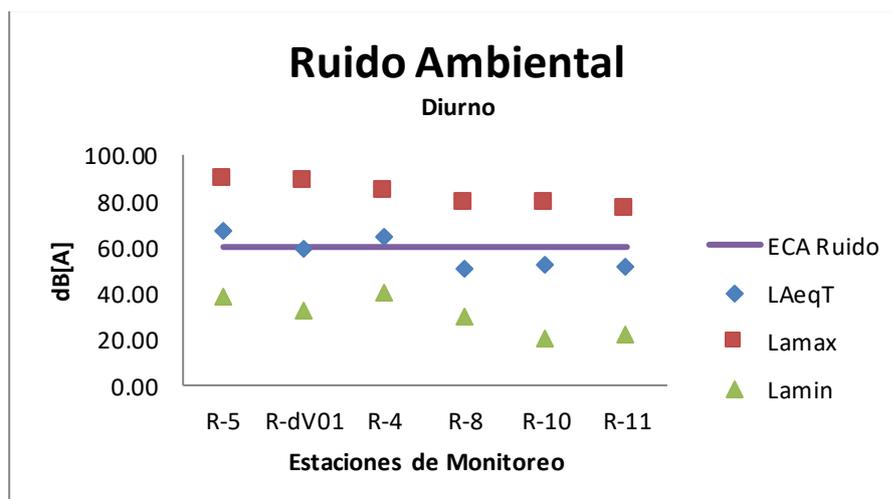
Tabla 12a: Resultados del análisis de ruido

| 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



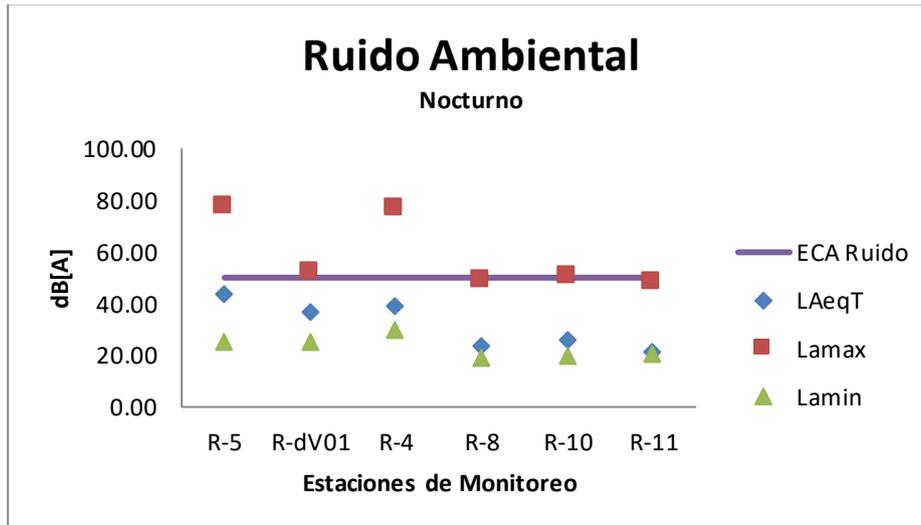


Gráfico 38 y 39. Variación espacial del ruido de las diferentes estaciones de monitoreo del MAP III abril 2015

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.

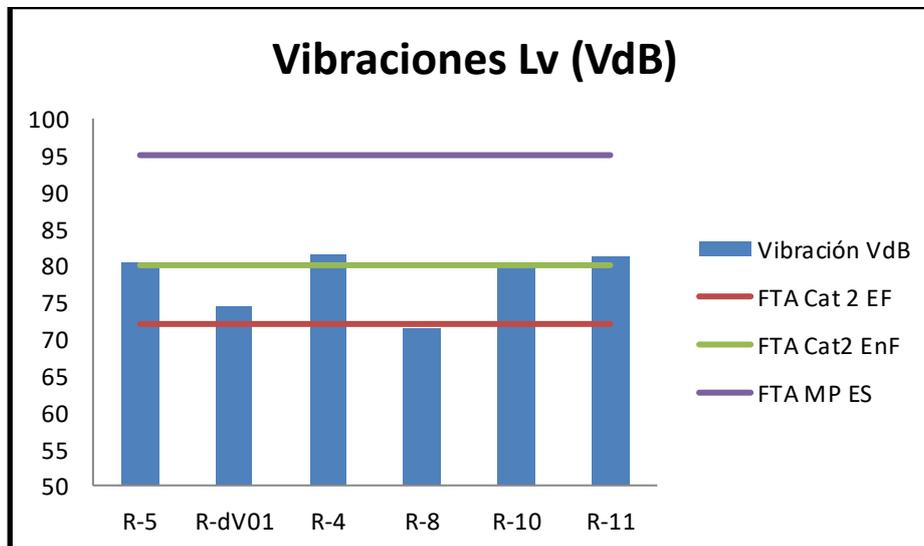


Gráfico 40. Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo del MAP III abril 2015.

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

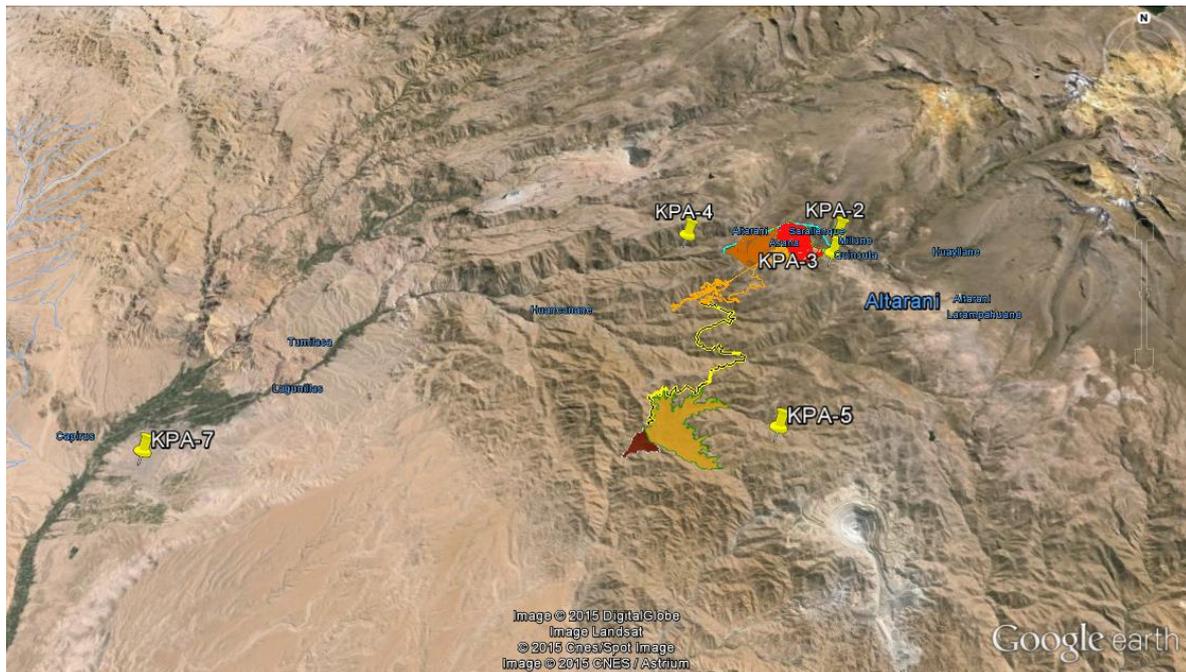


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire - zona de operaciones MAP III
abril 2015

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 | -- | -- | 360 | -- | -- | 10 | | | 200 |
| Material Particulado PM-10 Alto Volumen (ug/m ³) | 01 | 12 | -- | -- | 22 | -- | -- | 210 | -- | -- | 428 | -- | -- | 696 | -- | -- | 150 | | |
| Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen (ug/m ³) | 2 | 9 | -- | -- | 154 | -- | -- | 68 | -- | -- | 152 | -- | -- | 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

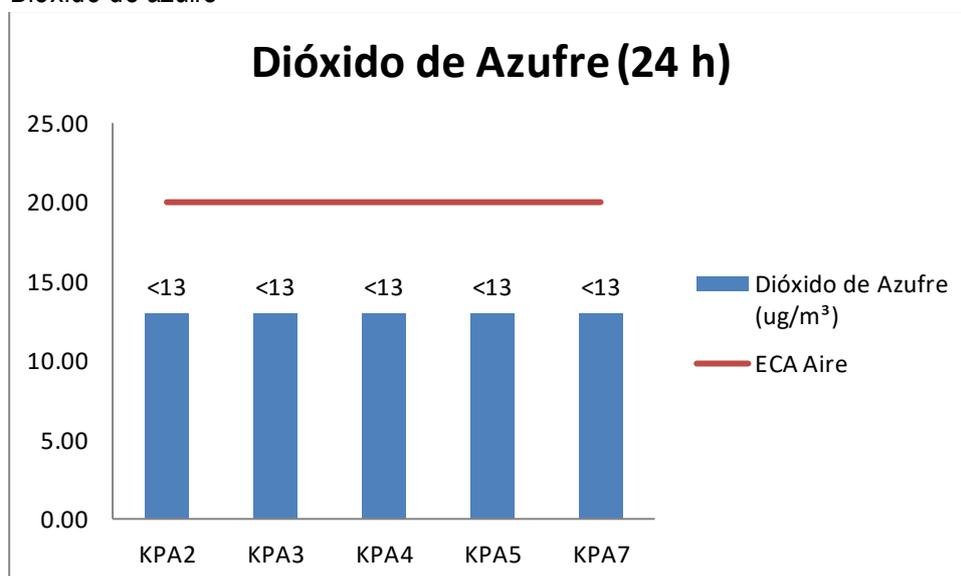


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III Abril 2015 época húmeda.

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

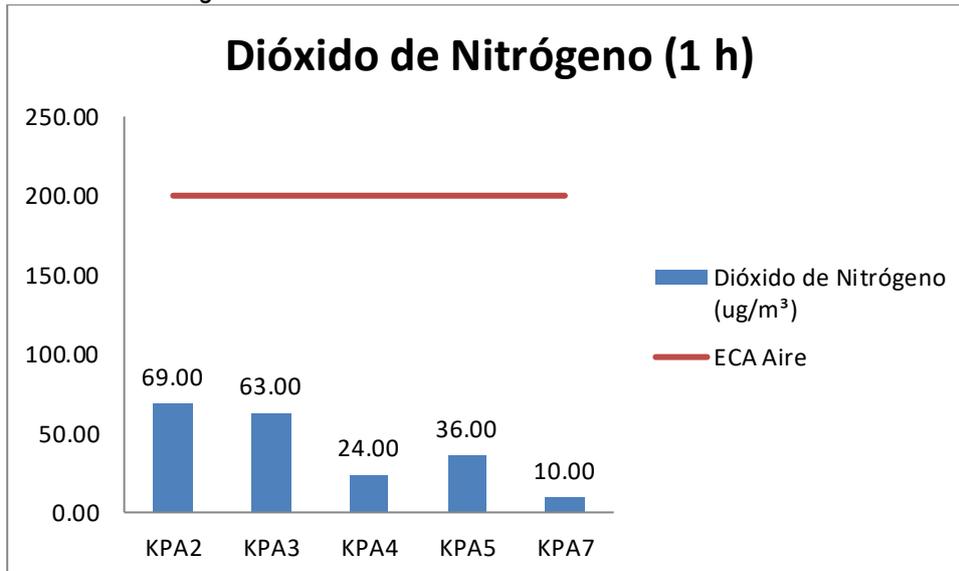


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015 época húmeda.

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.

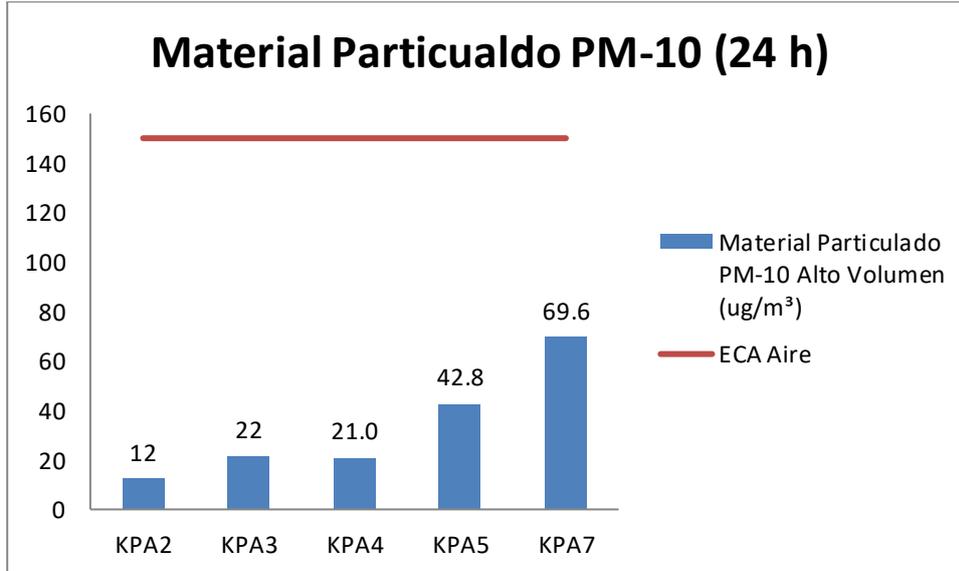
Material Particulado menor a 10 μm 

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.

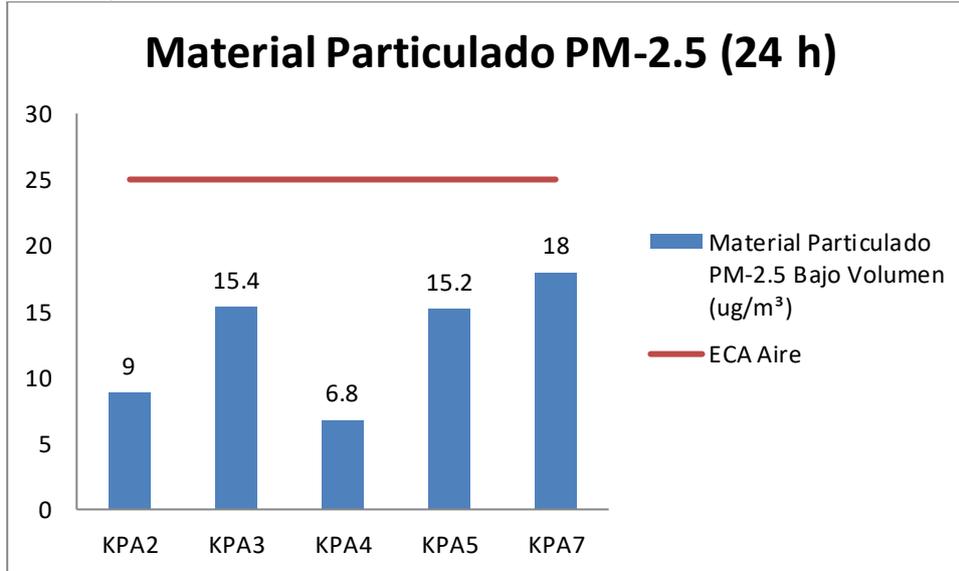
Material particulado menor a 2.5 μm 

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

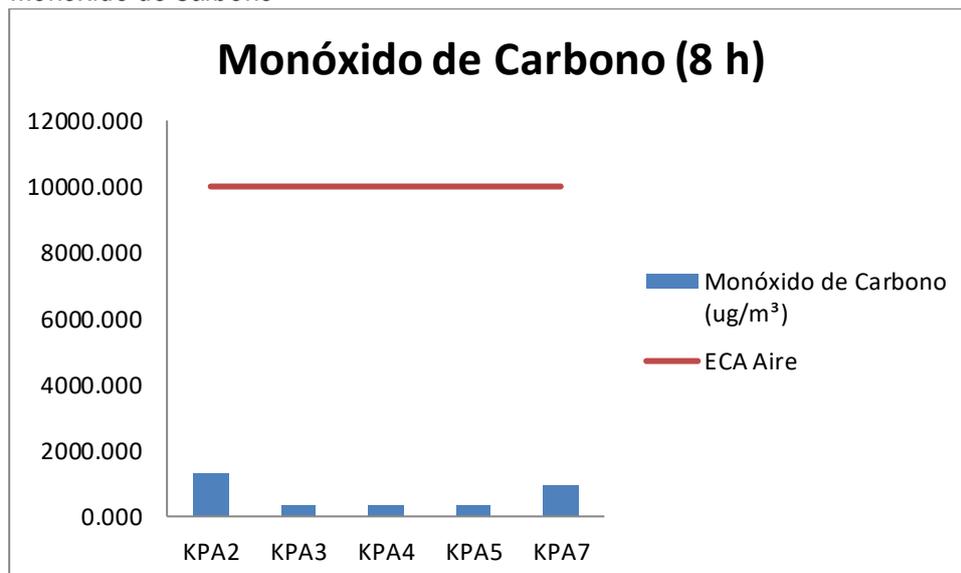


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP III abril 2015

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.

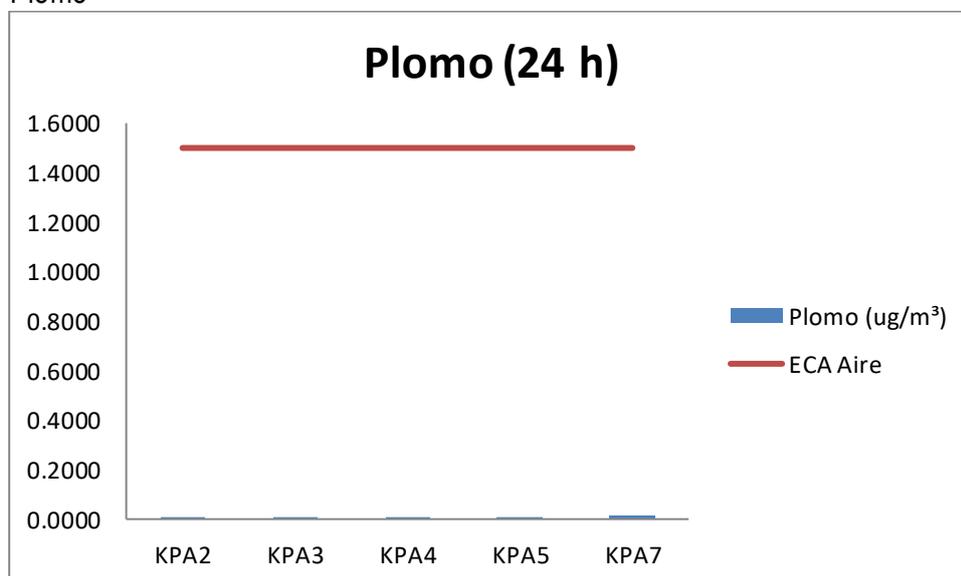
Plomo

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

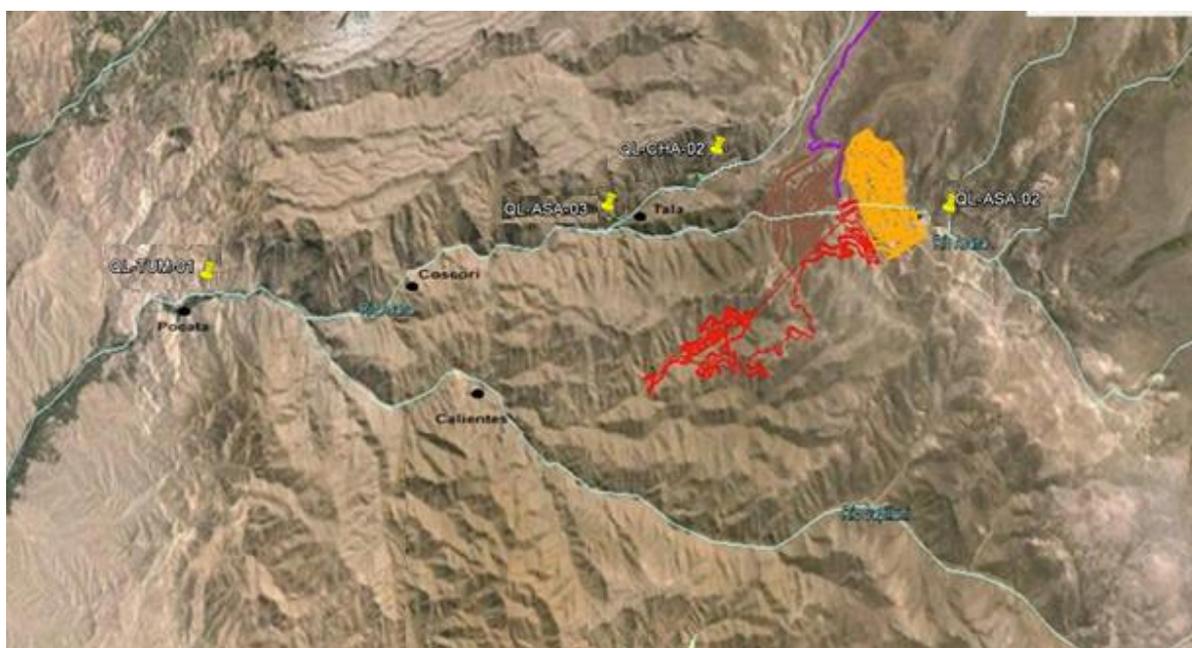


Figura 06. Ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico - área de abastecimiento de agua - MAP III abril 2015

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.

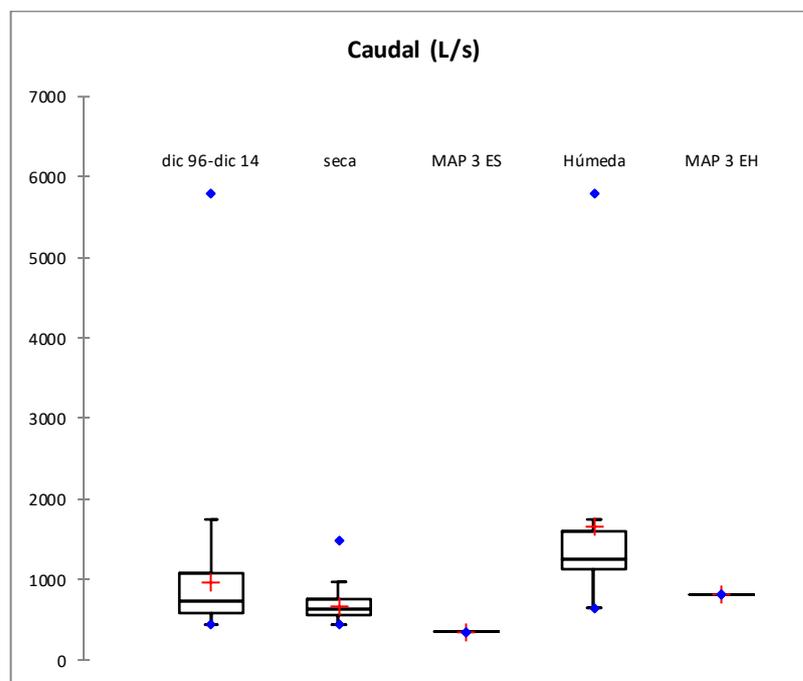
Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de agua superficial - área de abastecimiento de agua - de las estaciones de monitoreo medidos en abril del 2015 con la data disponible del EIA y monitoreo de la empresa AAQ. Se presenta como ejemplo de diagramas los resultados de la estación CHL-8, 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)



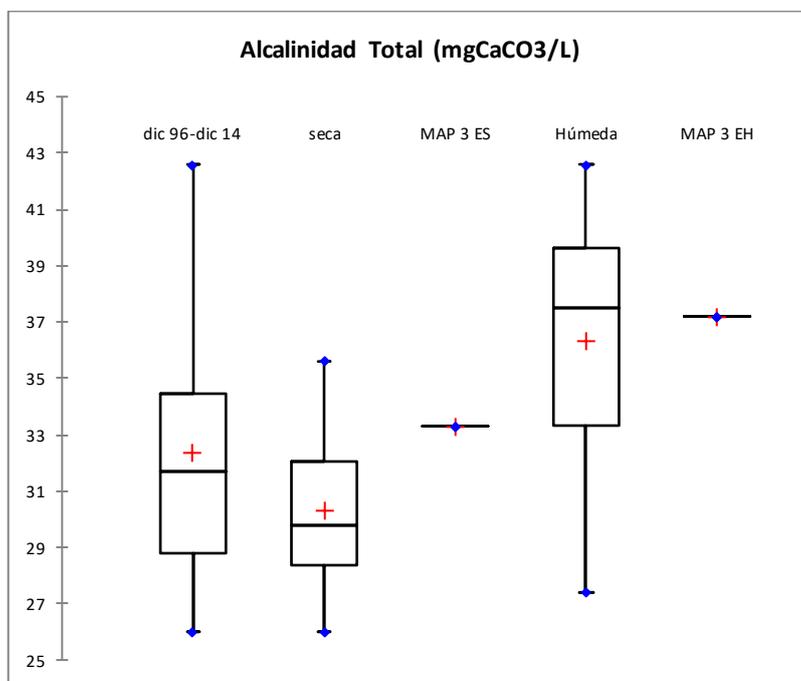
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 438.000 | 438.000 | | 647.000 | |
| Máximo | 5796.860 | 1480.000 | | 5796.860 | |
| 1° Cuartil | 592.500 | 549.428 | | 1128.500 | |
| 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)

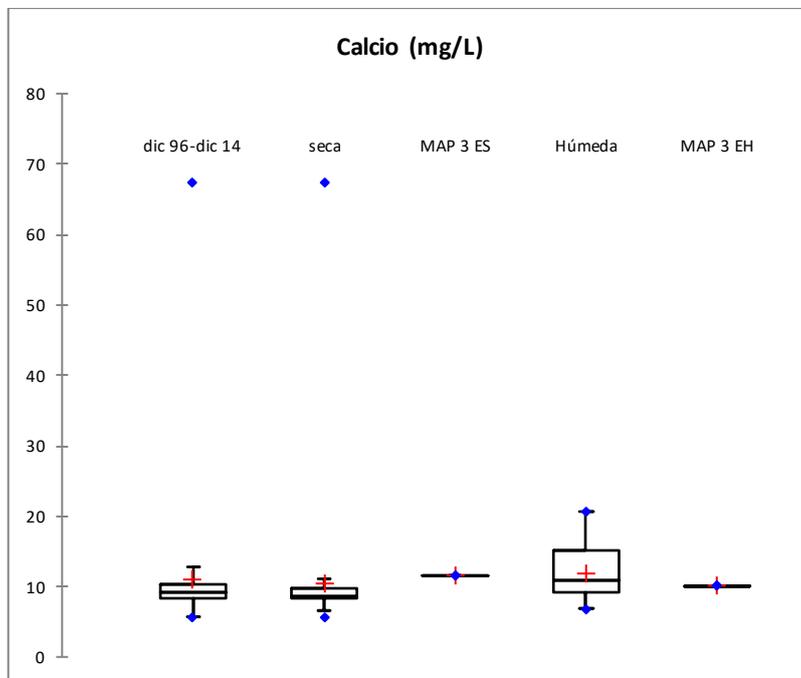


| | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 26.000 | 26.000 | | 27.400 | |
| Máximo | 42.600 | 35.600 | | 42.600 | |
| 1° Cuartil | 28.800 | 28.350 | | 33.350 | |
| Mediana | 31.700 | 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)



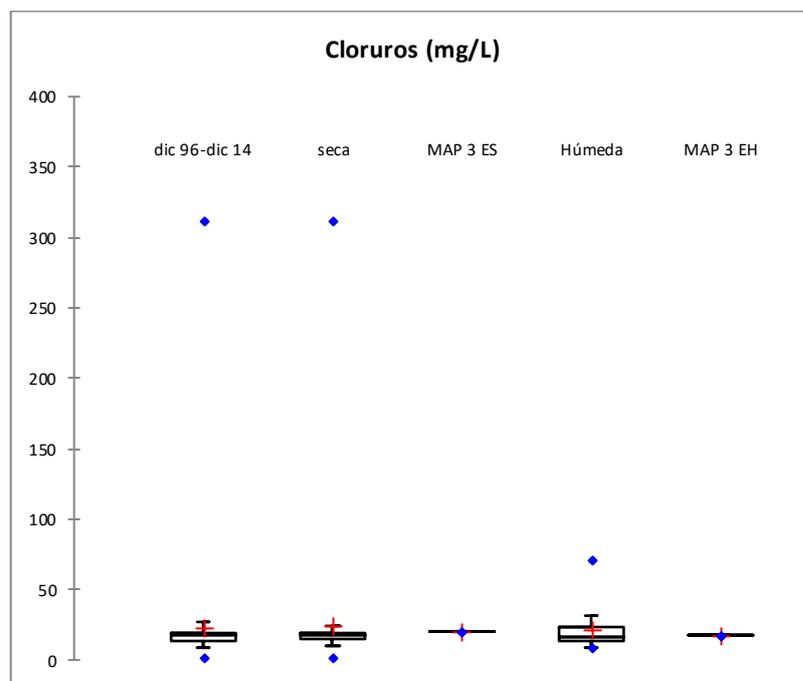
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 5.700 | 5.700 | | 6.900 | |
| Máximo | 67.400 | 67.400 | | 20.650 | |
| 1° Cuartil | 8.348 | 8.333 | | 9.203 | |
| Mediana | 9.260 | 8.685 | | 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)

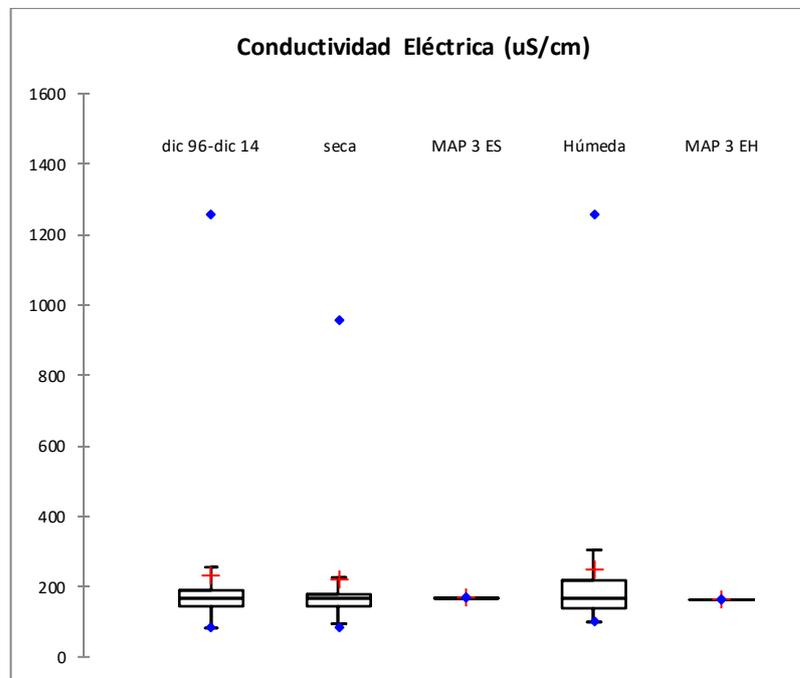


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.800 | 0.800 | | 8.705 | |
| Máximo | 312.200 | 312.200 | | 70.720 | |
| 1° Cuartil | 14.180 | 15.218 | | 13.525 | |
| Mediana | 17.150 | 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)



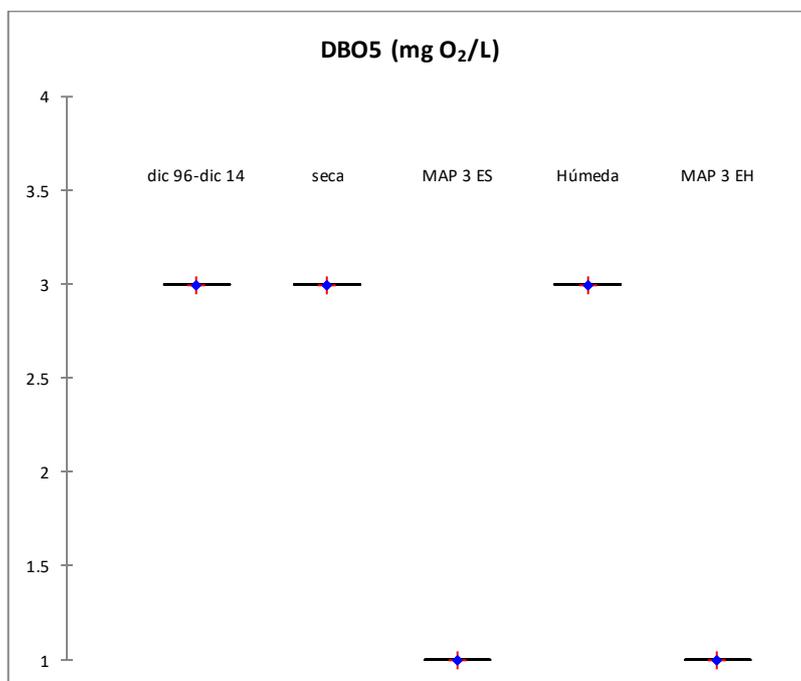
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|----------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 82.000 | 82.000 | | 99.000 | |
| Máximo | 1257.000 | 957.000 | | 1257.000 | |
| 1° Cuartil | 142.000 | 143.875 | | 140.875 | |
| Mediana | 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



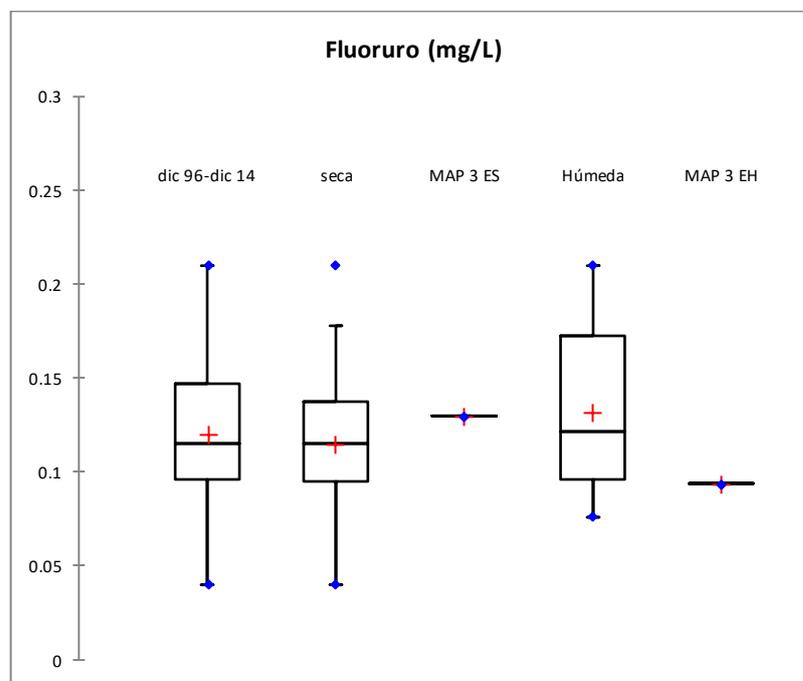
| | dic 96-dic 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
|------------|------------------|-------|----------|--------|----------|
| Mínimo | 3.000 | 3.000 | | 3.000 | |
| Máximo | 3.000 | 3.000 | | 3.000 | |
| 1° Cuartil | 3.000 | 3.000 | | 3.000 | |
| Mediana | 3.000 | 3.000 | | 3.000 | |
| 3° Cuartil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

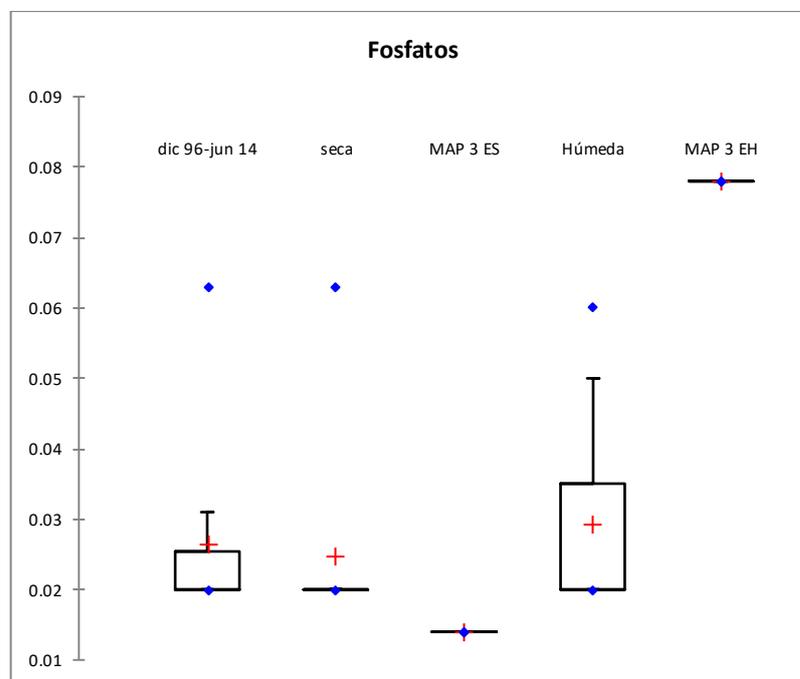


| Estadístico | dic 96-dic | | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | | | |
| Mínimo | 0.040 | 0.040 | | 0.076 | |
| Máximo | 0.210 | 0.210 | | 0.210 | |
| 1° Cuartil | 0.096 | 0.096 | | 0.096 | |
| Mediana | 0.116 | 0.115 | | 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)



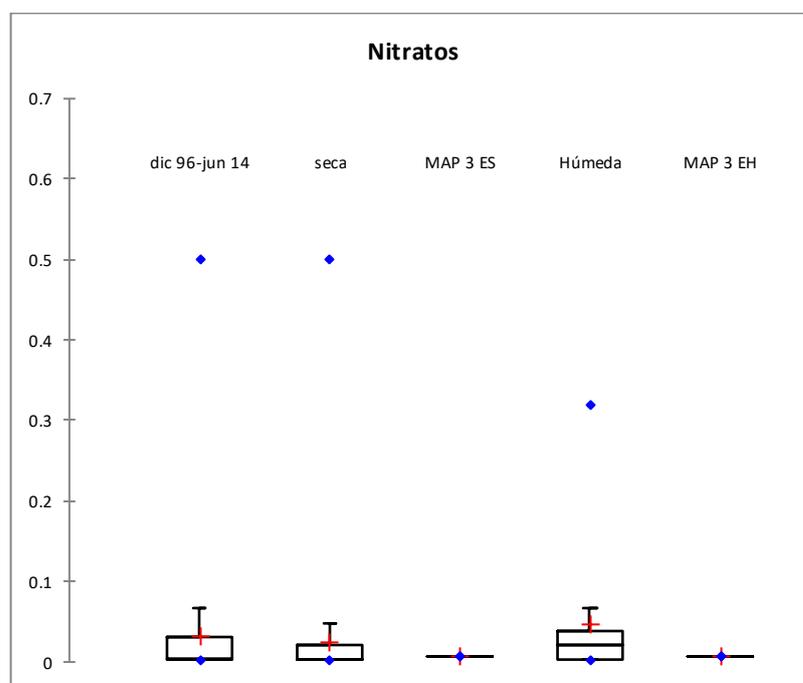
| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.020 | 0.020 | | 0.020 | |
| Máximo | 0.063 | 0.063 | | 0.060 | |
| 1° Cuartil | 0.020 | 0.020 | | 0.020 | |
| Mediana | 0.020 | 0.020 | | 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



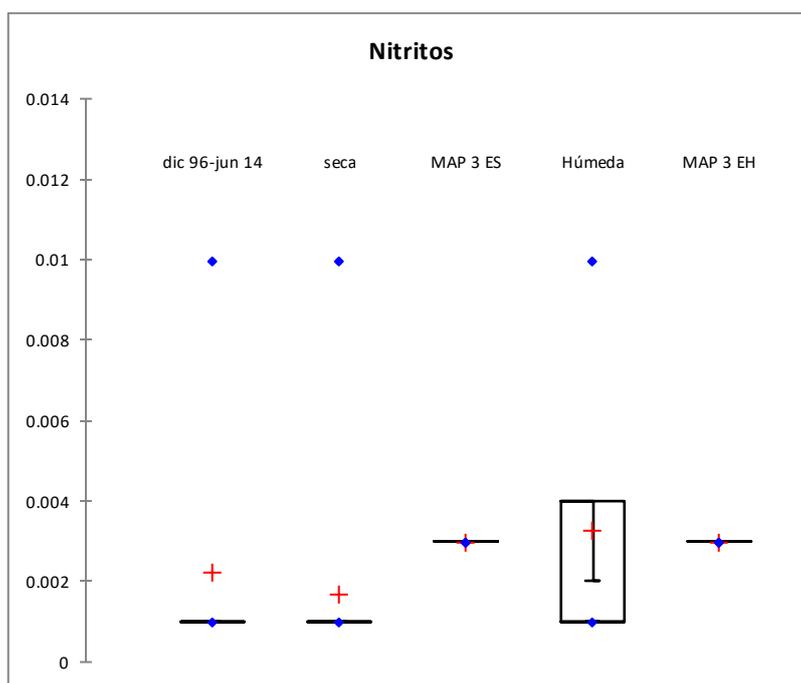
| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.003 | 0.003 | | 0.003 | |
| Máximo | 0.500 | 0.500 | | 0.320 | |
| 1° Cuartil | 0.003 | 0.003 | | 0.003 | |
| Mediana | 0.004 | 0.003 | | 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

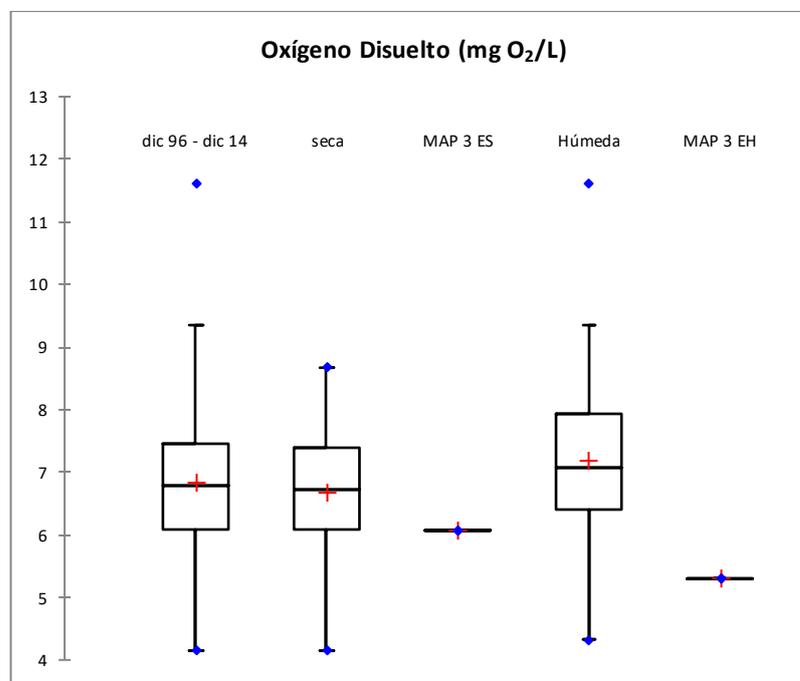


| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | |
| Máximo | 0.010 | 0.010 | | 0.010 | |
| 1° Cuartil | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | |
| Mediana | 0.001 | 0.001 | | 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)

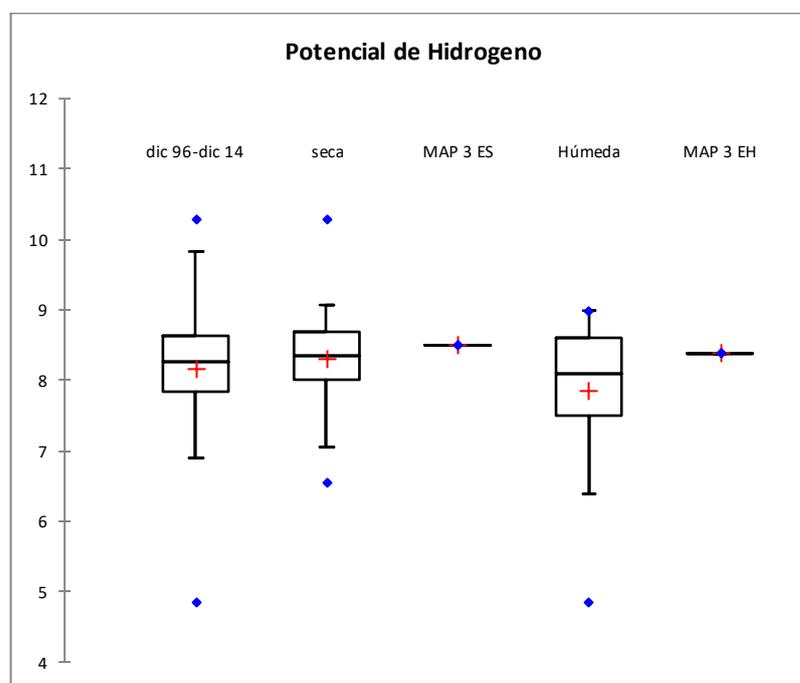


| | dic 96 - dic | | | | |
|-------------|--------------|-------|----------|--------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 4.150 | 4.150 | | 4.330 | |
| Máximo | 11.600 | 8.670 | | 11.600 | |
| 1° Cuartil | 6.078 | 6.078 | | 6.393 | |
| Mediana | 6.775 | 6.715 | | 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)

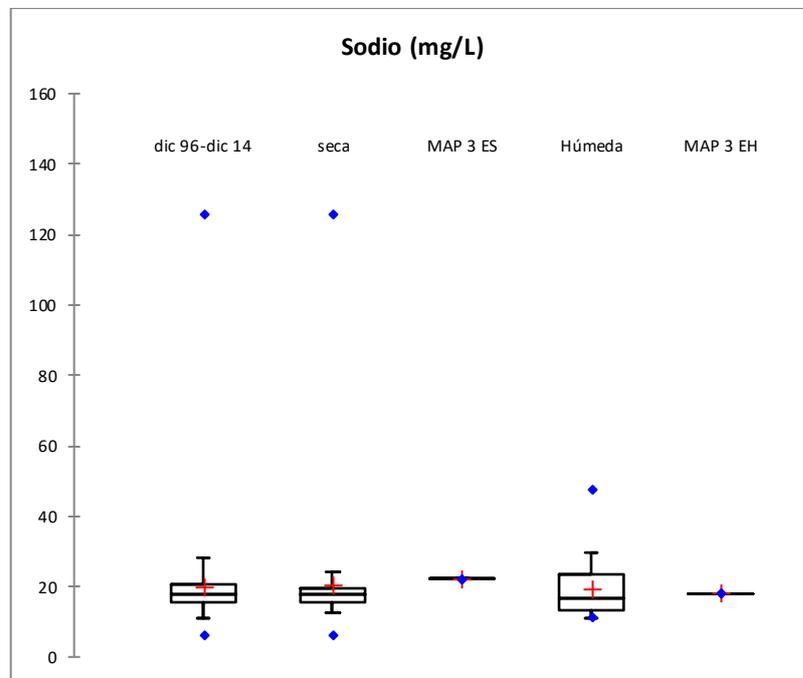


| Estadístico | dic 96-dic | | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | | | |
| Mínimo | 4.860 | 6.560 | | 4.860 | |
| Máximo | 10.280 | 10.280 | | 8.990 | |
| 1° Cuartil | 7.830 | 8.000 | | 7.488 | |
| Mediana | 8.275 | 8.345 | | 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)

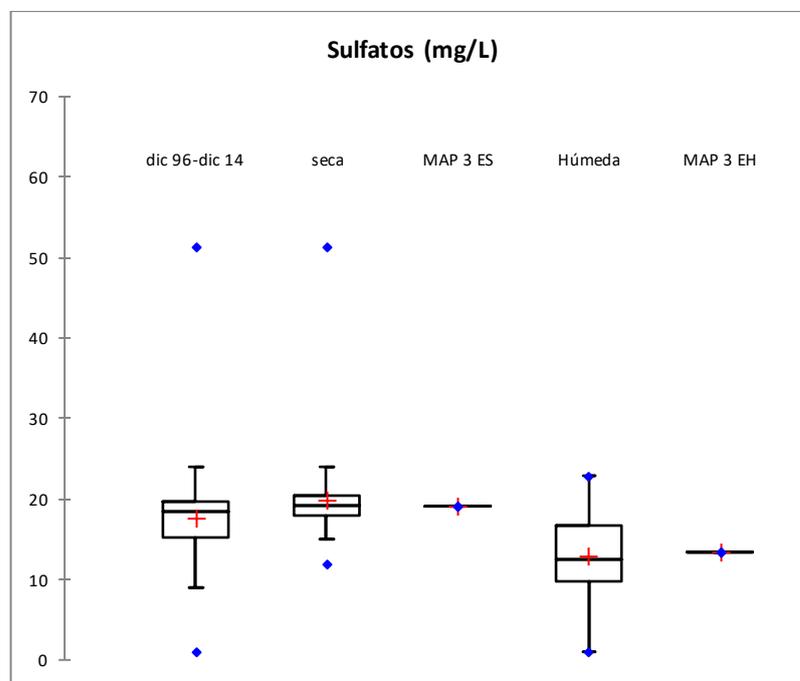


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 6.000 | 6.000 | | 11.000 | |
| Máximo | 125.800 | 125.800 | | 47.680 | |
| 1° Cuartil | 15.263 | 15.630 | | 13.390 | |
| Mediana | 17.620 | 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)



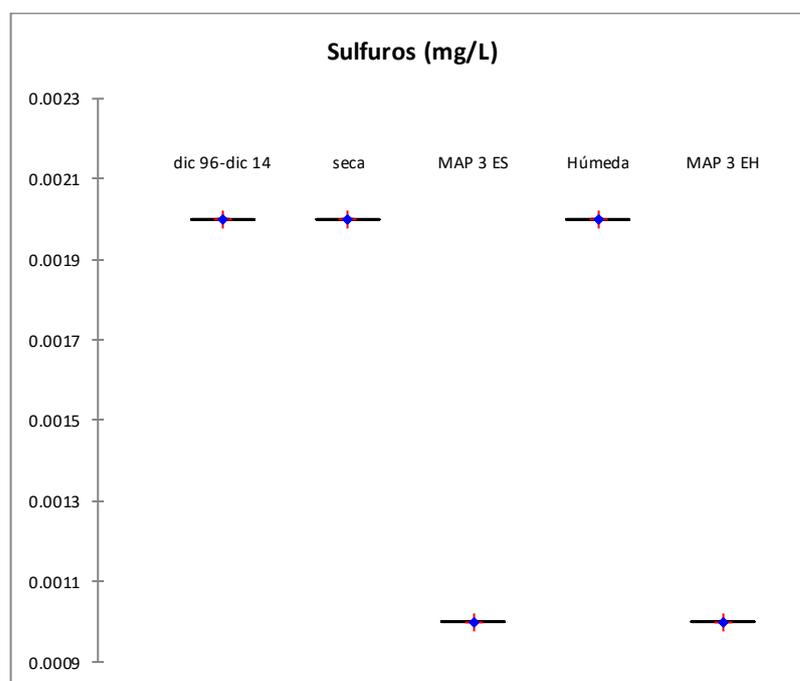
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 1.000 | 11.900 | | 1.000 | |
| Máximo | 51.260 | 51.260 | | 22.900 | |
| 1° Cuartil | 15.330 | 17.993 | | 9.750 | |
| Mediana | 18.485 | 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



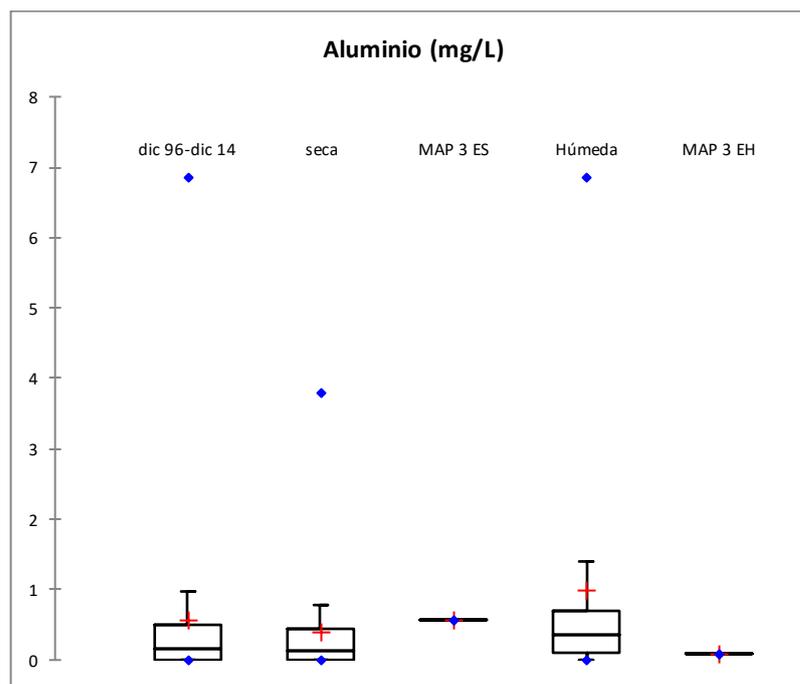
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.002 | 0.002 | | 0.002 | |
| Máximo | 0.002 | 0.002 | | 0.002 | |
| 1° Cuartil | 0.002 | 0.002 | | 0.002 | |
| Mediana | 0.002 | 0.002 |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

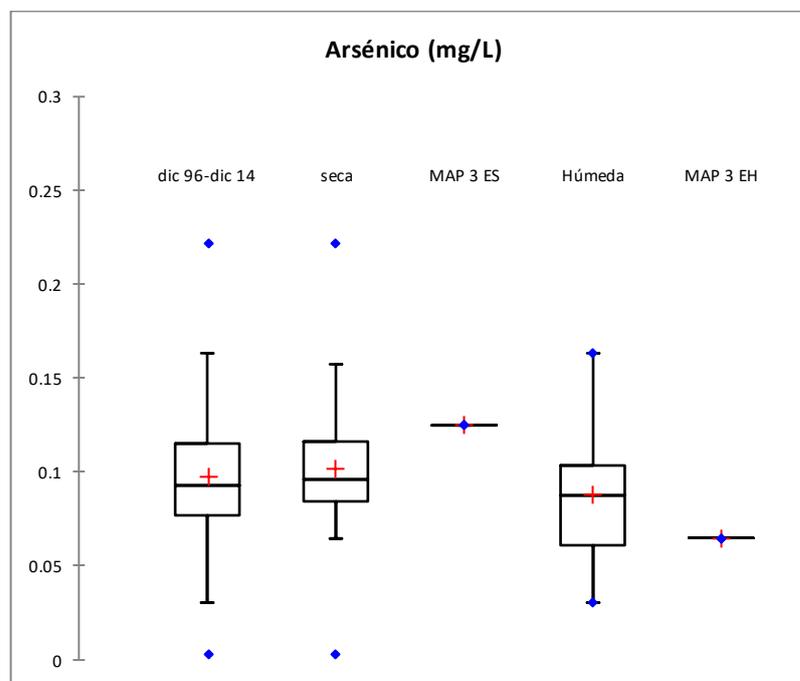


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | |
| Máximo | 6.858 | 3.788 | | 6.858 | |
| 1° Cuartil | 0.001 | 0.001 | | 0.117 | |
| Mediana | 0.152 | 0.137 | | 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)

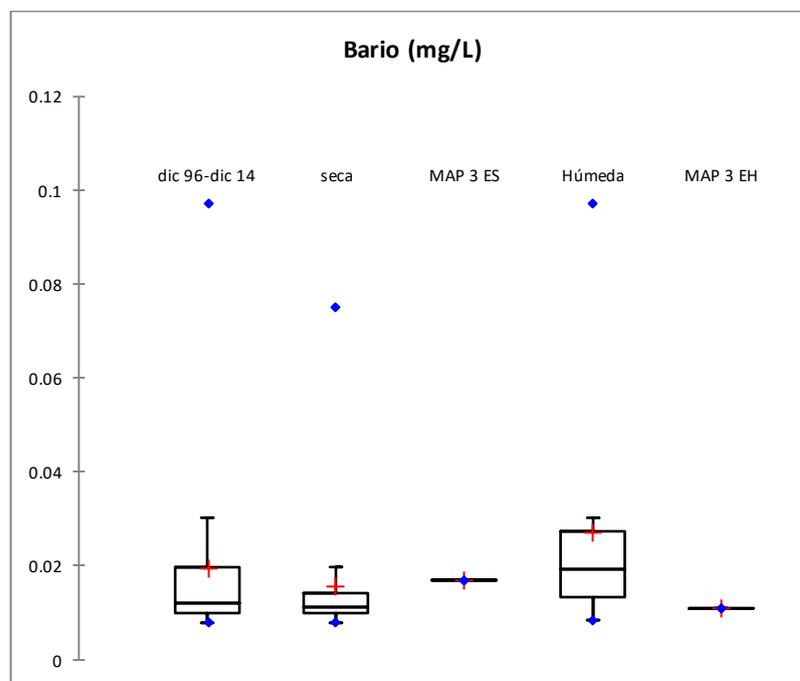


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.003 | 0.003 | | 0.031 | |
| Máximo | 0.222 | 0.222 | | 0.163 | |
| 1° Cuartil | 0.077 | 0.085 | | 0.062 | |
| Mediana | 0.093 | 0.096 | | 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)

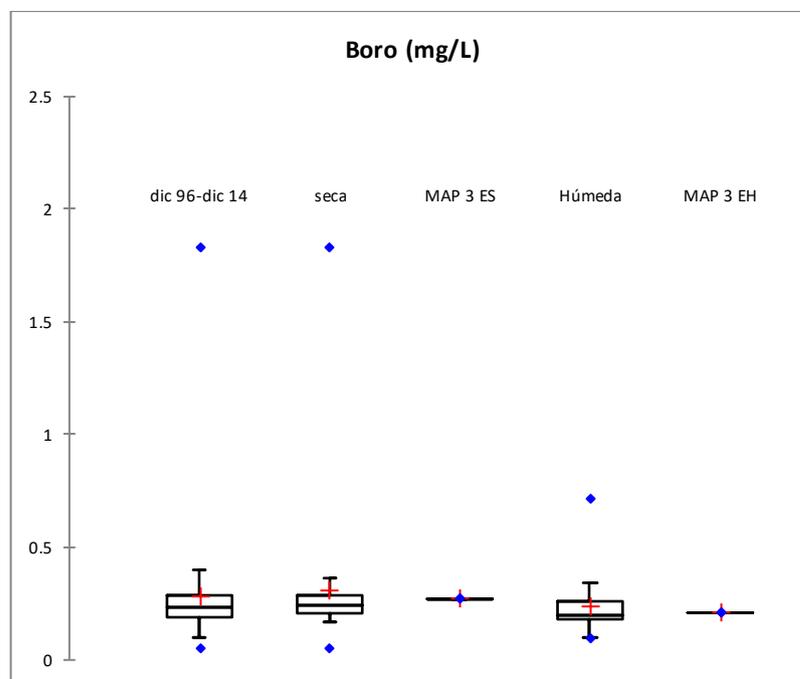


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.008 | 0.008 | | 0.009 | |
| Máximo | 0.097 | 0.075 | | 0.097 | |
| 1° Cuartil | 0.010 | 0.010 | | 0.013 | |
| Mediana | 0.012 | 0.011 | | 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)



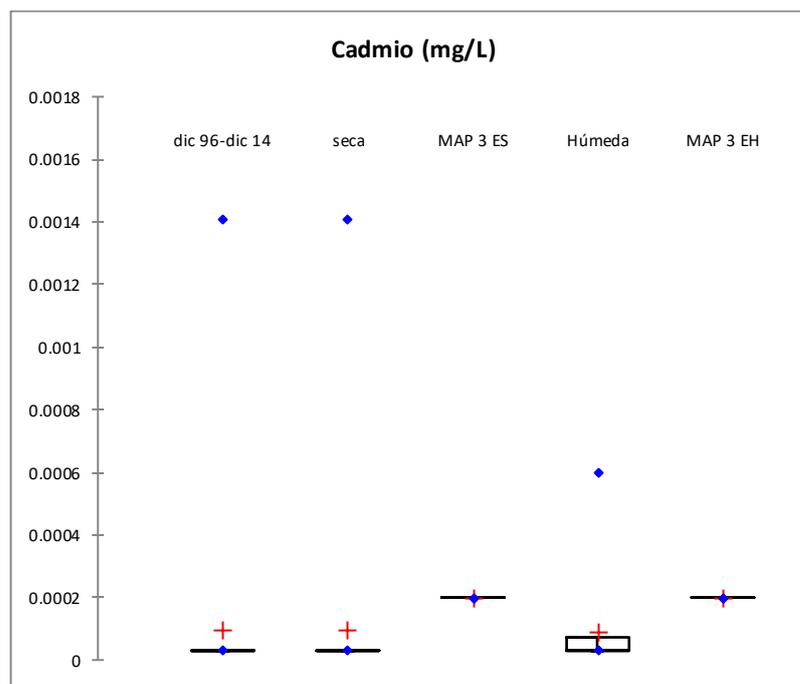
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.050 | 0.050 | | 0.100 | |
| Máximo | 1.829 | 1.829 | | 0.719 | |
| 1° Cuartil | 0.194 | 0.208 | | 0.179 | |
| Mediana | 0.232 | 0.242 | | 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



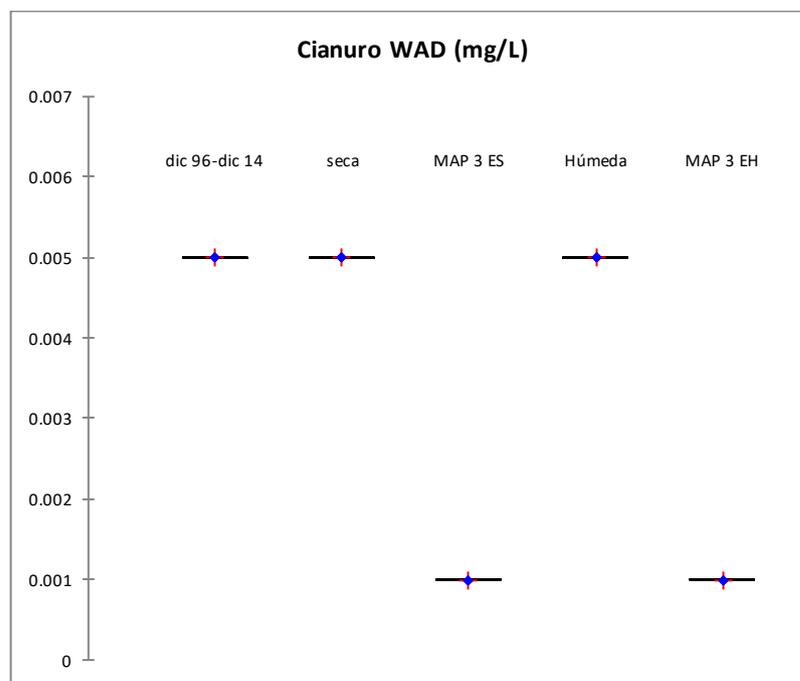
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.00003 | 0.00003 | | 0.00003 | |
| Máximo | 0.00141 | 0.00141 | | 0.00060 | |
| 1° Cuartil | 0.00003 | 0.00003 | | 0.00003 | |
| Mediana | 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

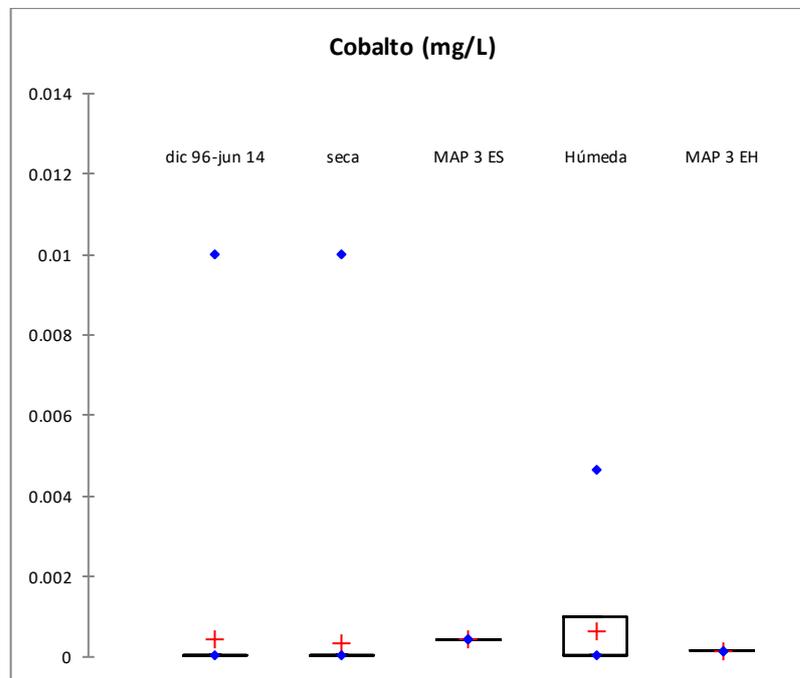


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.005 | 0.005 | | 0.005 | |
| Máximo | 0.005 | 0.005 | | 0.005 | |
| 1° Cuartil | 0.005 | 0.005 | | 0.005 | |
| Mediana | 0.005 | 0.005 |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

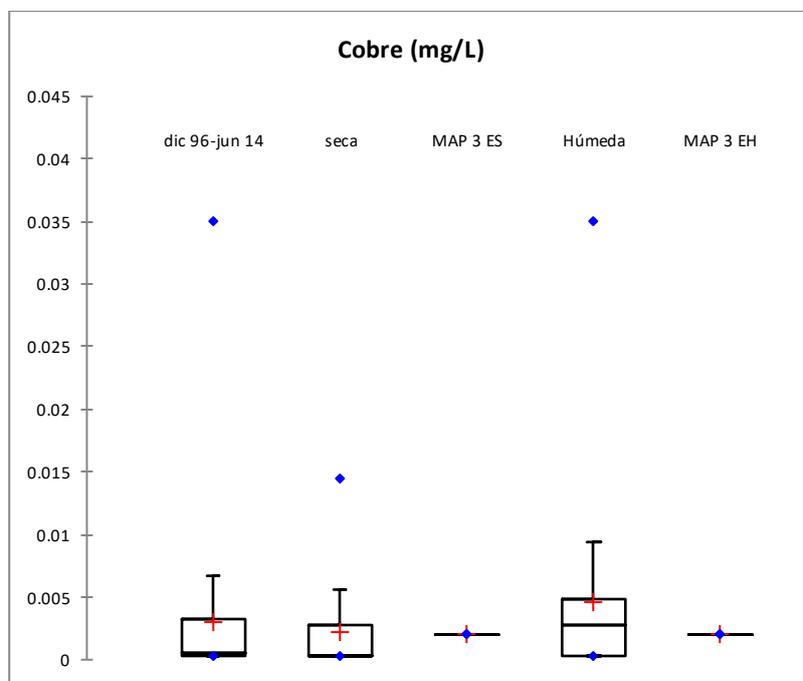


| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.00004 | 0.00004 | | 0.00004 | |
| Máximo | 0.01000 | 0.01000 | | 0.00466 | |
| 1° Cuartil | 0.00004 | 0.00004 | | 0.00004 | |
| Mediana | 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)



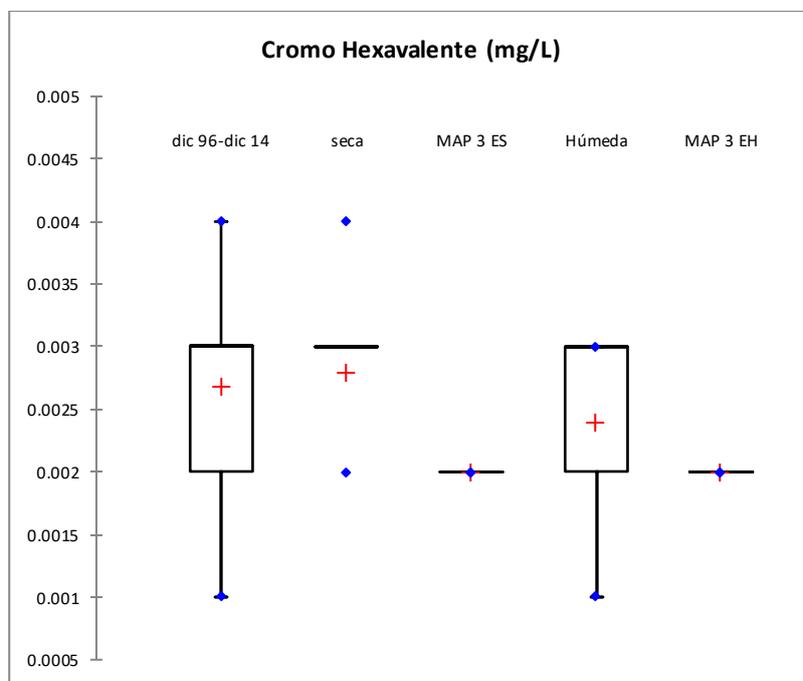
| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.0003 | 0.0003 | | 0.0003 | |
| Máximo | 0.0351 | 0.0145 | | 0.0351 | |
| 1° Cuartil | 0.0003 | 0.0003 | | 0.0003 | |
| Mediana | 0.0005 | 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

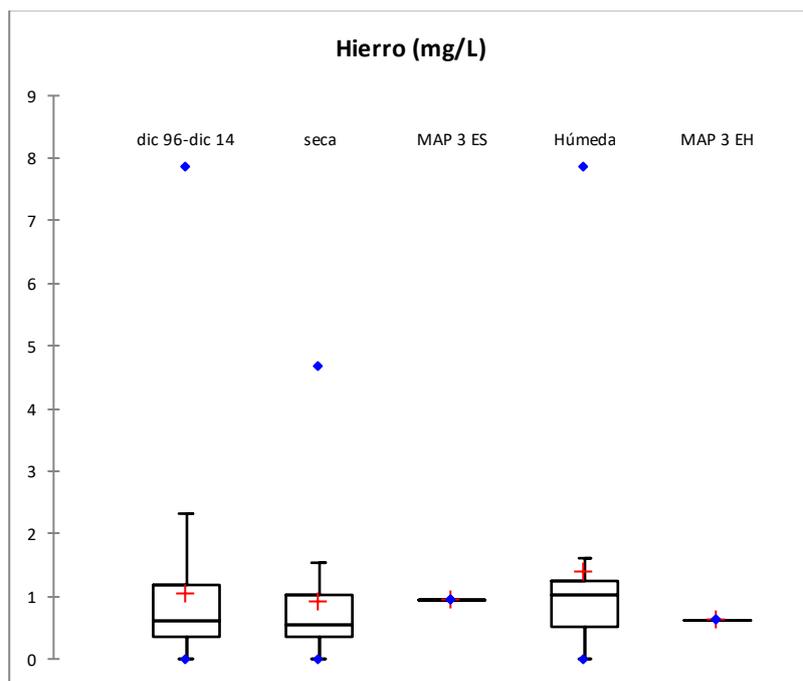


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.001 | 0.002 | | 0.001 | |
| Máximo | 0.004 | 0.004 | | 0.003 | |
| 1° Cuartil | 0.002 | 0.003 | | 0.002 | |
| Mediana | 0.003 | 0.003 |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



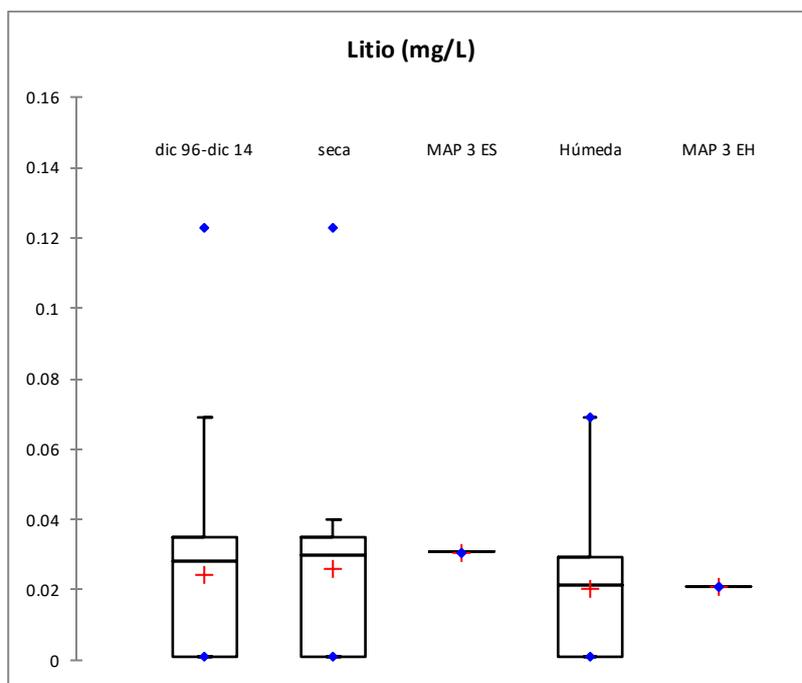
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.001 | 0.001 | 0.941 | 0.001 | 0.616 |
| Máximo | 7.871 | 4.669 | 0.941 | 7.871 | 0.616 |
| 1° Cuartil | 0.355 | 0.351 | 0.941 | 0.510 | 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

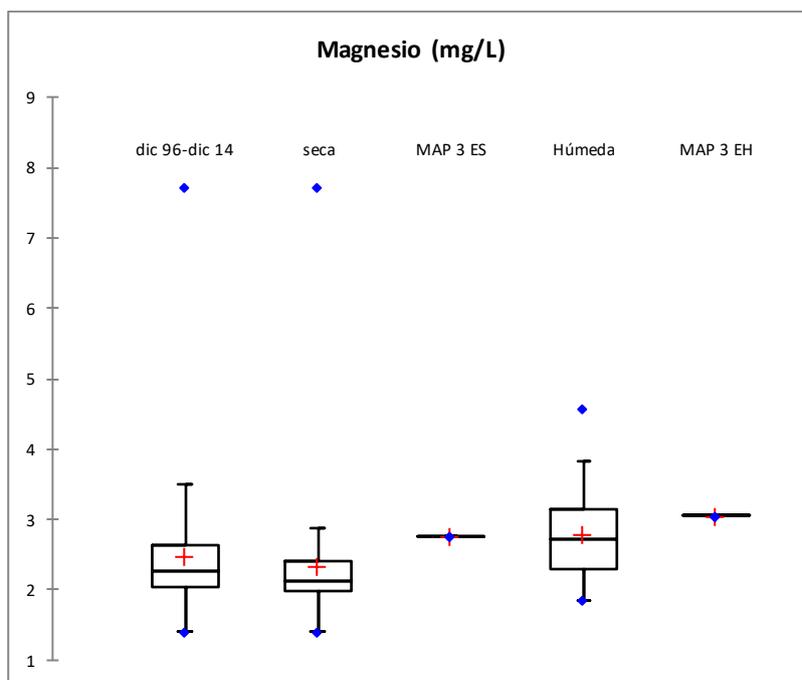


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | |
| Máximo | 0.123 | 0.123 | | 0.069 | |
| 1° Cuartil | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | |
| Mediana | 0.028 | 0.030 | | 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)

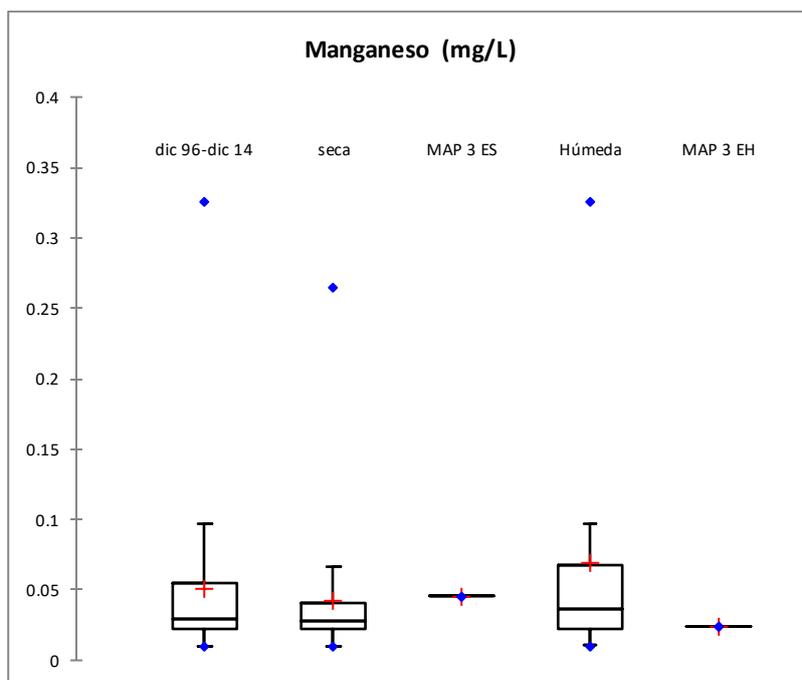


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 1.408 | 1.408 | | 1.848 | |
| Máximo | 7.718 | 7.718 | | 4.584 | |
| 1° Cuartil | 2.033 | 1.997 | | 2.295 | |
| Mediana | 2.278 | 2.119 | | 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)



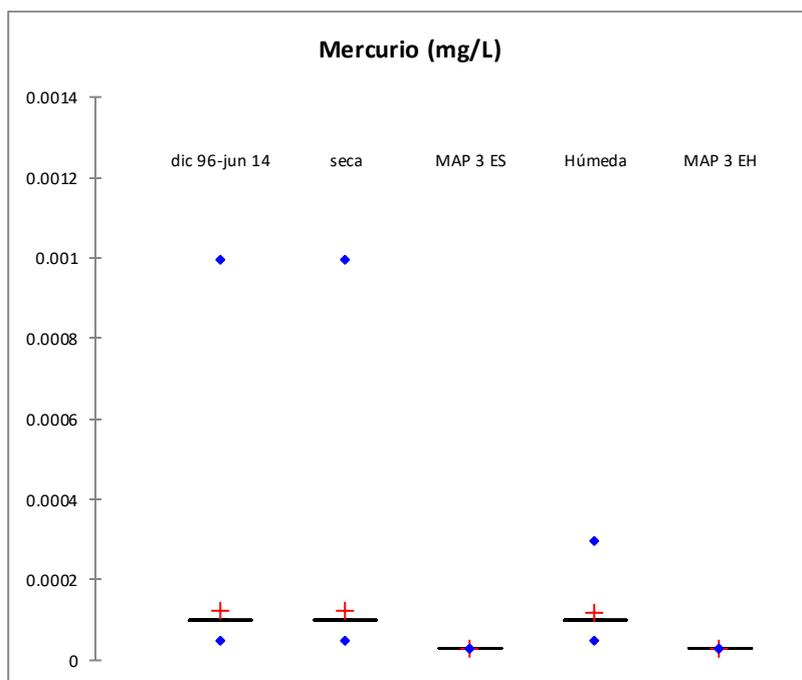
| | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.010 | 0.010 | | 0.011 | |
| Máximo | 0.327 | 0.265 | | 0.327 | |
| 1° Cuartil | 0.023 | 0.023 | | 0.023 | |
| Mediana | 0.030 | 0.028 | | 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

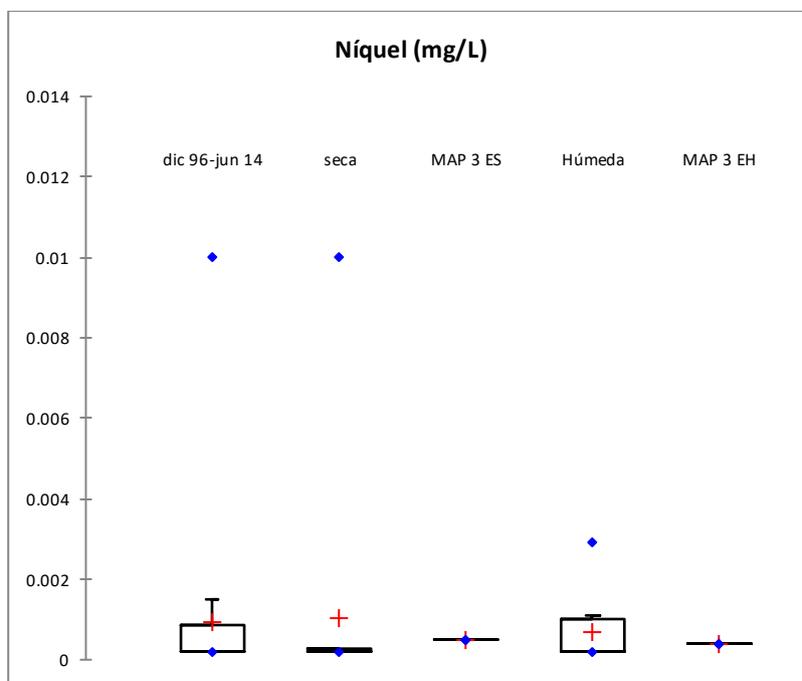


| | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.00005 | 0.00005 | | 0.00005 | |
| Máximo | 0.00100 | 0.00100 | | 0.00030 | |
| 1° Cuartil | 0.00010 | 0.00010 | | 0.00010 | |
| Mediana | 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)



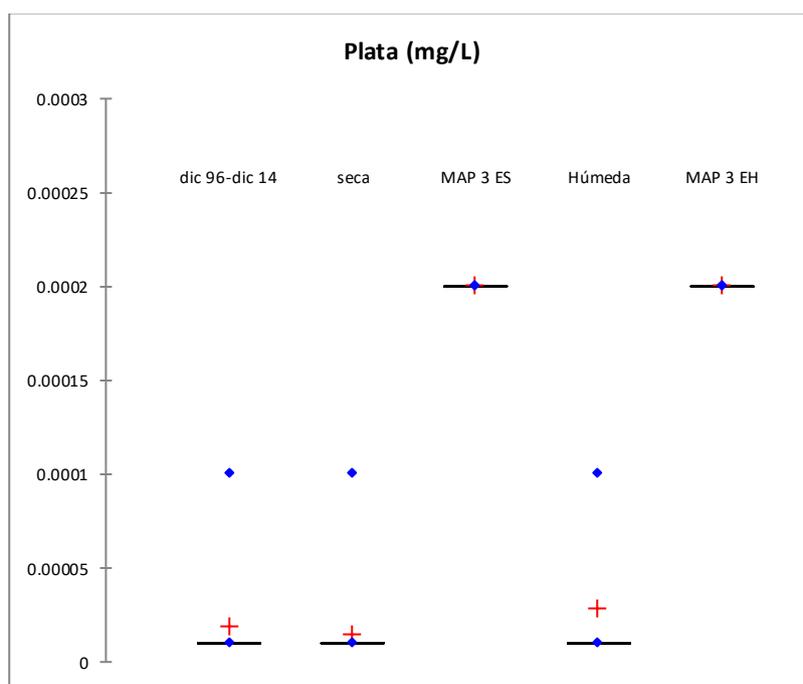
| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.0002 | 0.0002 | | 0.0002 | |
| Máximo | 0.0100 | 0.0100 | | 0.0029 | |
| 1° Cuartil | 0.0002 | 0.0002 | | 0.0002 | |
| Mediana | 0.0002 | 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



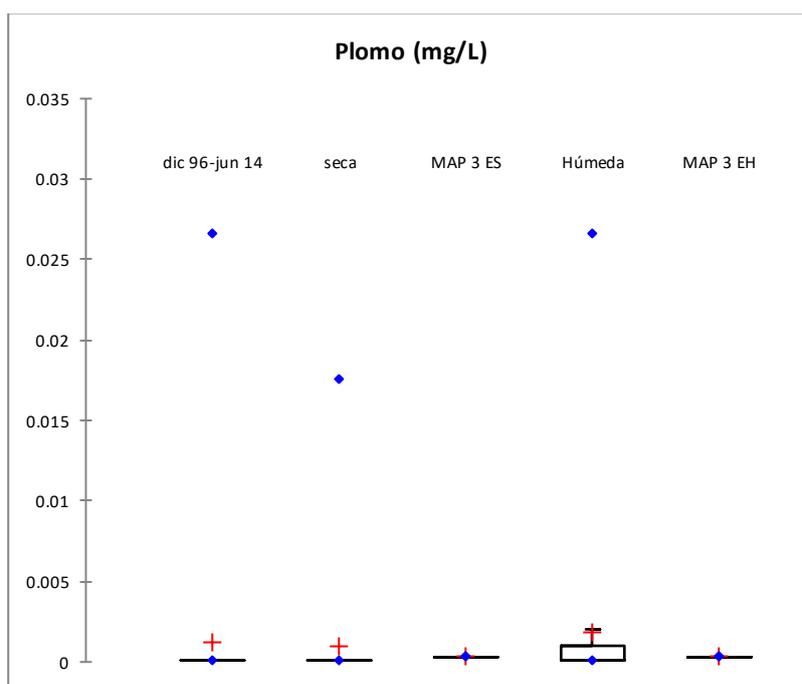
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.00001 | 0.00001 | | 0.00001 | |
| Máximo | 0.00010 | 0.00010 | | 0.00010 | |
| 1° Cuartil | 0.00001 | 0.00001 | | 0.00001 | |
| Mediana | 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



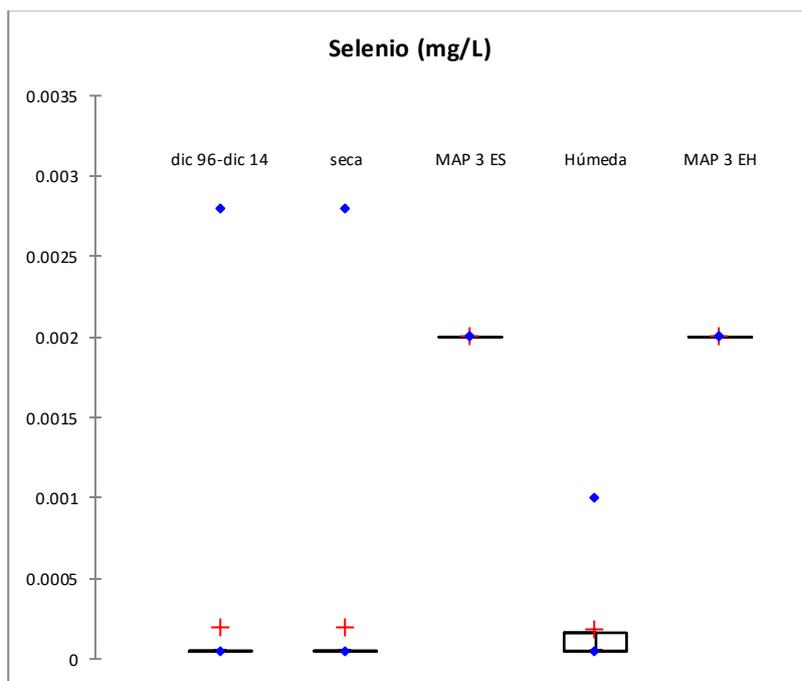
| Estadístico | dic 96-jun | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0001 | |
| Máximo | 0.0266 | 0.0175 | | 0.0266 | |
| 1° Cuartil | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0001 | |
| Mediana | 0.0001 | 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

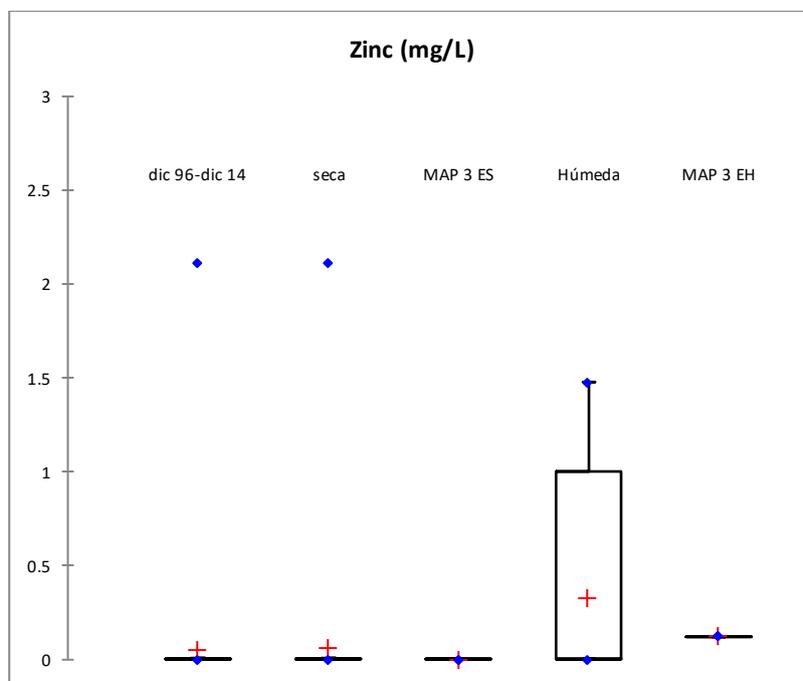


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.00005 | 0.00005 | | 0.00005 | |
| Máximo | 0.00280 | 0.00280 | | 0.00100 | |
| 1° Cuartil | 0.00005 | 0.00005 | | 0.00005 | |
| Mediana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

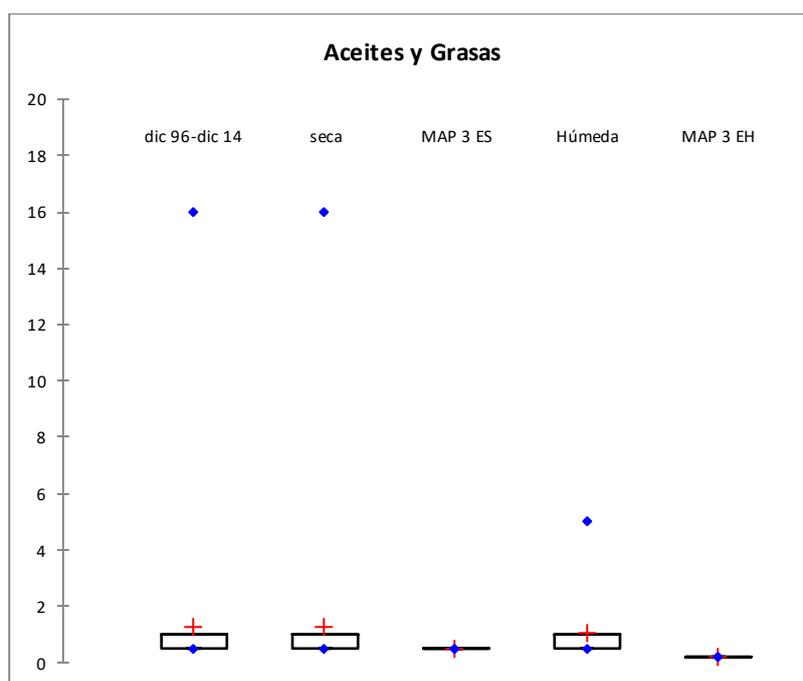
Orgánicos

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



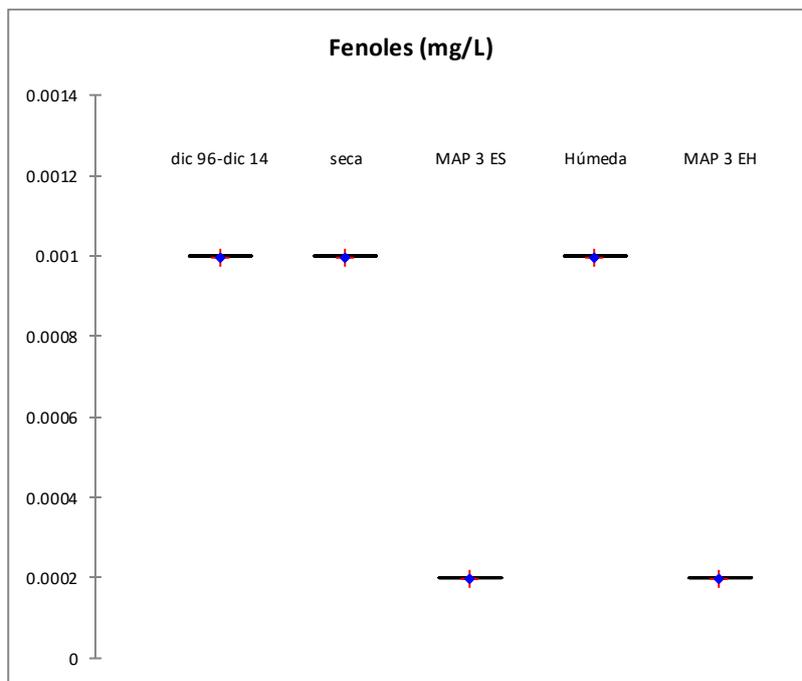
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.500 | 0.500 | | 0.500 | |
| Máximo | 16.000 | 16.000 | | 5.000 | |
| 1° Cuartil | 0.500 | 0.500 | | 0.500 | |
| Mediana | 1.000 | 1.000 | | 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



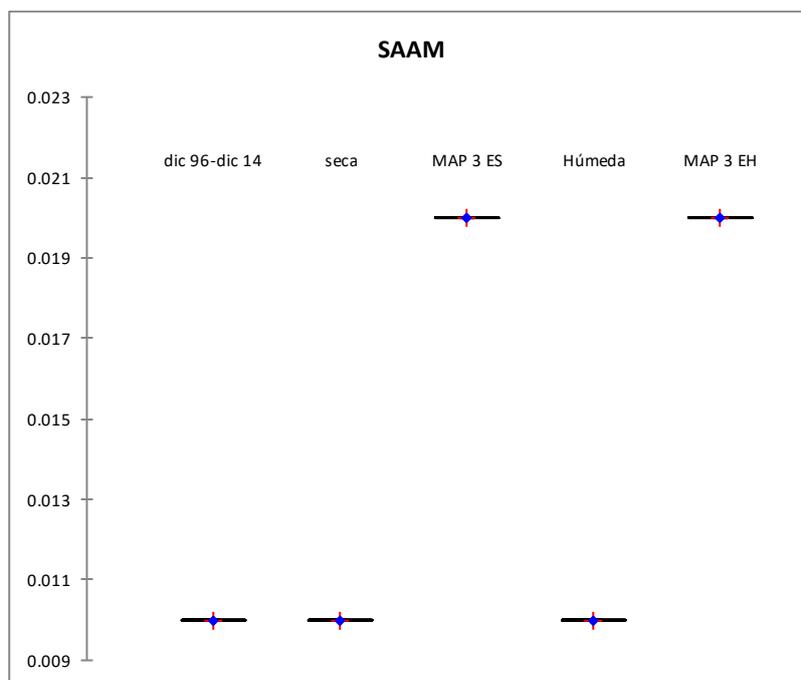
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.0010 | 0.0010 | | 0.0010 | |
| Máximo | 0.0010 | 0.0010 | | 0.0010 | |
| 1° Cuartil | 0.0010 | 0.0010 | | 0.0010 | |
| Mediana | 0.0010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



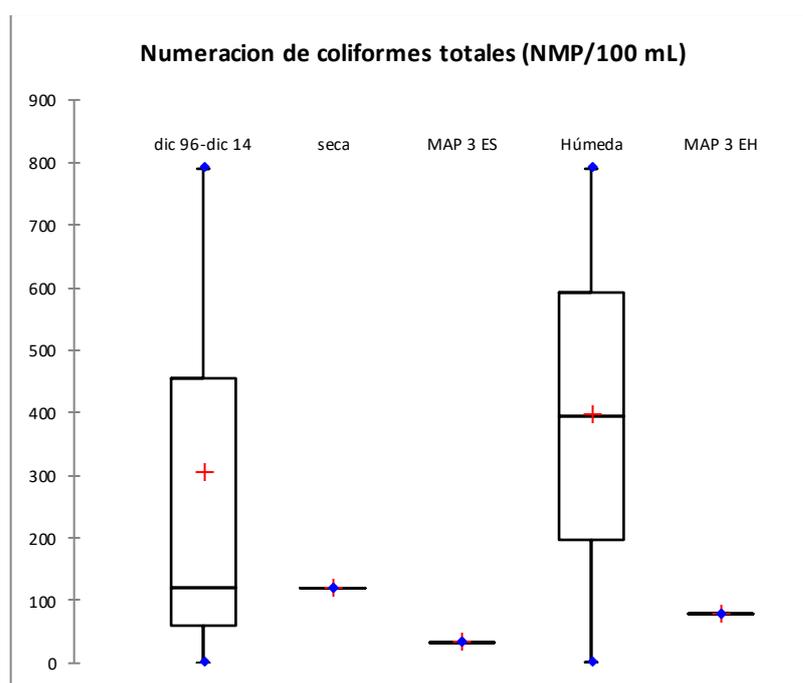
| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.010 | 0.010 | | 0.010 | |
| Máximo | 0.010 | 0.010 | | 0.010 | |
| 1° Cuartil | 0.010 | 0.010 | | 0.010 | |
| Mediana | 0.010 | 0.010 |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

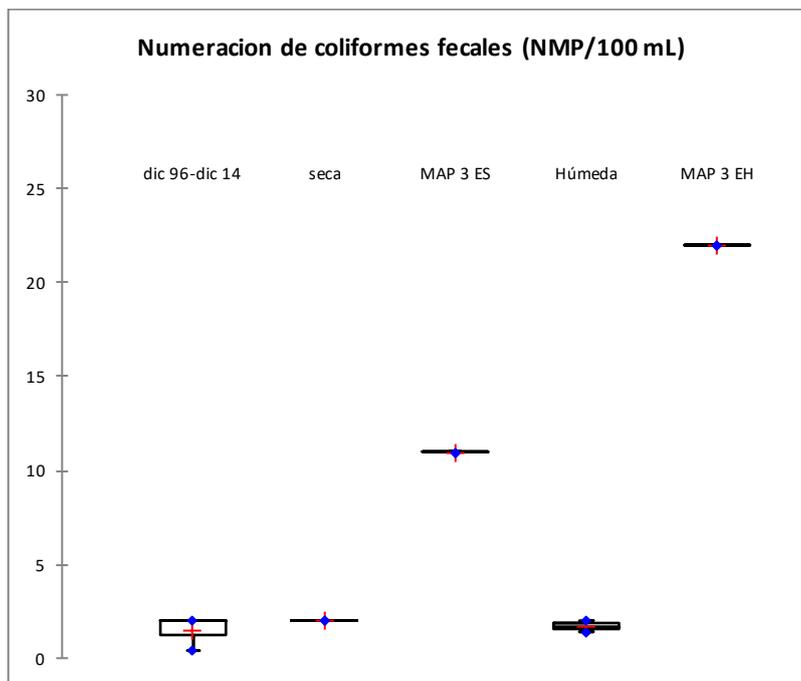


| | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 0.400 | 120.000 | | 1.400 | |
| Máximo | 790.000 | 120.000 | | 790.000 | |
| 1° Cuartil | 60.200 | 120.000 | | 198.550 | |
| Mediana | 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 |

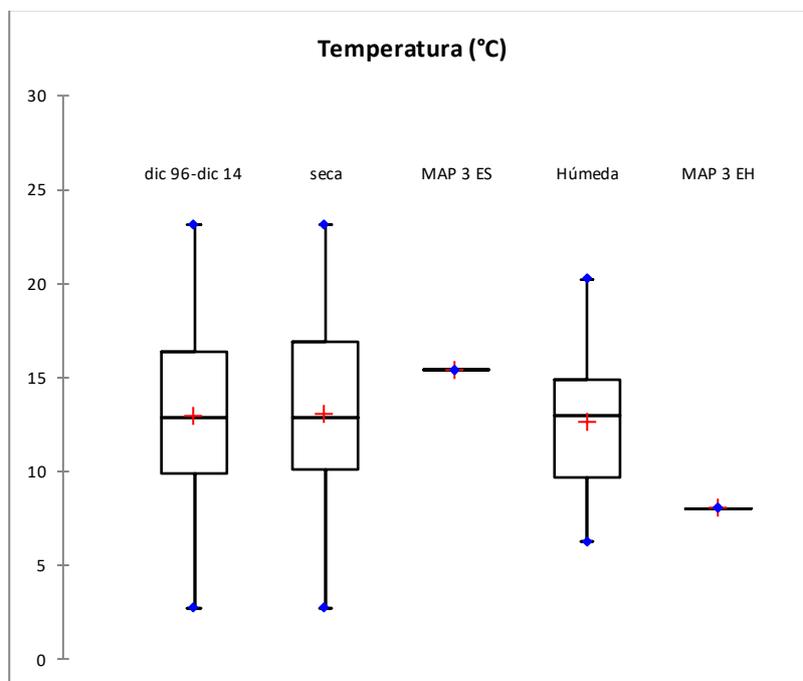
Se requiere mayor número de monitoreos para verificar la tendencia de este parámetro

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)

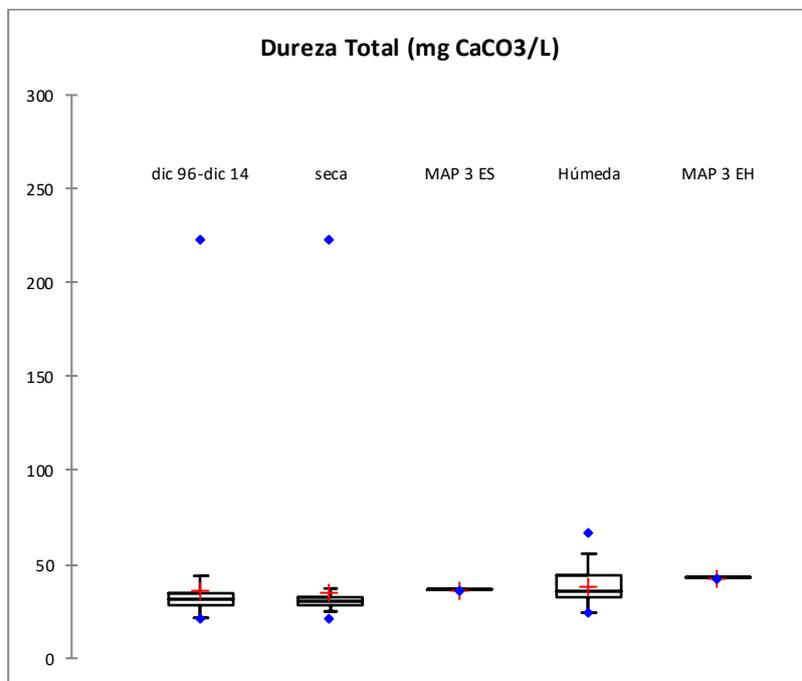


| Estadístico | dic 96-dic | | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | | | |
| Mínimo | 2.700 | 2.700 | | 6.260 | |
| Máximo | 23.130 | 23.130 | | 20.200 | |
| 1° Cuartil | 9.885 | 10.140 | | 9.680 | |
| Mediana | 12.800 | 12.800 | | 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)

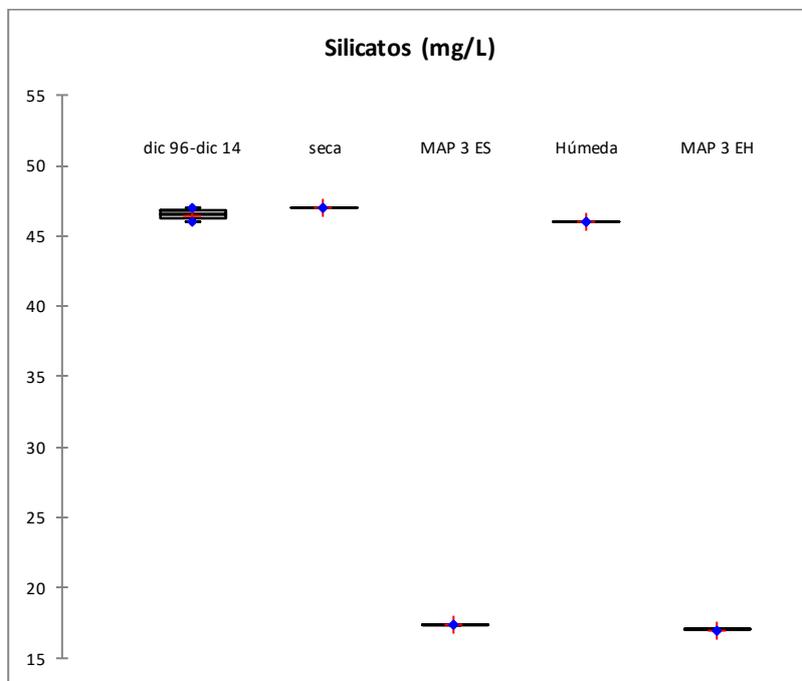


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 21.500 | 21.500 | | 24.300 | |
| Máximo | 223.600 | 223.600 | | 66.700 | |
| 1° Cuartil | 28.800 | 28.800 | | 32.350 | |
| Mediana | 31.200 | 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)

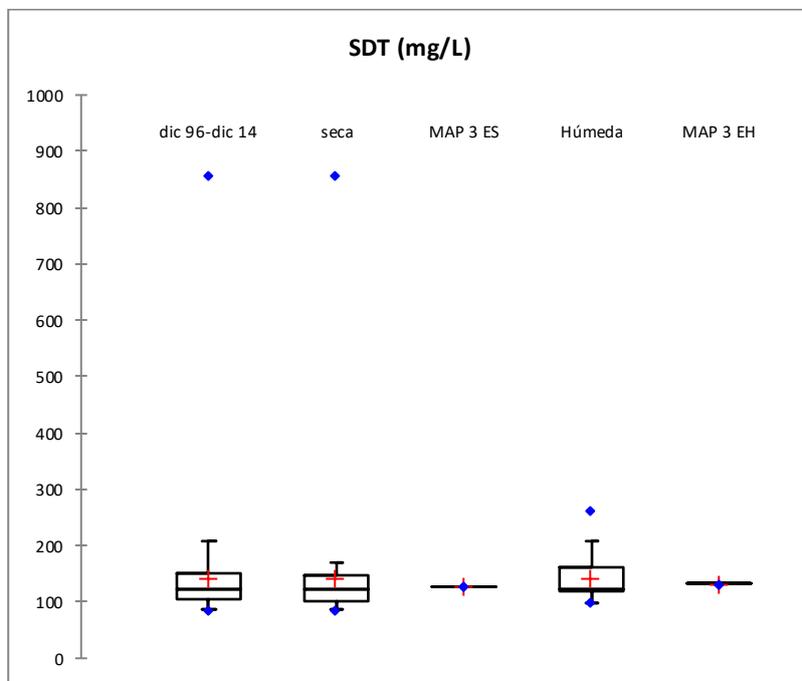


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 46.000 | 47.000 | | 46.000 | |
| Máximo | 47.000 | 47.000 | | 46.000 | |
| 1° Cuartil | 46.250 | 47.000 | | 46.000 | |
| Mediana | 46.500 | 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)

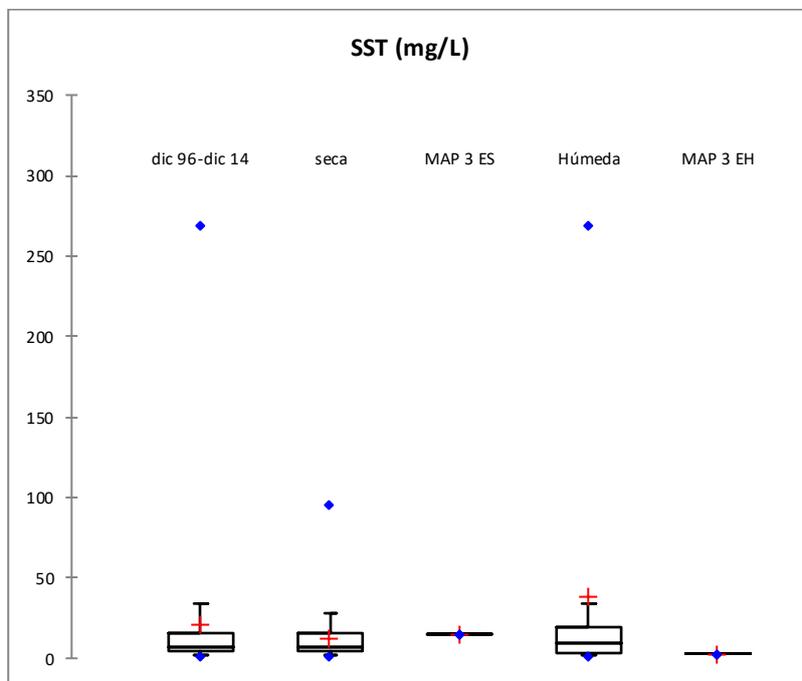


| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|---------|----------|---------|----------|
| | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 87.000 | 87.000 | | 98.000 | |
| Máximo | 859.000 | 859.000 | | 261.000 | |
| 1° Cuartil | 103.750 | 103.000 | | 117.500 | |
| Mediana | 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)

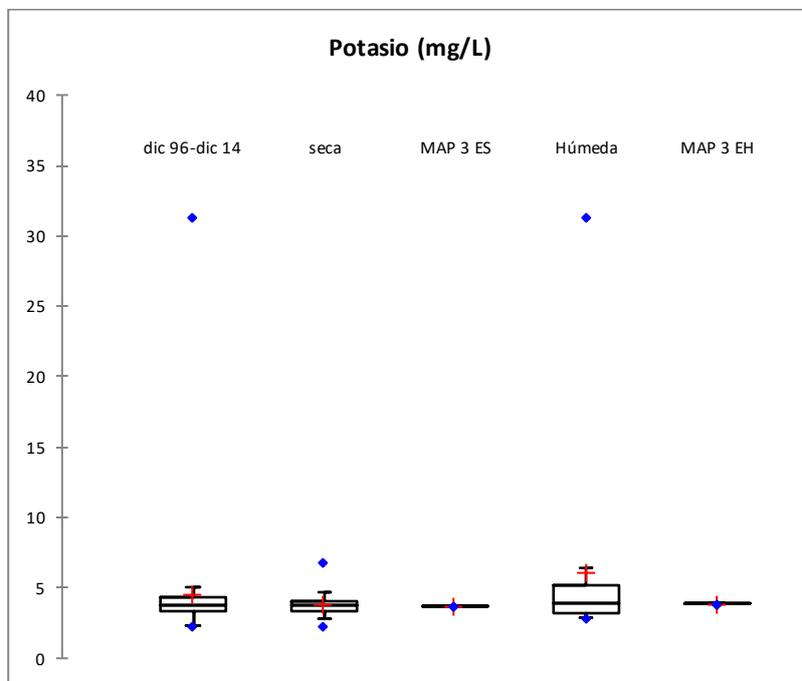


| | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|--------|----------|---------|----------|
| Estadístico | 14 | seca | MAP 3 ES | Húmeda | MAP 3 EH |
| Mínimo | 2.000 | 2.000 | | 2.000 | |
| Máximo | 269.000 | 95.000 | | 269.000 | |
| 1° Cuartil | 4.000 | 4.000 | | 3.750 | |
| Mediana | 7.000 | 7.000 | | 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)



| Estadístico | dic 96-dic | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|--------|----------|
| | 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

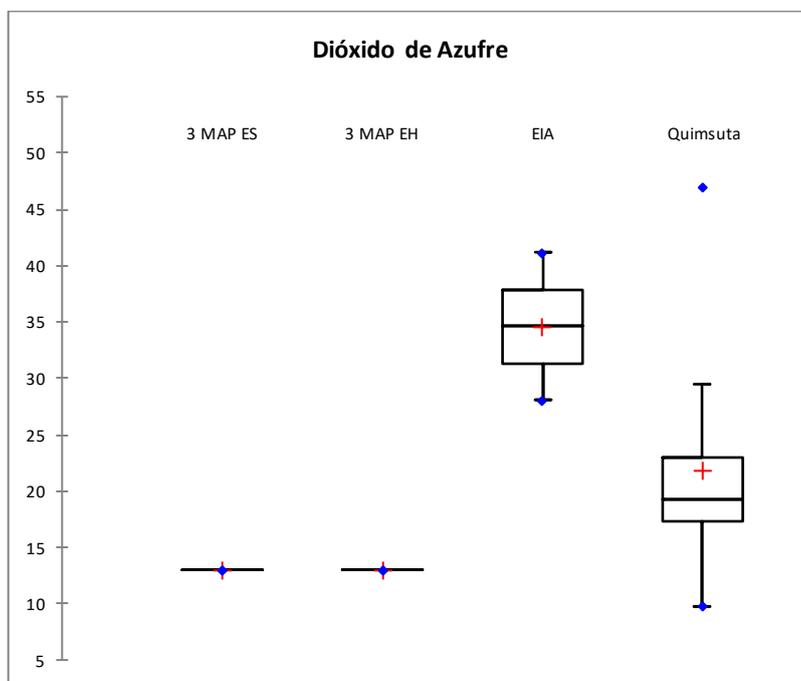
Se comparó los resultados de los parámetros de calidad de aire de las estaciones de monitoreo medidos en diciembre del 2014 y abril del 2015 con la data disponible del EIA y estaciones de calidad de aire de zonas cercanas de forma referencial. Se presenta como ejemplo de diagramas los resultados de la 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)

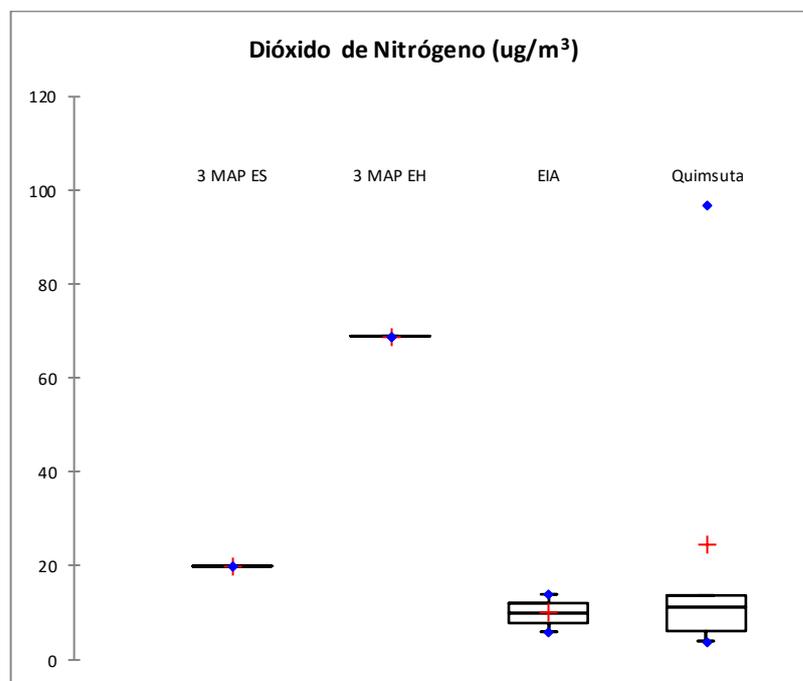


| Estadístico | 3 MAP ES | 3 MAP EH | EIA | Quimsuta mar 07 - ago 14 |
|-------------|----------|----------|--------|-----------------------------|
| Mínimo | | | 28.100 | 9.760 |
| Máximo | | | 41.200 | 46.990 |
| 1° Cuartil | | | 31.375 | 17.390 |
| Mediana | | | 34.650 | 19.250 |
| 3° Cuartil | | | 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)

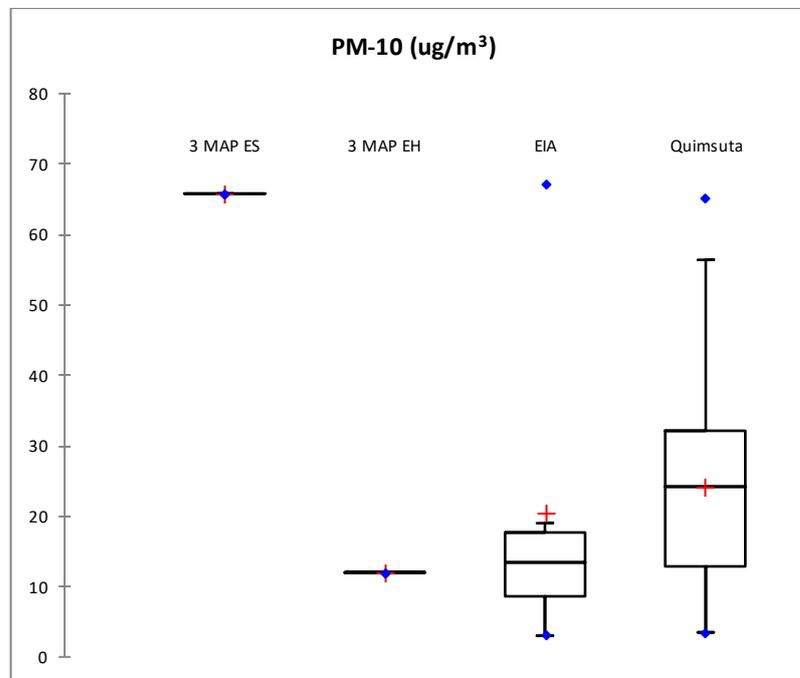


| Estadístico | 3 MAP ES | 3 MAP EH | EIA | Quimsuta mar 07 - ago 14 |
|-------------|----------|----------|--------|-----------------------------|
| Mínimo | | | 6.000 | 4.040 |
| Máximo | | | 14.000 | 96.980 |
| 1° Cuartil | | | 8.000 | 6.280 |
| Mediana | | | 10.000 | 11.240 |
| 3° Cuartil | | | 12.000 | 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)

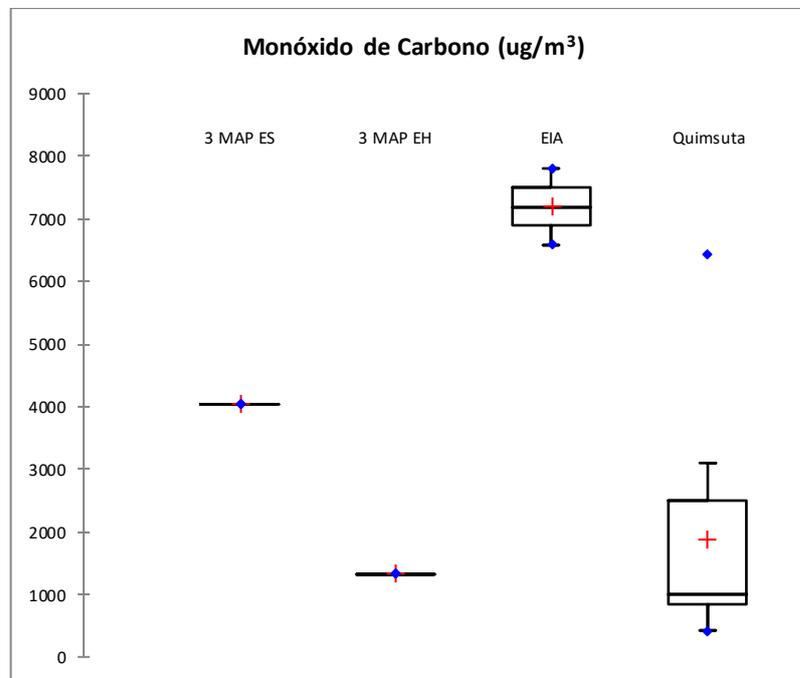


| Estadístico | 3 MAP ES | 3 MAP EH | EIA | Quimsuta mar 07 - ago 14 |
|-------------|----------|----------|--------|-----------------------------|
| Mínimo | | | 3.000 | 3.500 |
| Máximo | | | 67.000 | 65.200 |
| 1° Cuartil | | | 8.500 | 12.750 |
| Mediana | | | 13.500 | 24.200 |
| 3° Cuartil | | | 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.

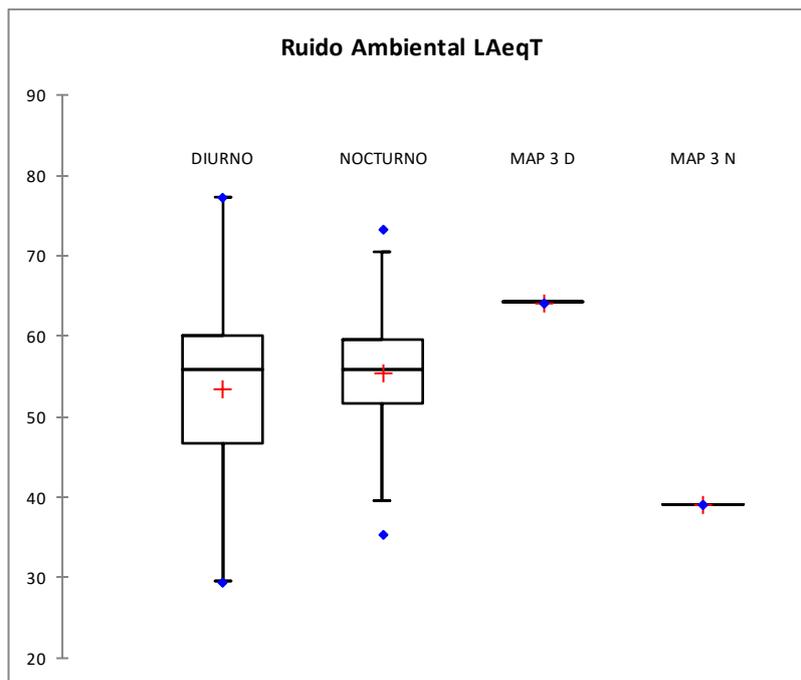
Se recomienda la validación de la línea de base ambiental de calidad de aire en época seca y húmeda.

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

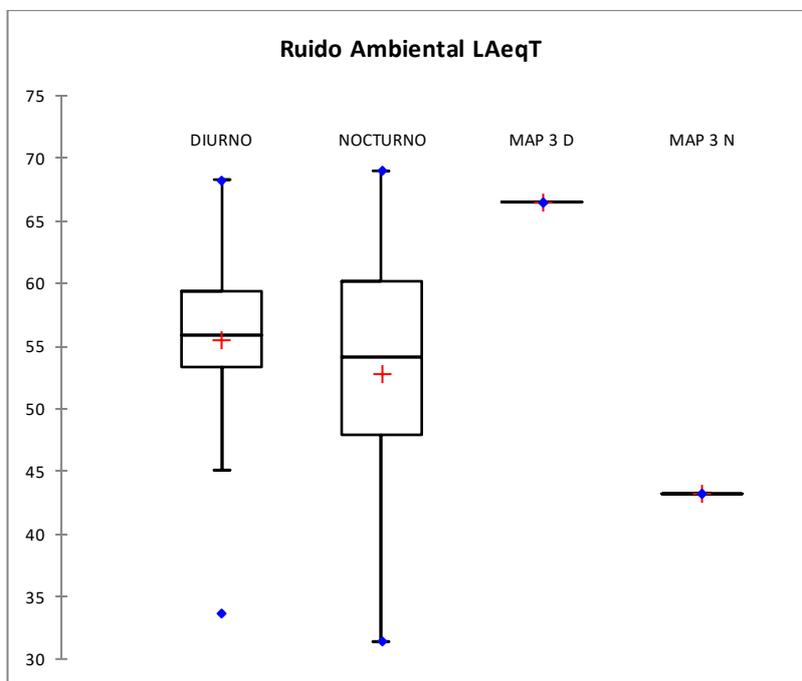
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



| 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

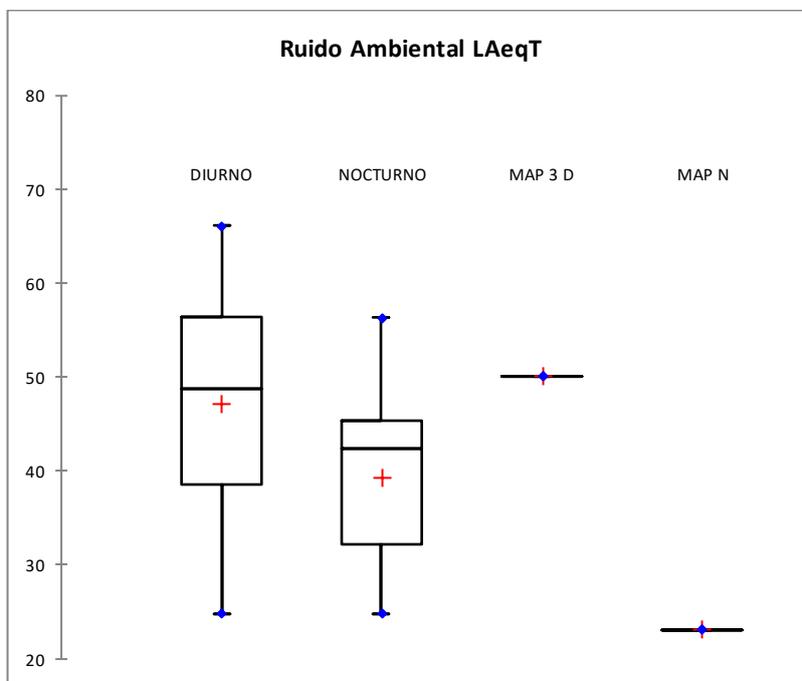
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



| 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

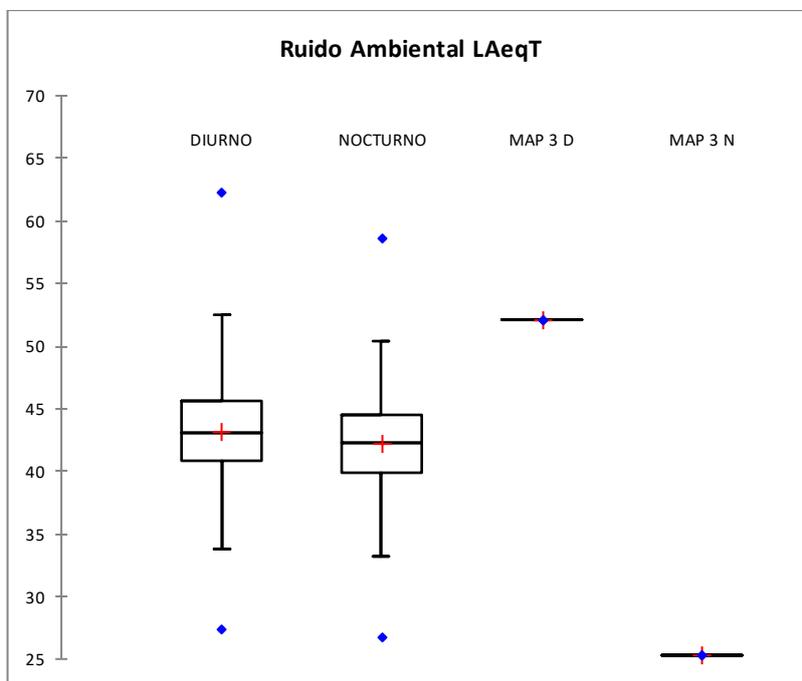
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



| 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

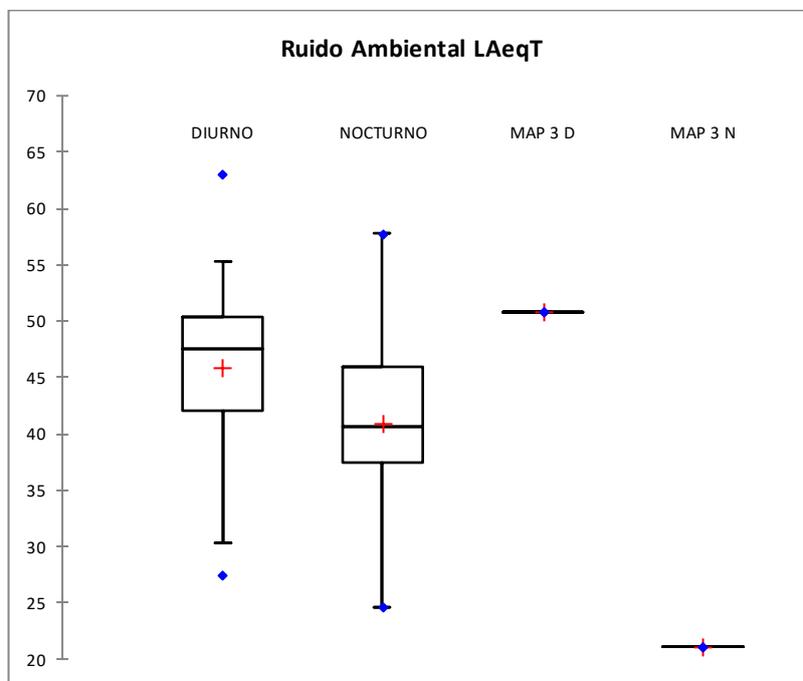
Los valores de ruido en el día y en la noche están dentro de la distribución esperada (EIA 2008, Ago 2010 – Ago 2013)



| 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 similitud 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 similitud 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.
- MINSALUD 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.