

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

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

**AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
ZONA DE OPERACIONES
AIRE – ZONA DE OPERACIONES**



JUNIO 2016

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

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

INDICE

1. GENERALIDADES	3
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	18
4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo	18
4.1.2. Determinación de los Caudales	19
4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	22
4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	30
4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	107
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire	107
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio	107
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	108
5. CONCLUSIONES	117
6. RECOMENDACIONES	118
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

PRESENTACION DE RESULTADOS DE CUARTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP IV EPOCA HUMEDA AGUA SUPERFICIAL - ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, ZONA DE OPERACIONES – AIRE ZONA DE OPERACIONES

1. GENERALIDADES

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N° 5, 7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 4 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP I

Realizado en Diciembre del 2013, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial y subterránea. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 1 sugerido por el Comité (AS-5).

El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época seca del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en febrero del 2014.

MAP II

Realizado en Marzo - Abril del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 2 manantiales (El común y el Totoral).

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.

El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época húmeda en ausencia de lluvias del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en julio del 2014.

MAP III

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

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

El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época secas, calidad de aire, calidad de suelo e hidrobiológicos del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

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

El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época seca, calidad de aire época seca, ruido y vibraciones del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

MAP IV

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

Desde Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, han trabajado con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza en el diseño, planificación, ejecución y comunicación de los MAPs realizados. En el marco de esta asistencia técnica se desarrolla el presente Informe de resultados de la cuarta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP IV) – época húmeda - Agua superficial en la zona de abastecimiento de agua, operaciones, Moquegua e Ilo, así como de calidad de aire.

Zona de Abastecimiento de Agua

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

Zona de Operaciones

La zona de operaciones del proyecto Quellaveco comprende la zona donde se instalarán los componentes de infraestructura tales como el tajo abierto, depósito de desmontes, túnel Asana, chancador primario, planta concentradora y depósito de relaves, se ubican en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.

El proyecto minero consiste de una mina de cobre con explotación a tajo abierto, considera la explotación del yacimiento de cobre y el procesamiento para producir concentrado de cobre y su embarque para exportación.

Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificadorias

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

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

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

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

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

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Cuarta Campaña de MAP IV de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua, zona de operaciones, Moquegua e Ilo, calidad de aire época húmeda – abril 2016.

2.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua, operaciones, Moquegua e Ilo.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire.

3. MARGO NORMATIVO

Existe un marco normativo que tiene como principal objetivo la protección y uso sostenible del recurso hídrico, calidad de agua y calidad del 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 promueve la mitigación de la contaminación de las aguas, ocasionada por los residuos de los pueblos y ciudades y de las actividades productivas, la industria, la minería, la agricultura, entre otras; también prevé la adopción de estrategias para la adaptación a las consecuencias de la desglaciación o cambio climático, que afecta a los nevados que constituyen la reserva de agua para

las futuras generaciones. Asimismo, 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° 015-2015-MINAM (19/12/2015)**

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: Poblacional y Recreacional

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales

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, subcategoría D1 Riego de vegetales y subcategoría D2 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, Tumilaca, Huaracane, Quebrada Quellaveco, Quebrada Millune, Quebrada Sarallene, 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.

- **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 y el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA.

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 - zona de abastecimiento de agua

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

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de operaciones

En el MAP IV época húmeda, se monitorearon 4 estaciones de monitoreo de agua superficial (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2) correspondientes al área de influencia de la zona de operaciones del proyecto, como se observa en la tabla 02.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial – Moquegua e Ilo

En el MAP IV época húmeda, se monitorearon 4 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1), como se observa en la tabla 02.

Monitoreo de Calidad del aire

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

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

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Área de captación	
	Este	Norte	Altura	Ubicación	Descripción
CHB-1	350 135	8 161 160	4 301	Río Chilota antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto está ubicado en el río Chilota, 100 m antes de la confluencia con el río Vizcachas y al costado derecho de la carretera que va desde 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 Saltiajuaira	Punto ubicado en el Río Chilota, antes de la confluencia con el Río Saltiajuaira, los márgenes están cubiertos de vegetación herbácea y en el fondo se apreció plantas acuáticas y material sedimentario. Cercano al punto encontramos ganado camélido.
CHL-8	349 532	8 158 316	4 350	Río Chilota, aguas abajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya	Punto ubicado en el Río Chilota, cercano al vertedero que utiliza Minera Quellaveco para las mediciones de caudal, el ancho del río es de aproximadamente 5 m y en el lecho se observa la presencia de algas y abundante pedregosidad de tamaño mediano y pequeño. Los márgenes están cubiertas por plantas herbáceas.
CHR-1	349 346	8 150 165	4 387	Río Chilota, frente a manantial de agua termal, en Pampa Chilota	Ubicado en Pampa Chilota, frente a manantial de agua termal, los márgenes presentan vegetación herbácea, el fondo de río tiene un color oscuro, se ha podido notar la presencia de aves y ganado camélido en el lugar.
TIT-1	352 482	8 170 277	4 352	Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre	Punto de muestreo ubicado en el río Titire, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre, este río es 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, los márgenes presentan vegetación herbácea. Existe presencia de ganado camélido cercanos a este punto.
HUA-20	355 553	8 158 648	4 340	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto de muestreo está ubicado aproximadamente 1 Km antes de la confluencia con el Río Vizcachas, cercano a este punto existe una vivienda de pastores, así como también gran cantidad de ganado camélido, el agua discurre lentamente pues en ciertos tramos forma una especie de bofedal, el fondo de la quebrada es pedregoso y con material sedimentado como arena. Las márgenes derecha e izquierda provistas de vegetación herbácea.
PGB-1	368 961	8 151 191	4 533	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande	El punto de muestreo está ubicado aguas arriba del Río Vizcachas a 100 metros antes del Embalse de Pasto Grande. Cercano al punto se encuentra el campamento que realiza el mantenimiento al embalse. El lecho del río tiene presencia de plantas acuáticas y abundante pedregosidad

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Desarrollo del monitoreo MAP IV:

El monitoreo se realizó del 13 al 19 de abril donde participaron personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al Comité y Sub Comité del MAP.

Tabla 04. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial en el zona de abastecimiento, zona de operaciones y calidad de aire

Día	Actividad	Participantes	Institución
13 abril	Charlas CHB-1	Clara Maritza Pacovilca Cruz	Defensoría del Pueblo.
		Gloria Patricia Tala Romero	Defensoría del Pueblo.
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
		Carmen Rosa Chamanyauri Vaca	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Emilio Meléndez Guerrero	DREM Moquegua.
		Vicky Isabel Huanacuni Cruz	FEDIPI Ilo
		Lily Tóbala Zabalaga	Colegio de Ingenieros de Moquegua
		Jorge Alvarez Apaza	FEDIPI Ilo
14 abril	Monitoreo de: TIT-1 (personal de laboratorio), VIZ-2 (agua) 05 invitados, CHL-8 (agua) personal de laboratorio, KPA-7 (aire) los invitados realizaron visita.	Leonardo Paul Carcasi Quegue	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – AAQ
		Augusto Filinich Romero	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Gobierno Regional
		Vicky Isabel Huanacuni Cruz	FEDIPI Ilo
15 abril	Monitoreo de: HAS-2 (Agua) con presencia de los invitados, comunero de Chilota y supervisor de CES CONSULTANT, CHR-1 (agua) con 05 invitados. CHL-4 (agua) personal de laboratorio. KPA-7 (aire) instalación.	Jorge Fernando López Yi	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Ambiental Participativo – FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
		Adrián Copariti Charojo	Poblador Comunidad de Chilota
		Autero Gallardo	CES CONSULTANT – Línea Chilota Chincune

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

Tabla 04. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial en el zona de abastecimiento, zona de operaciones y calidad de aire (Continuación)

Día	Actividad	Participantes	Institución
16 abril	Monitoreo de: PGB-1 (Agua) con presencia de los invitados, HAS-3 (agua) con participación de los invitados, HUA-20 (agua) acompañamiento de invitados, KPA-2 (aire) instalación	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – AAQ
		Jorge Coaquira Miranda	Municipalidad CPM Los Ángeles
		William Yurivilca Zapata	CAR Moquegua
		Orlando Calizaya Benacio	Anexo poblado de Tala
		Willi Rospigliosi	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
17 abril	Monitoreo de: AS-4 (Agua) con presencia de invitados, CH-3 (agua) con acompañamiento y participación de invitados, P-12 (agua) personal de laboratorio. KPA-3 (aire) los invitados visitaron la estación de monitoreo.	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo
		Maria Barrios Huamani	MINAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
		José Coaquira Miranda	Municipalidad CPM Los Ángeles
		Ana María Zeballos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
		Victor Angel Ccasa Añamuro	Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
		Ronnie Mercado	Anglo American Quellaveco
18 abril	Monitoreo de: 13172MOQUE1 (Agua) con presencia de invitados, 13172TUMI (agua) con acompañamiento y participación de invitados, CAP-2 (agua) personal de laboratorio, KPA-5 (aire) instalación	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo
		Lily Tóbala Zabalaga	Colegio de Ingenieros Moquegua
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
		Elvis Llanos López	EPS Moquegua
		Ana María Zeballos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
		Santiago Villasante Conza	EPS Moquegua
		Augusto Filinich	Coordinador del Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo
		Marco Portocarrero	Presidente Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
		Willy Rospigliosi	Anglo American Quellaveco
19 abril	Monitoreo de: 13172OSMO1 (Agua) con invitados, 13172MOQUE2 (agua)	Augusto Filinich	Coordinador del Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo
		Carmen Chancayauri Vaca	Sub Comité Monitoreo Ambiental

personal de laboratorio, CAP-2 (agua) personal de laboratorio.		Participativo - Municipalidad Provincial Mariscal Nieto
	Ana Maria Zevallos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
	Mónica Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – FRAFRAM
	Jorge Alvarez Apaza	FEDIPI Ilo.
	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI Ilo
	Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
	Willy Rospigliosi	Anglo American Quellaveco
	José Valencia	Agricultor Valle de Ilo.

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

5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

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

5.1. Calidad de Agua

Tabla 05. Lista de equipos utilizados en el monitoreo de calidad de agua superficial

Equipo	Marca	Modelo	Uso Para	N° Serie
Multiparámetro	WTW	3430	Medición de parámetros de campo (pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno Disuelto)	14461138
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	Medición de caudal	1446006027

5.2. Calidad de Aire

Tabla 06. Lista de equipos utilizados en el monitoreo de calidad de aire

Equipo	Marca	Modelo	Uso Para	N° Serie
Muestreador de Partículas HI-VOL PM-10	TISH	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P7866X
Muestreador de Partículas HI-VOL PM- 2.5	TISH	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P7867X
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro2	Medición de	A10216A043

			temperatura, presión, humedad relativa, velocidad y dirección del viento	
Analizador Automático de SO ₂	Teledyne API	T101	Muestreo de SO ₂ en el aire	200
Analizador Automático de CO	Teledyne API	T300	Muestreo de CO en el aire	962
Analizador Automático de NO	Teledyne API	T200	Muestreo de NO en el aire	1076

6. METODOLOGIA

6.1. CALIDAD DE AGUA

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. 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.

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.	EPA 360.1 1971
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, 22nd Ed. 2012

Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012
Cromo Hexavalente Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 22nd Ed. 2012
Fósforo Total	ISO 15681-2 (Validado), 1st. Ed. 2003
Fosforo Reactivo Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22nd Ed. 2012
Sulfuro	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012
Cianuro libre	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012
Cianuro total	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012
Metales Totales	EPA METHOD 6020A, Rev. 1 2007 (Validado)
Aniones	EPA 300.0:1993; Rev. 2.1.- Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.
Fenoles	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999
S.A.A.M.(Detergentes)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012
Cianuro WAD	ASTM D6888-09 (Validado), 2009
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012
Silicatos (Si-SiO ₃)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO ₂ , D, 22nd Ed. 2012 (Validado)
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22 nd Ed. 2012
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012

6.2. CALIDAD DE AIRE

La metodología empleada para la realización de los trabajos de campo se basó en el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA. Dicho protocolo establece 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 08.

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 IO-2.1 1999
Dióxido de Azufre	NTP-ISO 10498 2006
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	Basado en EPA/625/R- 96/010a-Compendium Method IO-3.1, June 1999

Monóxido de Carbono	EPA CFR 40 Part 50 App. C 2011
Dióxido de Nitrógeno	EPA CFR 40 Part 50 App. F- 2004
Plomo	EPA IO-3.4 – 1999

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

7.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

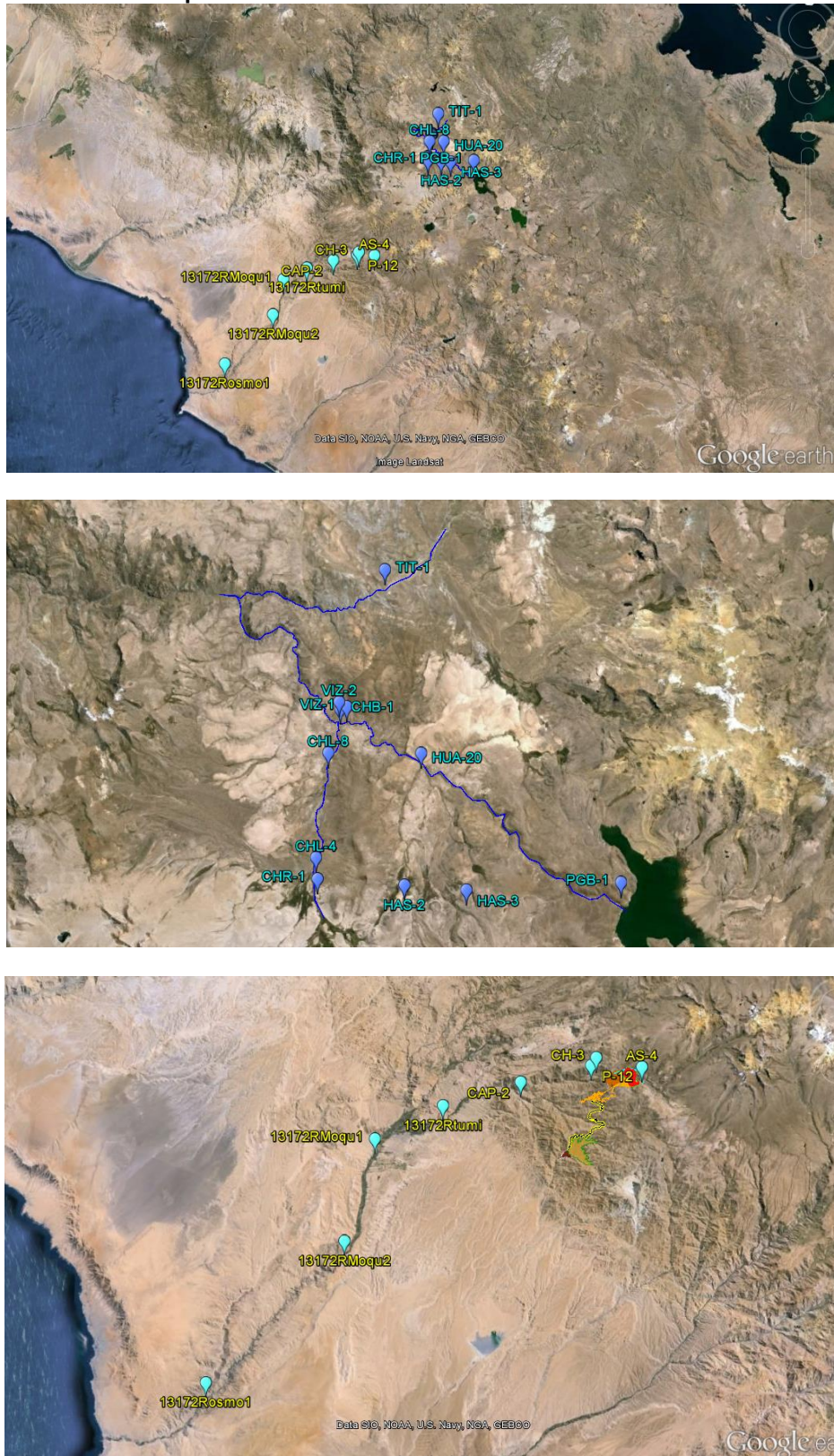


Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

7.1.2. Determinación de los Caudales

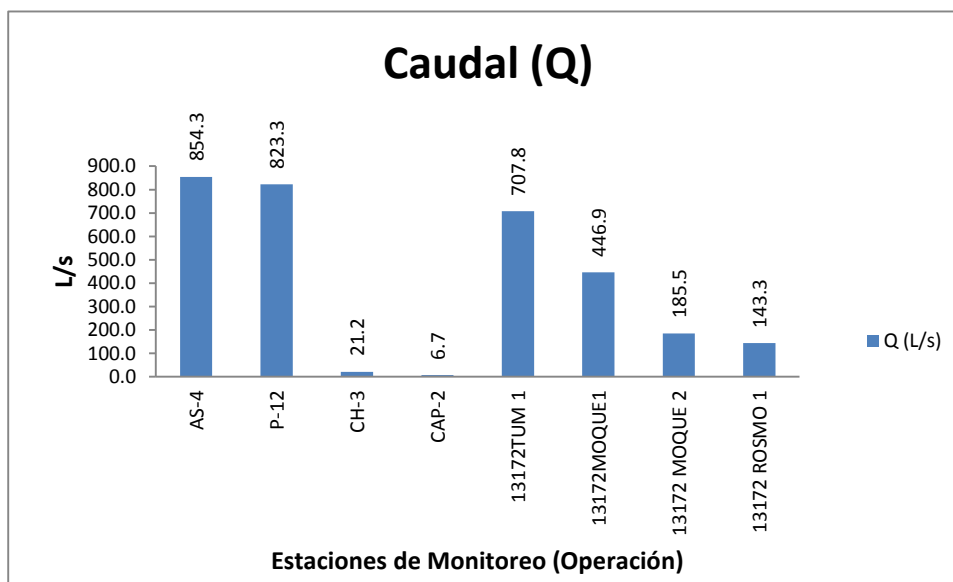
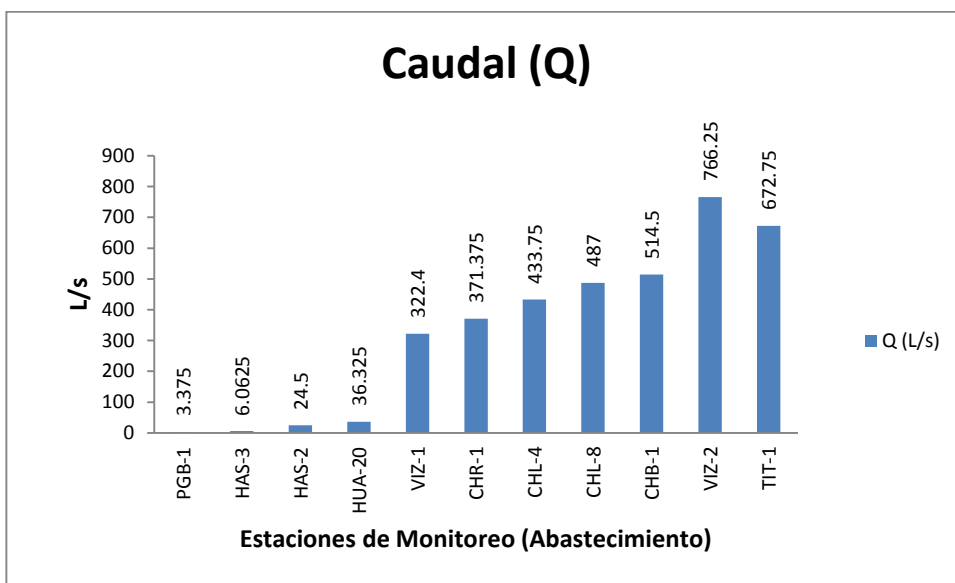


Gráfico 01. Caudales medidos en las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

La cuenca del Chilota presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 514,5 L/s en la estación CHB-1, probablemente el ingreso de aguas de afloramientos. Al comparar los resultados del CHL-8 (487 L/s) con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (438 – 5796 L/s).

La cuenca del Vizcachas presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 766 L/s en la estación VIZ-2, al comparar los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (571 – 42800 L/s). La influencia del incremento entre la estación VIZ-1 y VIZ-2 se debe al ingreso de las aguas del río Chilota.

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 672 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda y seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29,3 – 70618 L/s).

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Asana presenta valores similares de caudal para las estaciones AS-4 y P-12. Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-12 823,3 L/s, con la línea de base ambiental se observa un valor cercano a lo esperado para época seca (1019 – 3215 L/s), esto sugiere ausencia de lluvias e incremento de la temperatura. Por otro lado este valor es superior a los encontrados por el MAP I (628 L/s) y MAP II (679 L/s).

El río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 21 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (17,6 – 5968 L/s), similar a lo encontrado en el MAP II (17,6 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 6,7 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (3,8 – 1330 L/s), similar a lo encontrado en el MAP II (7,2 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

En la cuenca del río Tumulaca, Moquegua y Osmore se observa una caída del caudal en las estaciones de monitoreo 13172RTumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1. La diferencia de los valores puede deberse a un evento de avenidas para el día 18 de abril donde el valor del caudal del 13172Rtumi fue de 707,8 L/s (cuadernos de campo resaltan el detalle de la turbiedad del agua y el gran caudal) valor superior a lo encontrado para el MAP II (347,5), en la estación 13172RMoqu1 446,8 L/s el valor disminuye por el bajo aporte de los afluentes, tasa de evaporación en la región y captura de agua por la EPS para potabilización.

Los valores de las estaciones 13172RMoqu2 (185,5 L/s), 13172Rosmo1 (143 L/s) son menores a los obtenidos el día anterior probablemente por cese de los eventos de avenidas de agua, la diferencia entre el 13172RMoqu2 y 13172Rosmo1 puede deberse a la demanda agrícola de la zona, procesos de infiltración y la tasa de evaporación del valle. Situación similar se ha determinado en el MAP II para las estaciones 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172Rosmo1.



7.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
CAMPO															
Caudal	L/s	---	3,375	6,0625	24,5	36,325	322,4	371,375	433,75	487	514,5	766,25	672,75		
Conductividad	µS/cm	---	632	73,8	112,7	163,3	152	91,1	101,1	191,1	177	169,5	3550	2500	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	6,45	6,42	7,12	6,09	7,82	7,29	7,2	6,97	7,49	7,81	5,03	4	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	4,75	7,1	7,56	7,83	8,27	7,48	8,37	8,67	8,74	7,92	4,87	6,5-8,5	
Temperatura	°C	---	17,5	14,9	15,4	16	12,1	14,1	14,4	17,4	14,5	11,5	11,2		
FISICOQUIMICOS															
Aceites y Grasas	mg/L	1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO3/L	1	< 1,0	9	9,1	32,2	33,1	23,5	25,7	23,5	34,3	35,5	< 1,0		
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	1	< 1,0	9	9,1	32,2	33,1	23,5	25,7	35,6	36,1	35,5	< 1,0		
Bicarbonatos	mg HCO3/L	1,2	< 1,2	11	11,1	39,2	40,3	28,7	31,4	28,7	41,8	43,3	< 1,2	518	
Carbonatos	mg CO3/L	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	7,2	1,1	< 0,6	< 0,6		
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		
Cianuro Total	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cianuro Wad	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1	0,1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002		
Demanda Bioquímica. de Oxígeno	mg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15	15
Demanda Química. de Oxígeno	mg O2/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	2	< 2	3	< 2	40	40
Detergentes Aniónicos	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	0,5
Dureza Total	mg CaCO3/L	1	116,6	21,2	31,9	41,9	35,6	23,7	23,4	39,9	39,8	39,8	391,7		

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento

de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM			
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2		
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1				
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01	
Fósforo	mg P/L	0,01	0,111	0,183	0,241	0,17	0,129	0,182	0,195	0,188	0,197	0,152	0,287				
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0,01	0,02	0,05	0,11	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08				
MEH*	mg/L	1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4				
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,005	0,511	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,459			
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	0,006	32,062	28,369	45,515	29,464	31,433	43,04	42,735	39,428	40,016	33,847	34,091				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	419	55	82	124	103	66	56	135	128	125	2124				
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	8	3	2	< 2	3	< 2	3	2	5	< 2	112				
Sulfuros	mg/L	0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,002	< 0,001	0,004	0,004	0,004	< 0,001	0,004	0,025				
ANIONES																	
Bromuro, Br-	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001			
Cloruros, Cl-	mg/L	0,02	75,84	0,399	0,497	4,229	6,147	0,525	0,957	20,01	18,11	14,61	828,9	500			
Fluoruros, F-	mg/L	0,002	0,37	0,086	0,079	0,17	0,137	0,094	0,103	0,147	0,13	0,145	0,612	1			
Fosfatos (como P)	mg/L	0,02	< 0,020	< 0,020	0,09	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020				
Nitratos, (como N)	mg/L	0,003	0,015	< 0,003	0,008	< 0,003	< 0,003	0,008	0,006	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,068	100	100		
Nitritos, (como N)	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	10	10		
Sulfatos, SO4-2	mg/L	0,015	161,3	19,4	33,08	31,71	24,79	15,37	15,13	17,06	16,81	19,39	535,9	1000	1000	0	
METALES TOTALES																	
Aluminio (Al)	mg/L	0,0004	4,314	0,0513	0,0154	0,0482	0,0523	0,0411	0,0522	0,0653	0,1367	0,0718	26,89	5	5		
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00001	0,00018	0,00006	0,00007	0,00008	0,00013	0,00022	0,00029	0,00153	0,00155	0,00092	0,00102				
Arsénico (As)	mg/L	0,00001	0,00642	0,00099	0,00817	0,0035	0,0067	0,03651	0,07301	0,09105	0,09041	0,05903	0,21698	0,1	0,2		
Bario (Ba)	mg/L	0,00001	0,06157	0,01316	0,01724	0,01732	0,02817	0,00899	0,00819	0,0111	0,0121	0,01656	0,05166	0,7			
Berilio (Be)	mg/L	0,00003	0,00047	< 0,00003	< 0,00003	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00049	0,1	0,1		

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento

de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
Bismuto (Bi)	mg/L	4E-06	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002	< 0,000004	0,00001	0,00001	0,00002	0	0,00003		
Boro (B)	mg/L	0,0008	1,279	0,0379	0,0262	0,1184	0,1601	0,0333	0,0578	0,2913	0,2682	0,282	4,577	1	5
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00003	0,00243	0,00005	0,00004	0,00003	< 0,00003	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00006	0,01102	0,01	0,05
Calcio (Ca)	mg/L	0,006	30,51	4,936	8,167	9,623	9,169	5,714	5,901	10,28	10,42	10,05	95,32		
Cobalto (Co)	mg/L	0,00001	0,01846	0,0001	0,00003	0,00033	0,00026	0,00015	0,00017	0,00016	0,00023	0,00022	0,08653	0,05	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,0002	0,0119	0,001	0,0003	0,0029	0,0022	0,0009	0,001	0,0018	0,0017	0,0018	0,8716	0,2	0,5
Cromo (Cr)	mg/L	0,0001	0,0051	0,0004	0,0002	0,0004	0,0007	< 0,0001	0,0002	0,0024	0,0012	0,0031	0,0526	0,1	1
Estaño (Sn)	mg/L	0,0003	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0016	0,0007		
Estroncio (Sr)	mg/L	0,0003	0,3035	0,0506	0,0712	0,0872	0,0836	0,0456	0,0464	0,1481	0,1471	0,1282	1,655		
Fosforo (P)	mg/L	0,03	< 0,03	0,03	0,15	< 0,03	0,09	0,1	0,08	0,09	0,1	0,09	0,09		
Hierro (Fe)	mg/L	0,062	0,412	0,271	< 0,062	0,293	0,318	0,716	0,679	0,424	0,566	0,4	10,82	5	
Litio (Li)	mg/L	0,0001	0,3377	0,002	0,0015	0,0062	0,0201	0,0058	0,0128	0,0332	0,033	0,0292	0,824	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	0,0027	9,431	1,522	2,771	3,582	3,378	2,239	2,352	2,673	2,682	3,002	24,29		250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,0001	1,8	0,0082	0,0118	0,0257	0,0275	0,029	0,0289	0,0315	0,0367	0,0272	1,948	0,2	0,2
Mercurio (Hg)	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00001	0,00066	0,00025	0,00026	0,00077	0,00103	0,00034	0,00066	0,0014	0,00129	0,00122	0,0022		
Niquel (Ni)	mg/L	0,0003	0,0212	0,0009	0,001	0,0021	0,0014	0,0006	0,0009	0,0013	0,0013	0,0021	0,0751		
Plata (Ag)	mg/L	0,00005	0,00027	0,00029	0,00026	0,00029	0,00031	0,00027	0,00026	0,00029	0,00029	0,00028	0,00026		
Plomo (Pb)	mg/L	0,00003	0,0081	0,00017	0,00005	0,00019	0,00033	0,00008	0,00005	0,00035	0,00016	0,00018	0,00275		
Potasio (K)	mg/L	0,035	12,64	2,506	3,717	5,356	4,402	2,942	3,197	3,732	3,598	3,972	32,55		
Selenio (Se)	mg/L	0,0002	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0179	0,02	0,05

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
Silicio (Si)	mg/L	0,01	16,96	22,59	26,87	20,24	18,12	24,84	25,7	23,86	23,07	22,77	25,73		
Sodio (Na)	mg/L	0,022	58,44	5,013	6,036	13,15	14,75	7,315	9,324	20,54	19,31	18,81	368,5		
Talio (Tl)	mg/L	0,00001	0,00038	< 0,00001	0,00001	0,00001	0,00004	< 0,00001	< 0,00001	0,00002	0,00003	0,00002	0,00071		
Titanio (Ti)	mg/L	0,001	0,004	0,005	0,001	0,002	0,002	0,005	0,005	0,004	0,009	0,004	0,017		
Uranio (U)	mg/L	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0023		
Vanadio (V)	mg/L	0,0003	0,0015	0,003	0,0044	0,0031	0,0021	0,003	0,0031	0,0035	0,0034	0,0032	0,015		
Zinc (Zn)	mg/L	0,0001	0,2244	0,009	0,006	0,0095	0,0087	0,0059	0,0062	0,0097	0,0075	0,0069	0,711	2	24
MICROBIOLÓGICOS															
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,8	6,8	20	11	120	14	140	11	21	13	110	< 1,8	1000	1000
Coliformes Totales	NMP/100mL	1,8	33	11000	16000	7000	2200	92000	2400	11000	1100	9200	< 1,8	1000	5000

 Valor no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Campo												
Caudal (m ³ /día)*	m ³ /día	---	854,3	823,3	21,2	6,7	707,8	446,9	185,5	143,3		
Conductividad	µS/cm	---	169,4	176,6	91,7	2900	351	1207	2710	2440	2500	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	7,5	7,17	7,38	6,05	7,71	8,22	10,46	9,03	4	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	7,2	7,43	7,5	7,27	8,03	7,88	8,34	8,37	6,5-8,5	6,5-8,4
Temperatura	°C	---	10,9	15	13,3	18,4	19,4	19,7	24,1	21,2		
FISICOQUIMICOS												
Aceites y Grasas	mg/L	1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO ₃ /L	1	15,6	15,9	25,6	190,5	66,4	203,2	201,9	124,1		
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	1	15,6	15,9	25,6	190,5	66,4	203,2	201,9	128,2		
Bicarbonatos	mg HCO ₃ /L	1,2	19,1	19,4	31,3	232,4	81,1	247,8	246,4	151,5	518	
Carbonatos	mg CO ₃ /L	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	2,4		
Cianuro Libre	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006		
Cianuro Total	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cianuro Wad	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1	0,1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	2	< 2	< 2	< 2	13	< 2	< 2	9	11	40	40
Detergentes Aniónicos	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	0,5

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Dureza Total	g CaCO ₃ /L	1	57,1	59,8	25,4	640,4	119,3	369,3	920,3	724,5		
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01
Fósforo	mg P/L	0,01	0,24	0,212	0,06	5,34	< 0,010	0,248	0,116	0,076		
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0,01	0,06	0,05	0,07	0,06	0,15	0,14	0,05	0,05		
MEH*	mg/L	1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4		
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	mg/L	0,006	27,131	27,597	22,89	26,136	27,313	37,946	36,526	32,204		
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	123	129	74	1824	258	834	2129	2049		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	9	29	< 2	3	107	13	7	3		
Sulfuros	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004		
ANIONES												
Bromuro, Br-	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cloruros, Cl-	mg/L	0,02	0,807	1,191	3,485	525,1	14,56	114,4	446,9	420	500	
Fluoruros, F-	mg/L	0,002	0,126	0,135	0,07	1,574	0,198	0,322	0,34	0,295	1	
Fosfatos (como P)	mg/L	0,02	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,037	0,105	< 0,020	< 0,020		
Nitratos, (como N)	mg/L	0,003	0,014	0,025	0,13	< 0,003	0,182	2,938	1,461	< 0,003	100	100
Nitritos, (como N)	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,017	< 0,001	< 0,001	10	10
Sulfatos, SO ₄ -2	mg/L	0,015	52,23	54,51	19,86	491,2	72,58	217,1	556,1	498,5	1000	1000
METALES TOTALES												
Aluminio (Al)	mg/L	0,0004	1,203	1,098	0,4151	0,046	1,025	0,0833	0,0567	0,0385	5	5
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00001	0,00008	0,00009	0,0001	0,00013	0,00011	0,00022	0,00028	0,00015		
Arsénico (As)	mg/L	0,00001	0,00108	0,00111	0,00139	0,01529	0,00477	0,01329	0,01062	0,01141	0,1	0,2

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Bario (Ba)	mg/L	0,00001	0,02379	0,02701	0,02395	0,16428	0,053	0,10255	0,11366	0,106	0,7	
Berilio (Be)	mg/L	0,00003	0,00013	0,0001	0,00005	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,1	0,1
Bismuto (Bi)	mg/L	4E-06	0,00001	0,00001	< 0,000004	0,00001	0,00001	0,00001	0	0,00001		
Boro (B)	mg/L	0,0008	0,0412	0,0443	0,0553	4,858	0,2224	1,152	1,895	1,77	1	5
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00003	0,00004	0,00005	< 0,00003	0,00007	0,00013	0,00006	0,00007	0,00004	0,01	0,05
Calcio (Ca)	mg/L	0,006	17,31	17,57	7,102	222,5	39,15	127,9	287,2	223,8		
Cobalto (Co)	mg/L	0,00001	0,00058	0,00045	0,00007	0,00146	0,00084	0,00056	0,00104	0,00082	0,05	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,0002	0,0036	0,0191	0,0034	0,0059	0,0209	0,0041	0,0053	0,0048	0,2	0,5
Cromo (Cr)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0002	< 0,0001	0,0367	0,0015	0,0088	0,0285	0,0271	0,1	1
Estaño (Sn)	mg/L	0,0003	0,0004	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003		
Estroncio (Sr)	mg/L	0,0003	0,1373	0,1326	0,0724	1,546	0,2368	0,8823	2,174	1,823		
Fosforo (P)	mg/L	0,03	< 0,03	0,04	0,06	0,09	0,14	0,11	0,1	0,06		
Hierro (Fe)	mg/L	0,062	0,063	0,155	< 0,062	0,337	0,859	0,07	0,25	0,235	5	
Litio (Li)	mg/L	0,0001	0,0017	0,0021	0,0005	0,4782	0,0156	0,0964	0,0952	0,082	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	0,0027	3,448	3,552	2,161	32,29	5,003	13,29	47,39	43,15		250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,0001	0,0643	0,0537	0,0084	0,6964	0,2978	0,2719	0,2926	0,2816	0,2	0,2
Mercurio (Hg)	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00001	0,00042	0,00119	0,00103	0,00876	0,00361	0,00369	0,01004	0,00806		
Niquel (Ni)	mg/L	0,0003	0,0024	0,0022	0,0008	0,018	0,0052	0,0106	0,0265	0,0178		
Plata (Ag)	mg/L	0,00005	0,00025	0,00027	0,00029	0,00009	< 0,00005	< 0,00005	0,00009	0,00009		
Plomo (Pb)	mg/L	0,00003	0,00031	0,0007	0,00034	0,00022	0,0015	0,00005	0,00012	0,00008		
Potasio (K)	mg/L	0,035	2,376	2,604	3,337	9,375	3,324	6,366	11,63	11,32		
Selenio (Se)	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0172	0,0011	0,0069	0,0176	0,0129	0,02	0,05

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Silicio (Si)	mg/L	0,01	18,53	18,22	16,9	24,89	18,56	22,42	23,79	19,15		
Sodio (Na)	mg/L	0,022	7,372	7,786	5,651	328,4	19,02	88,01	290,9	265,3		
Talio (Tl)	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00002	0,00001	0,00001	0,00002	0,00002		
Titanio (Ti)	mg/L	0,001	0,008	0,016	0,012	0,017	0,038	0,009	0,017	0,015		
Uranio (U)	mg/L	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0053	0,0007	0,004	0,0148	0,0073		
Vanadio (V)	mg/L	0,0003	0,0026	0,0028	0,0046	0,012	0,0046	0,0113	0,0142	0,01		
Zinc (Zn)	mg/L	0,0001	0,0117	0,0136	0,0084	0,0182	0,0083	0,0042	0,0236	0,016	2	24
MICROBIOLÓGICOS												
Coliformes Fecales	NMP/100m L	1,8	4,5	1,8	11	83	460	490	630	270	1000	100 0
Coliformes Totales	NMP/100m L	1,8	3500	350	220	1400	17000	22000	2400	7000	1000	500 0

Valor no cumple el ECA Agua Categoría 3

7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

Temperatura

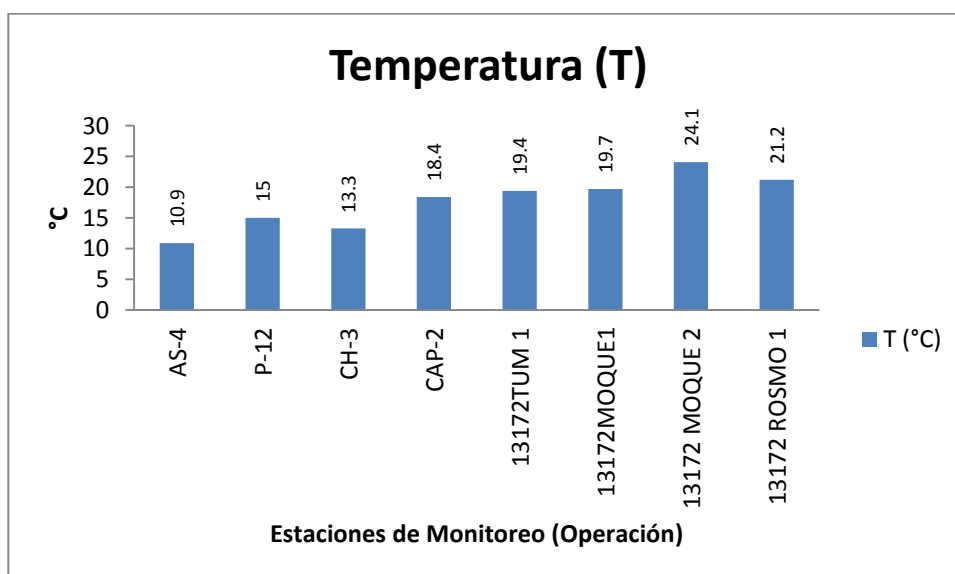
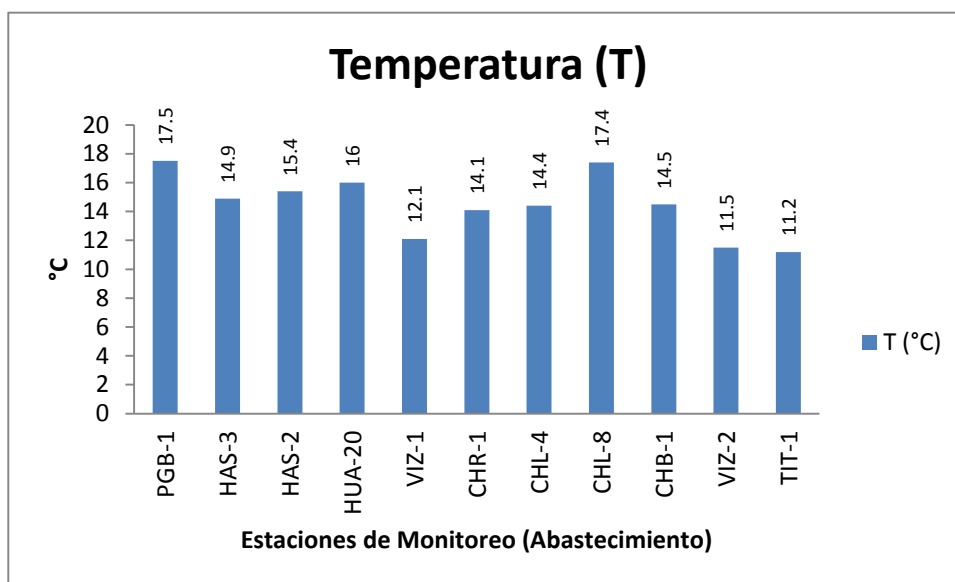


Gráfico 02. Temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 02, a la salida del embalse Pasto Grande en la estación PGB-01, la temperatura es mayor 17.5 °C debido a que la superficie de agua expuesta al sol es amplia y son aguas con poco movimiento.

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas moderadas que oscilan entre 14,1 a 17.4 °C, estos valores moderados pueden deberse influencia de agua de manantial (CHR-1 y CHL-4) y factores climáticos horas de sol.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas presentan temperaturas bajas que oscilan entre 12,1 a 11,5 °C, característico de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire es un valor bajo, al revisar la información histórica del TIT-1 se observa que en los meses de época húmeda tiene valores bajos, debido al ligero 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.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo AS-4 y P-12 fueron 10,9 a 15 °C, estos valores corresponden a época húmeda. La temperatura del agua en la cuenca del río Charaque (CH-3 13,3 °C) fue similar al del río Asana, mientras que la del río Capillune (18,4 °C) presenta un valor superior al de los otros puntos debido a la influencia de aguas de origen termal cercanos al poblado Calientes.

La temperatura del agua en la parte del valle y cercano a la desembocadura oscilaron entre 19,4 y 21,2 °C principalmente debido a la intensa radiación solar de la zona.

Oxígeno Disuelto

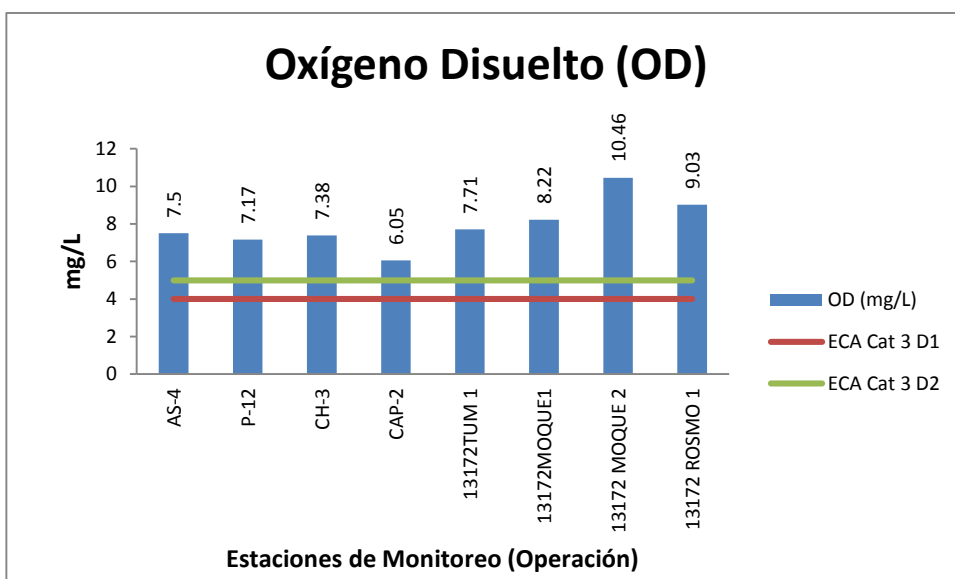
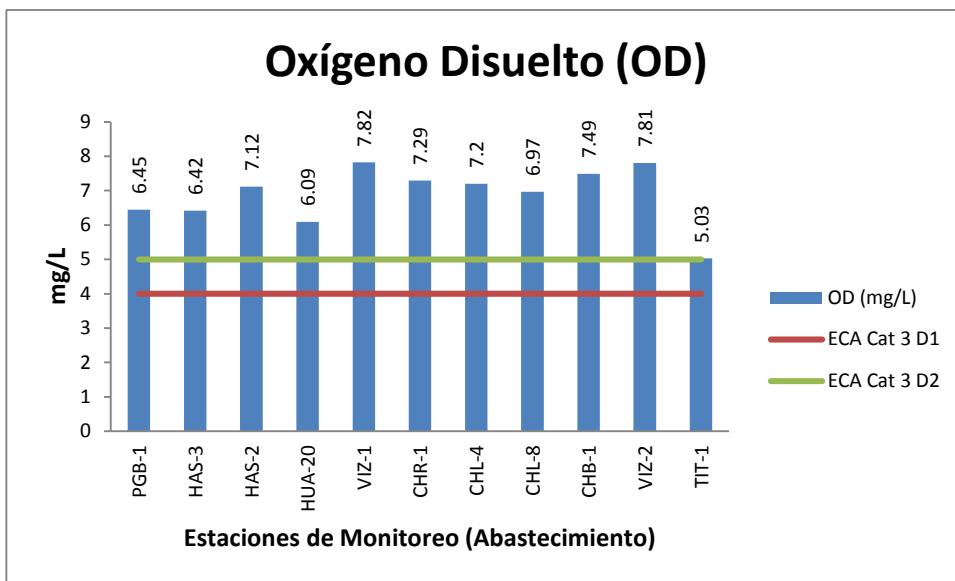


Gráfico 03. Variación espacial del contenido de oxígeno disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 03, en la zona de abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, los del río Vizcachas PGB1, VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

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

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valores bajos de Oxígeno Disuelto 5,03 mg/L, probablemente debido a que el ingreso de sales provenientes de fuentes termales disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, así como la mayor presencia de hierro y otras especies reducidas en el agua consumen oxígeno disuelto, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (3,5 – 11,3 mg/L), donde el valor corresponde a una época húmeda sin lluvias (4,3 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque CH-3, esto puede deberse a la buena ventilación del agua y a la ausencia de material orgánico.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Capillune CAP-2 (6,05 mg/L), presenta un valor inferior a las demás estaciones probablemente debido a la presencia de gran contenido de sales provenientes de fuentes de aguas de origen geotermal.

El contenido de oxígeno disuelto en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (7,71 mg/L), 13172RMoqu1 (8,22 mg/L), 13172RMoqu2 (10,46 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,03 mg/L), se observa un incremento del contenido de oxígeno probablemente debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle. Situación similar fue observada en el MAP I (8,30 – 9,77 mg/L) y MAP II (8,28 – 10,18 mg/L).

Potencial de Hidrógeno – pH

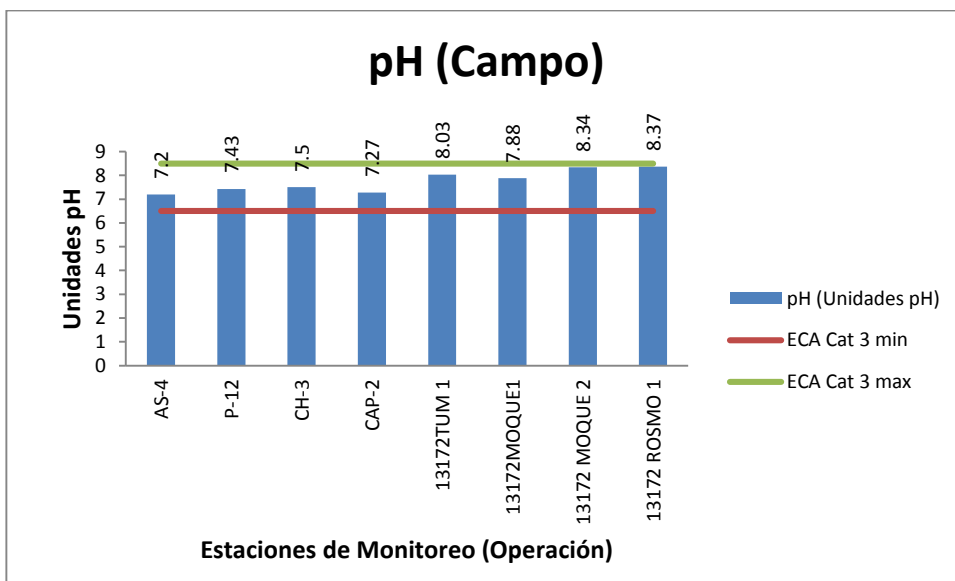
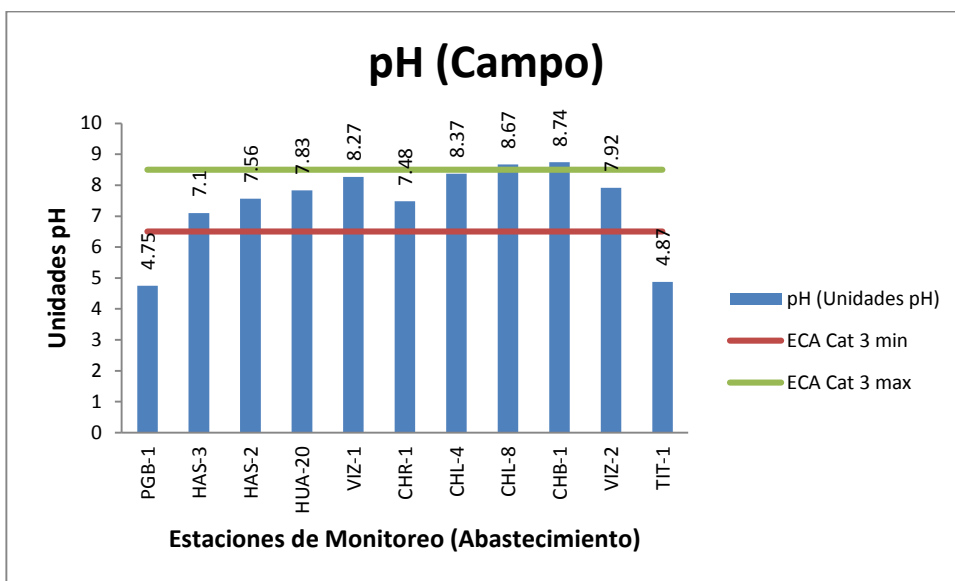


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El pH del agua es un parámetro monitoreado en campo que nos indica la presencia de iones hidronio en el agua, su rango va entre 0 a 14; las aguas naturales dependiendo de su contenido de sales disueltas pueden ser ligeramente ácidas o alcalinas. El ECA para agua Categoría 3 nos sugiere que el pH de agua 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 el gráfico 04, en la zona de abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, presenta contenidos que se incrementan con la disminución de la altura probablemente debido al incremento de actividad fotosintética en el curso del río.

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

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

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valores bajos de pH 4,87, probablemente debido a que el ingreso de disolución de material piritoso o aguas de procedencia termal relacionado con valores altos de sulfatos 533,9 mg/L, aluminio 26,9 mg/L y hierro 10,82 mg/L estos iones pueden disociarse en el agua y liberar iones hidronio, también se observa que el valor de alcalinidad por bicarbonatos es cero, la calidad del agua en función del pH no cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, para esta estación. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (4,6 – 8,5), donde el valor corresponde a una época húmeda sin lluvias (4,6 – 8,03).

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

Los valores de pH en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8,03), 13172RMoqu1 (7,88), 13172RMoqu2 (8,34) y 13172Rosmo1 (8,37), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, el incremento en el valor puede ser debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle, así como la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico. Situación similar fue observada en el MAP I (7,9 – 8,4) y MAP II (8,1 – 8,7).

Conductividad Eléctrica

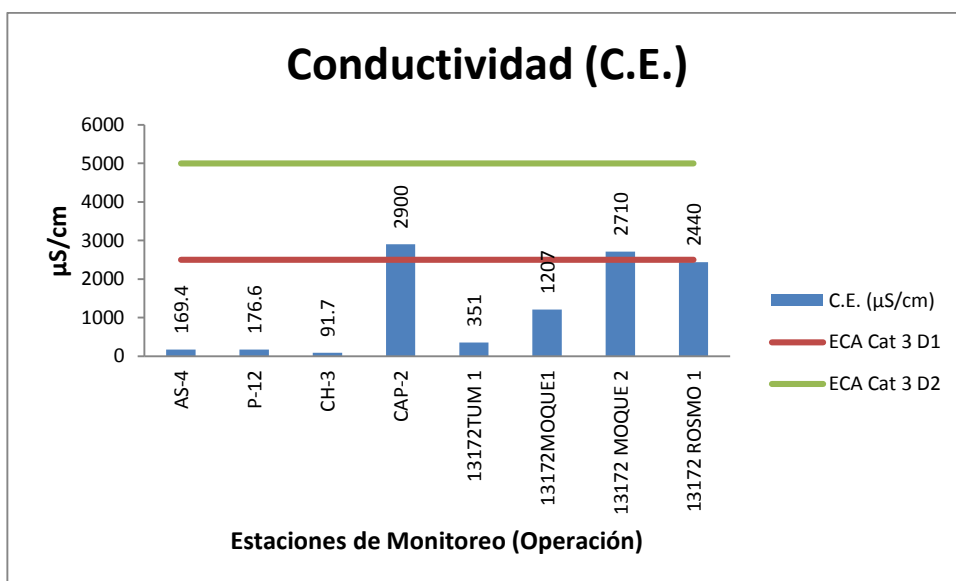
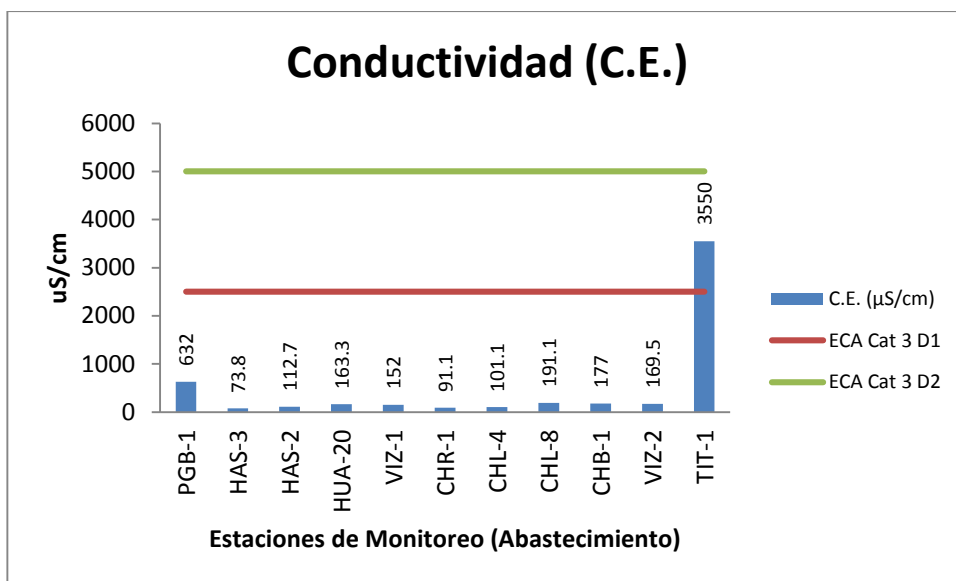


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 05 en la zona de abastecimiento, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas, Chilota, Calasaya, las quebradas HAS-02 y HAS-03 cumple con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (3550 uS/cm), este valor es cercano al esperado para la época húmeda (395 – 3000 uS/cm) y está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), esto probablemente se debe al ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

El valor de conductividad del agua en la estación PGB-1 (632 uS/cm) correspondiente a la salida del embalse Pasto Grande, es un valor moderado que nos indica mineralización de las aguas del embalse que cumple con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, este valor está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (13,46 – 866 uS/cm).

En la zona de abastecimiento, la calidad del agua en las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, así como la del río Charaque CH-3 y río Tumulaca 13172Rtumi presentan valores bajos de conductividad eléctrica que se encuentra entre 91,7 a 351 uS/cm cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

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

FISICOQUIMICOS

Aceites y Grasas

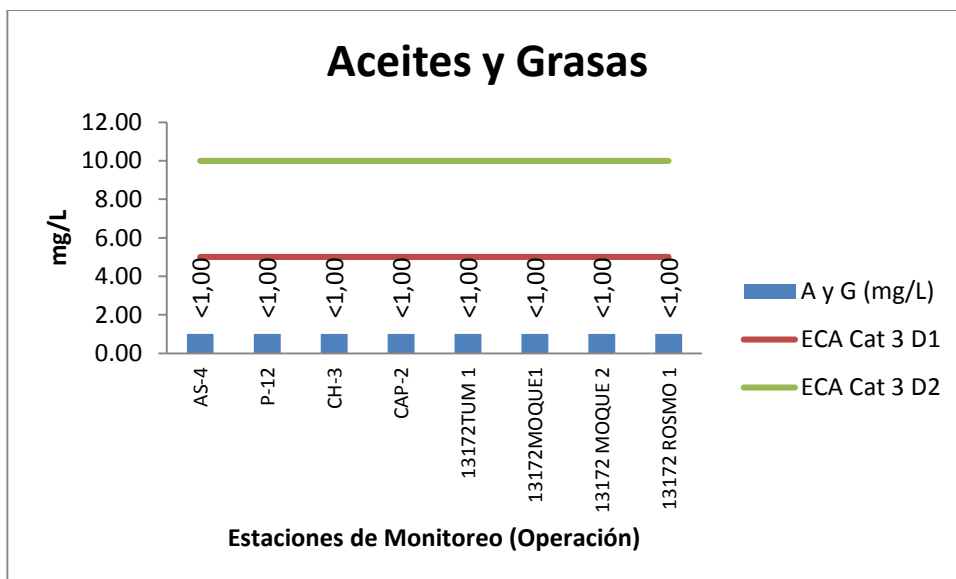
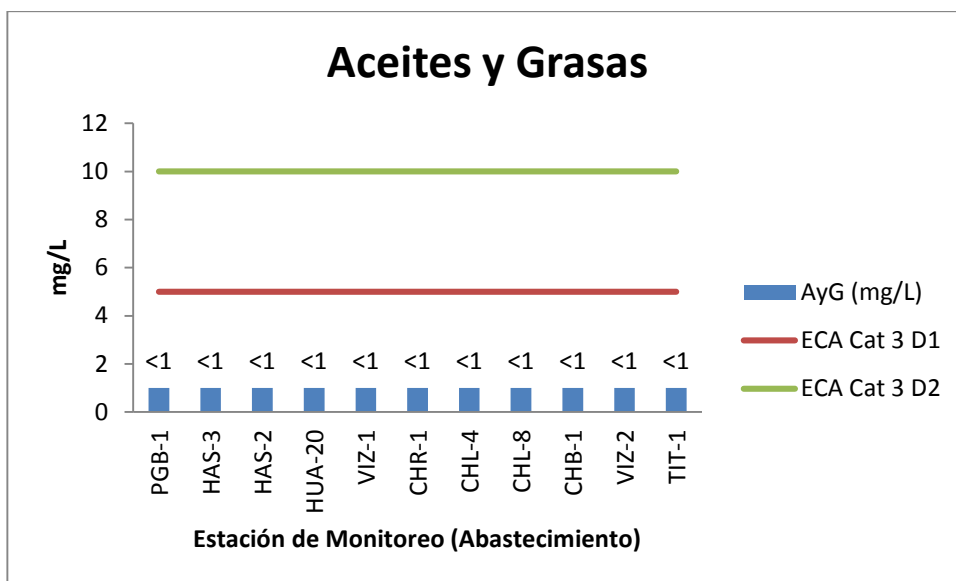


Gráfico 06. Variación Espacial del contenido de Aceites y Grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento coinciden con los resultados encontrados en el MAP III, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Los resultados de las estaciones PGB-1 en el periodo 2011 al 2104 y CHL-8 periodo 1996 al 2014, de la validación de la línea de base ambiental del MAP III casi no han detectado aceites y grasas en estas estaciones.

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

Bicarbonatos

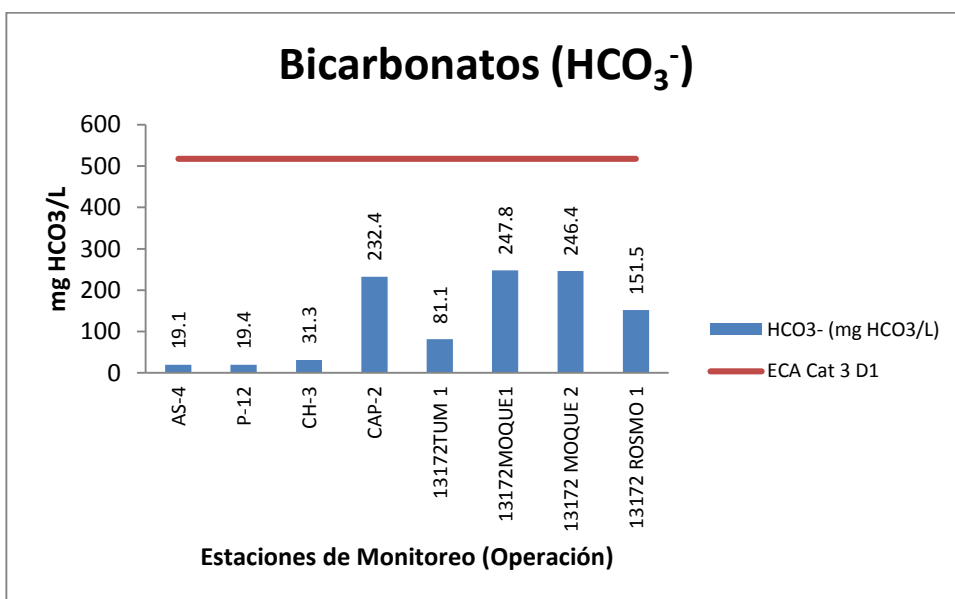
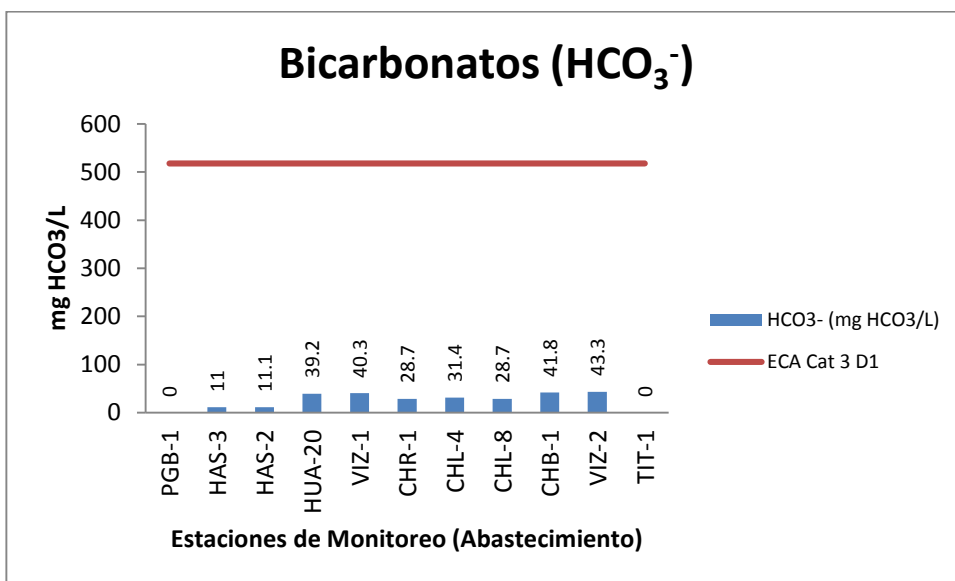


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

El bicarbonato es el principal responsable de la alcalinidad del agua, tiene la capacidad para neutralizar la acidez del agua provocada por ácidos inorgánicos, orgánicos, iones hidronio y metales disueltos generadores de acidez tales como Al^{3+} y Fe^{3+} . El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 370 mg $CaCO_3/L$.

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

Se puede observar que el contenido de bicarbonato en las estaciones CAP-2 y las estaciones de la parte baja de la cuenca 13172RTum1, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP-I (74 – 183 mg HCO_3/L) y MAP-2 (65 – 186 mg $CaCO_3/L$) estos valores adicionalmente son similares a los valores de bicarbonatos en agua subterránea cercana a la zona del valle como por ejemplo el Manantial el Común 98,1 mg $CaCO_3/L$ y el Totoral 119,2 mg $CaCO_3/L$. Las estaciones de la cuenca media AS-4, P-12 y CH-3 presentan valores bajos entre 19,1 y 31,33 mg HCO_3/L . Todas las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Cianuro WAD

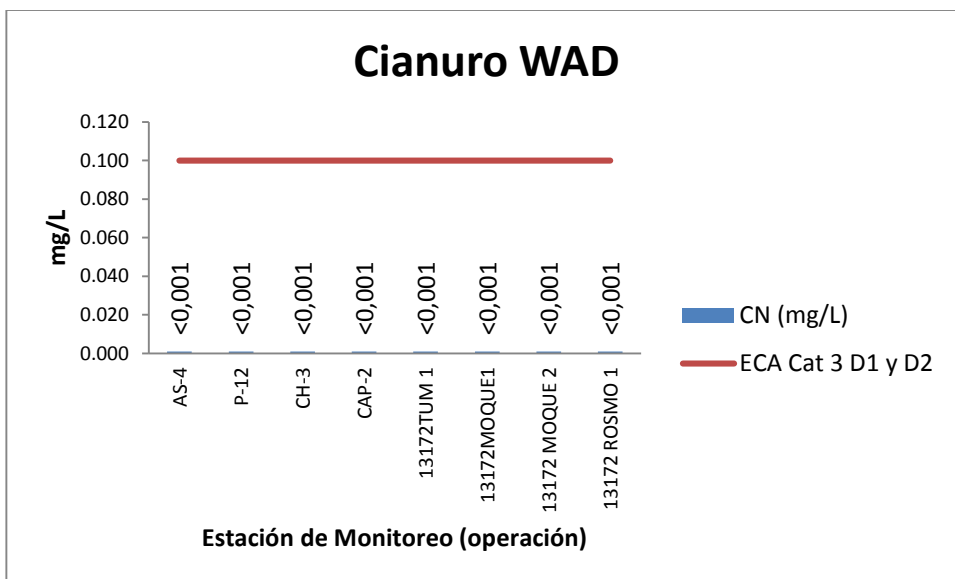
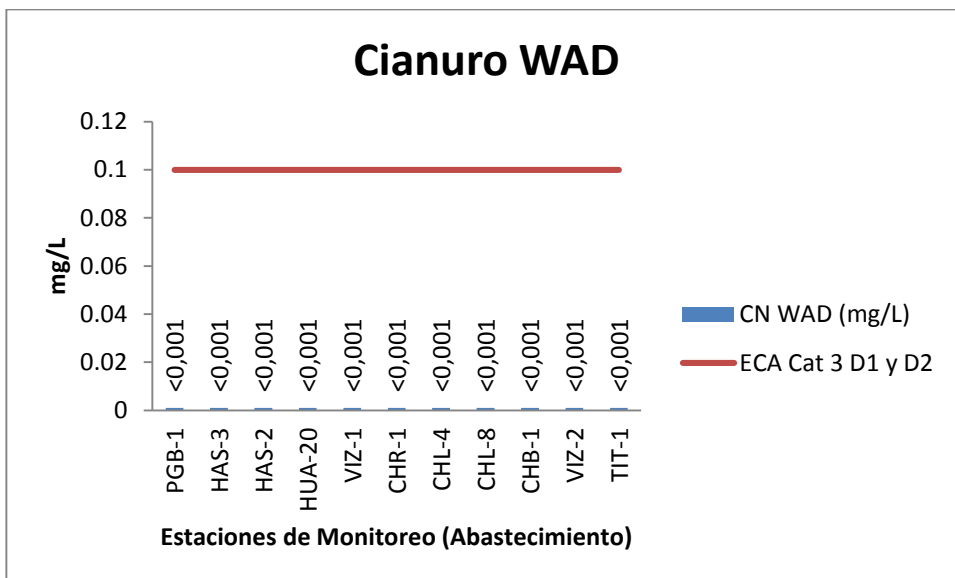


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se puede observar en el gráfico 08, no se ha detectado presencia de cianuro WAD en ninguna de las estaciones de agua de la zona de abastecimiento y operaciones, esta situación es similar a los resultados obtenido en el MAP III, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento, y a los resultados obtenidos en el MAP I y MAP II, para la zona de operaciones, Moquegua e Ilo.

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

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

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

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

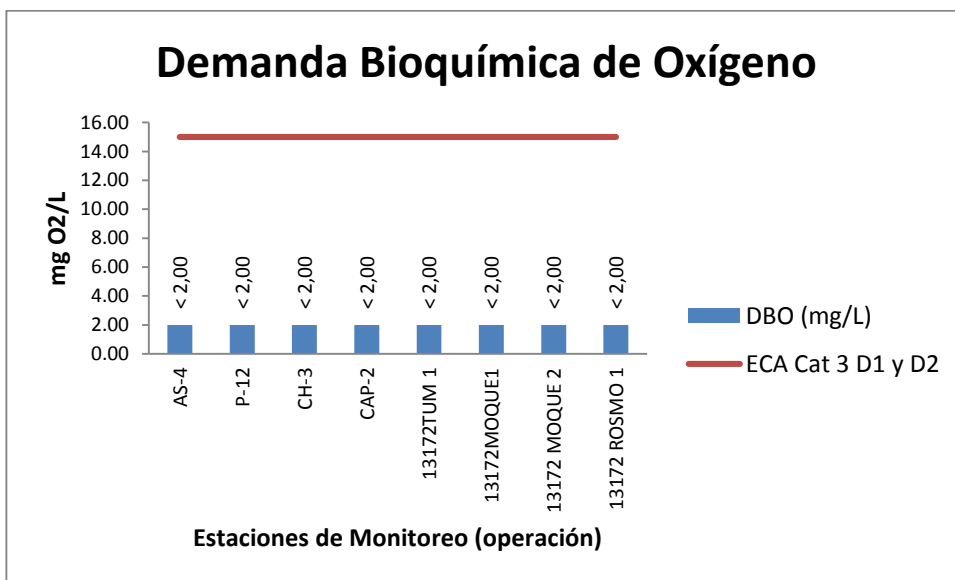
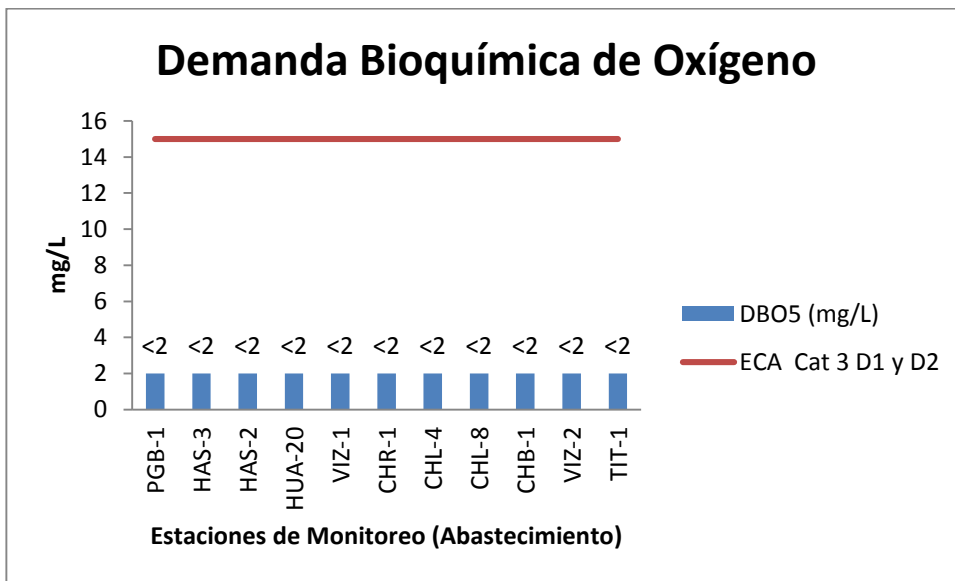


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, esto es debido a que después de la degradación de la materia orgánica del vertimiento, por procesos de difusión del oxígeno desde el aire, el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de DBO_5 de 15 mg O_2/L .

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

Los resultados del MAP IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP III en época húmeda, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP III en época seca donde presentó valores entre $<0,1$ (N.D.) hasta 2,5 mg/L, valores pequeños que cumplen con el ECA categoría 3.

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

Por otro lado los resultados del MAP IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP I en época seca, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de operaciones donde ninguna estación presentó DBO y cumplen con el ECA categoría 3.

Demanda Química de Oxígeno - DQO

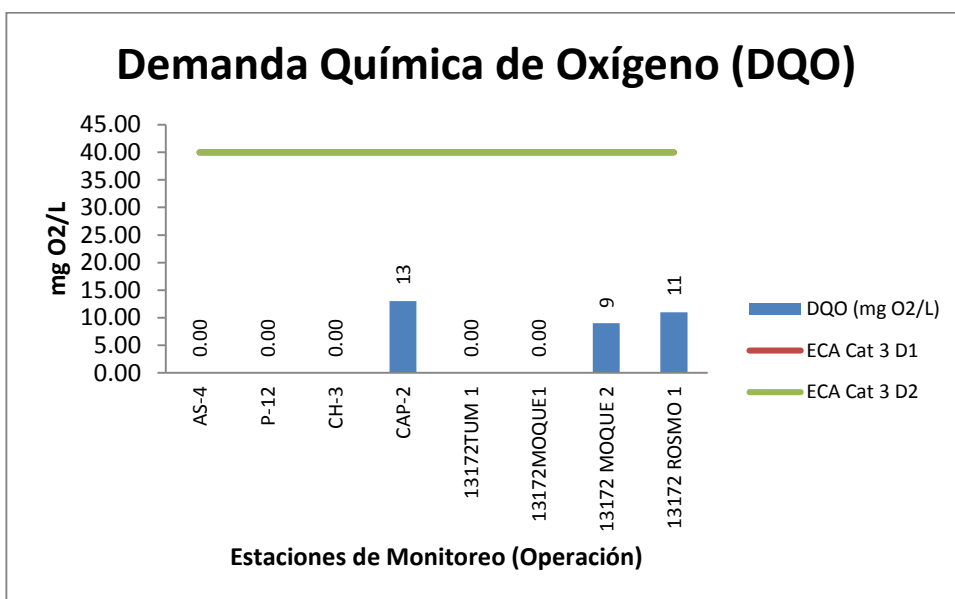
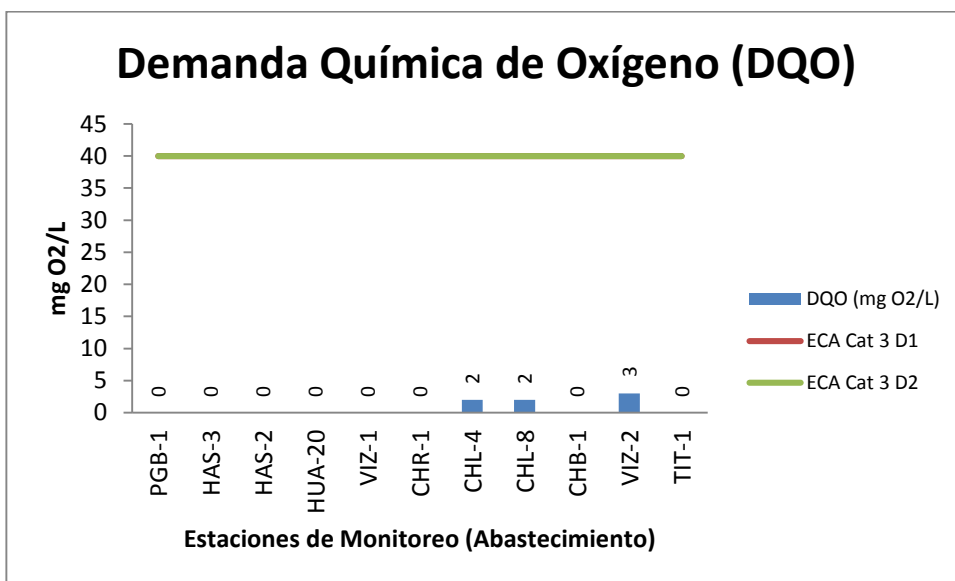


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 10, en la zona de abastecimiento de agua se ha detectado valores bajos de DQO en las estaciones CHL-4 (2 mg/L), CHL-8 (2 mg/L) y VIZ-2 (3 mg/L), las demás estaciones no se ha detectado valores de DQO. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones se ha detectado valores bajos de DQO en las estaciones CAP-2 (13 mg/L), 13172RMoque2 (9 mg/L) y 13172Rosmo1 (11 mg/L), las demás estaciones no se ha detectado valores de DQO. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

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

Dureza

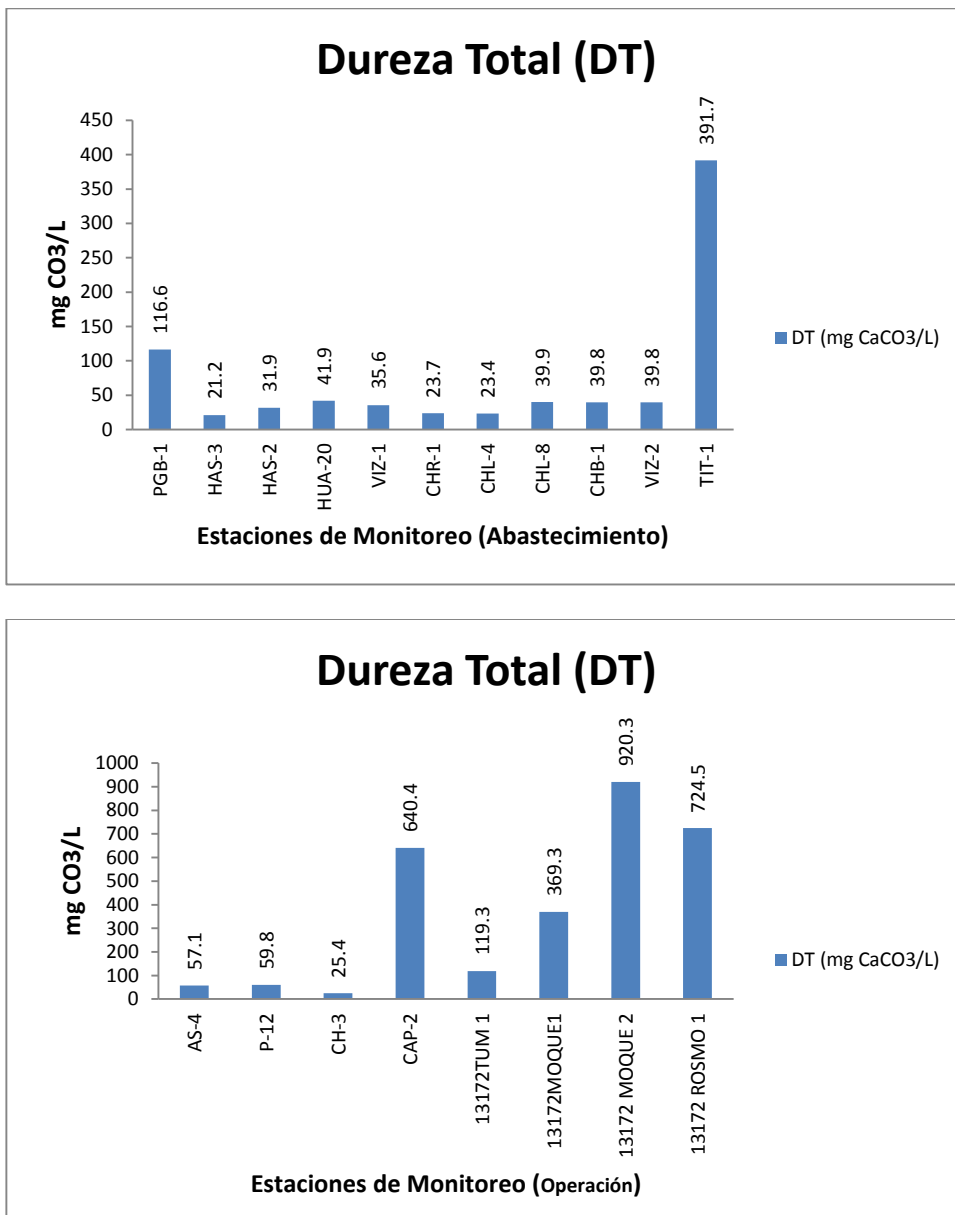


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

En términos generales, se puede considerar como blanda un agua con menos de 100 mg CaCO_3/L de dureza como CaCO_3 , medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO_3/L , dura de 200 a 300 mg CaCO_3/L , sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO_3/L .

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento son blandas con excepción de la estación PGB-1 que es medianamente dura y la estación TIT-1 que es muy dura. Esto está asociado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 son blandas. En el río Capillune la calidad del agua es muy dura. En el río Tumilaca la estación 13172Rtumi1 presenta una dureza moderada. En el río Moquegua y Osmore la calidad es muy dura esto relacionado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio, probablemente por el suelo en el valle que es de naturaleza bicarbonatada, carbonatada cálcica y magnésica según el estudio realizado por INRENA en el 2004.

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

Fosfatos (Fósforo Reactivo Disuelto)

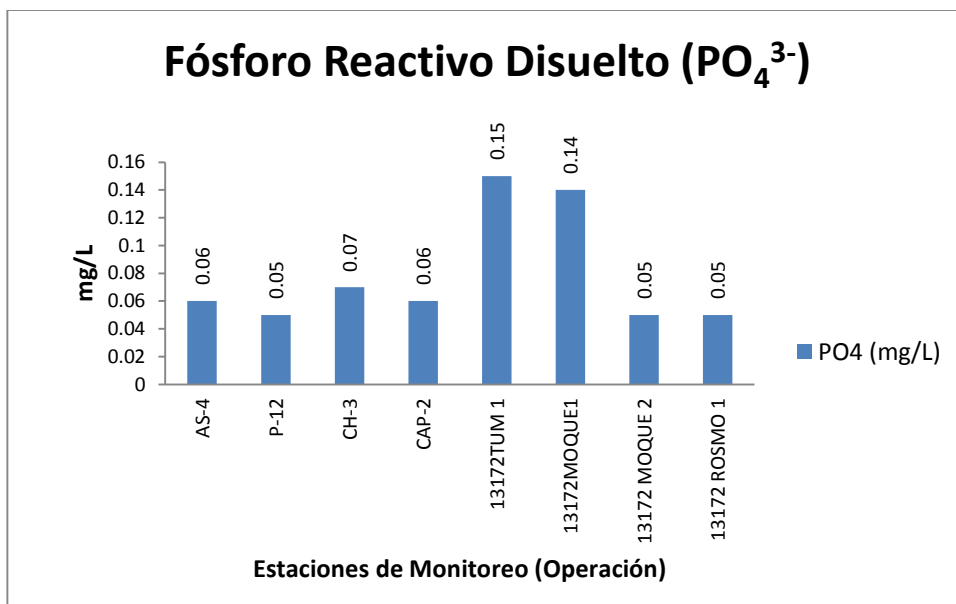
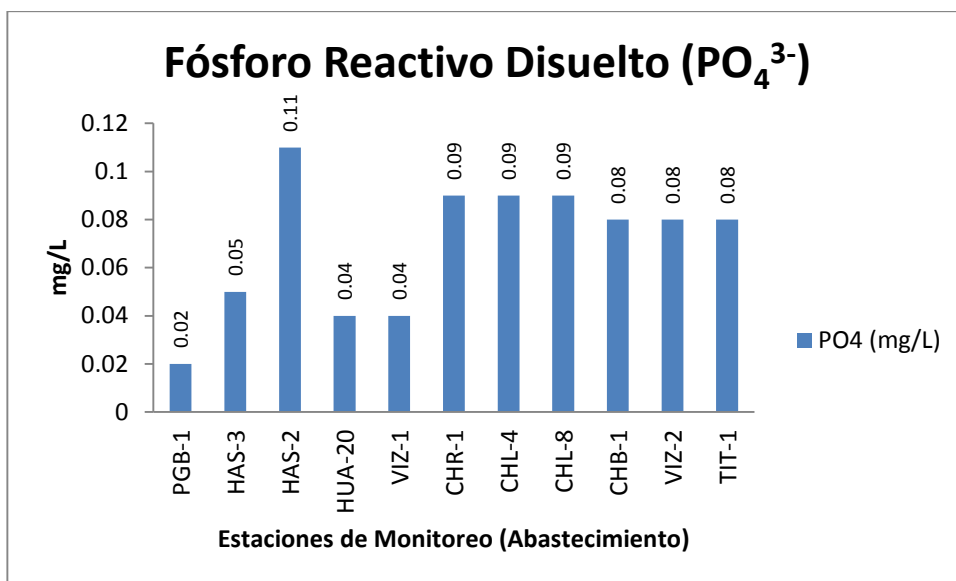


Gráfico 12. Variación espacial del contenido de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

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

La concentración de fósforo en la zona de abastecimiento (0,02 – 0,11 mg P-PO₄/L) fue similar a lo reportado para el MAP III época húmeda (0,05 – 0,156 mg P-PO₄/L) y época seca (0,014 – 0,17 mg P-PO₄/L). Se encuentran dentro de los resultados esperados por la línea de base ambiental validada.

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

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

Sólidos Totales Disueltos

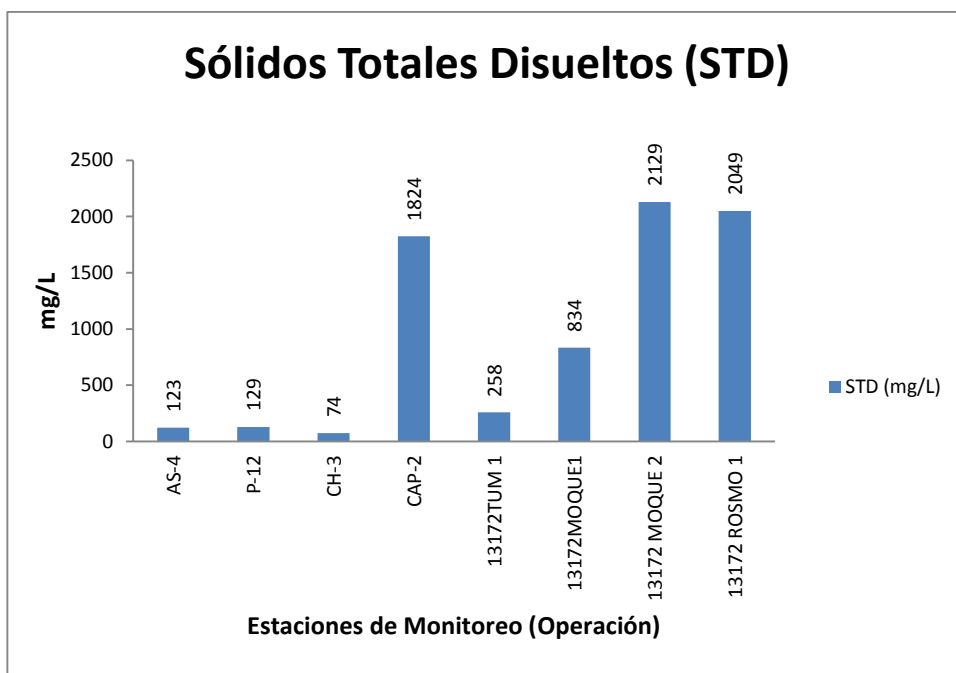
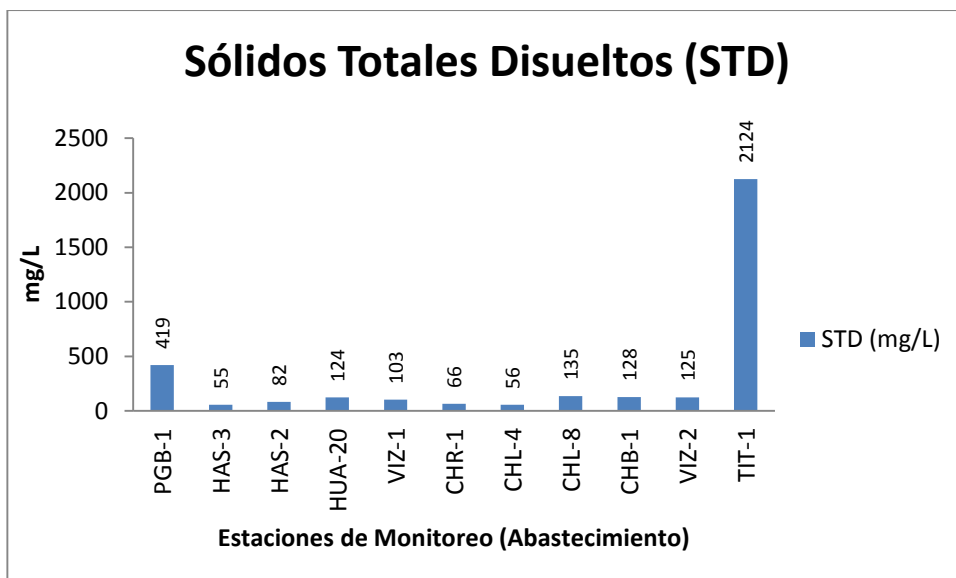


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

También está formado por aniones disueltos como los cloruros, fluoruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos entre otros. La principal fuente son las sales que se encuentran en el lecho del río y que se disuelven en el agua. En época seca, solo la disolución de los iones del lecho es importante, pero en época de lluvia los iones disueltos pueden provenir del suelo y llegar disueltos en las escorrentías juntamente con los sólidos suspendidos. El ECA Agua Categoría 3 no contempla valores límites para este parámetro.

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

En la zona de abastecimiento el contenido de sólidos totales disueltos en las estaciones de los ríos Vizcachas, Chilota, Calasaya y las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos de STD que oscila entre 55 a 155 mg/L, la estación PGB-1 presenta un valor alto de STD de 419 mg/L, este valor se asocia con valores entre moderados y altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeso (alto), plomo, potasio y sodio. De manera similar el río Titire en la estación TIT-1 (2124 mg/L) presenta valores muy altos de sulfuros (actividad geotermal), cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, STS, boro, cobre, hierro, manganeso, potasio y sodio.

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

En la zona de operaciones, las estaciones de AS-4 (123 mg/L) y P-12 (129 mg/L) presentan valores bajos de STD, se encuentran dentro de la establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (79 – 159 mg/L) para la estación P-12. La estación CAP-2 (1824 mg/L) presentan valores altos relacionados con valores altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio, probablemente proveniente de aguas provenientes de ojos de agua utilizados en los poblados cercanos como el de calientes, este valor alto del CAP-2 se encuentran dentro de la establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (175 – 2855 mg/L).

En las estaciones de monitoreo en Moquegua e Ilo, se ha determinado valores muy altos de STD en las estaciones, 13172RMoque2 (2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (2049 mg/L), estos valores se asocian con valores altos de cloruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio. Estos valores son similares a los encontrados en el MAP-1 y MAP-2. La fuente probable de sólidos en la zona del valle, puede ser el tipo de suelo carbonatado, bicarbonatado cálcico, magnésico con influencia de cloruros de sodio y potasio, adicionalmente puede deberse al ingreso de aguas de naturaleza subterránea.

Sólidos Totales en Suspensión

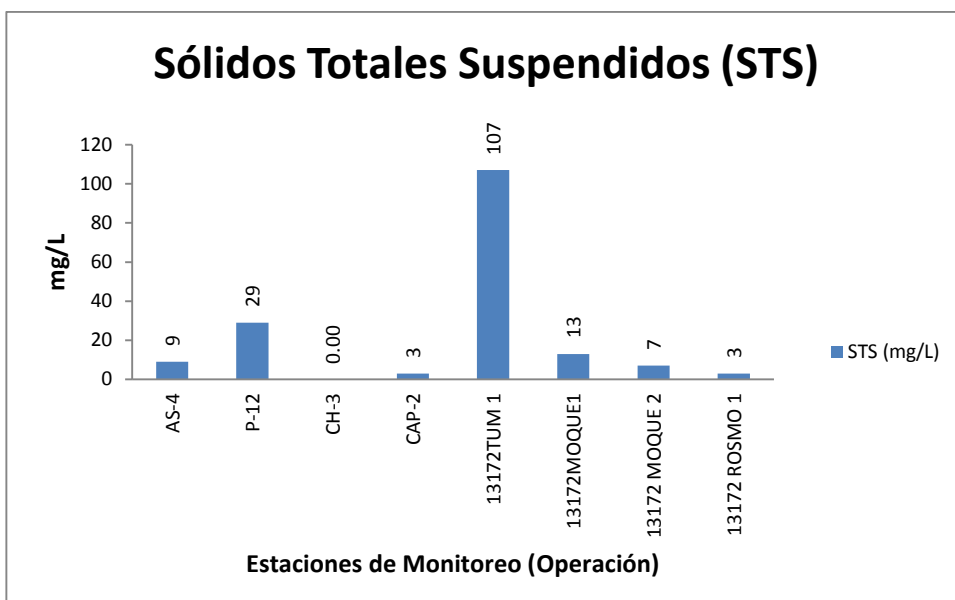
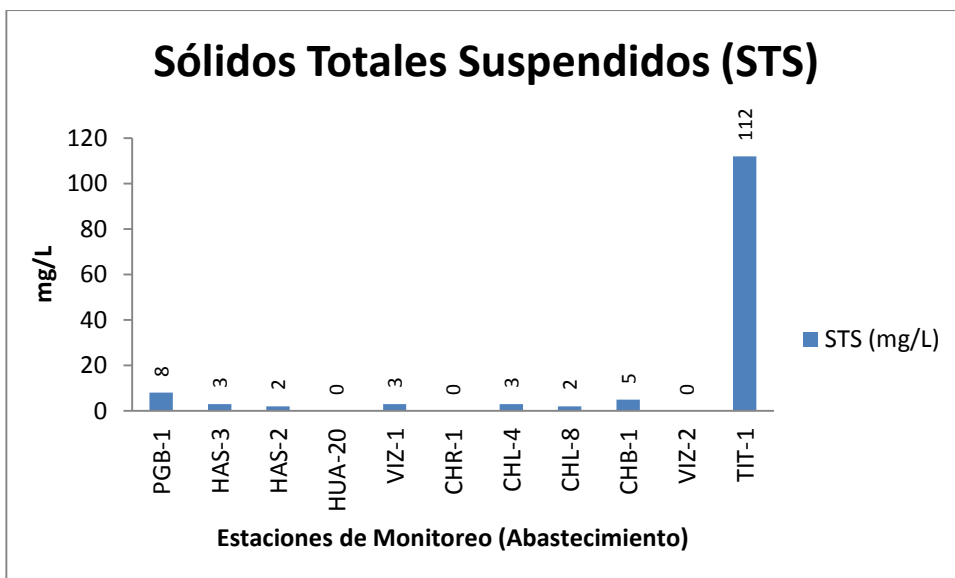


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 14, en la zona de abastecimiento el contenido de STS en los ríos Vizcachas (PGB-1, VIZ-1, VIZ-2), Chilota (CHR-1, CHL4, CHL-8 y CHB-1), Calasaya (HUA-20) y agua de las quebradas (HAS-2 y HAS-3) es bajo de 0 a 8 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III, para las estaciones PGB-1 (2 – 15 mg/L), CHL-8 (2 – 269 mg/L) y VIZ-2 (1 – 180 mg/L).

La calidad del agua del río Titire TIT-1 (112 mg/L) presenta valores altos debido a la presencia de gran cantidad de material suspendido, este valor alto se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III (2 – 788 mg/L). El valor alto puede deberse al ingreso de material de suelo altamente mineralizado y de aguas de origen geotermal

En la zona de operaciones río Asana en las estaciones AS-4 (9 mg/L) y P-12 (29 mg/L), presenta valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación P-12 (2 – 113 mg/L).

En la zona de operaciones los ríos Charaque CH-3 (0 mg/L) y CAP-2 (3 mg/L) presentan valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación CH-3 (2 – 639 mg/L) y CAP-2 (2 - 1064 mg/L). Por los valores bajos se deduce el ingreso de material particulado desde el suelo, ausencia de lluvias en la época de monitoreo.

En la zona de Moquegua el río Tumulaca en la estación 13172RTum1 (107 mg/L) es un valor alto que difiere de lo encontrado en el MAP-1 (3 mg/L) y MAP-2 (8mg/L), esto puede deberse al ingreso de material de suelo por presencia de lluvias que se correlaciona con el incremento del caudal para la fecha de monitoreo.

En la zona de Moquegua e Ilo estaciones 13172RMoque1 (13 mg/L), 13172RMoque2 (7 mg/L) y 13172Rosmo1 (3 mg/L) son similares a los obtenidos por el MAP-1 y MAP-2.

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

Sulfuros

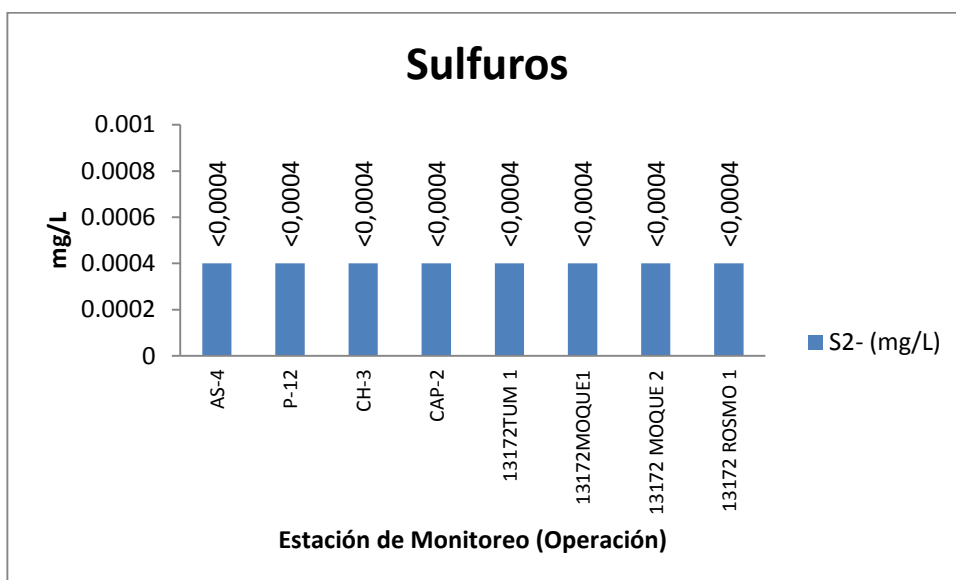
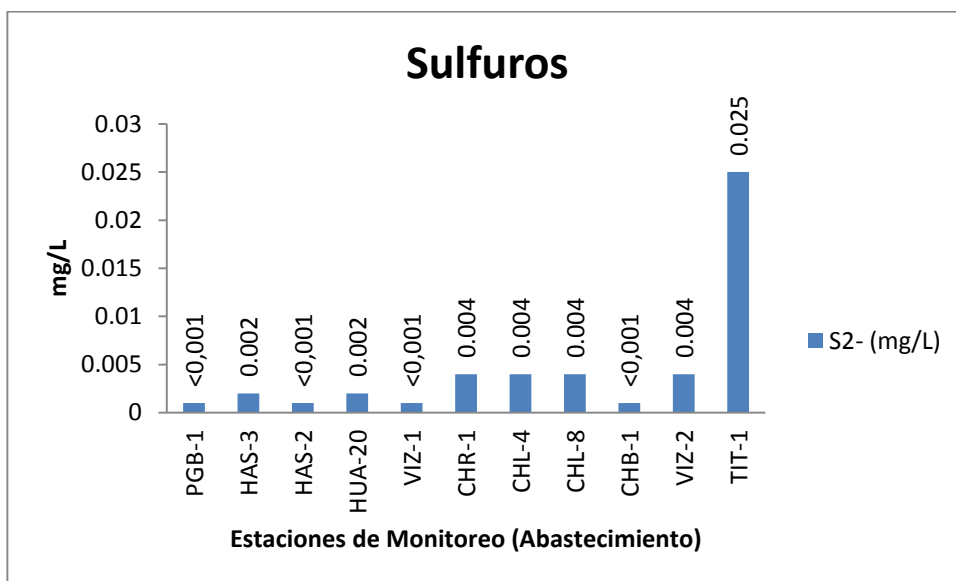


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 15, las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de sulfuros (<0,001 – 0,004 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (0,025 mg/L) nos sugiere presencia de aguas subterráneas de origen geotermal en las aguas del río Titire, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (0,002 – 0,032 mg/L).

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

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

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

ANIONES

Cloruros

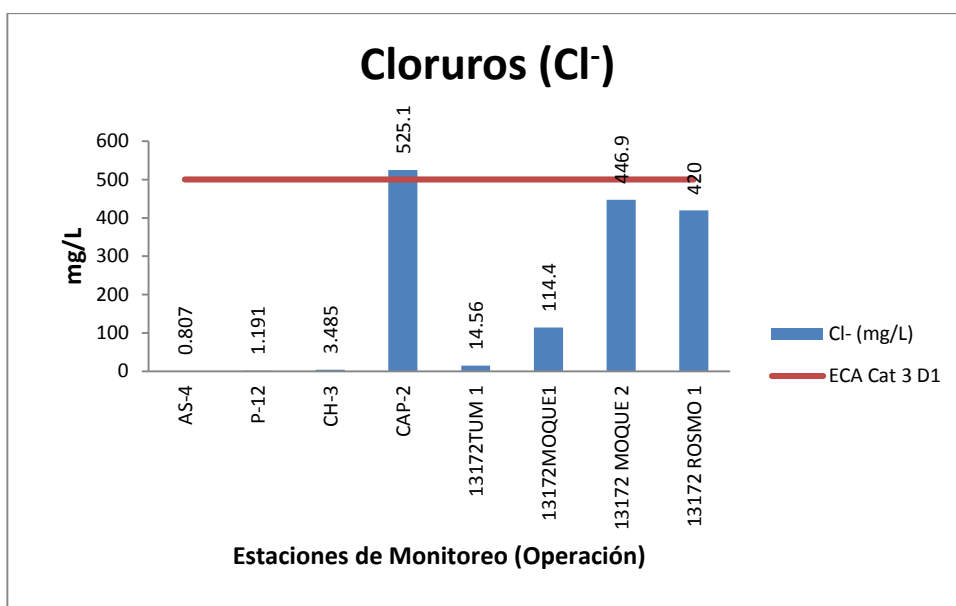
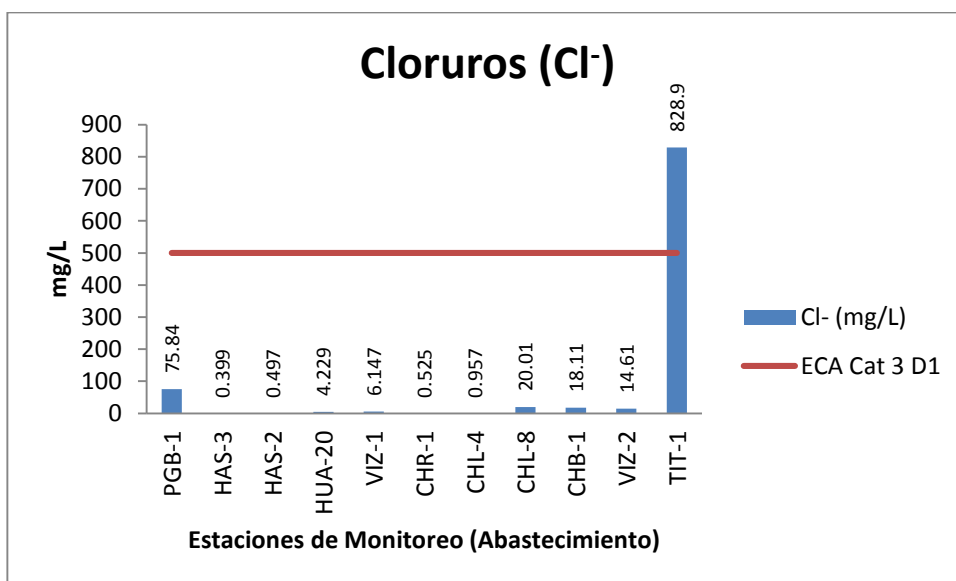


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 de 500 mg/L.

Como se observa en el gráfico 16, el contenido de cloruros en las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de cloruros (0,399 – 75,84 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (828,9 mg/L) nos sugiere presencia de aguas subterráneas de origen geotermal en las aguas del río Titire, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (48 – 4695 mg/L).

Las estaciones en la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 la concentración de cloruros es baja (0,807 – 3,485 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 para el P-12 (0,72 – 1,55 mg/L) y CH-3 (0,99 – 3,07 mg/L).

Las estaciones en la zona de operaciones CAP-2 la concentración de cloruros es alta (525,1 mg/L), este valor está dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 (3 – 739,1 mg/L). Este elevado valor se puede deber al ingreso de aguas subterráneas en la zona de calientes a través de los ojos de agua en la zona. El contenido de cloruros en la estación CAP-2 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3 por lo que se debe restringir el uso de estas aguas para riego.

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

Fluoruro

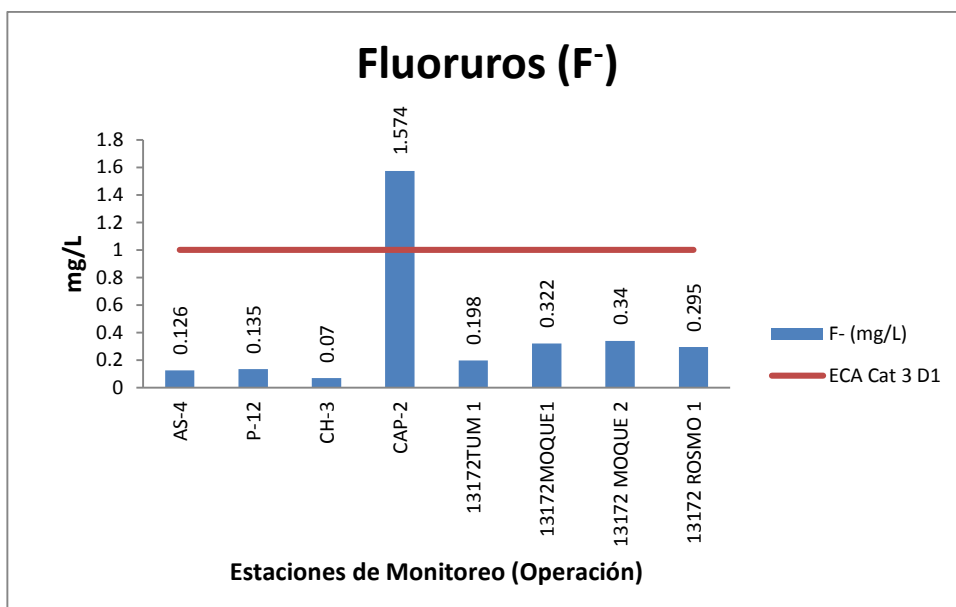
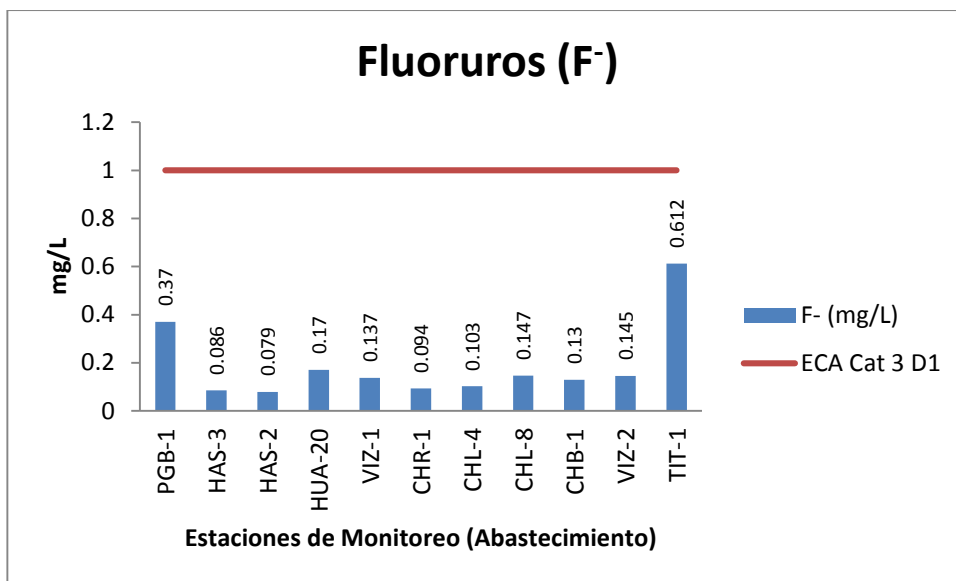


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

Las fuentes naturales de fluoruro en el agua son las escorrentías de rocas erosionadas que contienen fluor o lixiviación del suelo a través del ingreso de aguas subterráneas. La lixiviación de rocas ígneas alcalinas, dolomita, fosforita y vidrios volcánicos resultan en grandes concentraciones en el agua. En el agua los fluoruros están fuertemente ligados con el aluminio principalmente a valores bajos de pH < 5. Los fluoruros también pueden formar complejos con el Calcio y Magnesio pudiendo ser removidos por precipitación con los carbonatos. El exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar fluorosis oseo o dental, también puede ocasionar daño a nivel del tejido hepático. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L.

Como se observa en el gráfico 17, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de fluoruros que están entre 0,079 y 0,612 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,612 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,126 mg/L) y P-12 (0,135 mg/L) presentan valores bajos de Fluoruros, la estación en el río Charaque CH-3 (0,07 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA. La estación en el río Capillune CAP-2 (1,574 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representando un riesgo para la salud de la población, cultivos y animales de crianza.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,198 y 0,34 mg/L, probablemente esto sea responsable del bajo índice de caries en niños en la región Moquegua.

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

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

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

Nitratos

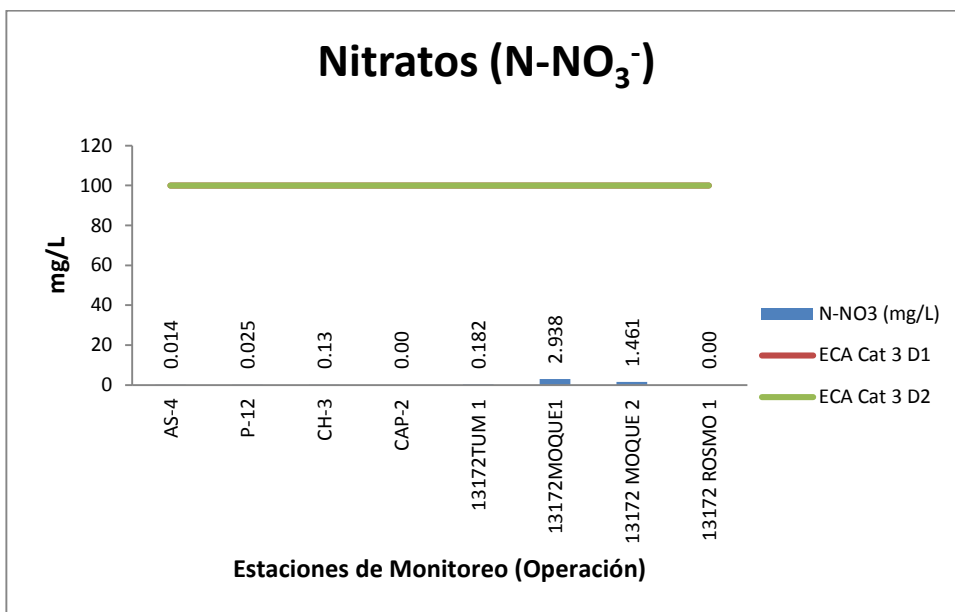
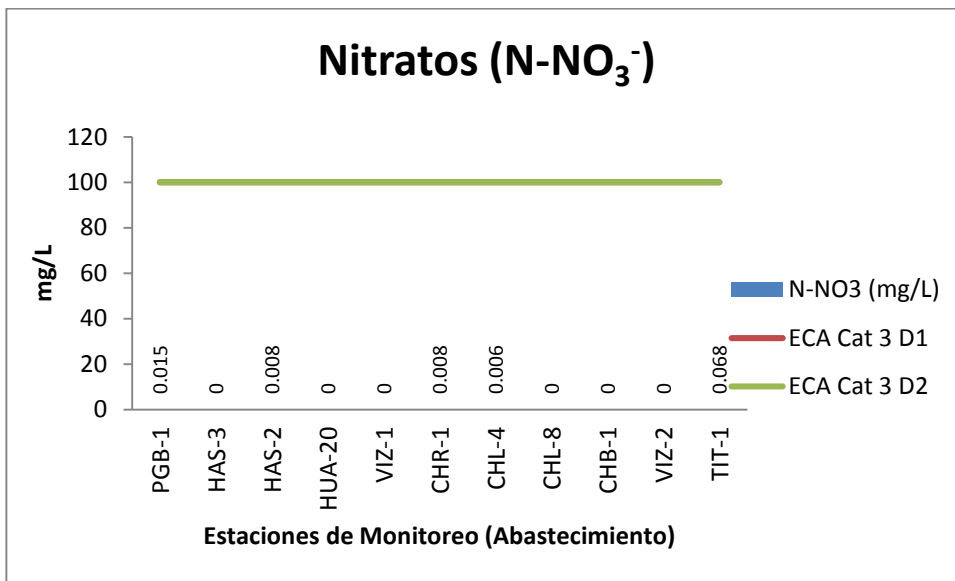


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

Los nitratos se forman a partir de la descomposición de materia orgánica nitrogenada como aminoácidos y proteínas que son liberados en las aguas residuales domésticas, que se degradan por acción de los microorganismos formando en primer lugar nitrógeno amoniacal, nitritos y como producto final de la oxidación los nitratos. Otra fuente adicional de nitratos es el ingreso desde el suelo en forma de fertilizantes nitrogenados. El exceso de nitratos en el agua de consumo puede provocar la metahemoglobinemia. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 100 mg/L para la suma de nitratos y nitritos, para nitritos fija un valor de 10 mg/L. En el presente informe solo se interpreta el contenido de nitratos debido a que los nitritos no han sido detectados

Como se observa en el gráfico 18, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de nitratos que están entre 0,0 y 0,068 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,068 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,014 mg/L) y P-12 (0,025 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, la estación en el río Charaque CH-3 (0,13 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (1,574 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0 y 2,938 mg/L, probablemente en el caso del 13172Rmoqu1 el valor de 2,938 se deba al ingreso de aguas residuales no controladas.

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

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,045 y 0,135 mg/L), 13172Rmoqu1 (2,120 y 2,514 mg/L), 13172Rmoqu2 (3,125 y 3,143 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,839 – ND mg/L).

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

Sulfatos

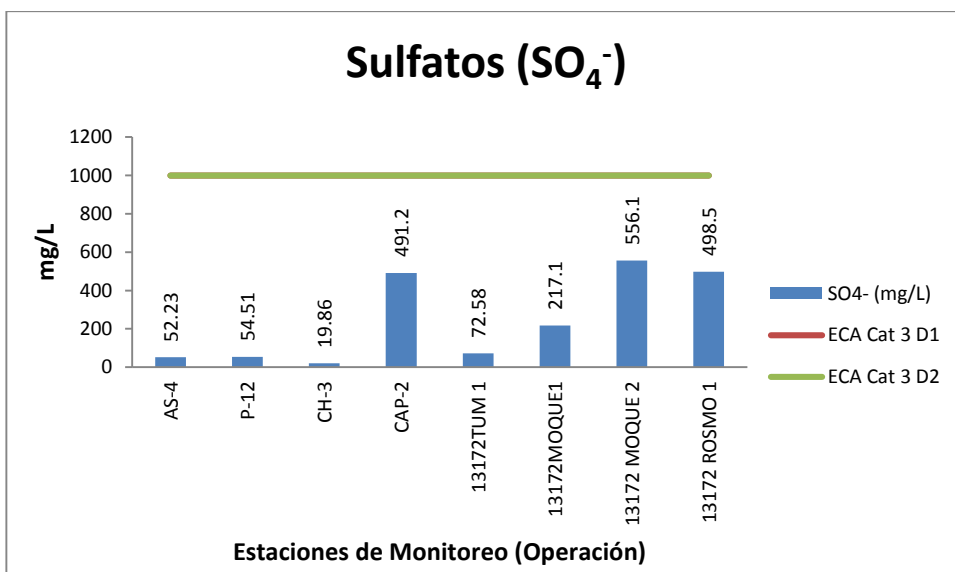
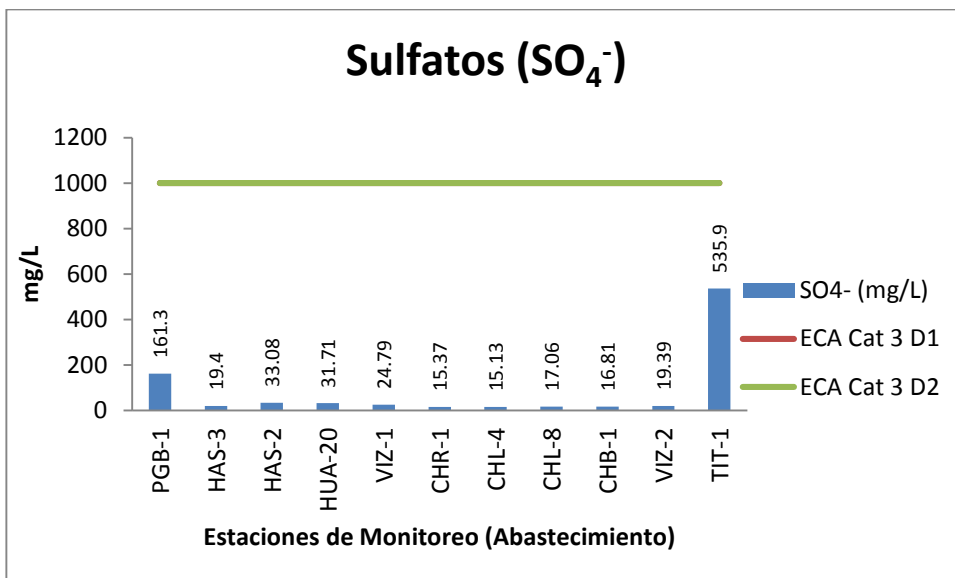


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 19, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de sulfatos que están entre 15,13 y 161,3 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (535,9 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (52,23 mg/L) y P-12 (54,51 mg/L) presentan valores bajos de sulfatos, la estación en el río Charaque CH-3 (19,86 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (1491,2 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores medios que están entre 72,58 y 556,1 mg/L, Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

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

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

METALES

Aluminio

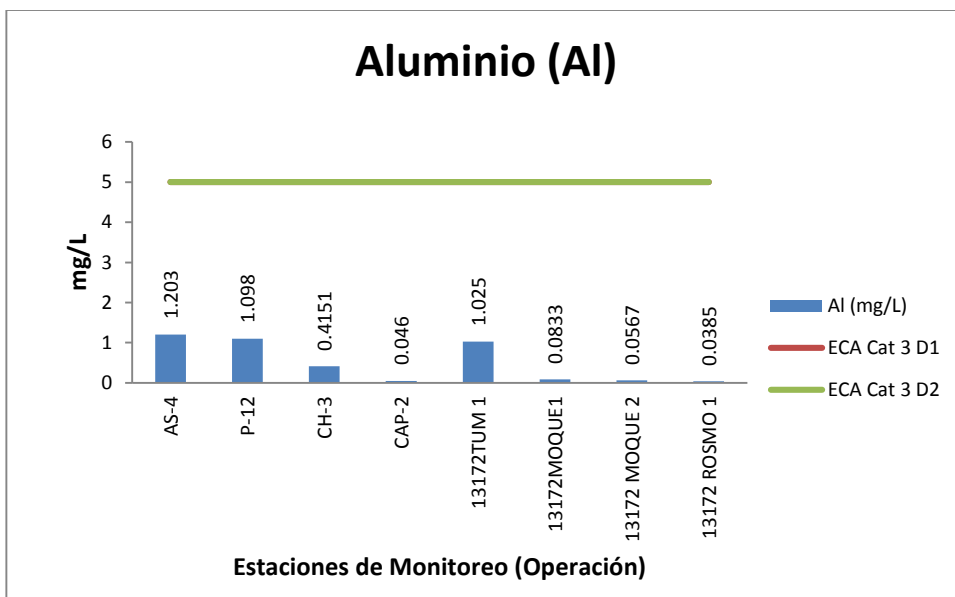
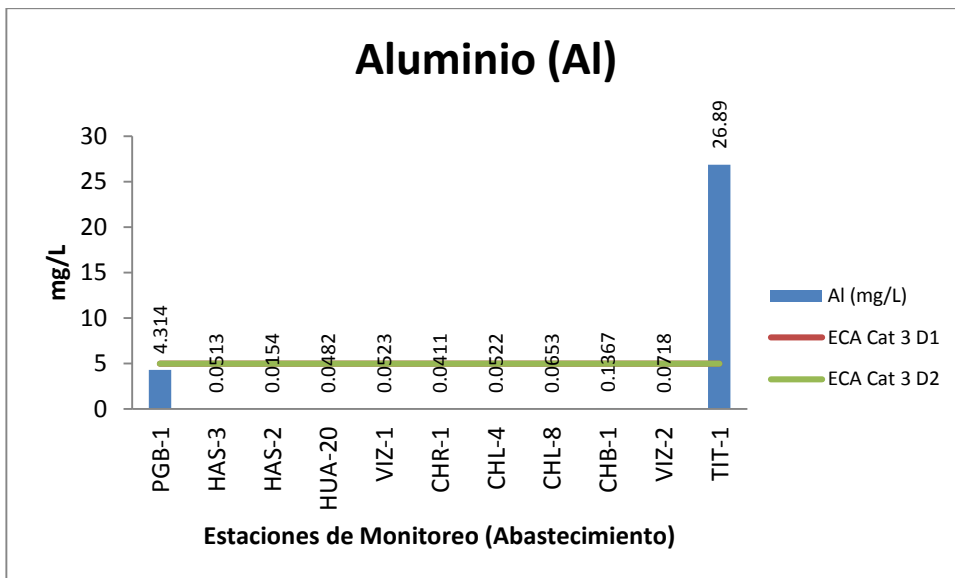


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 20, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de aluminio que están entre 0,0154 y 4,314 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (26,89 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, este valor no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (1,203 mg/L) y P-12 (1,098 mg/L) presentan valores bajos de aluminio, la estación en el río Charaque CH-3 (0,4151 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,046 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0385 y 1,025 mg/L, esto debido principalmente al aporte del agua de la quebrada Millune como se observó en el MAP.1 y MAP-2.

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

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo fueron ligeramente mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,231 y 0,419 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,237 y 1,153 mg/L), 13172Rmoqu2 (ND mg/L) y 13172ROsmo1 (ND mg/L), el incremento de aluminio en las aguas de estas estaciones probablemente se debe al incremento inusual del caudal en la estación 13172Rtum1 donde se puede haber presentado un evento de avenida asociado al incremento de sólidos suspendidos totales

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

Arsénico

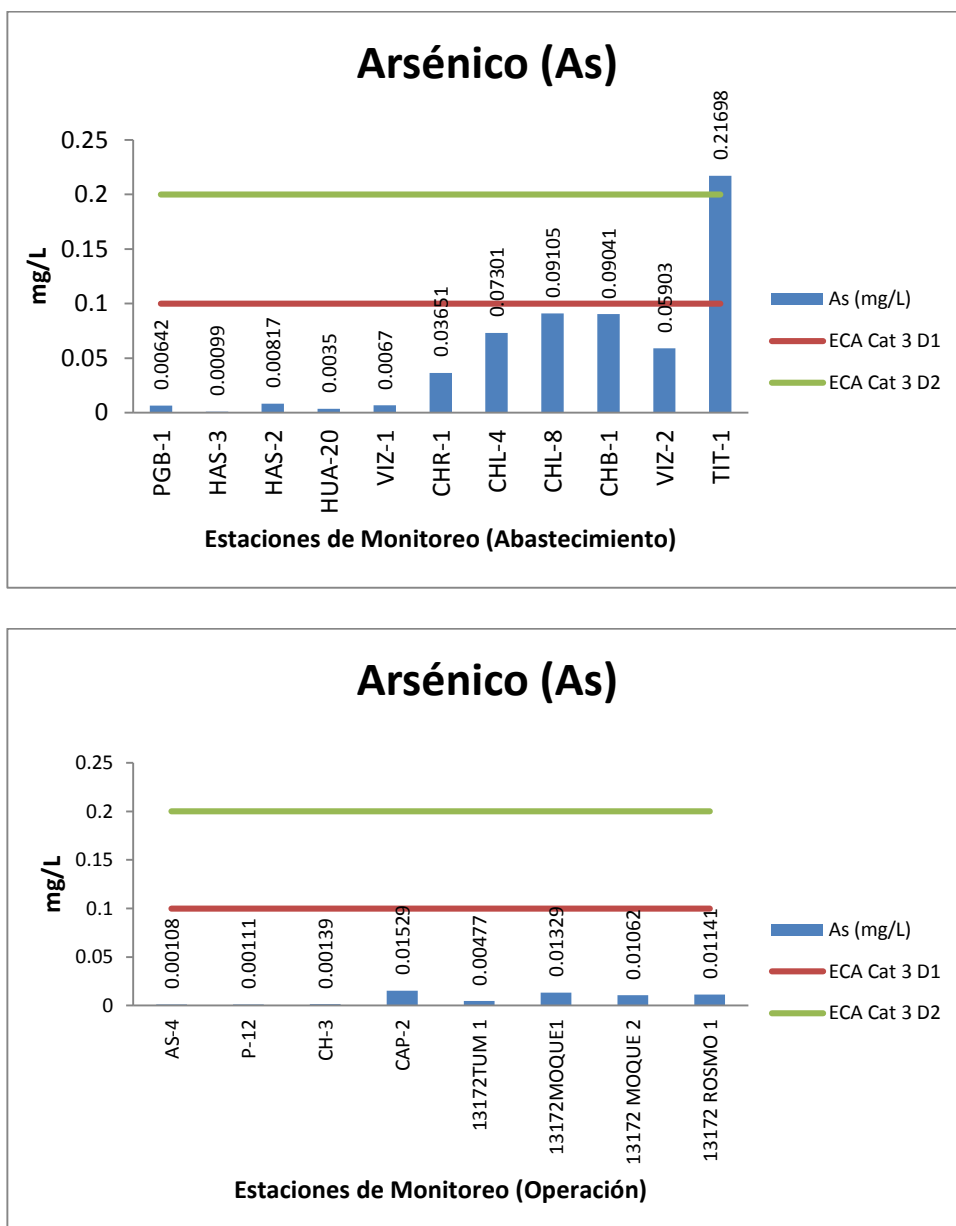


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Arsénico aparece como componente secundario en composición variable en varios minerales sulfurados como la pirita, galena, calcopirita entre otros y en óxidos como los hematites y óxidos de hierro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 21, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de arsénico que están entre 0,00099 y 0,09105 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. El río Chilota en la estación CHR-1 ubicada frente a un manantial de aguas geotermales, aporta arsénico en cantidades medias a la cuenca del Chilota y del río Vizcachas incrementando el contenido de arsénico en la estación VIZ-2. Se observa que el río Titire (0,21698 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,00108 mg/L) y P-12 (0,00111 mg/L) presentan valores bajos de arsénico, la estación en el río Charaque CH-3 (0,001529 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,01529) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00477 y 0,01062 mg/L, probablemente debido al aporte del Capillune. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

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

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

Bario

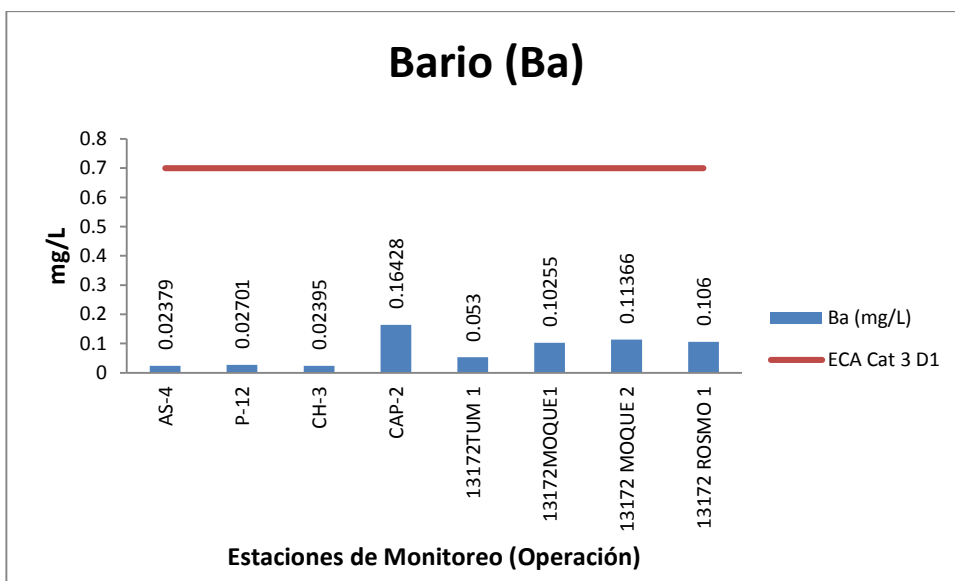
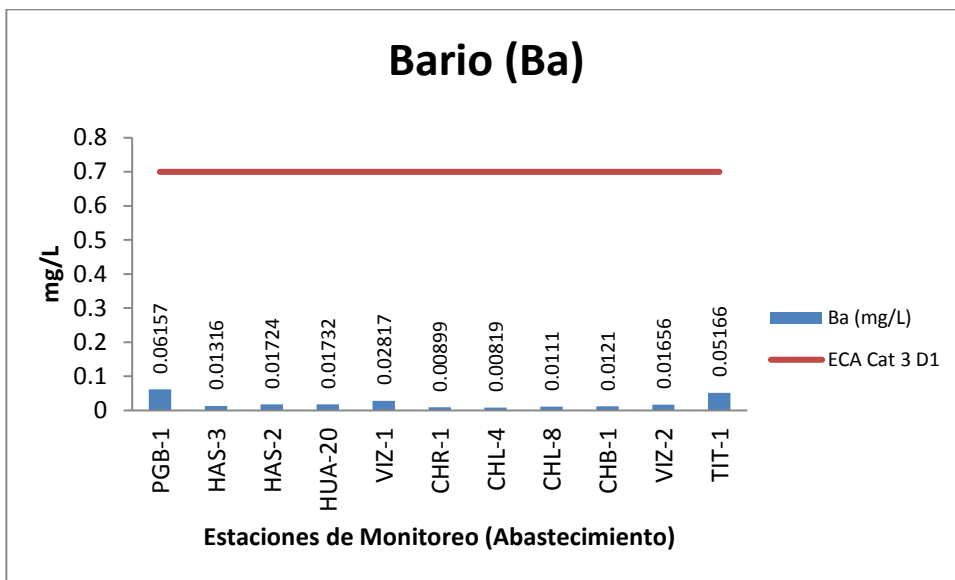


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza. El bario parece ser más abundante que el estroncio en rocas ígneas, pero en rocas carbonatadas es menor. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 22, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, y río Titire TIT-1 presenta contenidos de bario que están entre 0,00819 y 0,06157 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

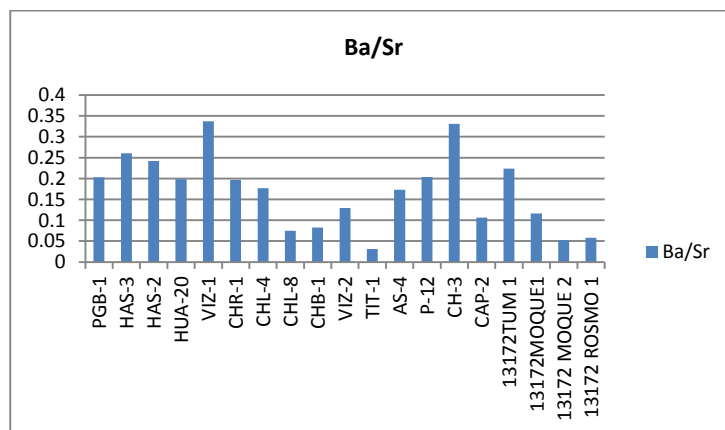
En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,02379 mg/L) y P-12 (0,02701 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (0,02395 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,16428) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,053 y 0,11366 mg/L, probablemente debido al ingreso desde el suelo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

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

Como se observa en el Gráfica 22b, las estaciones de la cuenca baja del Chilota (CHL-8, CHB-1) y zona de Moquegua (13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1) se caracterizan por ser zonas con presencia de rocas carbonatadas, las demás son de preferencia de naturaleza ígnea.



Gráfica 22b. Relación Ba/Sr del agua de todas las estaciones del MAP-4

Boro

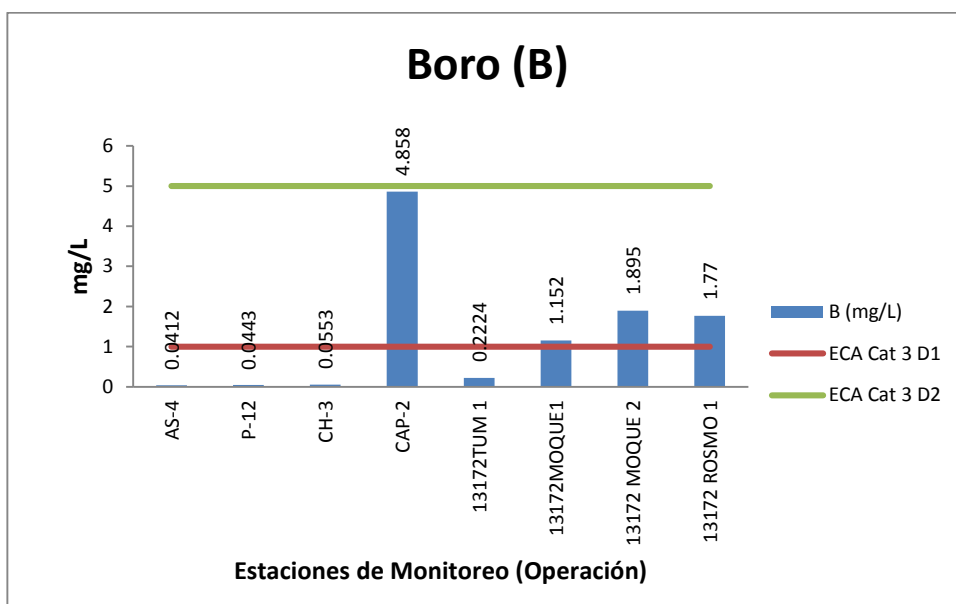
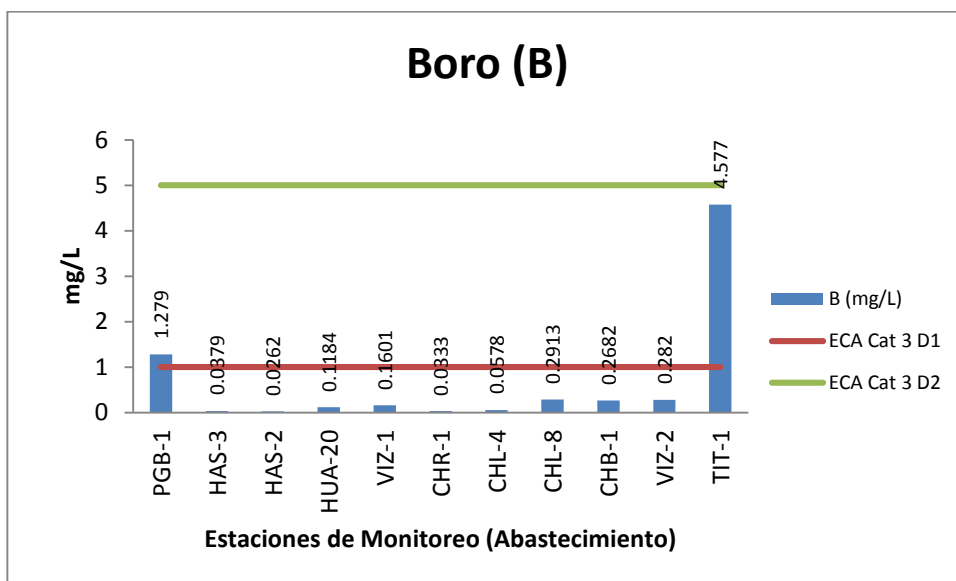


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El boro prácticamente es un constituyente de todas las aguas naturales. Es un elemento esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero la cantidad que necesitan las plantas es muy pequeña. El agua que contiene 1 o 2 mg/L de boro puede ser tóxico para los cítricos, sin embargo cultivos como la alfalfa pueden tolerar más de 4 mg/L en el agua de riego. La OMS ha fijado un valor guía para agua de consumo humano después de potabilizar 0,3 mg/L para el boro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L para agua de riego subcategoría D1, y de 5 mg/L para bebida de animales D2.

Como se observa en el gráfico 23, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de boro que están entre 0,0262 y 0,282 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación de monitoreo a la salida del embalse de Pasto grande PGB-1 (1,279 mg/L) y la estación del río Titire TIT-1 (4,577 mg/L) presentan una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo o ingreso de aguas de origen geotermal, no cumplen con lo establecido en el ECA agua categoría 3 subcategoría D1.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,0412 mg/L) y P-12 (0,0443 mg/L) presentan valores bajos de Boro, la estación en el río Charaque CH-3 (0,0553 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La estación en el río Capillune CAP-2 (4,858 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado calientes, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representa riesgo para la el buen desarrollo de los cultivos y la crianza de animales.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (0,2224 mg/L), presenta valores bajos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Las estaciones 13172RMoqu1 (1,152 mg/L), 13172RMoqu2 (1,895 mg/L) y 13172ROsmo1 (1,77 mg/L), presentan valores altos que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, probablemente esto puede deberse al ingreso de material de suelo o aguas de origen subterráneo característico en el valle de Moquegua.

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

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

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

Cadmio

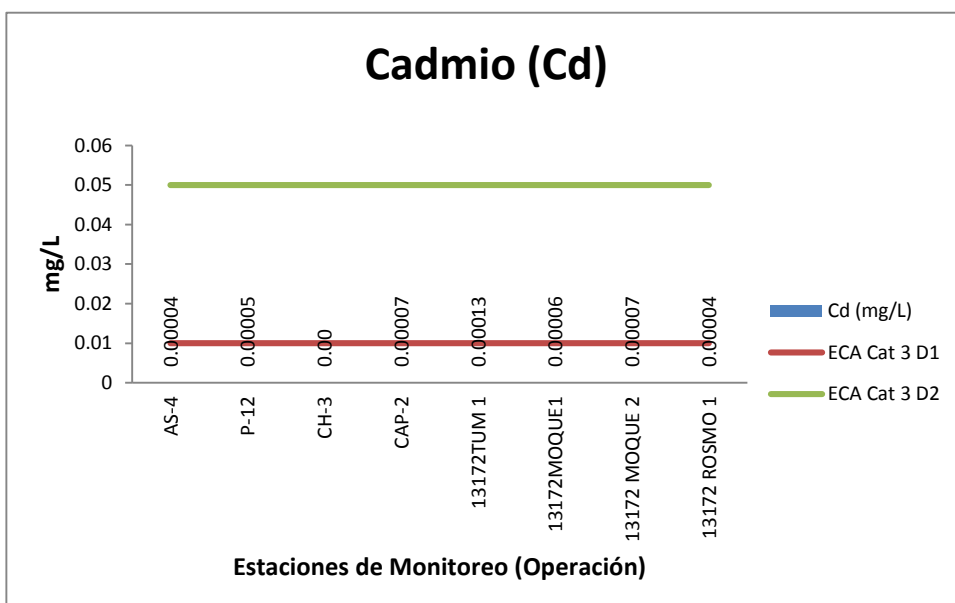
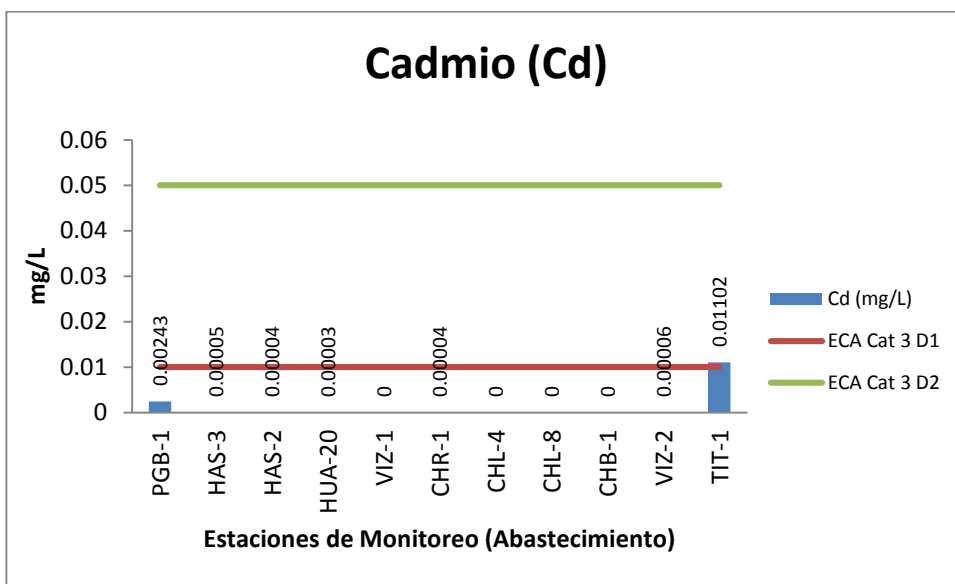


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 24, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cadmio que están entre 0,0 y 0,00243 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,01102 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

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

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

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00004 y 0,00013 mg/L, no se detecta mayor presencia de cadmio en la región Moquegua.

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

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

El Cadmio solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el contenido alto de cobre.

Calcio

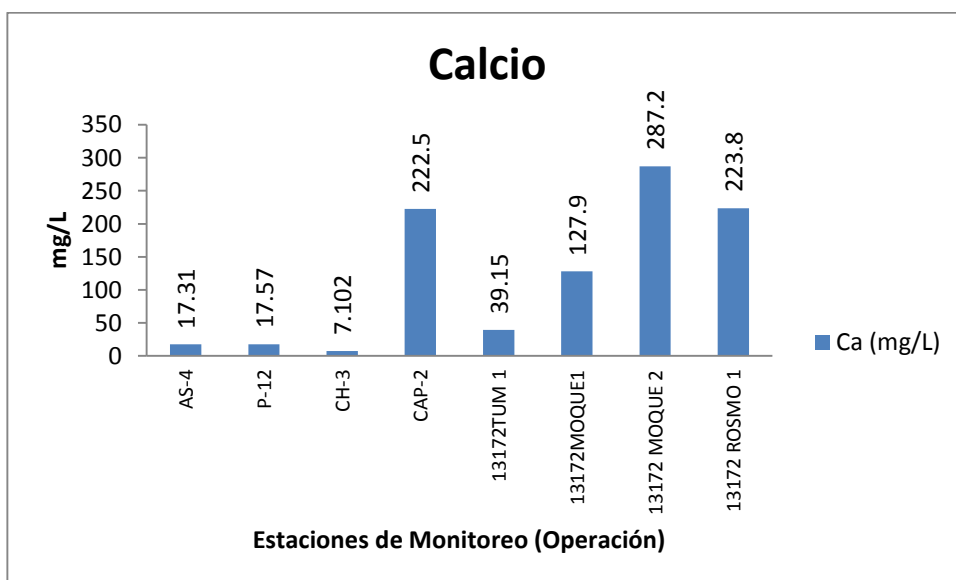
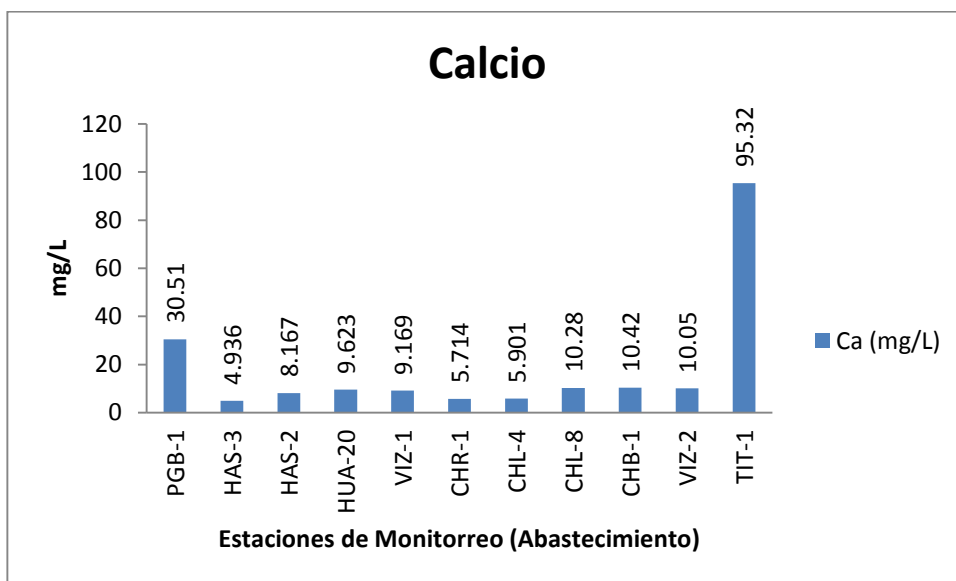


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Calcio es el catión que tiene generalmente la mayor concentración en la mayoría de los ecosistemas de agua dulce. Es un elemento importante en muchos procesos geoquímicos. Entre los minerales primarios que contribuyen a este elemento está el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), la anhidrita (CaSO_4), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), la calcita y la aragonita (CaCO_3). La concentración del ión calcio y del magnesio determina la dureza del agua. El ECA Agua categoría 3, no fija un valor para el calcio.

Como se observa en el gráfico 25, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de calcio que están entre 4,936 y 30,51 mg/L. Se observa que el río Titire (95,32 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el elevado valor de dureza (319,7 mg CaCO_3 /L) del agua.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (17,31 mg/L) y P-12 (17,57 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (7,102 mg/L), presentan valores bajos de Calcio. La estación en el río Capillune CAP-2, presenta valores altos de Calcio (222,5 mg/L) relacionado también con una alta dureza del agua, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (39,15 mg/L) presenta un valor bajo de calcio, la estación 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 127,9 y 287,2 mg/L, relacionados con valores altos de dureza del agua en la zona del valle, esto puede afectar el riego de los campos de cultivo.

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

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

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

Cobalto

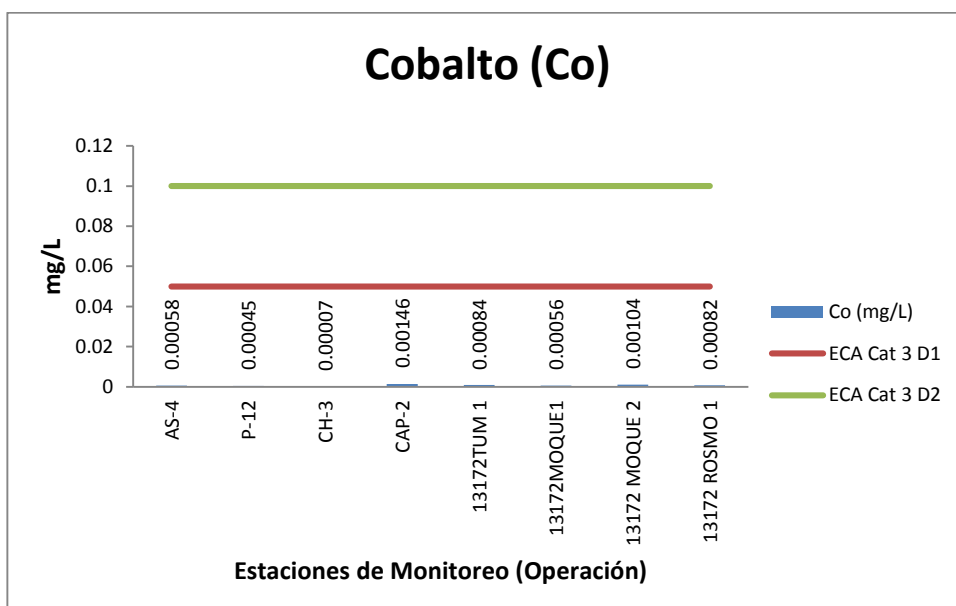
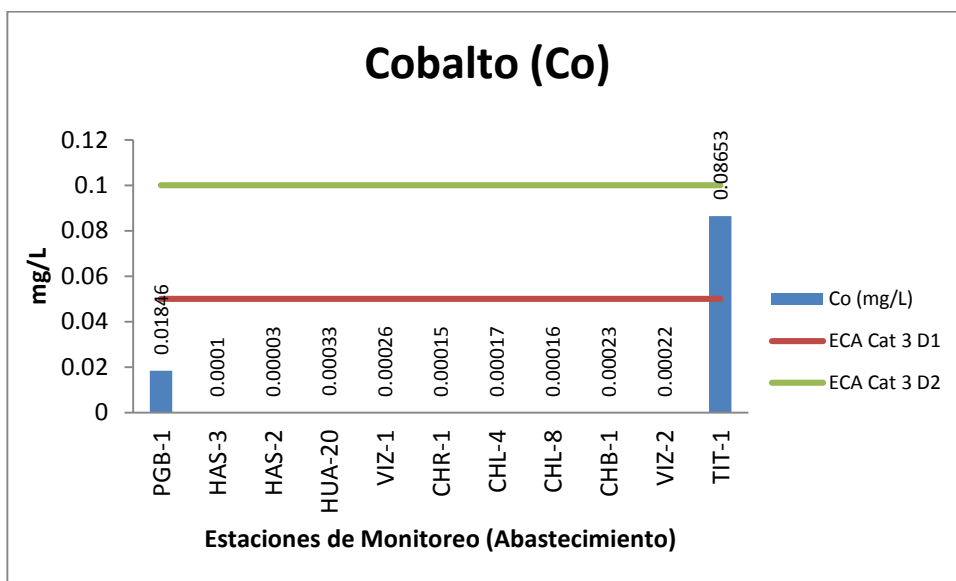


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 26, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobalto que están entre 0,0001 y 0,01846 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,08653 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

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

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

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00056 y 0,00104 mg/L, no se detecta mayor presencia de cobalto en la región Moquegua.

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

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

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

Cobre

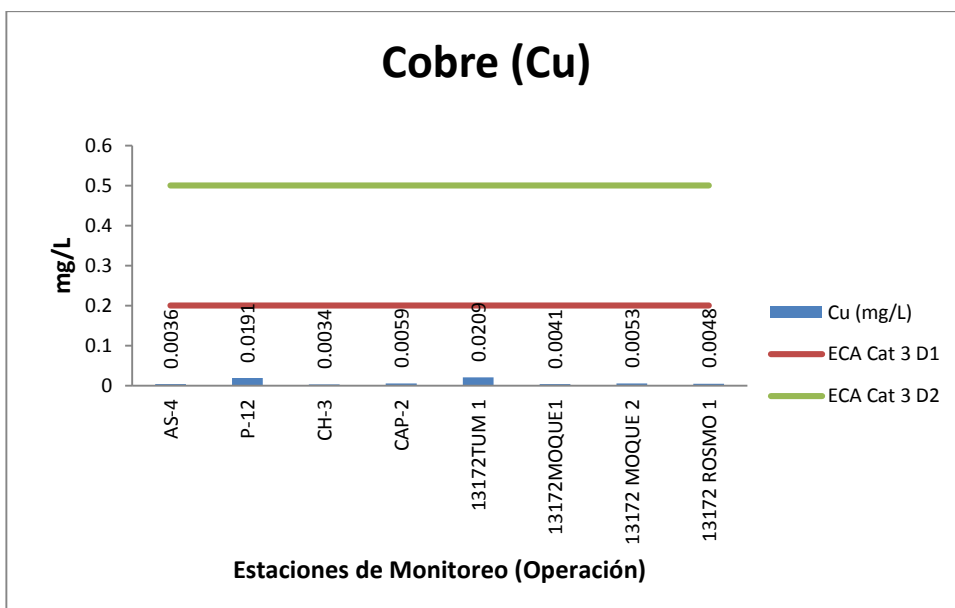
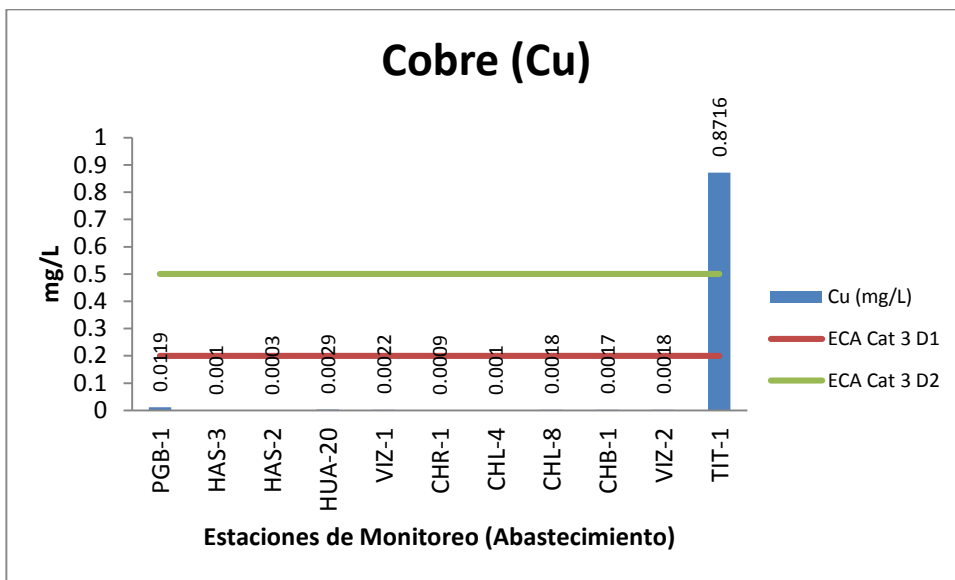


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 27, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobre que están entre 0,0003 y 0,0119 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,8716 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido de cobre en esta estación no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1, son aguas fuertemente mineralizadas.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cobre entre 0,0034 y 0,0191, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumulaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0041 y 0,0209 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de cobre en la región Moquegua.

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

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

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

Hierro

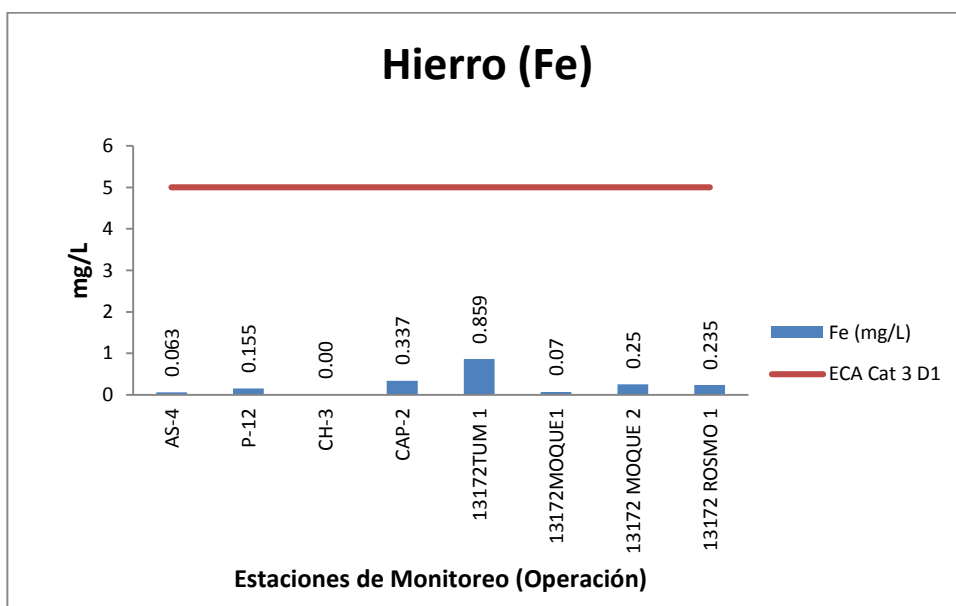
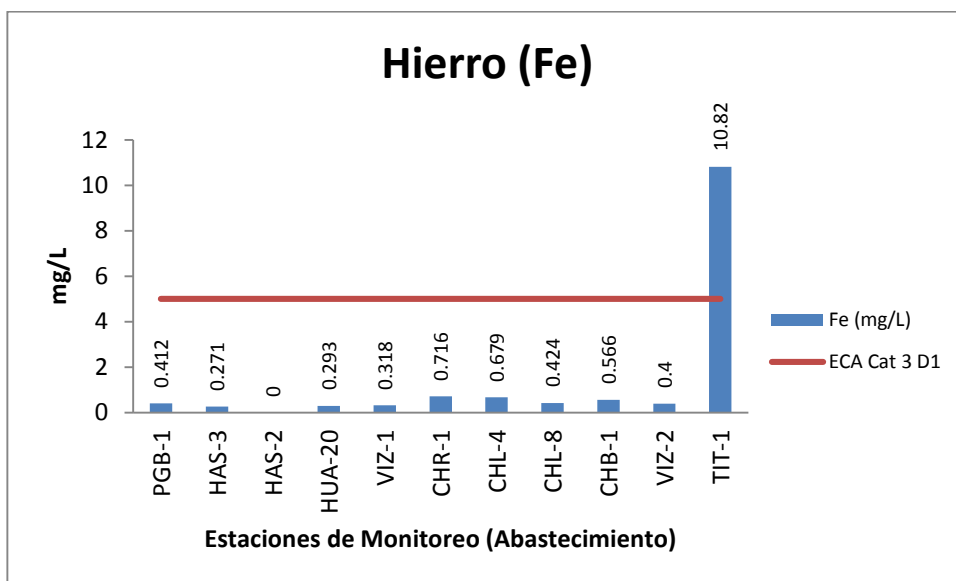


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 28, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de hierro que están entre 0,00 y 0,0716 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (10,82 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido elevado de hierro en esta estación se relaciona con los valores bajos de pH, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de hierro entre 0,00 y 0,337, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,07 y 0,859 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de cobre en la región Moquegua.

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

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,29 mg/L), 13172RMoqu1 (0,932 y 1,324 mg/L), 13172RMoqu2 (0,0 y 0,0 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 y 0,0 mg/L).

El hierro solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el valor bajo de pH y bajo contenido de bicarbonato.

Litio

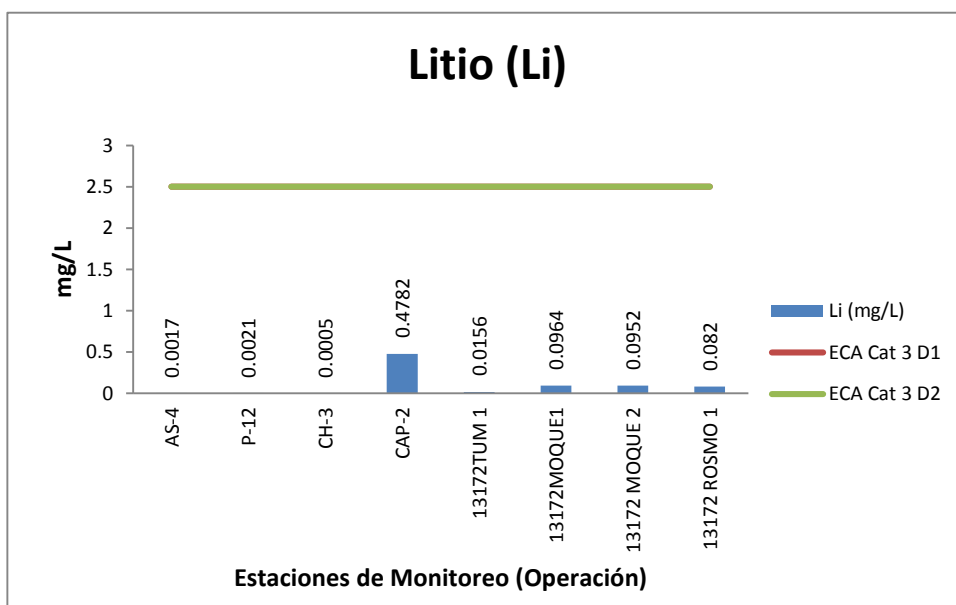
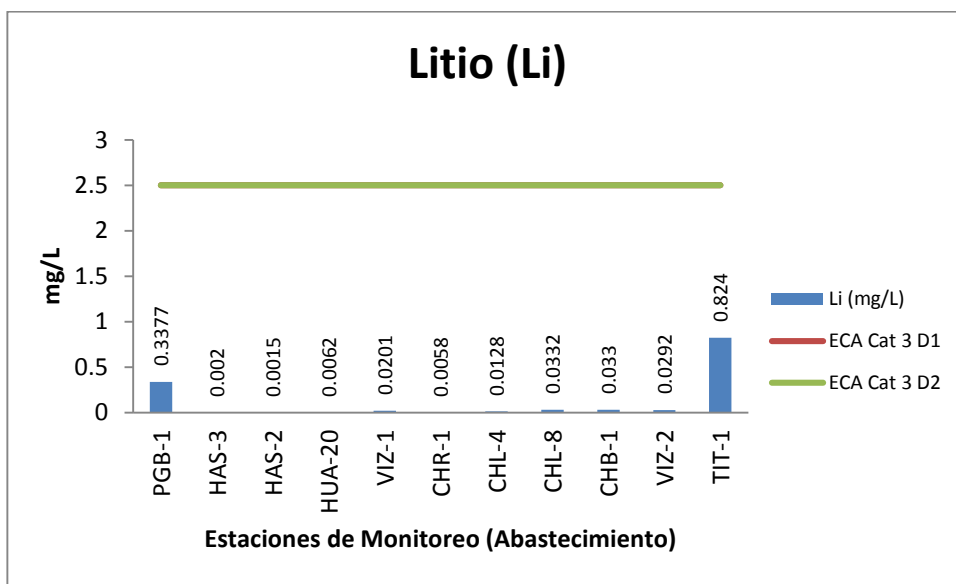


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El litio es un elemento metálico ligero que se encuentra en bajas concentraciones en agua superficial, este elemento es fácilmente absorbido por arcillas suspendidas. Aguas de naturaleza termal comúnmente contienen cantidades apreciables de litio lixiviado de las rocas penetradas por agua como cloruro de litio. El ECA Agua Categoría 3 fija un valor de 2,5 mg/L para el Litio.

Como se observa en el gráfico 29, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de litio que están entre 0,0015 y 0,3377 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,824 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 0,372 mg/L), CHL-8 (0,001 – 0,123 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 0,2810 mg/L) y TIT-1 (0,001 – 24,01 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, presentan valores bajos de litio entre 0,0005 y 0,0021, la estación CAP-2 presenta un valor moderado de 0,4782 mg/L por el ingreso de aguas de naturaleza termal, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00156 y 0,0964 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de litio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,001 – 2,5 mg/L), CH-3 (0,001 – 0,007 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 1,508 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,0 mg/L), 13172RMoqu1 (0,106 y 0,089 mg/L), 13172RMoqu2 (0,09 y 0,086 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,085 y 0,067 mg/L).

La presencia de litio en las estaciones TIT-1 y CAP-2 nos sugiere y confirma la presencia de aguas de origen geotermales.

Magnesio

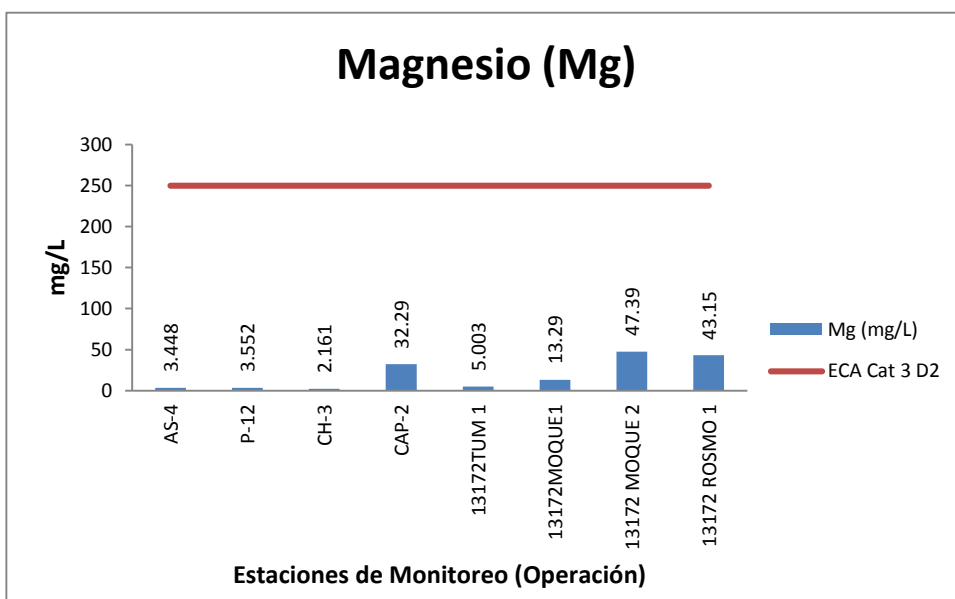
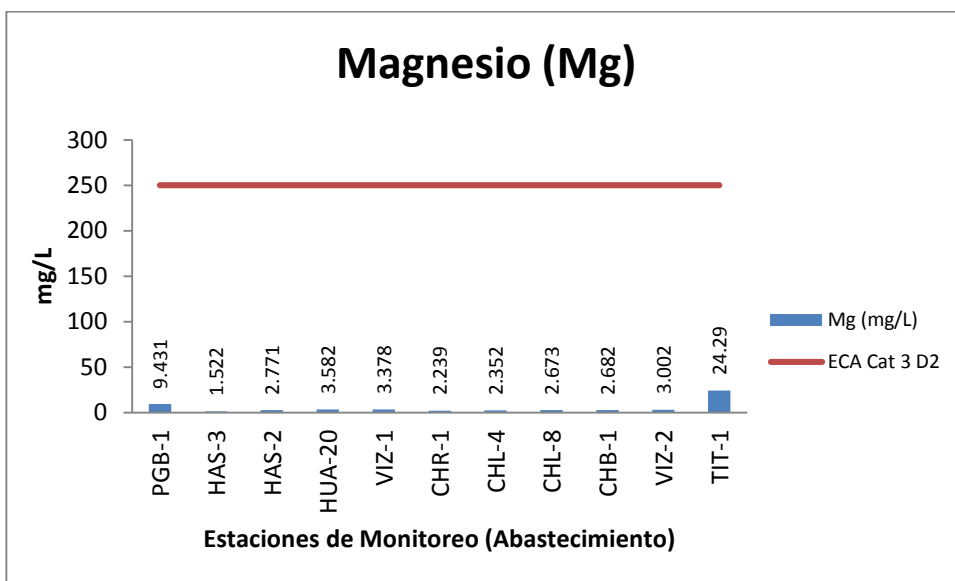


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

La concentración del ión calcio y del magnesio determinan la dureza del agua. En agua dulce que poseen menos de 50 mg/L de sólidos disueltos, el calcio representa cerca del 48 % de todos los cationes y el magnesio el 14 %. En agua dulce con más de 50 mg/L de sólidos disueltos, esta proporción puede aumentar hasta llegar aproximadamente al 53 % para el calcio y al 34 % para el magnesio. El ECA Agua categoría 3 fija una valor de 250 mg/L para el Magnesio.

Como se observa en el gráfico 30, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de magnesio que están entre 1,522 y 9,431 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (24,29 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D2.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (3,895 – 9,007 mg/L), CHL-8 (1,408 – 7,718 mg/L), VIZ-2 (1,3 – 7,926 mg/L) y TIT-1 (4,0 – 83,89 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3 y la estación del río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de magnesio entre 2,161 y 32,29 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 5,003 y 47,39 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de Magnesio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (2,427 – 6,447 mg/L), CH-3 (1,426 – 3,48 mg/L) y CAP-2 (2,3 – 9598,0 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (2,760 mg/L) y MAP-2 (3,121 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (3,575 y 4,324 mg/L), 13172Rmoqu1 (8,819 y 12,42 mg/L), mayores para las estaciones 13172Rmoqu2 (22,84 y 29,31 mg/L) y 13172ROsmo1 (22,67 y 27,6 mg/L).

La relación Calcio/Magnesio fue mayor en el valle de Moquegua y Capillune comparado con las otras áreas de estudio.

Manganeso

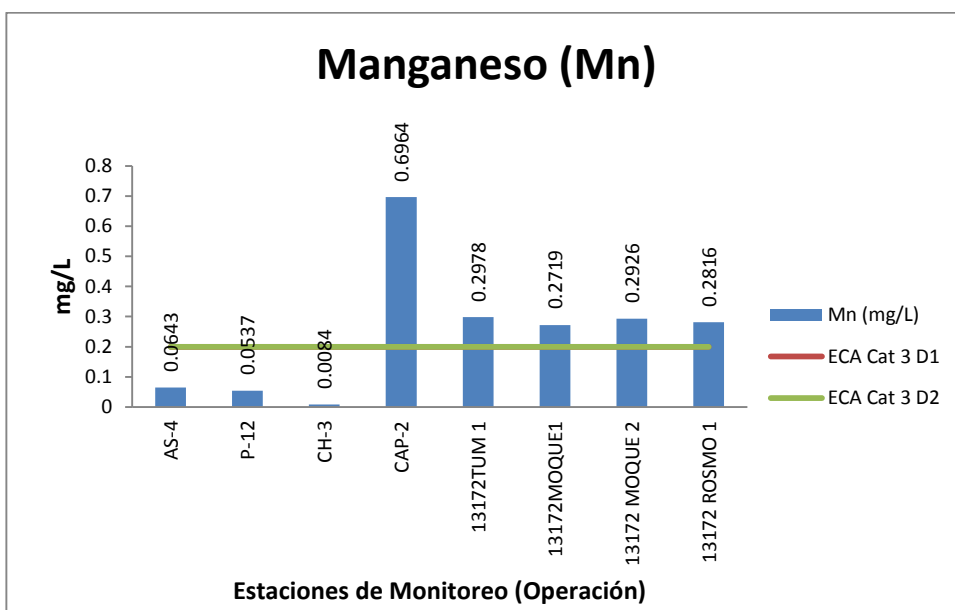
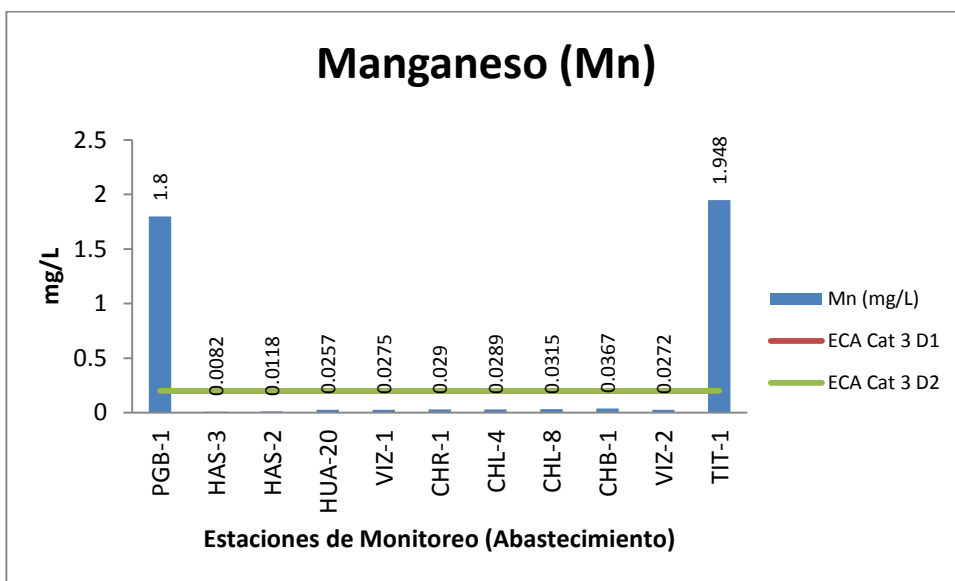


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Manganeseo puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeseo causa manchas café-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeseo es un elemento metálico común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver al manganeseo y acarrearlo hacia el agua superficial. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,2 mg/L para el Manganeseo.

Como se observa en el gráfico 31, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de manganeseo que están entre 0,0082 y 0,275 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de manganeseo (1,8 mg/L) que no cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire (1,948 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de manganeseo entre 0,084 y 0,0643 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de Manganeseo 0,6964 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,2719 y 0,2978 mg/L, no cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La presencia de Manganeseo en la zona del valle de Moquegua se debe a la influencia del agua del río Capillune y probablemente el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,048 – 0,245 mg/L), CH-3 (0,005 – 0,413 mg/L) y CAP-2 (0,009 – 0,497 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0678 mg/L) y MAP-2 (0,0892 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0296 y 0,0601 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,0937 y 0,0753 mg/L), mayores para las estaciones 13172Rmoqu2 (0,0495 y 0,0348 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0576 y 0,0193 mg/L).

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

Níquel

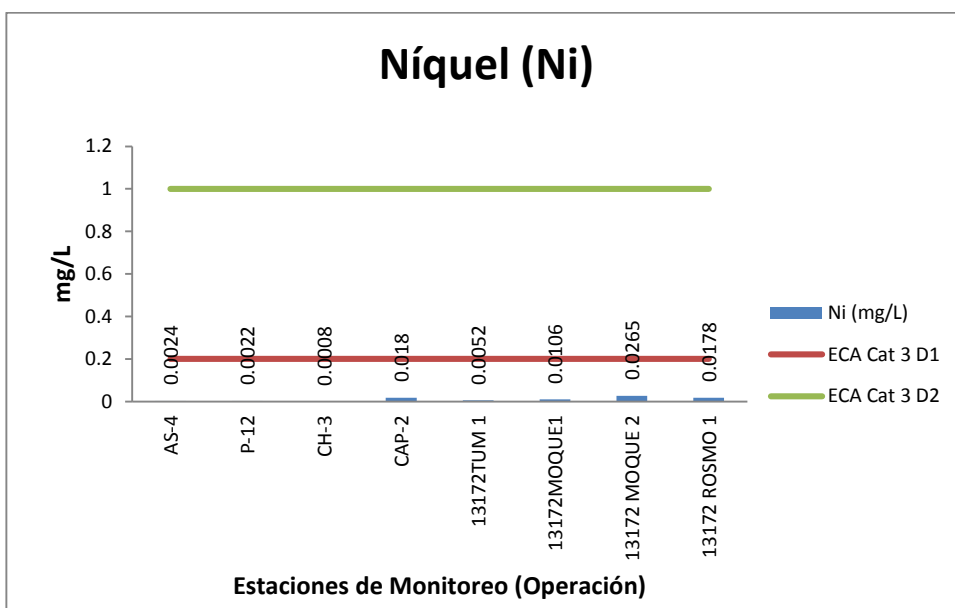
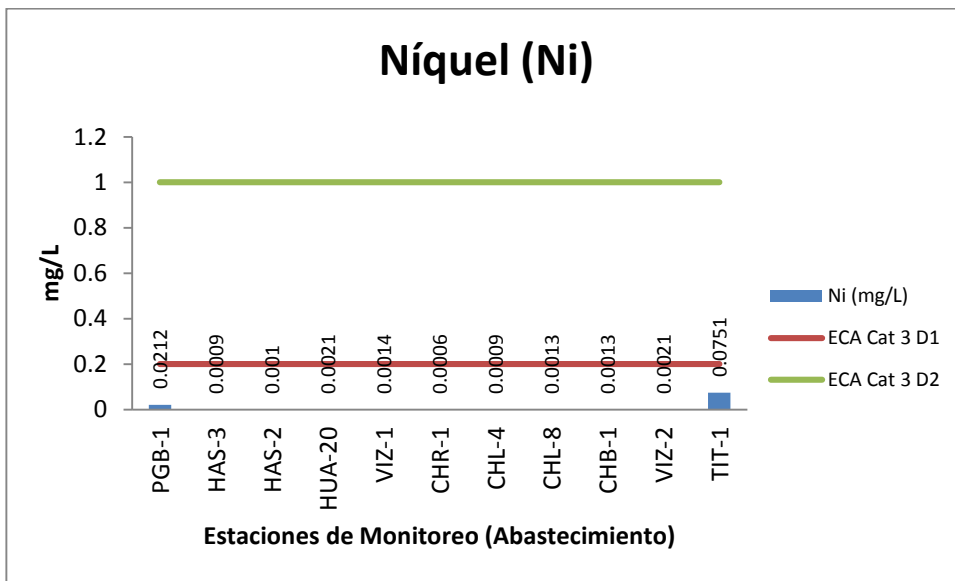


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Níquel se presenta en la corteza terrestre combinado con otros elementos, es el 24vo elemento más abundante, en el ambiente se encuentra combinado con el oxígeno o azufre en forma de óxido o de sulfuro, el ingreso del níquel al agua se debe a la meteorización de las rocas que contienen a este elemento dentro de los minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,2 mg/L para el Níquel para riego de vegetales D1 y 1,0 mg/L para bebida de animales D2.

Como se observa en el gráfico 32, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y estación PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de níquel que están entre 0,001 y 0,0212 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,0751 mg/L) presenta una concentración superior respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0002 – 0,0253 mg/L), CHL-8 (0,0002 – 0,01 mg/L), VIZ-2 (0,0002 – 0,0167 mg/L) y TIT-1 (0,0002 – 0,055 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de níquel entre 0,0008 y 0,0024 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de Níquel 0,018 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,0052 y 0,0265 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se ha detectado mayor presencia de Níquel en la zona del valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0002 – 0,007 mg/L), CH-3 (0,0002 – 0,00403 mg/L) y CAP-2 (0,0002 – 0,0129 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0 mg/L) y MAP-2 (0,0 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (ND), 13172Rmoqu1 (ND), 13172Rmoqu2 (ND) y 13172ROsmo1 (ND).

La principal fuente de níquel en el agua del valle de Moquegua puede provenir de aguas subterráneas o escorrentías desde el suelo. Los valores de Níquel en todas las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial cumplen con lo establecido en el ECA Agua Categoría 3.

Plomo

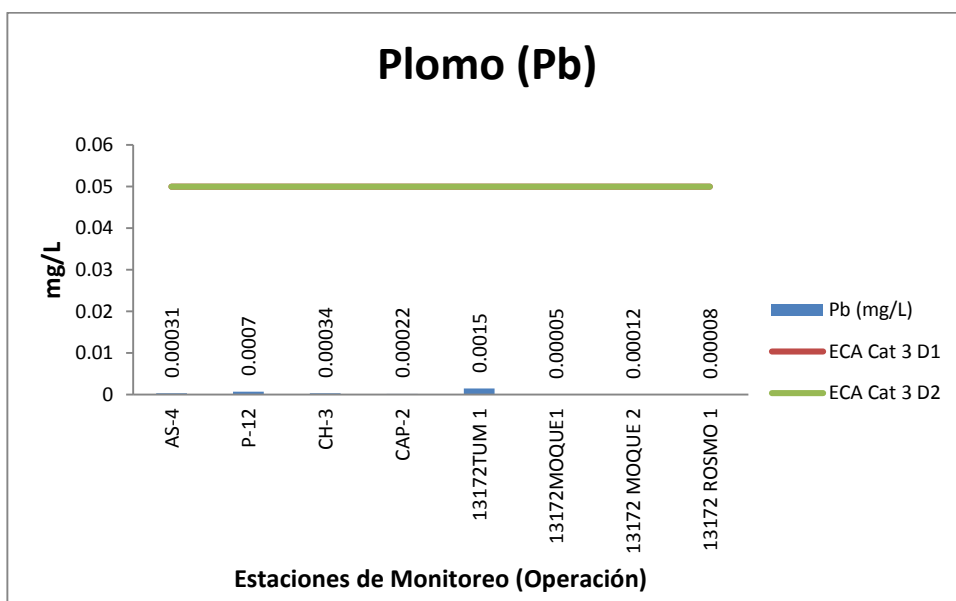
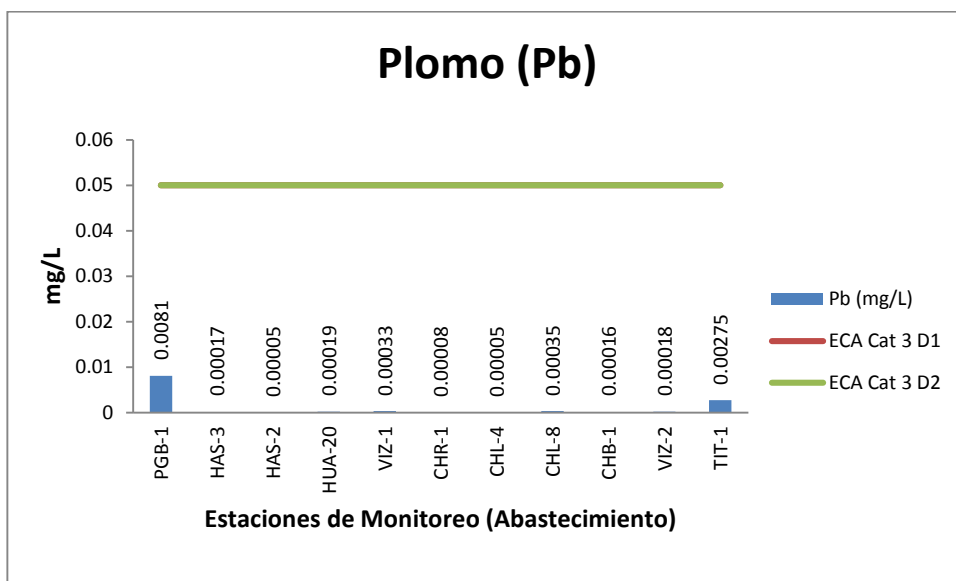


Gráfico 33. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento del MAP III abril 2015

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

Como se observa en el gráfico 33, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de plomo que están entre 0,00005 y 0,00033 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de plomo (0,0081 mg/L). El río Titire en la estación TIT-1 (0,00275 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3 y la estación del río Capillune CAP-2 presentan valores bajos de plomo entre 0,00031 y 0,0007 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,00008 y 0,0015 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

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

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

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

Potasio

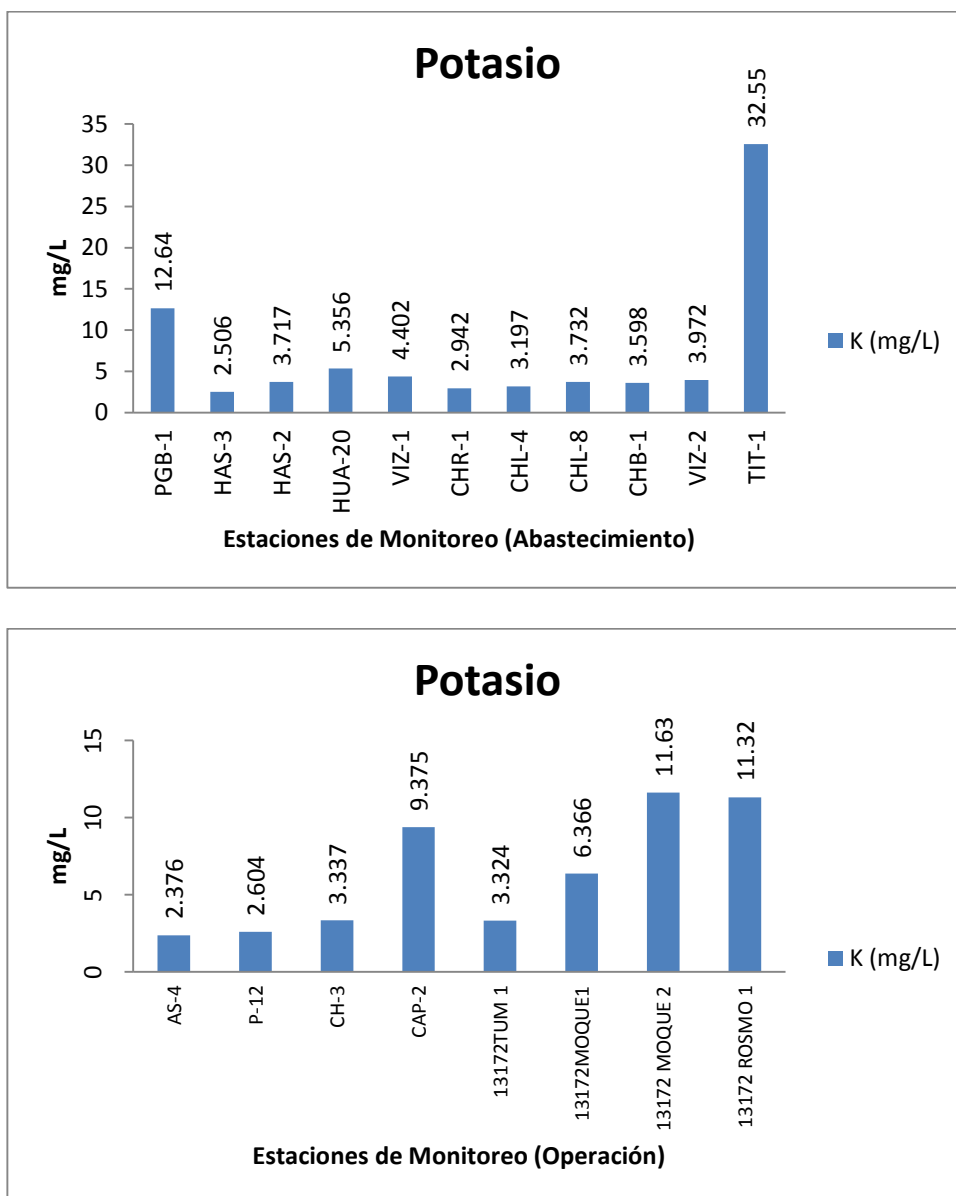


Gráfico 34. Variación espacial del contenido de potasio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El potasio es un elemento muy abundante de la corteza terrestre. Sin embargo es menos abundante que el sodio, sus niveles raramente alcanza valores de 20 mg/L en agua natural. Esto es debido en parte a la gran resistencia a la meteorización química de los minerales que contienen potasio y la preferente incorporación de los iones potasio a las estructuras de arcillas o micas. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor para el Potasio.

Como se observa en el gráfico 34, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de potasio que están entre 2,506 y 5,346 mg/L. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de potasio (12,64 mg/L) en comparación con las otras estaciones probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (32,55 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (2,768 – 20,03 mg/L), CHL-8 (2,328 – 31,35 mg/L), VIZ-2 (2,463 – 11,5 mg/L) y TIT-1 (2,599 – 172,1 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de potasio entre 2,376 y 3,337 mg/L. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores moderados de potasio 9,375 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos a moderados que están entre 3,324 y 11,63 mg/L. La presencia de Potasio en la zona del valle de Moquegua se puede deber probablemente al ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,004 – 6,704 mg/L), CH-3 (0,873 – 5,09 mg/L) y CAP-2 (0,004 – 8,691 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (2,126 mg/L) y MAP-2 (2,125 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (1,935 y 2,212 mg/L), 13172Rmoqu1 (5,669 y 6,310 mg/L), mayores para las estaciones 13172Rmoqu2 (7,501 y 8,768 mg/L) y 13172ROsmo1 (8,555 y 7,119 mg/L).

La principal Potasio de manganeso en el agua del valle de Moquegua proviene de aguas subterráneas.

Selenio

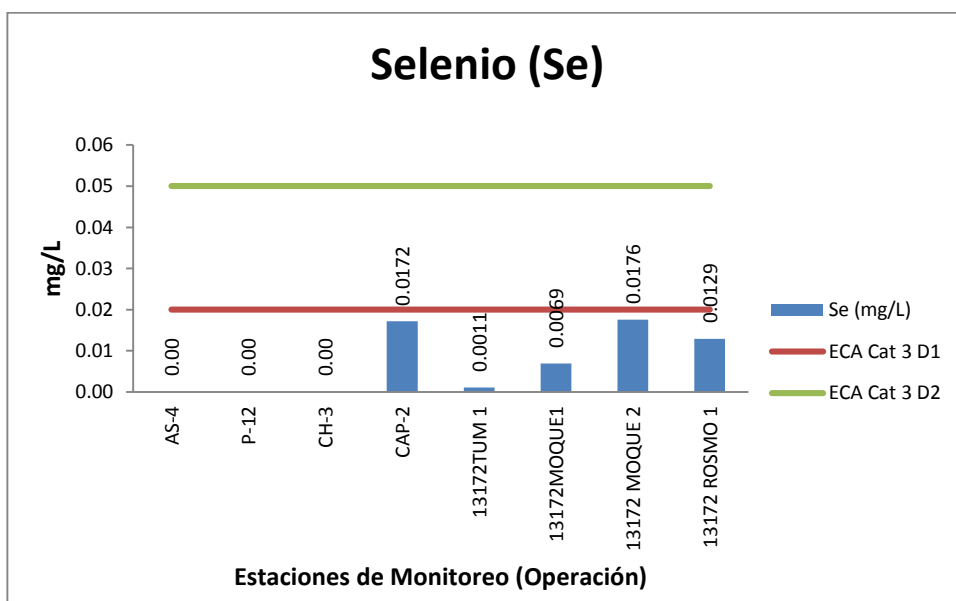
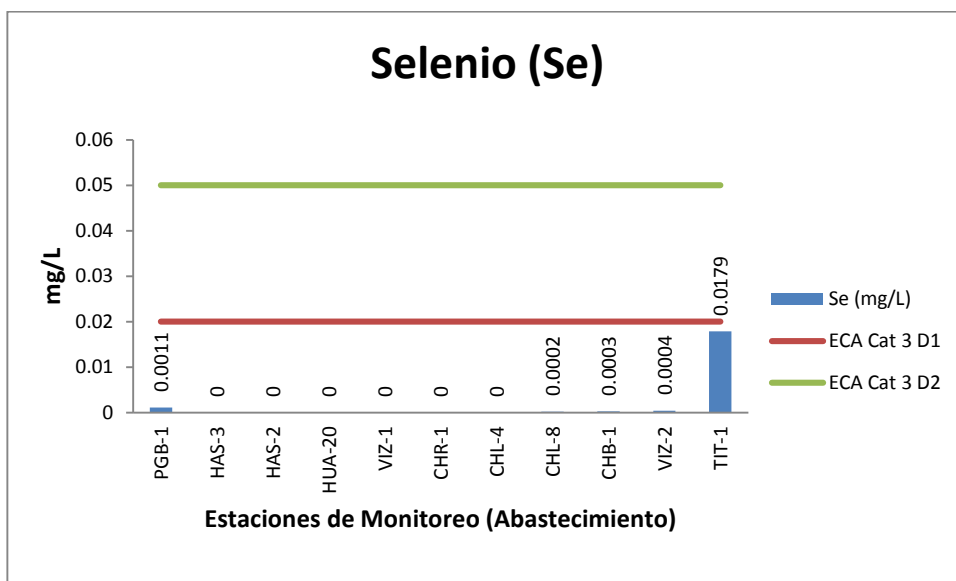


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de selenio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Selenio se presenta en forma natural en el ambiente, los procesos de meteorización de rocas son una fuente importante de Selenio en agua, El selenio puede llegar al agua también por procesos de deposición de partículas atmosféricas. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,02 mg/L para agua de riego y de 0,05 mg/L para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 35, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de selenio que están entre 0,00 y 0,0004 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor bajo de selenio (0,0011 mg/L) que cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3, la ligera cantidad probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (0,0179 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,00005 – 0,002 mg/L), CHL-8 (0,00005 – 0,0028 mg/L), VIZ-2 (0,00005 – 0,0028 mg/L) y TIT-1 (0,00005 – 0,02 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 no se ha detectado presencia de selenio, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de Selenio 0,0172 mg/L probablemente de origen geotermal, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos a moderados que están entre 0,0011 y 0,0176 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La presencia de Selenio en la zona del valle de Moquegua se debe probablemente el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,00005 – 0,0044 mg/L), CH-3 (0,00005 – 0,001 mg/L) y CAP-2 (0,00005 – 0,01027 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,00 mg/L), mayor para 13172RMoqu1 (0,00 mg/L) probablemente debido al ingreso de abundante material de suelo en la avenida por lluvias; similar a las estaciones 13172RMoqu2 (0,00 y 0,00809 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,00 y 0,00448 mg/L).

La principal fuente de selenio en el agua del valle de Moquegua probablemente proviene de aguas de origen subterráneo.

Sodio

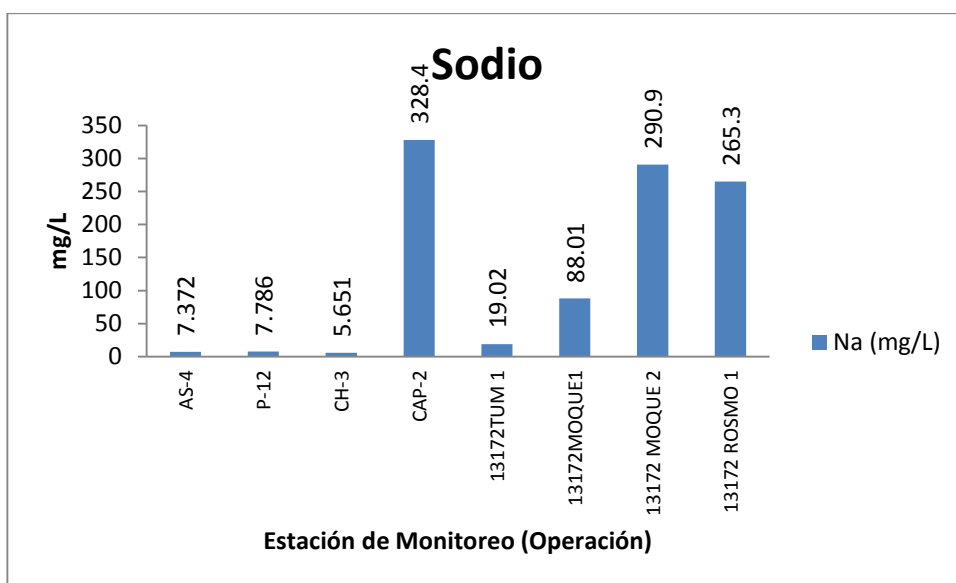
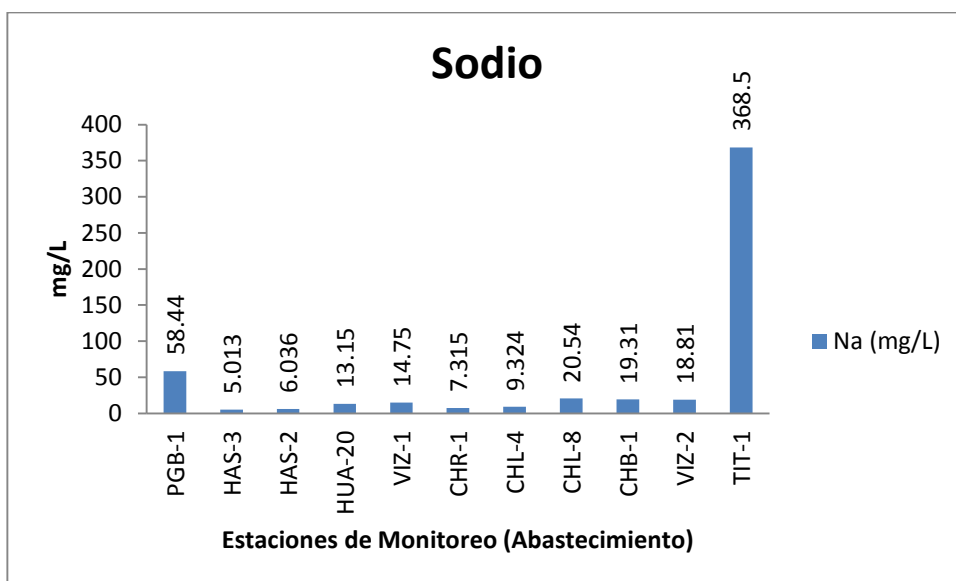


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 36, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de sodio que están entre 5,013 y 20,54 mg/L. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor superior de sodio (58,44 mg/L) comparado con las otras estaciones, probablemente debido a la influencia de aguas del embalse. El río Titire TIT-1 (368,5 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de sodio entre 5,651 y 7,786 mg/L. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de sodio 328,4 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados a altos que están entre 19,02 y 290,9 mg/L, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

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

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

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

Zinc

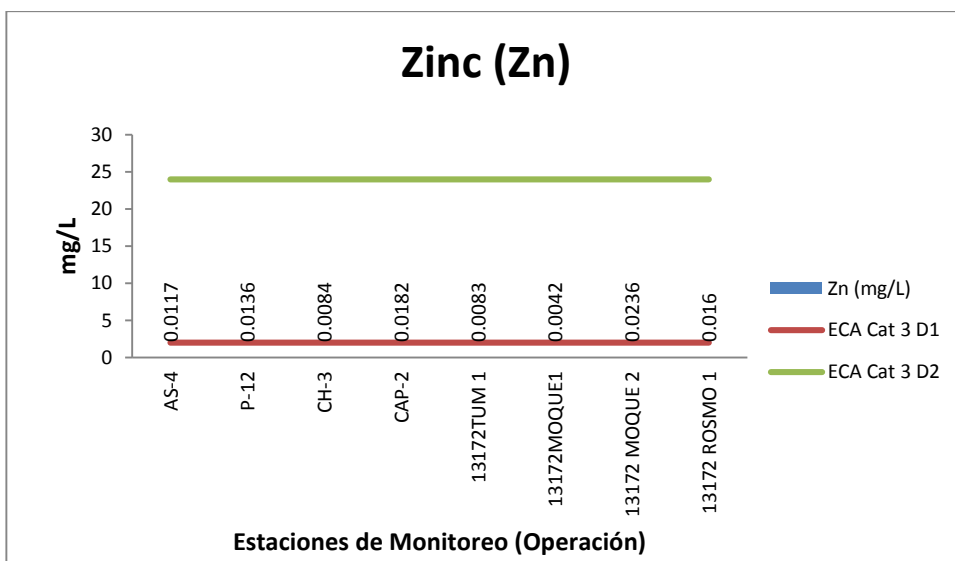
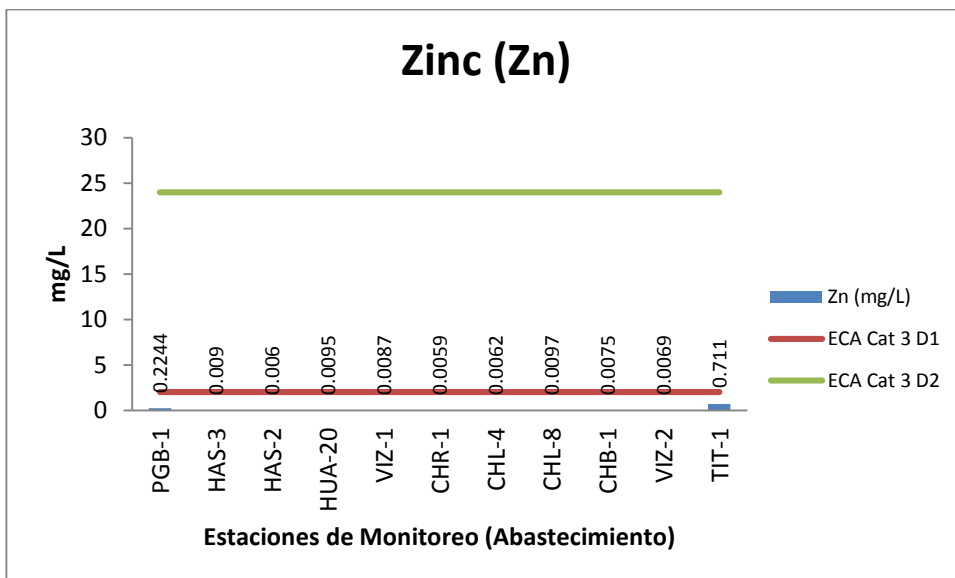


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 37, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de zinc que están entre 0,0059 y 0,0097 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor moderado de zinc (0,2244 mg/L) no cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 está influenciado por ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (0,711 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de zinc entre 0,0084 y 0,0117 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de Zinc 0,0182 mg/L el origen geotermal no tiene mayor influencia en la concentración de Zinc para esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0042 y 0,0236 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se ha detectado mayor presencia de Zinc en la zona del valle de Moquegua.

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

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

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

MICROBIOLÓGICOS

Coliformes Termotolerantes o Fecales

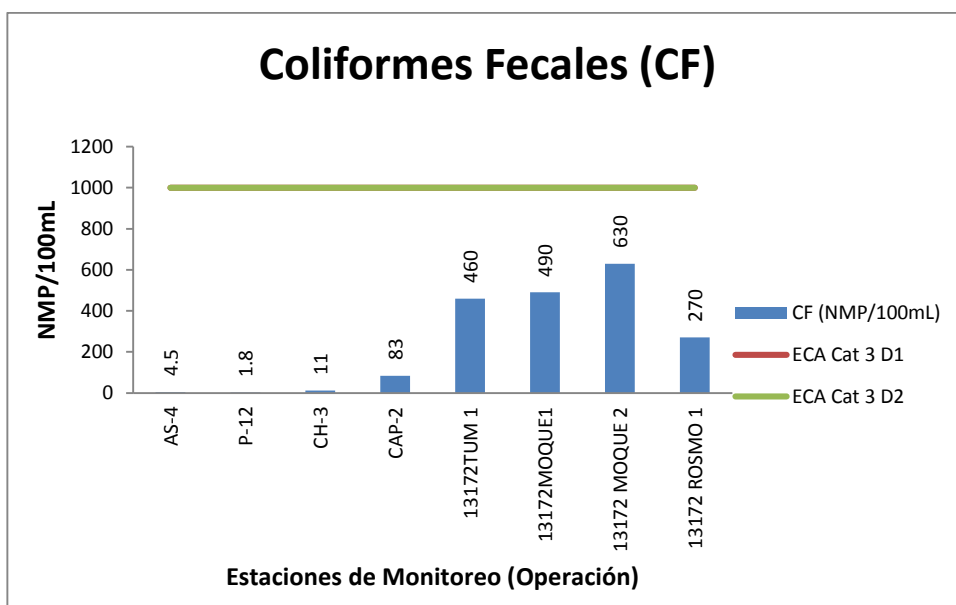
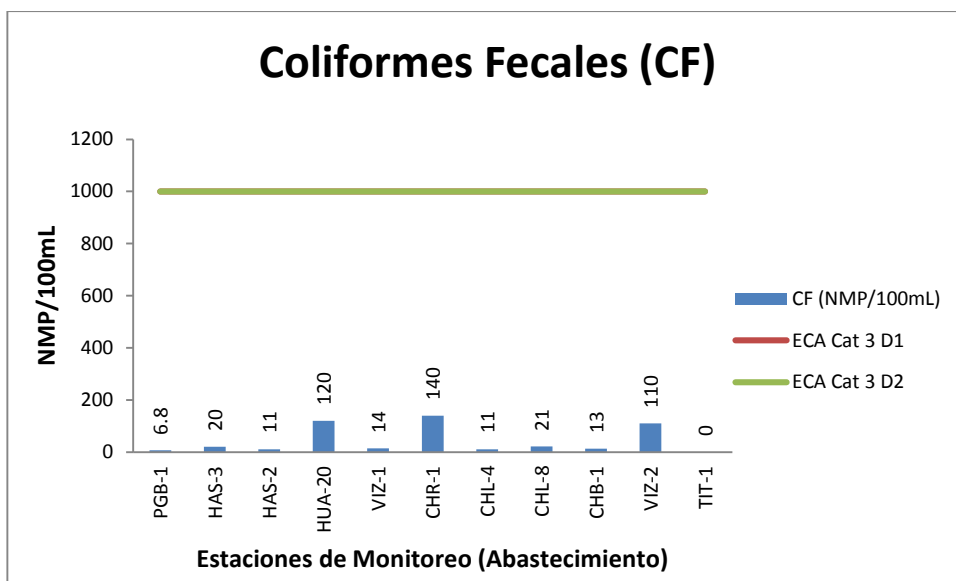


Gráfico 38. Variación espacial de la numeración de fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 38, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 y la estación PGB-1 presentan contenidos de coliformes menores a 140 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes termotolerantes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

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

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

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes termotolerantes entre 1,8 y 11 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de coliformes termotolerantes 83 NMP/100 mL, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes termotolerantes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados que están entre 270 y 630 NMP/100 mL cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ingreso de aguas residuales, por otro lado puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

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

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para las estaciones 13172Rtum1 (350 – 3500 NMP/100 mL), 13172Rmoqu1 (330 – 790 NMP/100 mL), 13172Rmoqu2 (94 – 490 NMP/100 mL) y mayor para la estación 13172ROsmo1 (46 – 27 NMP/100 mL).

En la zona del valle se tiene el ingreso de aguas residuales con presencia de coliformes termotolerantes.

Coliformes Totales

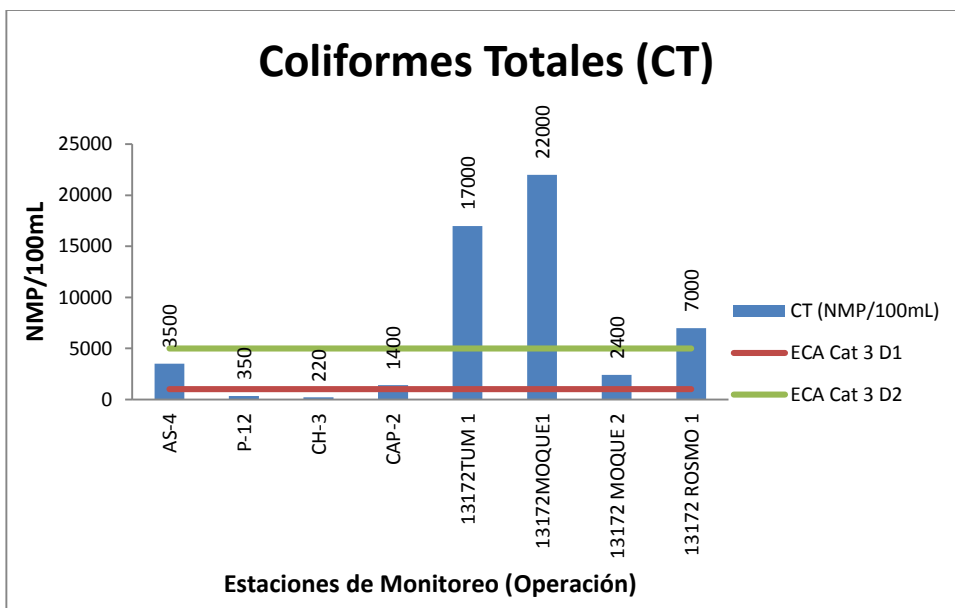
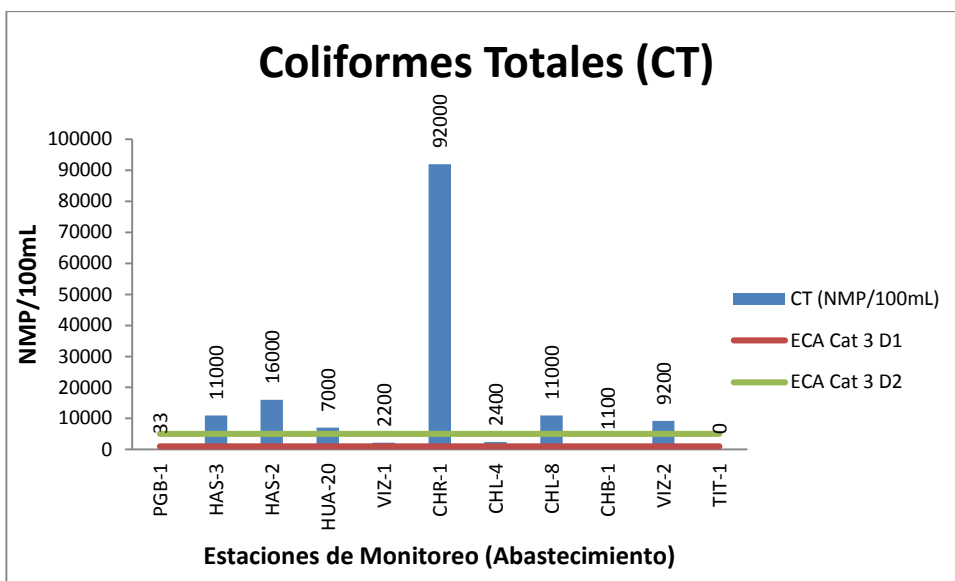


Gráfico 39. Variación espacial de la numeración de coliformes totales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 39, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos muy variados de coliformes totales, más de la mitad no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación.

La estación PGB-1 y en el río Titire TIT-1 (<1,8 NMP/100 mL) no presenta coliformes termotolerantes probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal mineralizadas, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 presenta valor que no cumple con el ECA Agua categoría 3, la estación P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes totales, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores de coliformes totales 1400 NMP/100 mL, no cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de aguas residuales.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 2400 y 22000 NMP/100 mL no cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ingreso de aguas residuales, por otro lado puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

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

Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados zona de abastecimiento

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que no cumplen el ECA Agua Cat 3.	Explicación
Titire	TIT-1	CE, pH, Cl, Al, As, B, Cd, Co, Cu, Fe, Mn	Ingreso de material de suelo. Influencia de aguas de naturaleza termal fuertemente mineralizadas.
Chilota	CHR-1	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal, la presencia de carbonatos incrementa el pH
	CHL-4	Coliformes Totales	
	CHL-8	Coliformes Totales, pH	
	CHB-1	Coliformes Totales, pH	
Calasaya	HAS-2	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal
	HAS-3	Coliformes Totales	
	HUA-20	Coliformes Totales	
Vizcachas	PGB-1	pH, B, Mn	Presencia de iones con capacidad ácida Aluminio, hierro asociado con Manganeso.
	VIZ-1	Coliformes Totales	
	VIZ-2	Coliformes Totales	

Tabla 11. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Agua Cat 3.	Explicación
Asana	AS-4	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal
	P-12	No tiene observaciones	
Charaque	CH-3	No tiene observaciones	
Capillune	CAP-2	CE, Cl-, F-, B, Mn, CT	Probable ingreso de aguas geotermales y subterránea
Tumilaca	13172RTumi	Mn, CT	
Moquegua	131712RMoqu1	B, Mn, CT	
	131712RMoqu2	CE, B, Mn, CT	
Osmore	13172Rosmo1	B, Mn, CT	

7.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

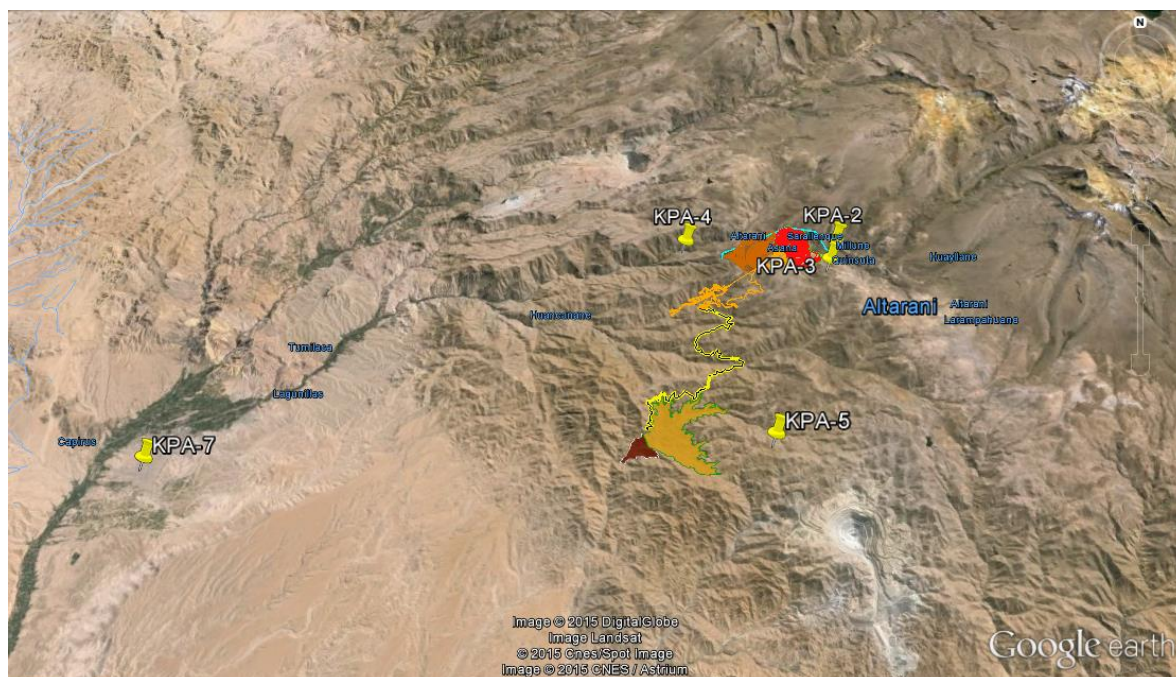


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP IV abril 2016

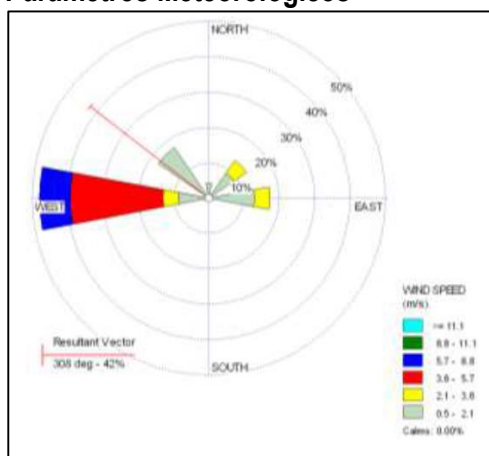
7.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

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

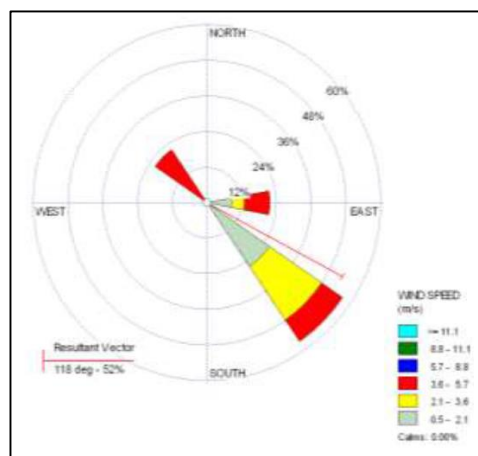
Parámetro	Unid	Estaciones de Monitoreo (INF. 14130)					ECA Aire DS 074-2001 PCM DS 003-2008 MINAM
		KPA 2	KPA 3	KPA 4	KPA 5	KPA 7	
Meteorológicos							
Dirección del Viento		W	SE	SE	S	SW	
Humedad Relativa	%	52,4	74,2	41,8	71,9	60,8	
Presión Atmosférica	mBar	660,4	653,1	686,8	661,8	863	
Temperatura a Nivel del Suelo	°C	12	9,7	14,6	11	20,3	
Velocidad del Viento	m/s	3,1	3	3,6	5,7	3	
Calidad de Aire							
Dióxido de Azufre (24h)	µg/m ³	12,08	16,85	13,82	10,78	9,5	20
Dióxido de Nitrógeno (1h)	µg/m ³	57,01	61,9	37,25	12,61	76,2	200
Óxidos de nitrógeno (1h)	µg/m ³	71,36	79,32	37,37	14,1	214	
Monóxido de Carbono (8h)	µg/m ³	859	859	773	386	458	10000
Material Particulado PM10	µg/m ³	19,8	3,2	16,4	21,5	80,6	150
Material Particulado PM2,5	ug/m ³	15	1,6	14,6	17,8	68,7	25
Plomo (Pb)	µg/m ³	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,006	1,5

7.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

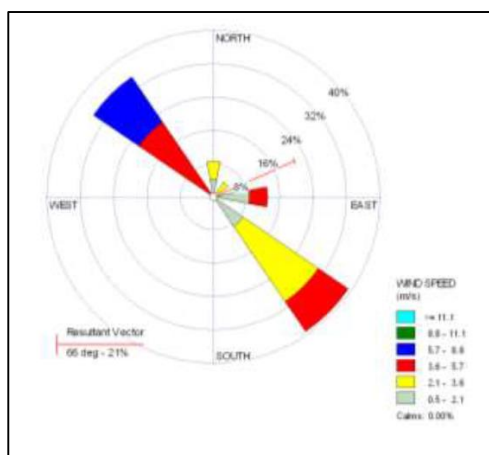
Parámetros Meteorológicos



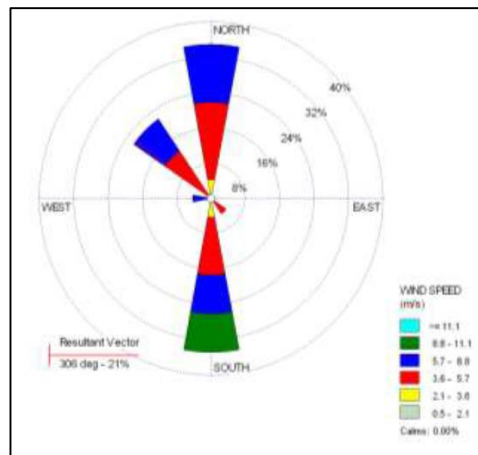
KPA2



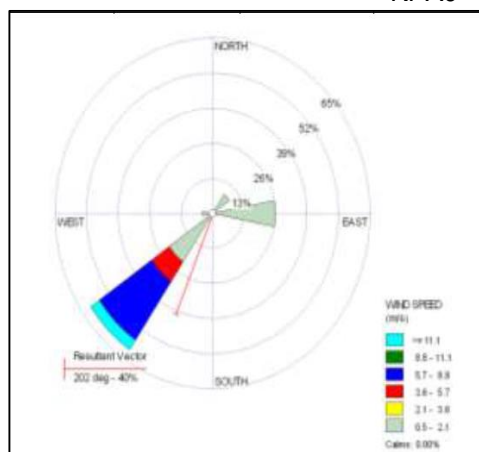
KPA3



KPA4



KPA5



KPA7

Figura 04. Dirección y velocidad del viento de los puntos de monitoreo de calidad de aire del MAP IV abril 2016

La dirección de los vientos en las diferentes estaciones meteorológicas es variada en todas las estaciones de monitoreo.

Velocidad del Viento

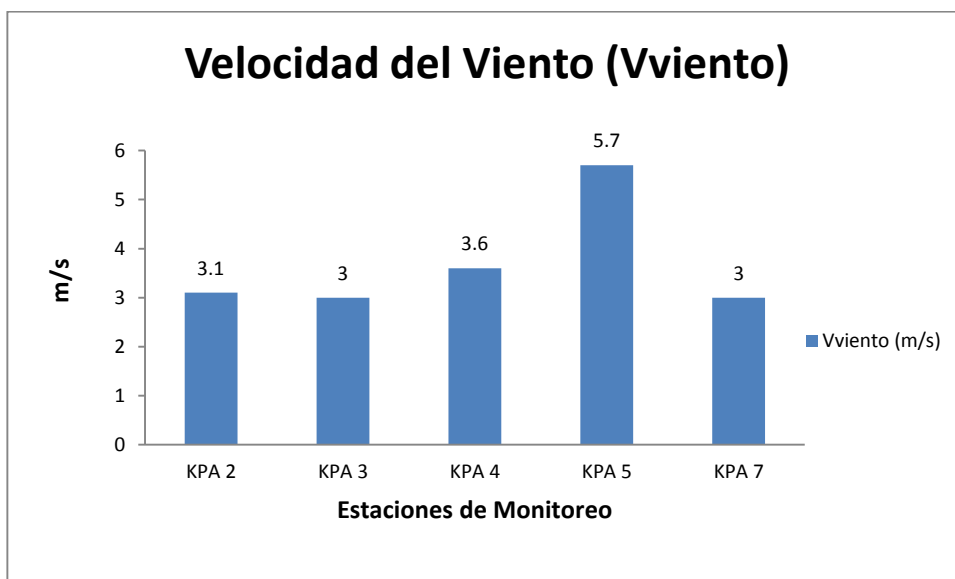


Gráfico 40. Variación espacial de la velocidad del viento de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Como se observa en el gráfico 40, la velocidad del viento en las áreas de estudio se encuentran por entre 3,0 y 5,7 m/s por lo que se clasifican como briza moderada (< 7,0 m/s), según la escala de Beaufort.

Humedad Relativa

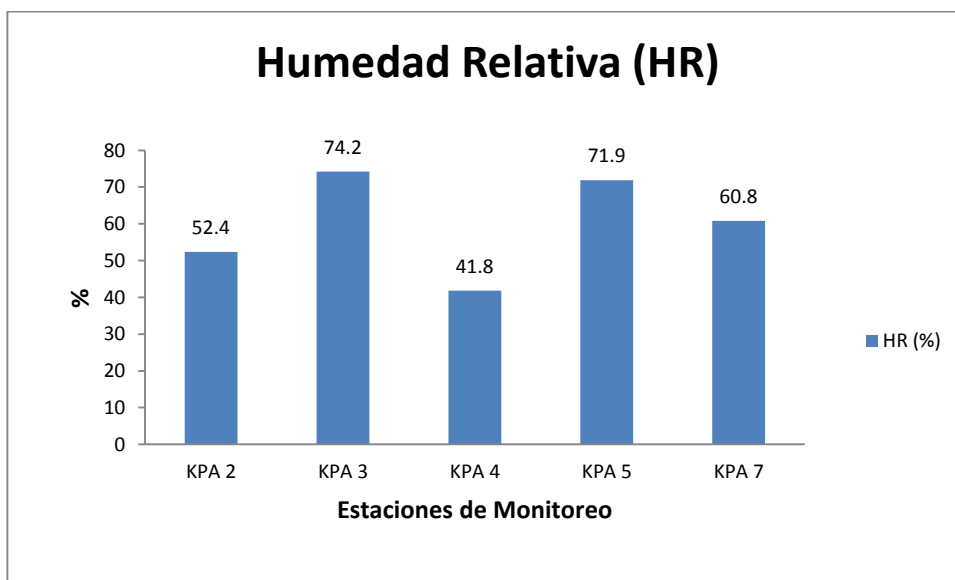


Gráfico 41. Variación espacial de la humedad relativa de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Como se observa en el gráfico 41, la Humedad Relativa de las estaciones son clasificados como Húmedo según Thornthwaite 1948, presentando una gran variabilidad entre estaciones de monitoreo

Presión Atmosférica

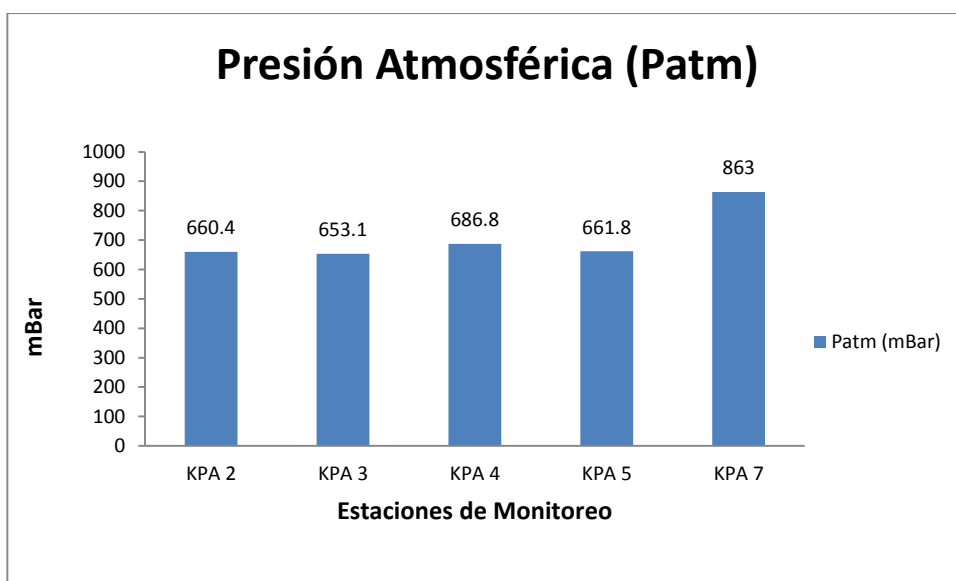


Gráfico 42. Variación espacial de la Presión Atmosférica de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

La presión atmosférica y la temperatura en las zonas de operaciones (KPA-2, KPA-3, KPA-4 y KPA-5) son similares debido a que se encuentran a alturas similares. Por otro lado KPA-7, tiene mayor presión por estar a baja altura cerca al valle de Moquegua, como se observa en los gráficos 42 y 43.

Temperatura

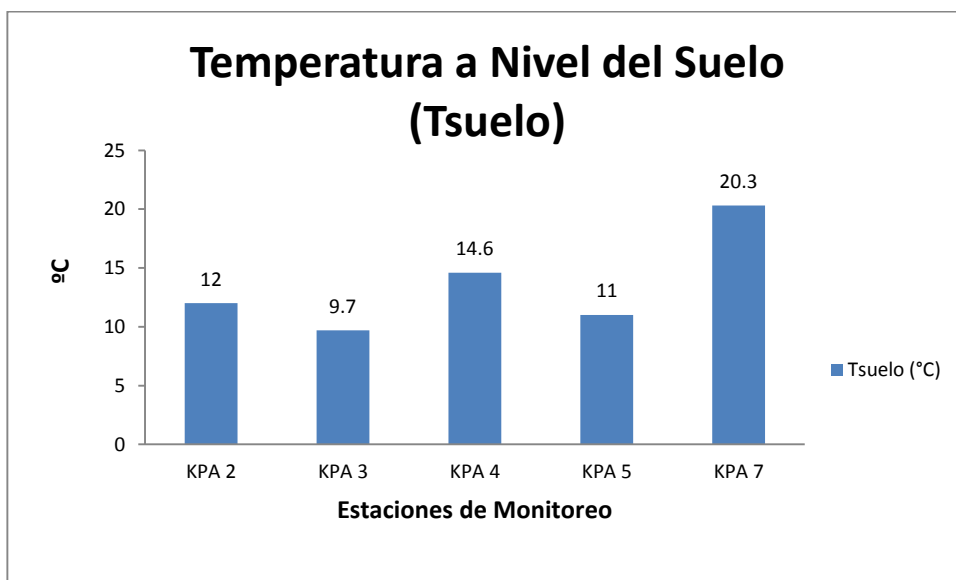


Gráfico 43. Variación espacial de la Temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Parámetros de Calidad de Aire

Dióxido de azufre

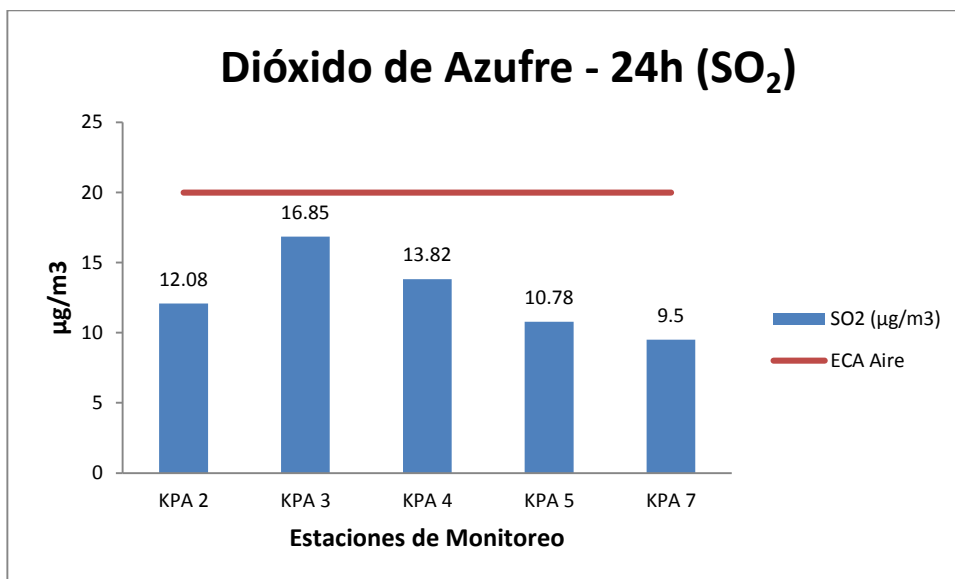


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 20 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 44, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de azufre en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de tipo industrial de combustibles con azufre como el diesel.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (9,76 – 46,99 ug/m³), KPA-3 (9,76 – 46,99 ug/m³), KPA-4 (4,62 – 40,00 ug/m³), KPA-5 (9,91 – 48,71 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (< 13 ug/m³).

Dióxido de Nitrógeno

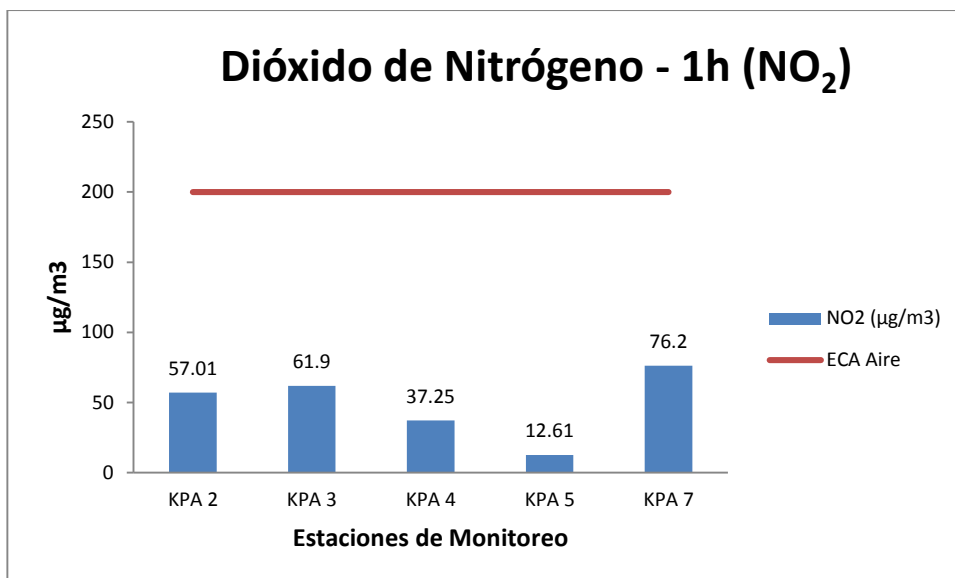


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 45, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de combustibles.

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

Material Particulado menor a 10 μm

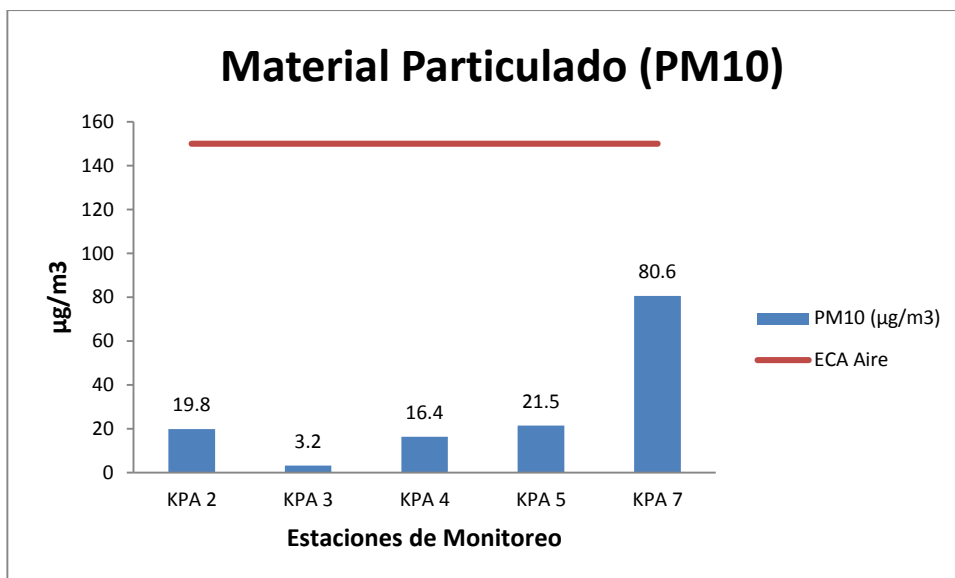


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El material particulado menor a 10 μm se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 46, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-10 en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (3,00 – 67,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (2 – 65,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (3,00 – 74,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (3,00 – 745 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (92,9 y 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Material particulado menor a 2.5 um

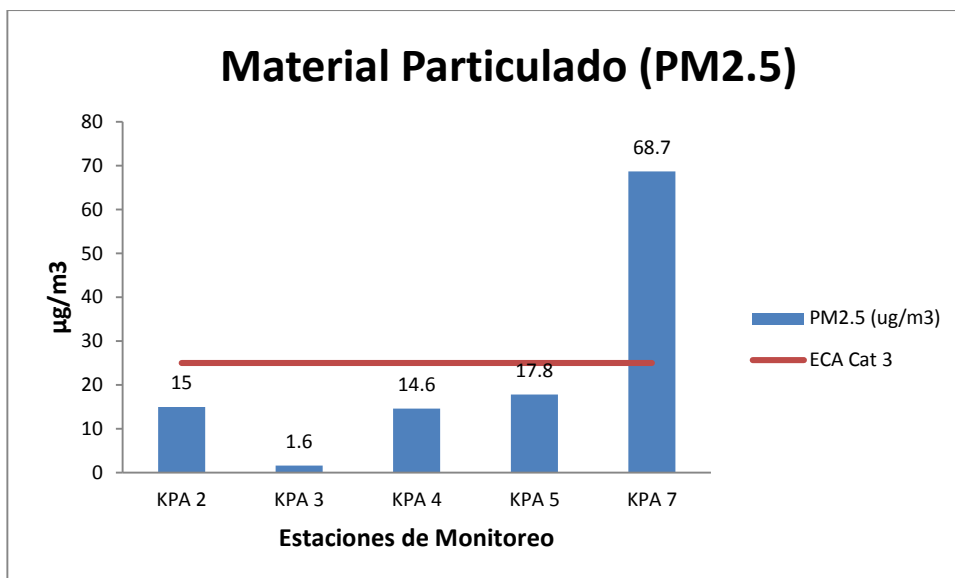


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El material particulado menor a 2,5 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 25 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 47, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, , lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo.

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

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

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

Monóxido de Carbono

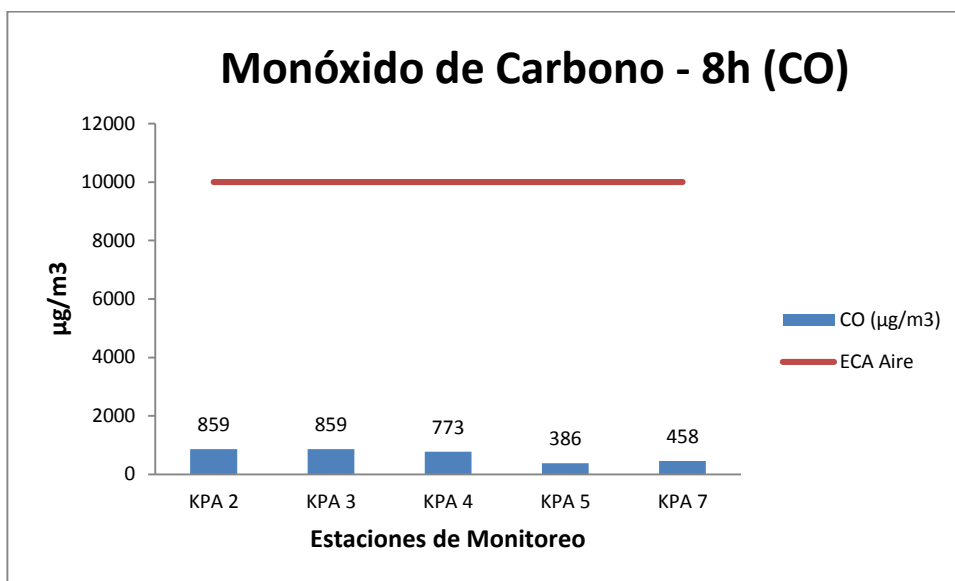


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El monóxido de carbono se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene. El ECA Aire fija un valor de 1000 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 48, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7 los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

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

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

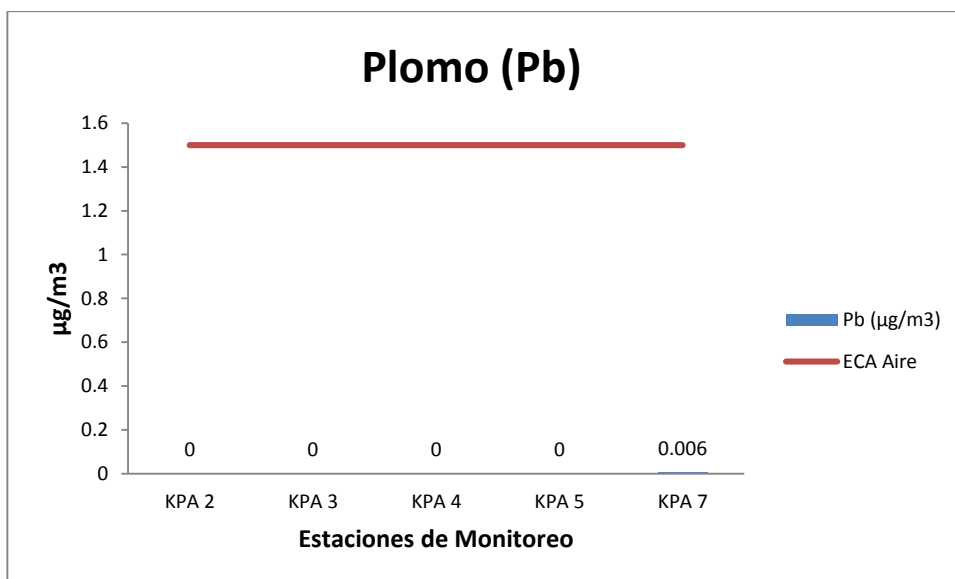
Metales:**Plomo**

Gráfico 49. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El plomo en material particulado se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel y gasolina, así como por deposición desde el aire o polvo. El ECA Aire fija un valor de 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 49, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7 los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

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

La ligera presencia de plomo en la estación KPA7 se relaciona con el contenido de PM-2.5 y puede deberse a la presencia de tránsito vehicular o deposición desde el aire.

Tabla 12. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Lugar	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Aire	Explicación
Campamento	KPA2	No observación	
Samanape	KPA3	No observación	
Tala	KPA4	No observación	
Pampa Tolar	KPA5	No observación	
San Antonio	KPA7	PM 2.5	Actividad antropogénica posible emisión vehicular

8. CONCLUSIONES

- ✓ La calidad de agua superficial en el zona de abastecimiento, en la cuenca del río Titire se observa una fuerte influencia de aguas mineralizadas de origen termal y arrastre desde el suelo que incrementan la concentración de los aniones y cationes, sobrepasando lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 para los valores de Conductividad Eléctrica, pH (por debajo de lo establecido), cloruros, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro y manganeso.
- ✓ La calidad del agua en la estación PGB-1 presentan valores altos de Boro y Manganeso, valor bajo de pH.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de las estaciones del río Chilota, río Calasaya, río Vizcachas y quebradas HAS-2, HAS-3 y HUA-20, presentan todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua excepto el contenido de coliformes totales de naturaleza diferente al fecal, probablemente proveniente del suelo con vegetación en esta época del año, presencia de bofedales.
- ✓ La calidad de agua superficial en la zona de operaciones, para el río Asana en la estación P-12 tuvo todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua Cat 3, la estación AS-4 solo presento valores superiores para coliformes totales, probablemente provenientes del suelo con vegetación y presencia de algas.
- ✓ La calidad del agua de la estación del río Capillune CAP-2 estuvo fuertemente mineralizado por la influencia probablemente de aguas geotermales o subterráneas incumpliendo los ECAs para Cat 3 en Conductividad, cloruros, fluoruro, boro y manganeso. Este ingreso de Boro y Manganeso se mantiene a lo largo del río Tumulaca, Moquegua y Osmore. Adicionalmente también se presentó contenidos altos de coliformes totales en las estaciones CAP-2, 13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172Rosmo1, de origen diferente al fecal, probablemente proveniente desde el suelo con vegetación.
- ✓ En la calidad del aire se observa la influencia de zonas urbanas en la estación KPA7, relacionado con la concentración del material particulado menor a 2.5 um, probablemente de fuentes de combustión con vehículos, motos o camiones.
- ✓ Los resultados del MAP IV son similares con los obtenidos durante las campañas MAP I, MAP II y MAP III, y son consistentes con los resultados de la validación de la línea base ambiental del proyecto Quellaveco componente agua superficial.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar mayores estudios de monitoreo de las estaciones TIT-1, CAP-2 y la cuenca del río Chilota con la finalidad de identificar la fuente de arsénico.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Segunda Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Marzo Abril 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento, aire y suelo Diciembre 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA Abril del 2016.

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

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

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



NOVIEMBRE 2016

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

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

INDICE

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

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

1. GENERALIDADES

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N° 5, 7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 4 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP I

Realizado en Diciembre del 2013, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial y subterránea. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 1 sugerido por el Comité (AS-5). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época seca del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en febrero del 2014.

MAP II

Realizado en Marzo - Abril del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 2 manantiales (El común y el Totoral). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época húmeda en ausencia de lluvias del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en julio del 2014.

MAP III

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

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

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

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

MAP IV

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

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

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

Desde Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, han trabajado con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza en el diseño, planificación, ejecución y comunicación de los MAPs realizados. En el marco de esta asistencia técnica se desarrolla el presente Informe de resultados de la cuarta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP IV) – época seca - Agua superficial en la zona de abastecimiento de agua, operaciones, Maquegua e Ilo así como de la calidad de aire.

Zona de Abastecimiento de Agua

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

Zona de Operaciones

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

Zona de Moquegua e Ilo

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

Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificadorias

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

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

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

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

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

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

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

2.2. Objetivos Específicos

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

3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

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

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

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

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

Monitoreo de Calidad del aire

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

Monitoreo de Ruido y Vibraciones

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Desarrollo del monitoreo MAP IV:

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

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

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

Fuente: Reportes de Ensayo ALS CORPLAB

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

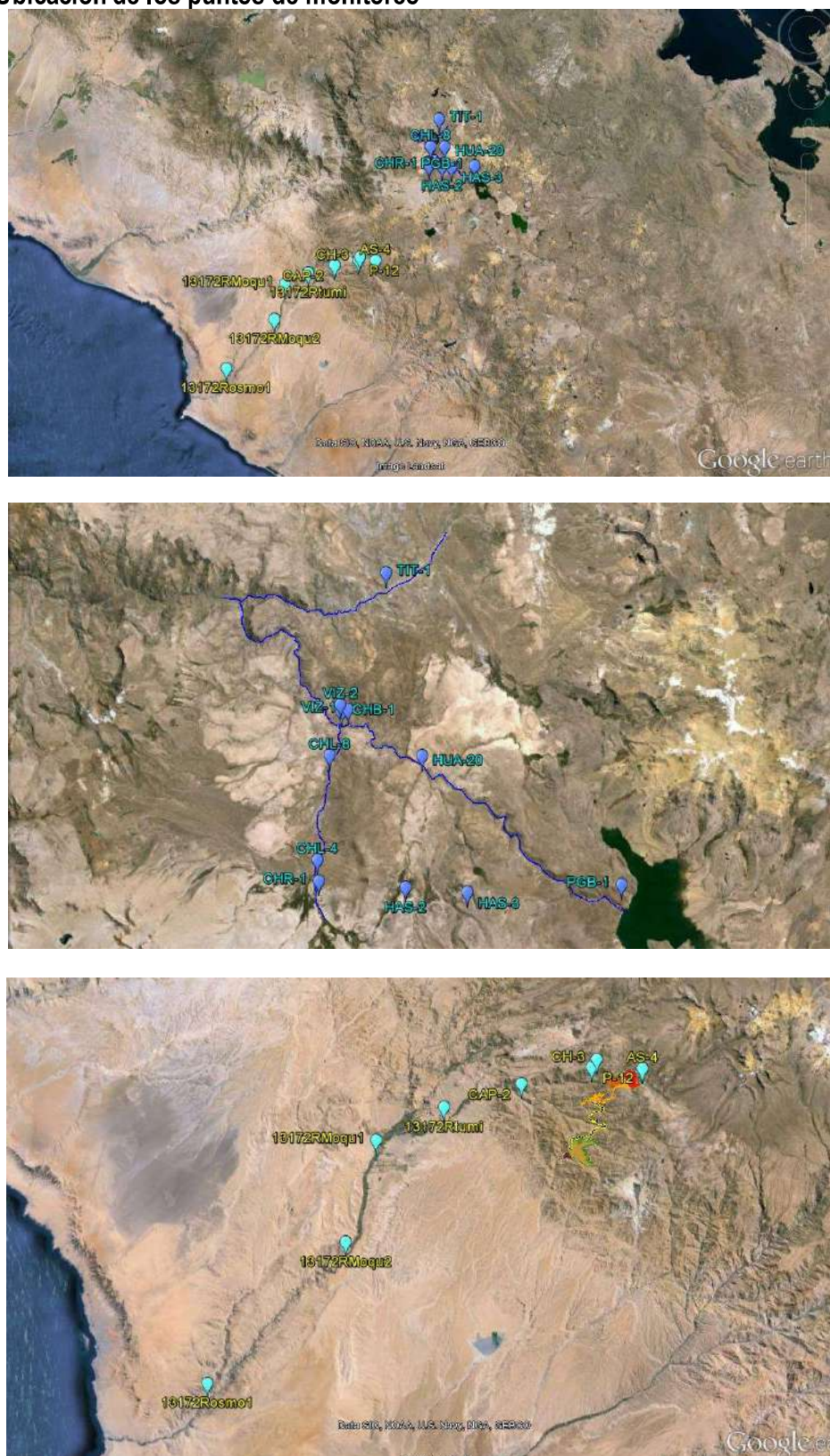


Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

4.1.2. Determinación de los Caudales

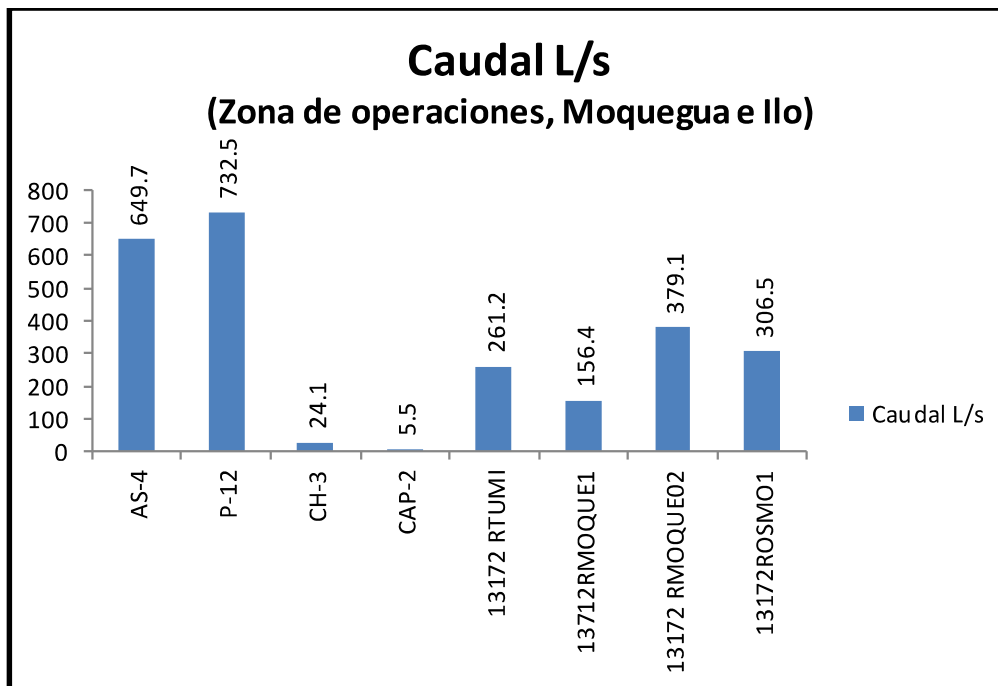
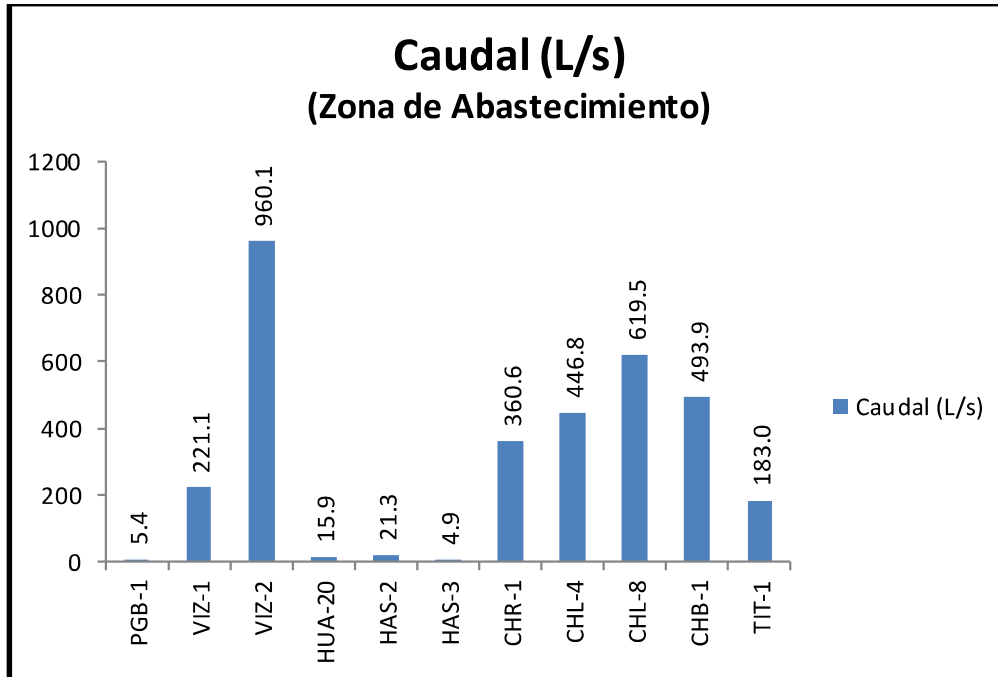


Gráfico 01. Caudales medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP IV Setiembre 2016.

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

La cuenca del Chilota presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 493,9 L/s en la estación CHB-1, probablemente el ingreso de aguas de afloramientos. Al comparar los resultados del CHL-8 (619,5 L/s) con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (438 – 5796 L/s).

La cuenca del Vizcachas presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 960.1 L/s en la estación VIZ-2, al comparar los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (571 – 42800 L/s). La influencia del incremento entre la estación VIZ-1 y VIZ-2 se debe al ingreso de las aguas del río Chilota.

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 183 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda y seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29,3 – 70618 L/s). Este valor del TIT presenta un caudal menor con respecta a la época húmeda del MAP IV (672.75 L/s).

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

El río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 24.1 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (17,6 – 5968 L/s), similar a lo encontrado en el MAP II (17,6 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 5,5 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (3,8 – 1330 L/s), similar a lo encontrado en el MAP II (7,2 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

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

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

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

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

4.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

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

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

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

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

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

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

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

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento														ECA cat 3					
			PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	HUA-20	HAS-2	HAS-3	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	TIT-1	D1	D2							
Cromo (Cr)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.018	0.1	1		
Estadio (Sn)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0002	0.3436	0.08	0.1201	0.0732	0.0484	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466	0.0466
Fosforo (P)	mg/L	0.015	<0.015	0.034	0.043	0.101	0.043	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039
Hierro (Fe)	mg/L	0.0004	0.819	0.41	0.7601	0.2985	0.2306	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683	0.6683
Litio (Li)	mg/L	0.0001	0.3723	0.021	0.0237	0.005	0.0014	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051
Magnesio (Mg)	mg/L	0.003	9.955	2.79	2.269	3.029	1.349	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0003	2.134	0.01593	0.04623	0.01748	0.004	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617	0.02617
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0002	0.0082	<0.0002	<0.0002	0.00076	0.00026	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Níquel (Ni)	mg/L	0.0002	0.0215	0.0004	0.0006	0.0005	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Plata (Ag)	mg/L	3E-06	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Plomo (Pb)	mg/L	0.0002	0.0121	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Potasio (K)	mg/L	0.04	13.7	4.72	3.81	5.52	2.93	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
Selenio (Se)	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Silicio (Si)	mg/L	0.2	16.9	19.8	21.9	21.7	22.1	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
Sodio (Na)	mg/L	0.006	60.22	16.38	16.31	15.14	4.964	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139	7.139
Talio (Tl)	mg/L	0.0002	0.00041	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Titanio (Ti)	mg/L	0.0002	<0.0002	0.0025	0.0118	0.0021	0.0024	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048
Uranio (U)	mg/L	3E-06	0.000111	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Vanadio (V)	mg/L	0.0001	<0.0001	0.0015	0.0033	0.0025	0.0036	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031
Zinc (Zn)	mg/L	0.01	0.2624	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100
MICROBIOLÓGICOS																						
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.8	<1.8	4	23	33	<1.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	12	140	920	540	1600	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

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

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo							ECA Cat 3		
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	172 RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1	D2
CAMPO												
Caudal (m ³ /día)*	m ³ /día	---	649.6875	732.5375	24.1	5.475	261.2375	156.4375	379.1	306.4875		
Conductividad	µS/cm	---	133.5	160.4	91.8	3290	367	1408	2890	2680	2500	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	8.07	6.96	6.89	7.39	7.53	8.58	7.87	9.33	4	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	7.27	7.65	7.78	7.77	8.18	7.73	8.33	8.41	6.5	8.5
Temperatura	°C	---	7.7	17.5	16.1	20.5	19.9	18.6	25.1	21.8		
FISICOQUÍMICOS												
Aceites y Grasas	mg/L	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO ₃ /L	1	13.3	13.9	24.4	142.2	77.6	228.4	226.8	129.2		
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	1	13.3	13.9	24.4	142.2	77.6	228.4	226.8	129.2		
Bicarbonato	mg HCO ₃ -/L	1.2	16.3	17	29.8	173.5	94.7	278.6	276.7	157.6	518	
Carbonato	mg CO ₃ -2/L	0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6		
Cianuro Libre	mg/L	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006		
Cianuro Total	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Cianuro Wad	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1	0.1
Cromo Hexavalente	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	2	<2	12	12	<2	5	<2	4	17	40	40
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	0.002	<0.002	0.011	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.006	<0.002	0.2	0.5
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	1	38.9	47.9	25	718.6	119.8	404.1	861.6	789.2		
Fenoles	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.01
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0.01	0.03	0.05	0.12	0.04	0.07	0.33	0.2	<0.01		
Fósforo Total	mg P/L	0.012	0.015	0.022	0.062	0.052	0.061	0.154	0.11	0.041		
Material extraíble en Hexano*	mg/L	1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4		
Nitrogeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

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

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo										ECA Cat 3	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	B712RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1	D2		
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	mg/L	0.006	27.865	26.628	27.127	11.328	36.675	49.306	30.534	29.232				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	95	93	67	2141	250	866	2024	1835				
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	< 2	< 2	10	3	3	< 2	3	< 2				
Sulfuros	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004				
ANIONES														
Bromuro, Br-	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
Cloruros, Cl-	mg/L	0.02	0.79	2.916	1.851	644.9	15.57	150	470.4	447.7				
Fluoruros, F-	mg/L	0.002	0.073	0.086	0.056	1.28	0.178	0.267	0.266	0.231				
Fosfatos (como P)	mg/L	0.02	< 0.020	< 0.020	0.04	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020				
Nitratos, (como N)	mg/L	0.003	0.046	0.022	0.135	< 0.003	0.089	4.954	3.761	1.312			100	
Nitritos, (como N)	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.032	< 0.001			10	
Sulfatos, SO ₄ -2	mg/L	0.015	39.43	51.85	18.34	624.9	75.87	280.9	603.3	554.1			1000	
METALES TOTALES														
Aluminio (Al)	mg/L	0.002	0.966	1.14	0.061	< 0.002	0.23	0.023	0.076	0.023			5	
Antimonio (Sb)	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	0.00045	0.00036				
Arsénico (As)	mg/L	0.00003	0.00093	0.00108	0.00119	0.00834	0.00292	0.01163	0.0059	0.00568			0.2	
Bario (Ba)	mg/L	0.0001	0.014	0.0173	0.0194	0.1484	0.0394	0.0958	0.0983	0.0876			0.7	
Berilio (Be)	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002			0.1	
Bismuto (Bi)	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002				
Boro (B)	mg/L	0.002	0.032	0.058	0.037	6.605	0.228	1.101	1.872	1.85			5	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001			0.05	
Calcio (Ca)	mg/L	0.1	12.13	14.45	6.58	256.4	40.73	151.3	297.6	251.1				
Cobalto (Co)	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001			1	
Cobre (Cu)	mg/L	0.00003	0.00268	0.01349	0.0021	0.00208	0.00366	0.00248	0.00176	0.00102			0.5	

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

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

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo										ECA Cat 3		
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172 RTUMI	B712RMOQUE	172 RMOQUE	13172 POSMO	D1	D2			
Cromo (Cr)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.1	1
Estañó (Sn)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0002	0.0982	0.1109	0.0695	1.945	0.2439	1.011	2.319	2.051					
Fosforo (P)	mg/L	0.015	0.021	0.033	0.042	<0.015	0.026	0.115	0.113	<0.015					
Hierro (Fe)	mg/L	0.0004	0.1282	0.2013	<0.0004	0.196	0.2372	0.0202	0.1037	0.0715	5				
Litio (Li)	mg/L	0.0001	0.0014	0.0032	<0.0001	0.6856	0.0125	0.0765	0.0972	0.0825	2.5	2.5			
Magnesio (Mg)	mg/L	0.003	2.256	2.506	1.999	27.02	4.941	15.71	36.72	36.32	250				
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0003	0.04217	0.04586	0.00174	0.14148	0.10033	0.03808	0.1023	0.07339	0.2	0.2			
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.001	0.001			
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.009	0.00277	0.00444	0.00865	0.007					
Níquel (Ni)	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.2	1			
Plata (Ag)	mg/L	3E-06	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003					
Plomo (Pb)	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.05	0.05			
Potasio (K)	mg/L	0.04	2.07	2.47	3.15	8.26	2.9	5.82	10.71	10.65					
Selenio (Se)	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0082	0.003	0.02	0.05			
Silicio (Si)	mg/L	0.2	17.8	17.9	15.6	15	18	24	15.2	13.7					
Sodio (Na)	mg/L	0.006	6.702	8.73	5.491	346.5	21.61	108.9	230.4	226.5					
Talio (Tl)	mg/L	0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002					
Titanio (Ti)	mg/L	0.0002	0.0022	0.005	0.0015	<0.0002	0.0017	0.0012	0.0025	0.0018					
Uranio (U)	mg/L	3E-06	<0.000003	<0.000003	<0.000003	0.005278	0.000694	0.005567	0.015245	0.010982					
Vanadio (V)	mg/L	0.0001	0.0028	0.003	0.0038	0.0011	0.0022	0.0119	0.0087	0.0034					
Zinc (Zn)	mg/L	0.01	<0.0100	<0.0100	0.0124	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0129	<0.0100	2	24			
MICROBIOLÓGICOS															
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	6.8	4.5	4.5	33	46	1000	1000			
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	33	79	240	240	240	220	7000	1700	1000	5000			

Valor excede el ECA Agua Categoría 3

4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

Temperatura

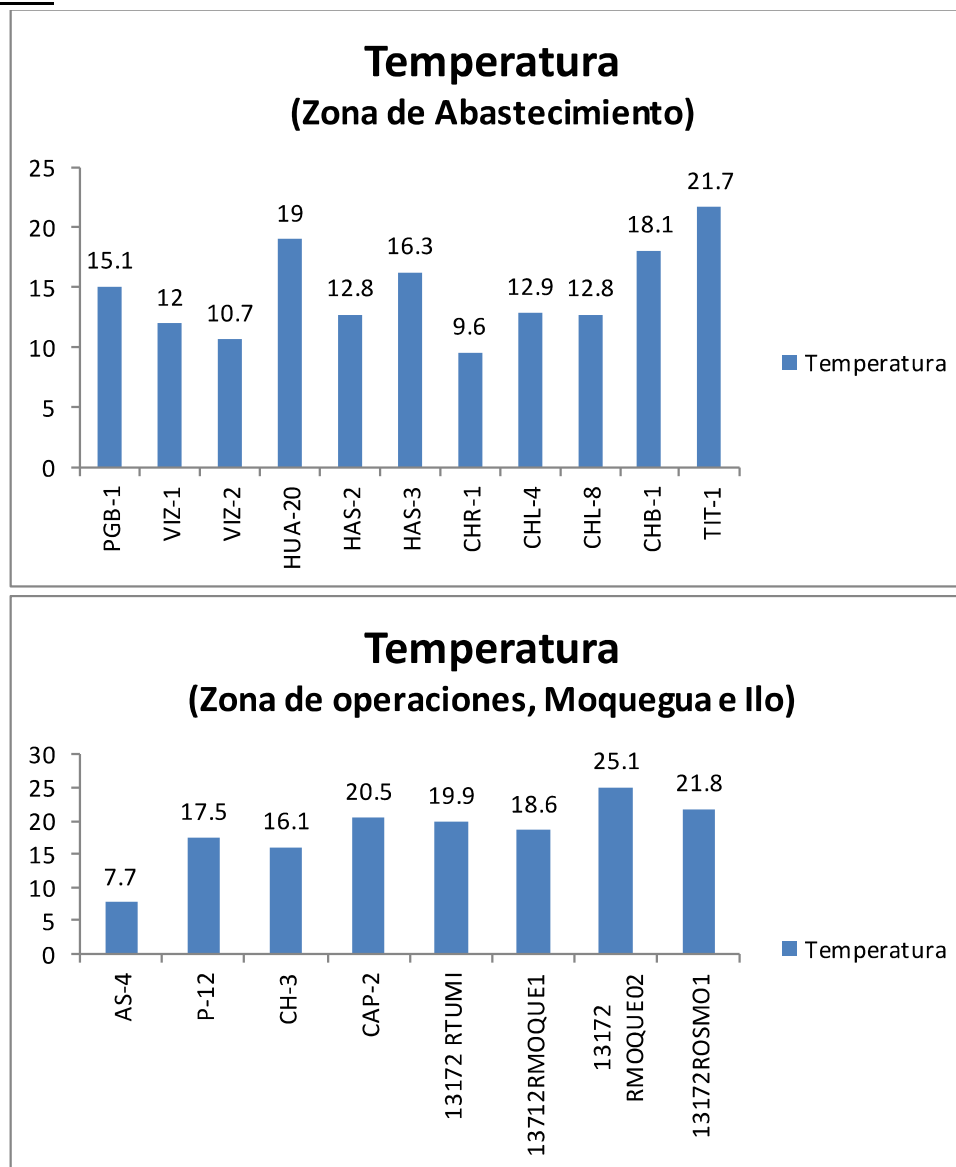


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

Oxígeno Disuelto

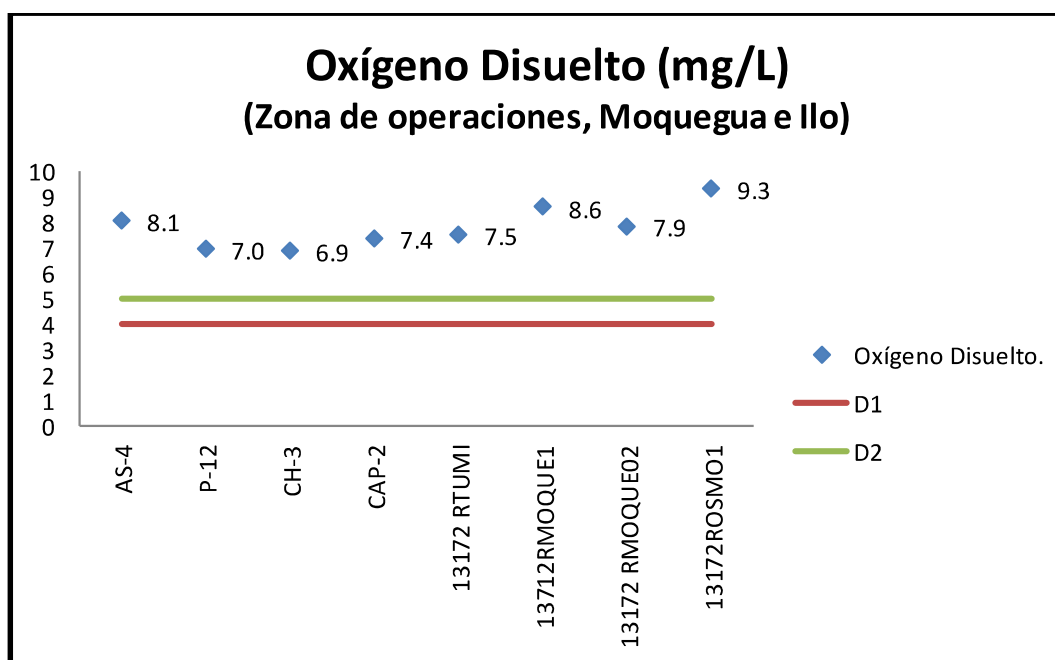
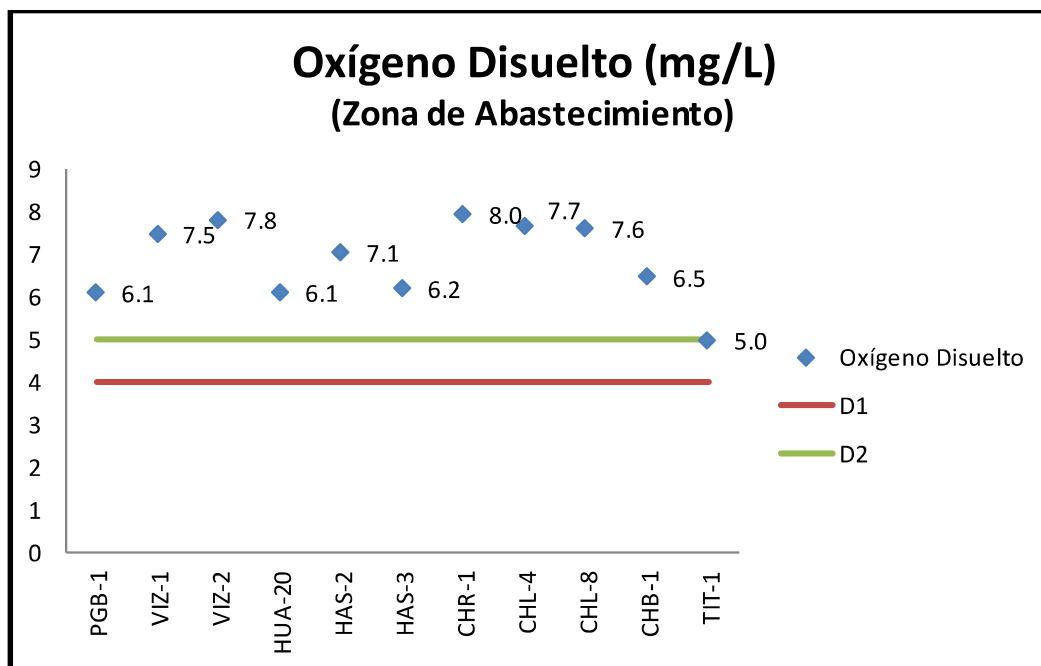


Gráfico 03. Variación espacial del oxígeno disuelto de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 03, en la zona de abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, los del río Vizcachas PGB1, VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

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

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valores bajos de Oxígeno Disuelto 5,0 mg/L, probablemente debido a que el ingreso de sales provenientes de fuentes termales disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, así como la mayor presencia de hierro y otras especies reducidas en el agua consumen oxígeno disuelto, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (3,5 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque CH-3, esto puede deberse a la buena ventilación del agua y a la ausencia de material orgánico.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Capillune CAP-2 (7,4 mg/L), presenta un valor similar a las demás estaciones no se ha detectado la influencia del gran contenido de sales provenientes de fuentes de aguas de origen geotermal.

El contenido de oxígeno disuelto en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (7,5 mg/L), 13172RMoqu1 (8,6 mg/L), 13172RMoqu2 (7,9 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,3 mg/L), se observa un incremento del contenido de oxígeno probablemente debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle. Situación similar fue observada en el MAP I (8,30 – 9,77 mg/L) y MAP II (8,28 – 10,18 mg/L).

Potencial de Hidrógeno – pH

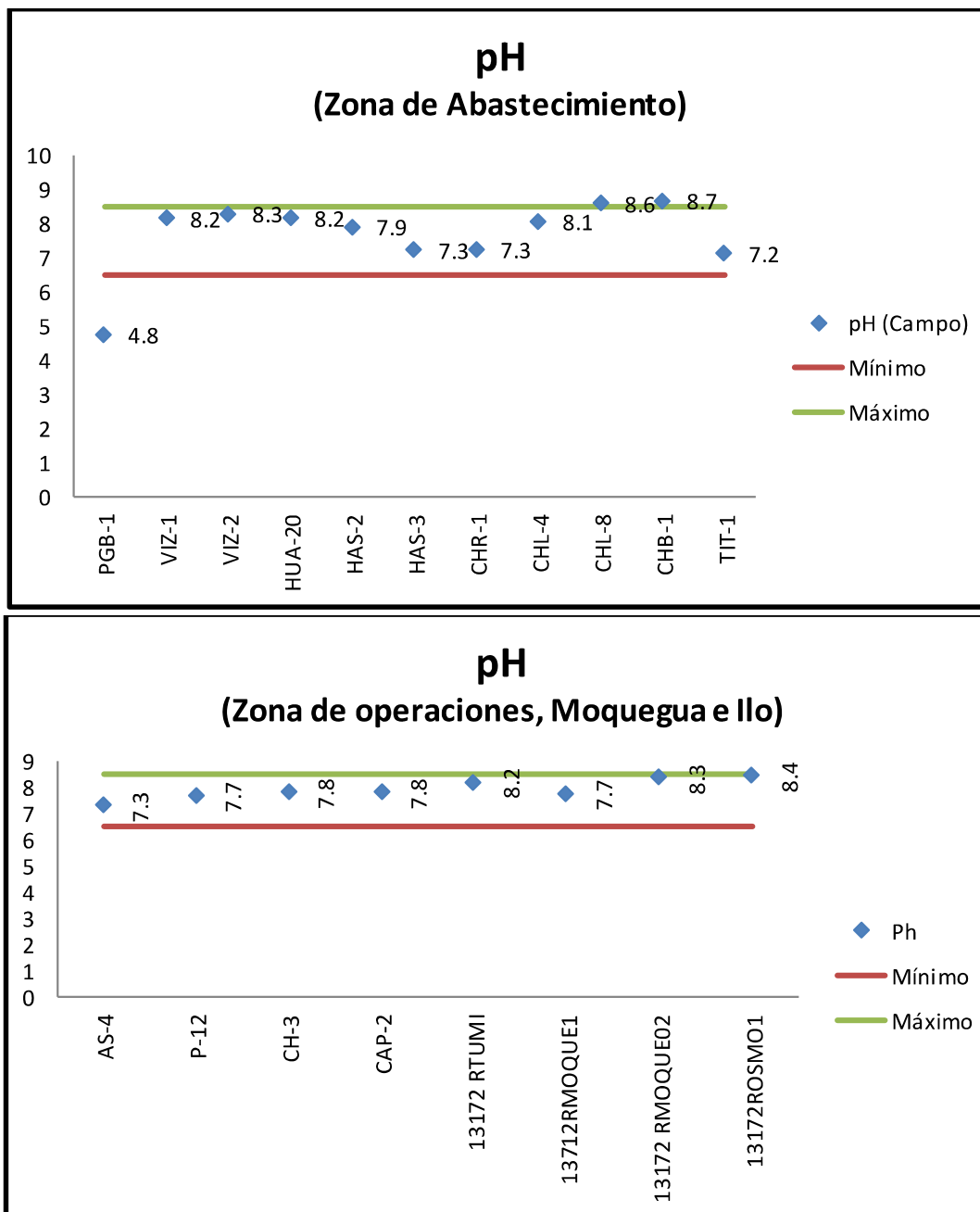


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

Como se observa en el gráfico 04, en la zona de abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, presenta contenidos que se incrementan con la disminución de la altura probablemente debido al incremento de actividad fotosintética en el curso del río y la presencia de material carbonatado del suelo.

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

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

El agua del río Calasaya HUA-20 y de las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos adecuados con valores dentro de lo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valores moderados de pH 7,2, a diferencia del periodo húmedo donde el valor es bajo 4,87, probablemente debido a que no se tiene mayor ingreso de disolución de material del suelo relacionado con moderados valores de aluminio 3,866 mg/L, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, para esta estación. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (4,6 – 8,5), donde el valor corresponde a una época seca.

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

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

Conductividad Eléctrica

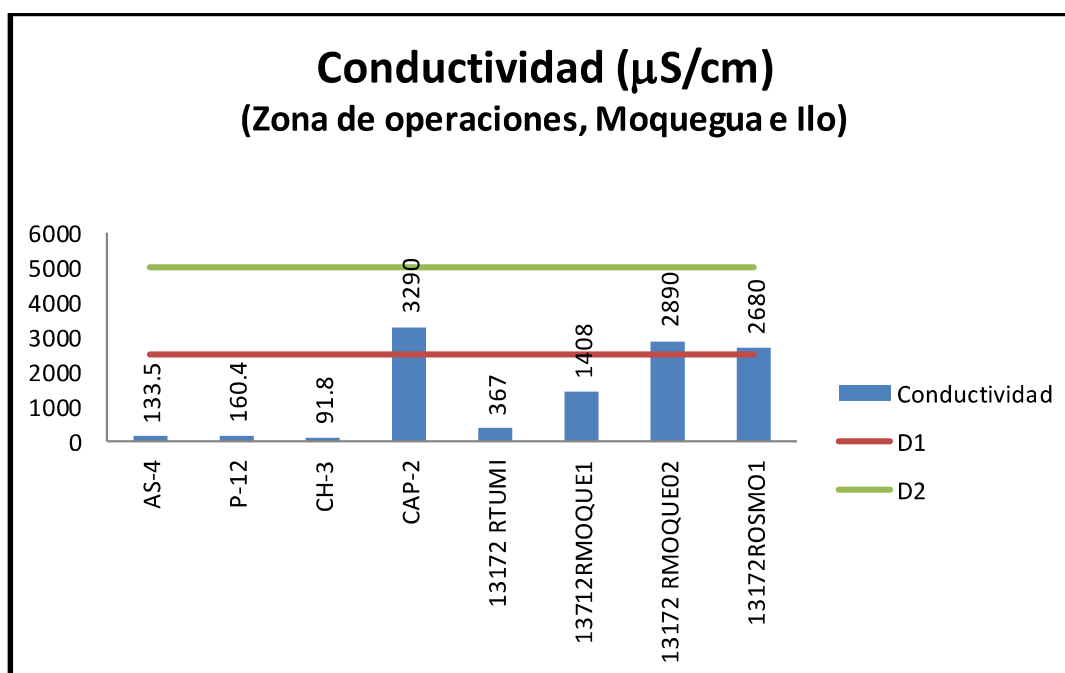
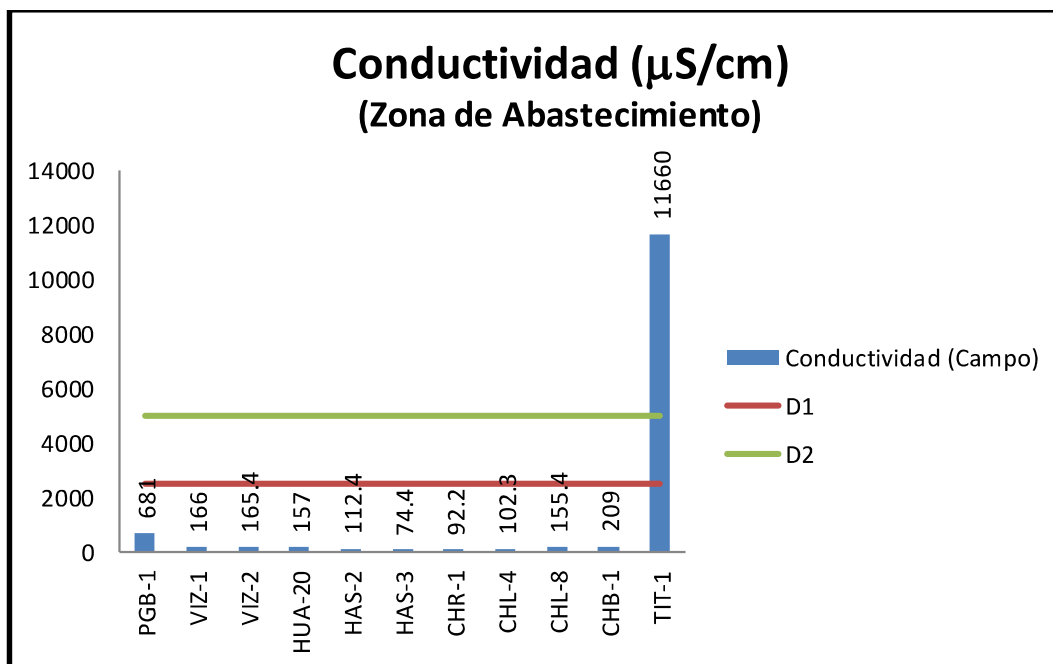


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

Como se observa en el gráfico 05 en la zona de abastecimiento, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas, Chilota, Calasaya, las quebradas HAS-02 y HAS-03 cumple con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (11660 uS/cm), este valor es alto está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), esto probablemente se debe al ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

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

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

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

FISICOQUIMICOS

Aceites y Grasas

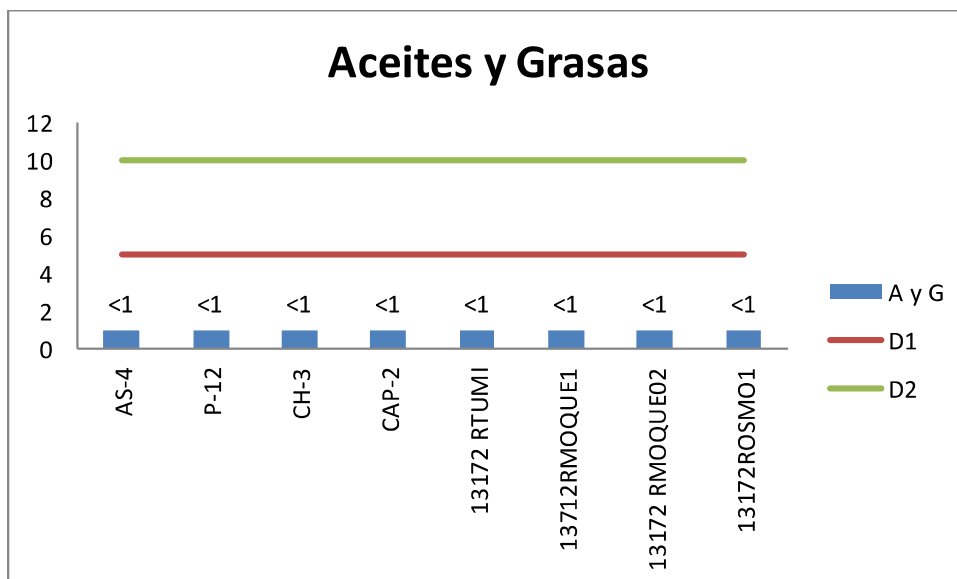
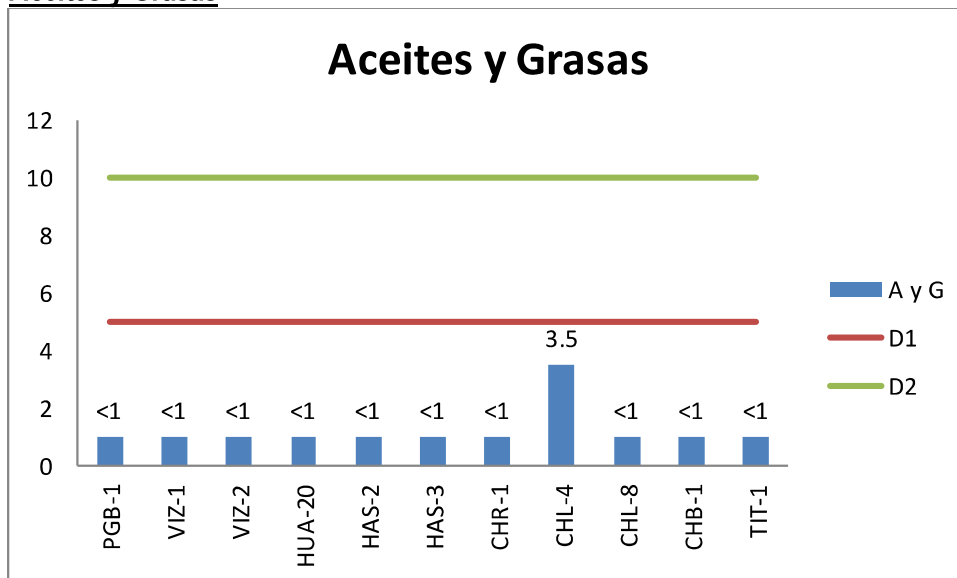


Gráfico 06. Variación espacial del valor de los aceites y grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

Bicarbonatos

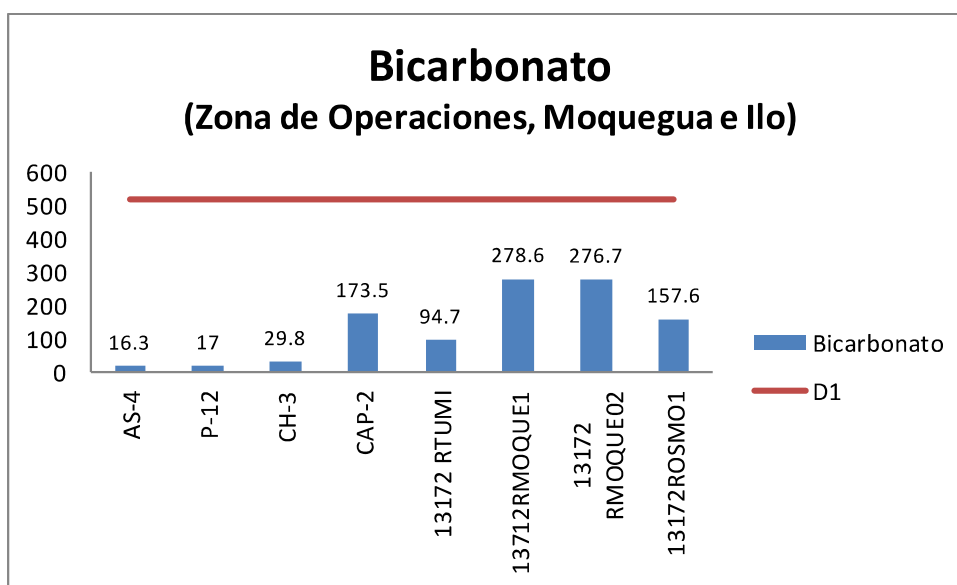
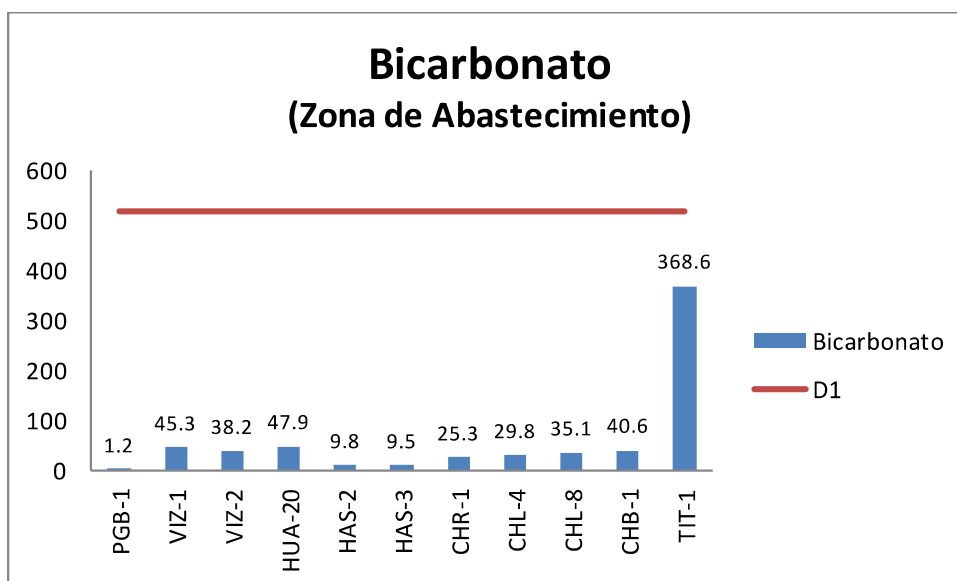


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

El bicarbonato es el principal responsable de la alcalinidad del agua, tiene la capacidad para neutralizar la acidez del agua provocada por ácidos inorgánicos, orgánicos, iones hidronio y metales disueltos generadores de acidez tales como Al^{3+} y Fe^{3+} . El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 370 mg $CaCO_3/L$.

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

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

Cianuro WAD

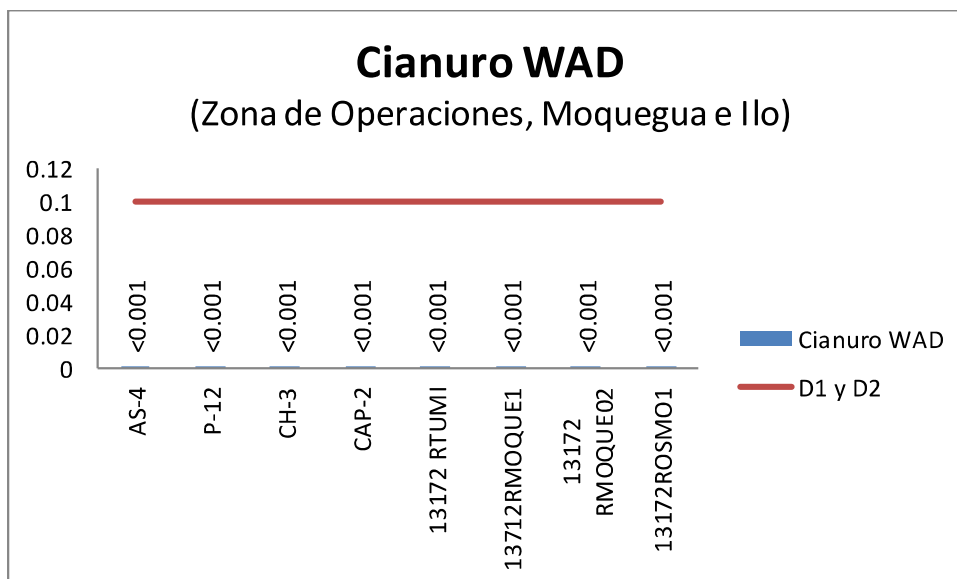
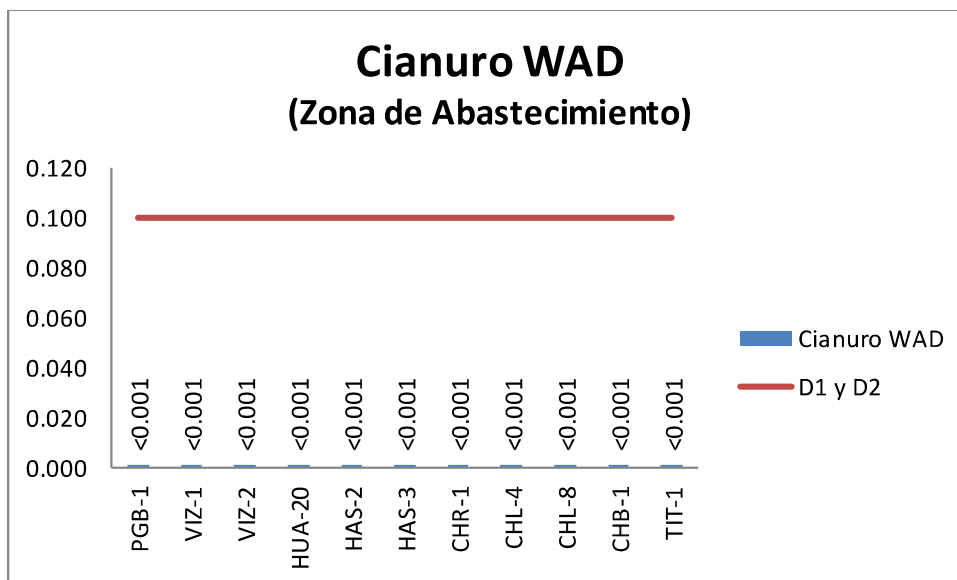


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

Como se puede observar en el gráfico 08, no se ha detectado presencia de cianuro WAD en ninguna de las estaciones de agua de la zona de abastecimiento y operaciones, esta situación es similar a los resultados obtenido en el MAP III y MAP-IV época húmeda, para las estaciones de calidad de agua

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

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

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

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

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

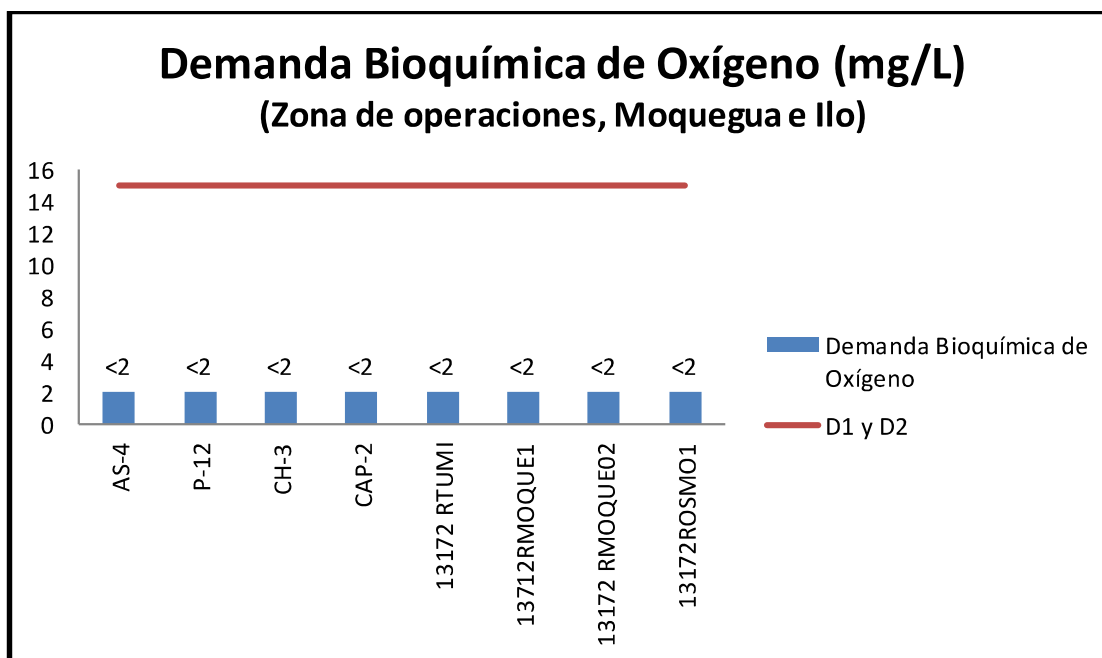
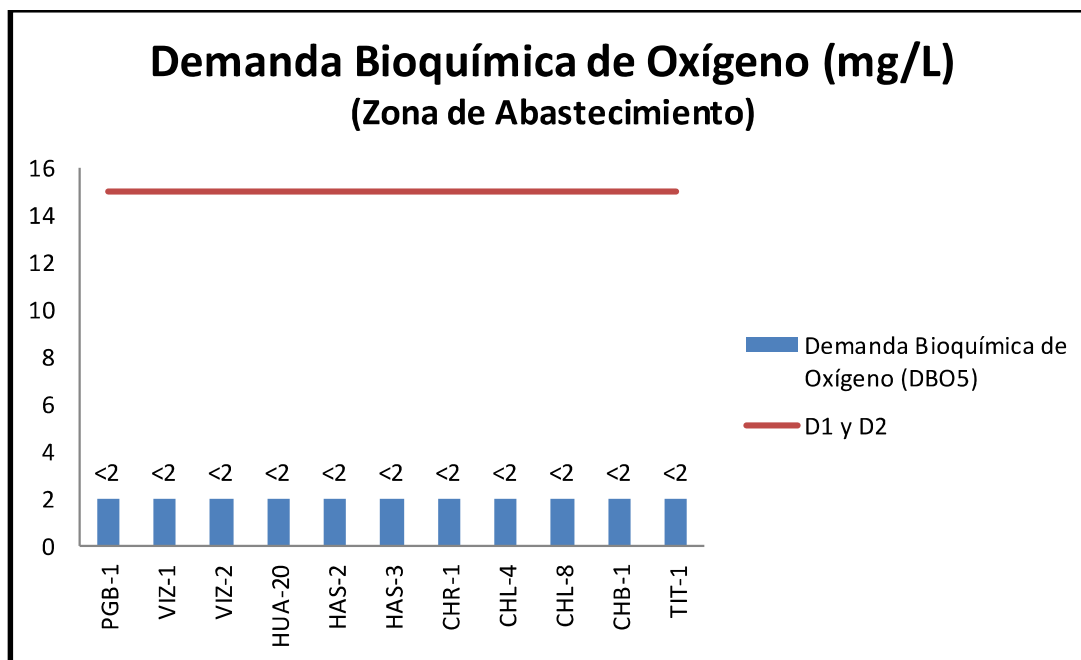


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, esto es debido a que después de la degradación de la materia orgánica del vertimiento, por procesos de difusión del oxígeno desde el aire, el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de DBO₅ de 15 mg O₂/L.

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

Los resultados del MAP IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP IV época húmeda, MAP III en época húmeda, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP III en época seca donde presentó valores entre <0,1 (N.D.) hasta 2,5 mg/L, valores pequeños que cumplen con el ECA categoría 3.

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

Por otro lado los resultados del MAP IV época seca son similares a los resultados obtenidos en el MAP I en época seca, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de operaciones donde ninguna estación presentó DBO y cumplen con el ECA categoría 3.

Demanda Química de Oxígeno

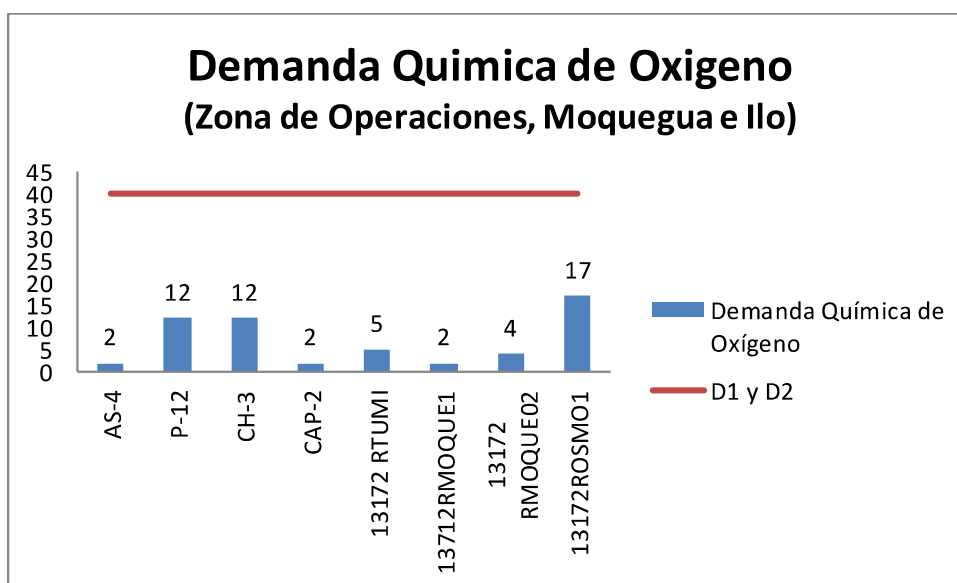
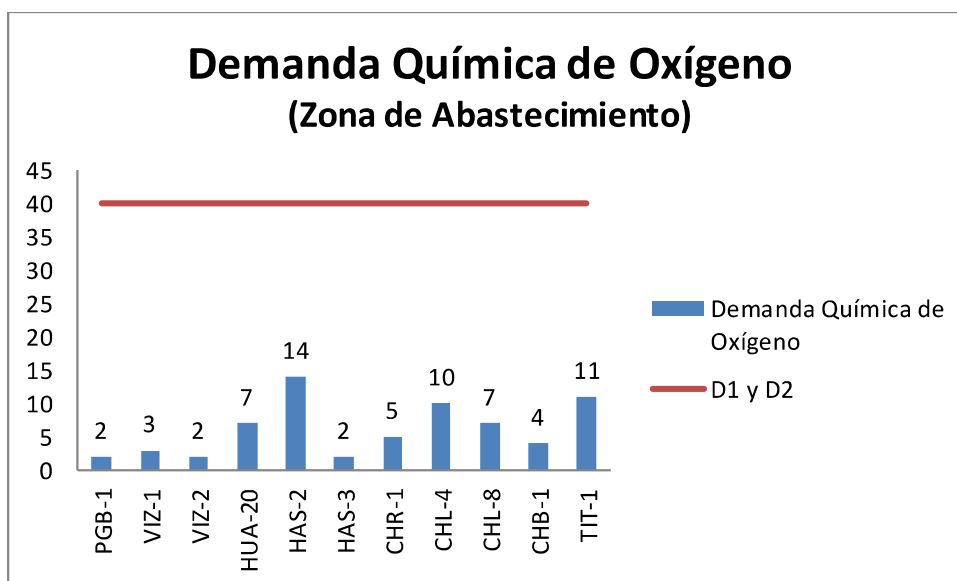


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

Como se observa en el gráfico 10, en la zona de abastecimiento de agua se ha detectado valores bajos de DQO entre 2 a 14 mg/L. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

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

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

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

Dureza Total

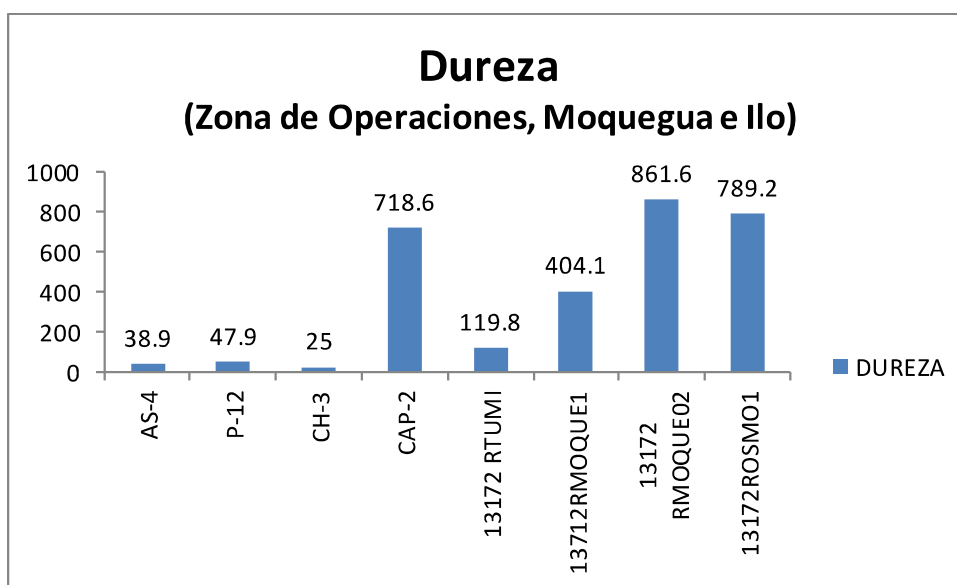
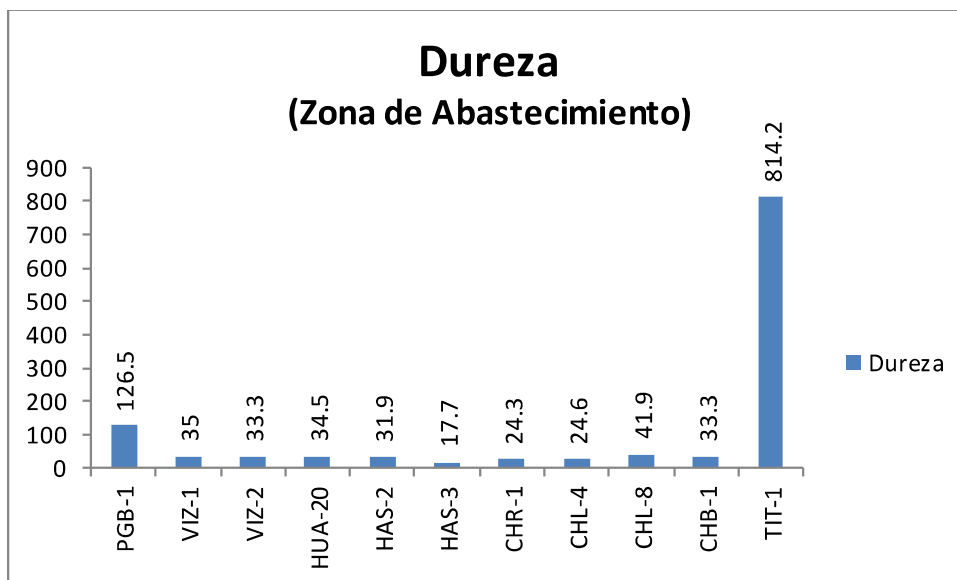


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas de alto contenido de dureza y daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la dureza impide la formación de espuma causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado doméstico; por otra parte, está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad, y

dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente. El ECA Agua categoría 3 no fija un límite para la dureza.

En términos generales, se puede considerar como blanda un agua con menos de 100 mg CaCO_3/L de dureza como CaCO_3 , medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO_3/L , dura de 200 a 300 mg CaCO_3/L , sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO_3/L .

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento son blandas con excepción de la estación PGB-1 que es medianamente dura y la estación TIT-1 que es muy dura. Esto está asociado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 son blandas. En el río Capillune la calidad del agua es muy dura. En el río Tumilaca la estación 13172Rtumi1 presenta una dureza moderada. En el río Moquegua y Osmore la calidad es muy dura esto relacionado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio, probablemente por el suelo en el valle que es de naturaleza bicarbonatada, carbonatada cálcica y magnésica según el estudio realizado por INRENA en el 2004.

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

Fósforo Reactivo Disuelto

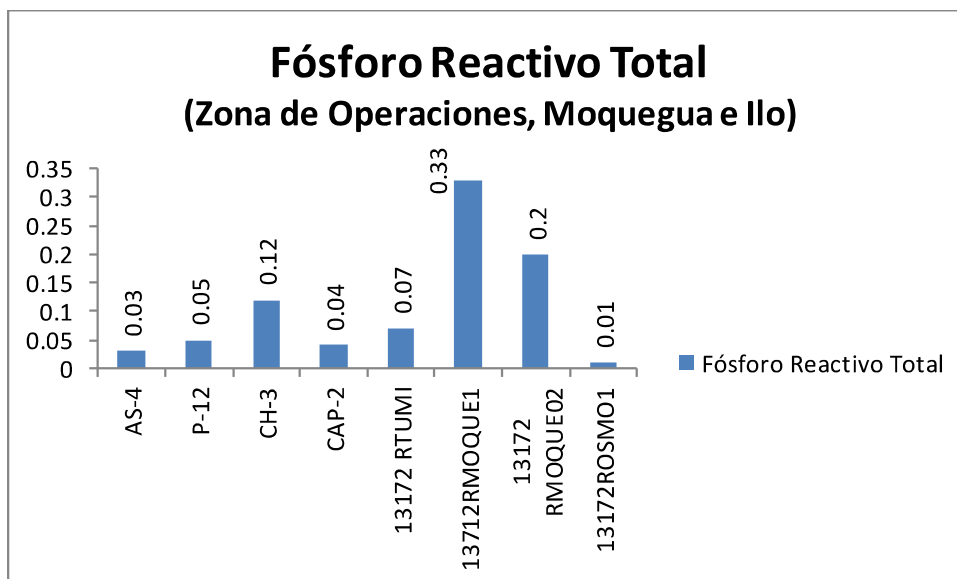
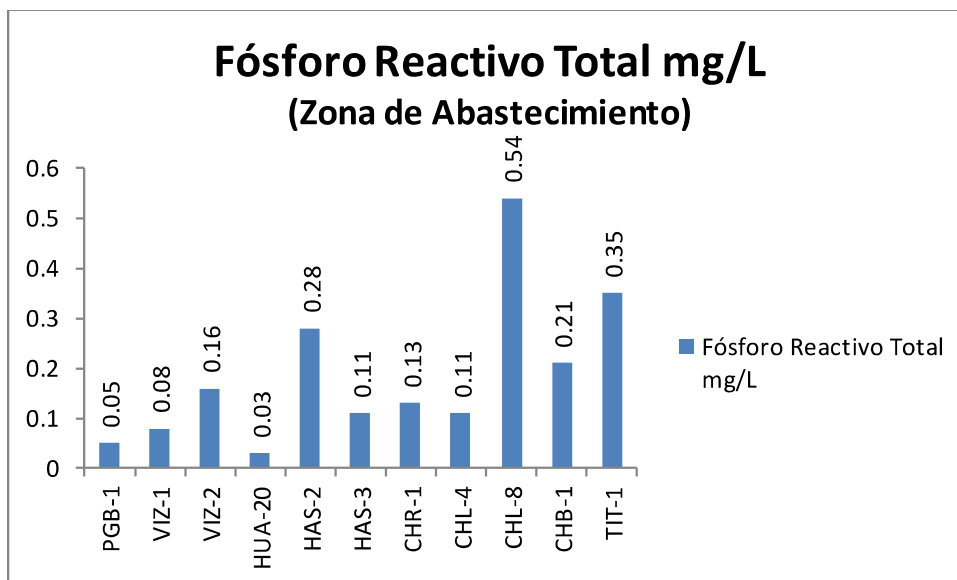


Gráfico 12. Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

Sólidos Totales Disueltos

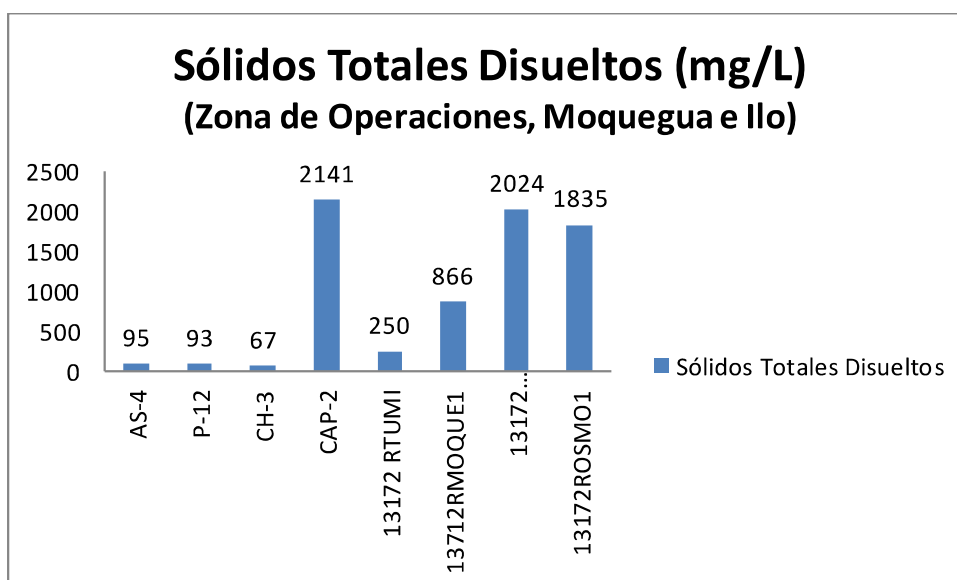
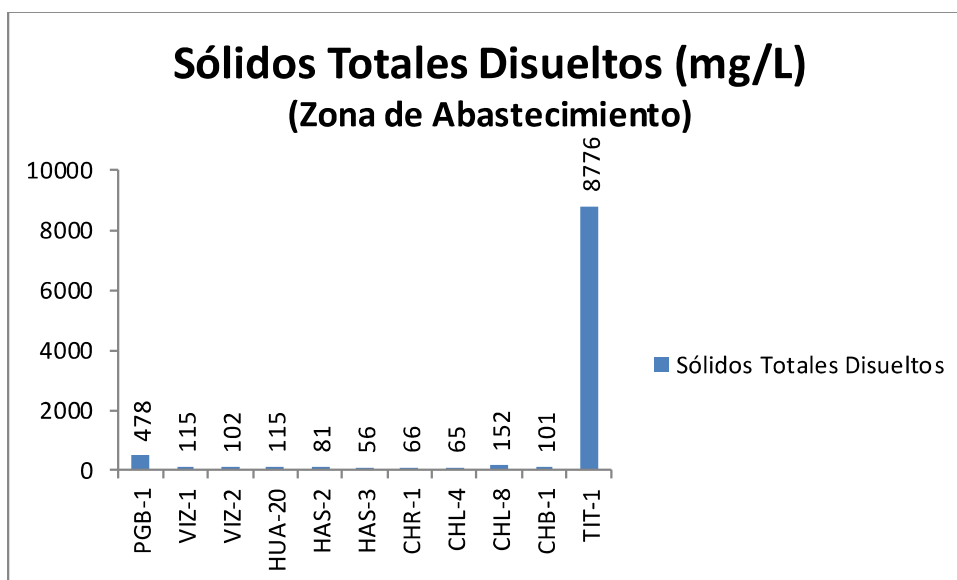


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

También está formado por aniones disueltos como los cloruros, fluoruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos entre otros. La principal fuente son las sales que se encuentran en el lecho del río y que se disuelven en el agua. En época seca, solo la disolución de los iones del lecho es importante, pero en época de lluvia los iones disueltos pueden provenir del suelo y llegar disueltos en las escorrentías

juntamente con los sólidos suspendidos. El ECA Agua Categoría 3 no contempla valores límites para este parámetro.

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

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

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

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

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

Sólidos Totales Suspensos

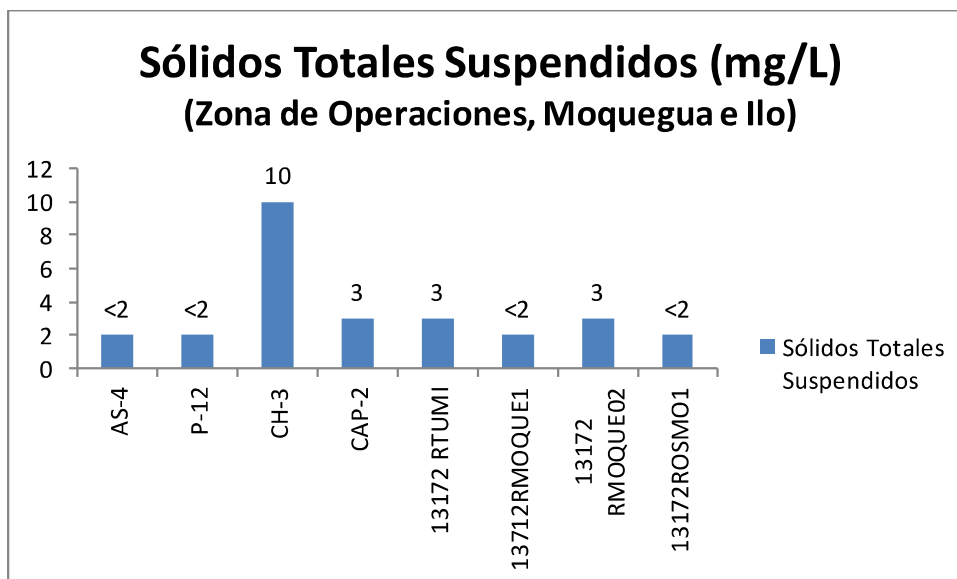
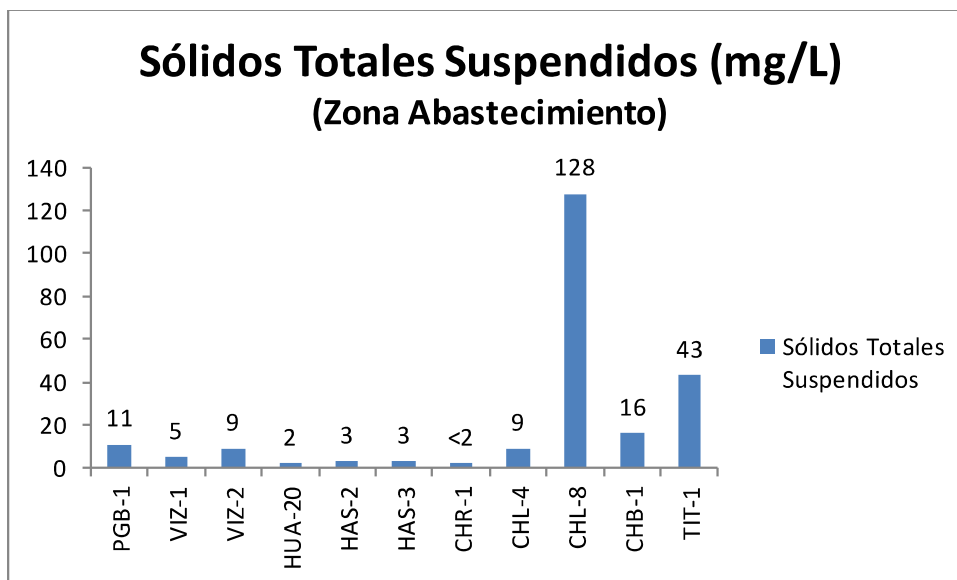


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Sulfuros

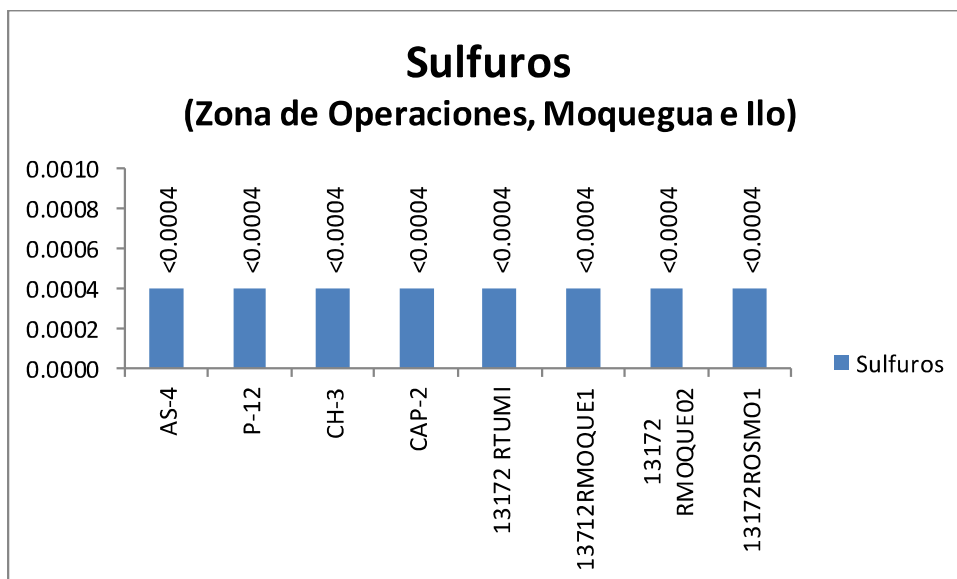
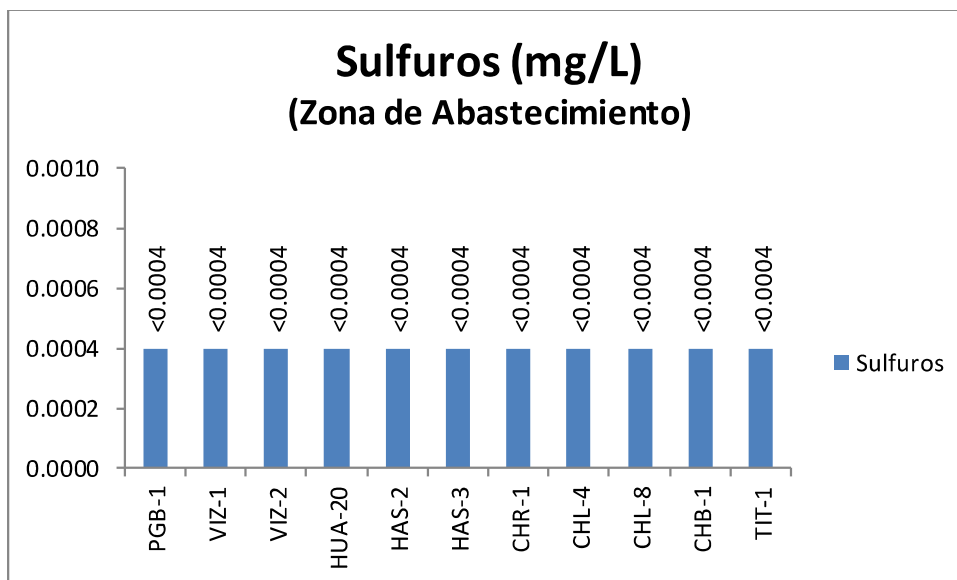


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

ANIONES

Cloruros

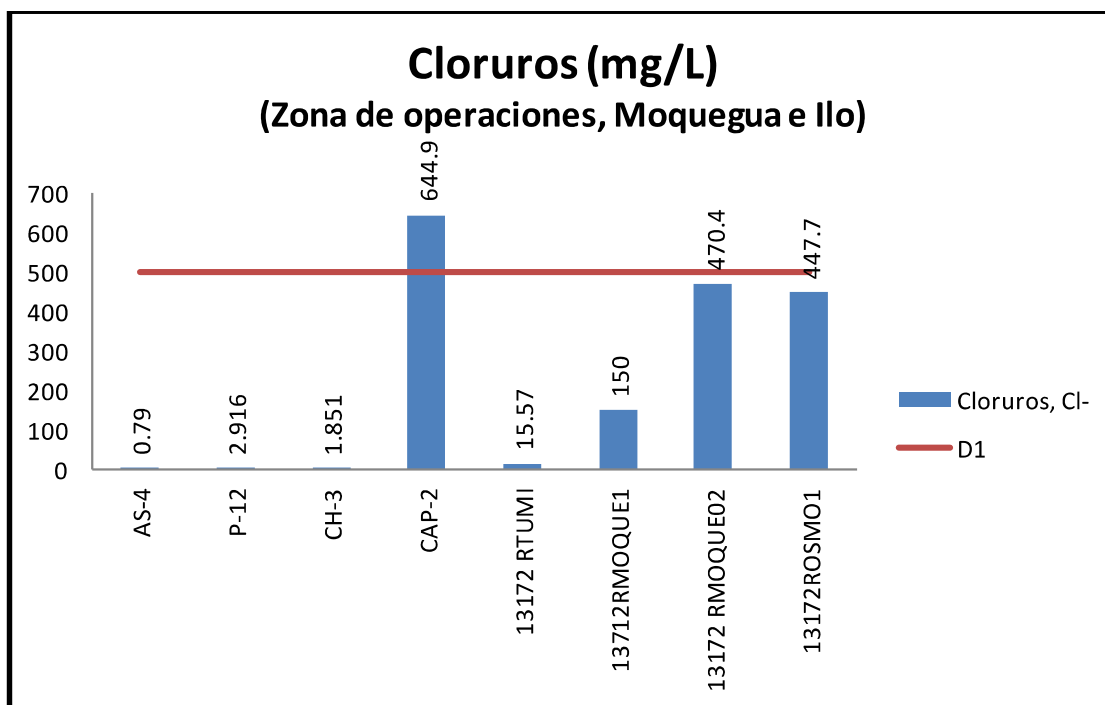
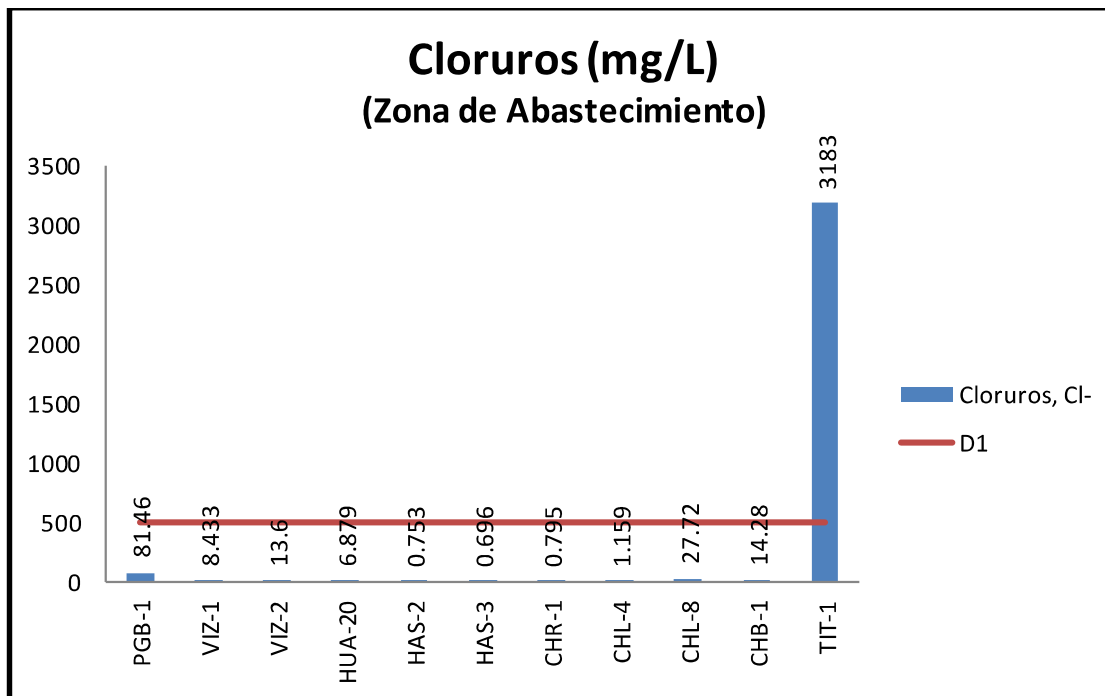


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

Fluoruro

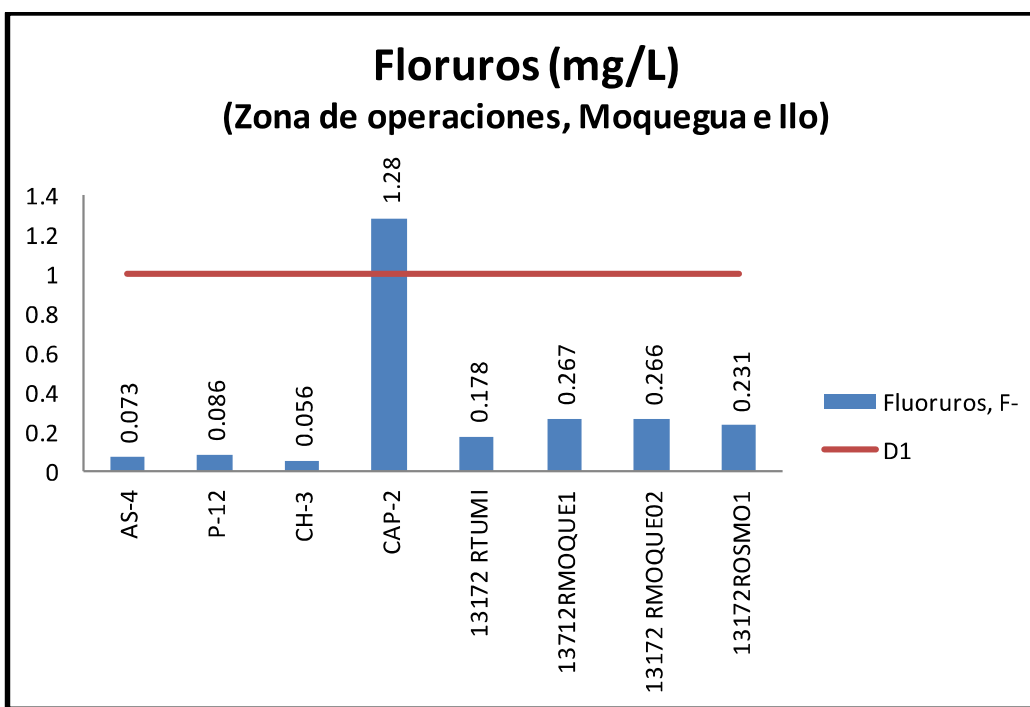
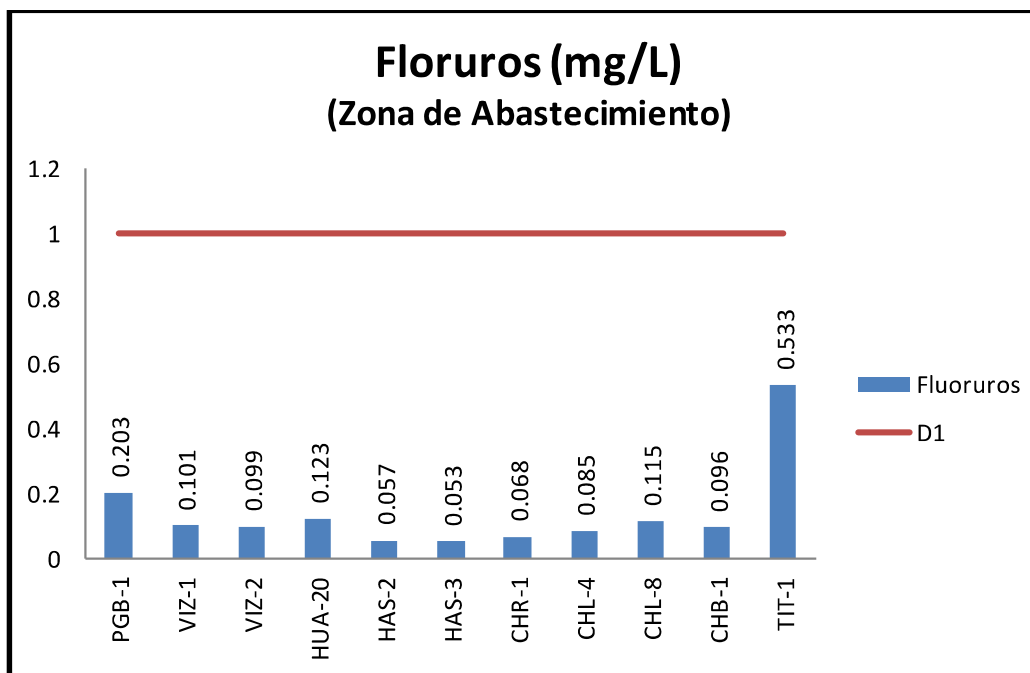


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

Las fuentes naturales de fluoruro en el agua son las escorrentías de rocas erosionadas que contienen fluor o lixiviación del suelo a través del ingreso de aguas subterráneas. La lixiviación de rocas ígneas alcalinas, dolomita, fosforita y vidrios volcánicos resultan en grandes concentraciones en el agua. En el agua los fluoruros están fuertemente ligados con el aluminio principalmente a valores bajos de $\text{pH} < 5$. Los fluoruros también pueden formar complejos con el Calcio y Magnesio pudiendo ser removidos por precipitación con los carbonatos. El exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar fluorosis oseo o dental, también puede ocasionar daño a nivel del tejido hepático. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L.

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

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

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

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

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

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

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

Nitratos

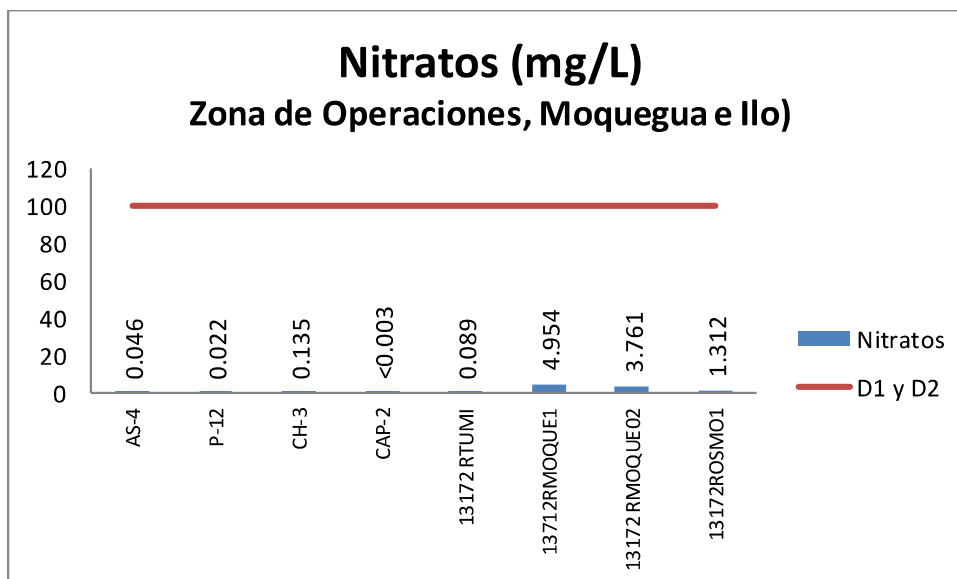
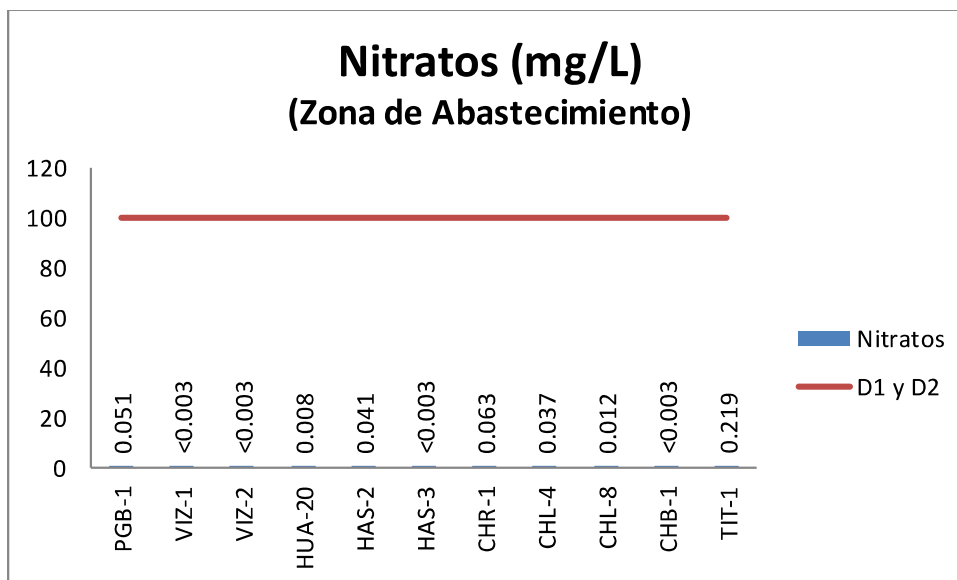


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

Los nitratos se forman a partir de la descomposición de materia orgánica nitrogenada como aminoácidos y proteínas que son liberados en las aguas residuales domésticas, que se degradan por acción de los microorganismos formando en primer lugar nitrógeno amoniacal, nitritos y como producto final de la oxidación los nitratos. Otra fuente adicional de nitratos es el ingreso desde el suelo en forma de fertilizantes nitrogenados. El exceso de nitratos en el agua de consumo puede provocar la metahemoglobinemia. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 100 mg/L para la suma de nitratos y nitritos, para nitritos fija un valor de 10 mg/L. En el presente informe solo se interpreta el contenido de nitratos debido a que los nitritos no han sido detectados

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

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

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

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

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

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

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

Sulfatos

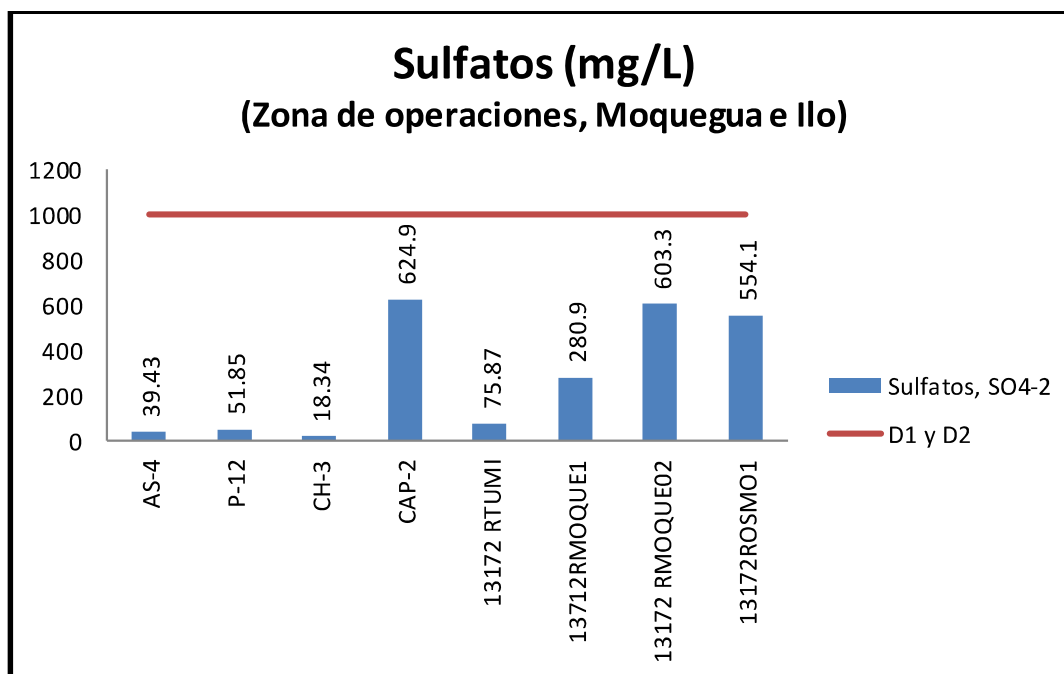
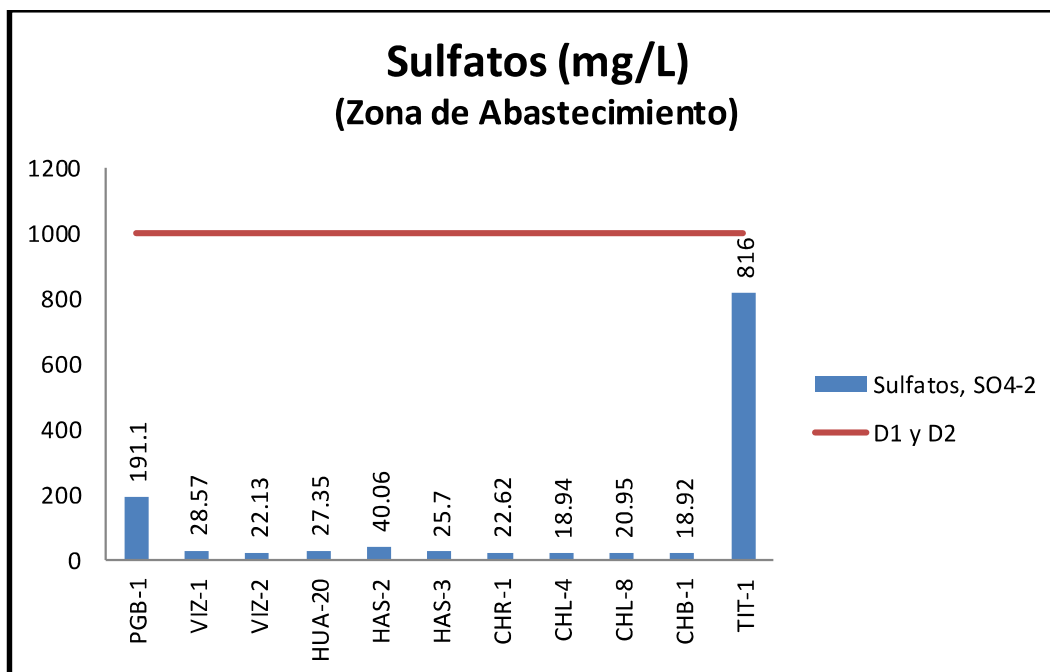


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

METALES

Aluminio

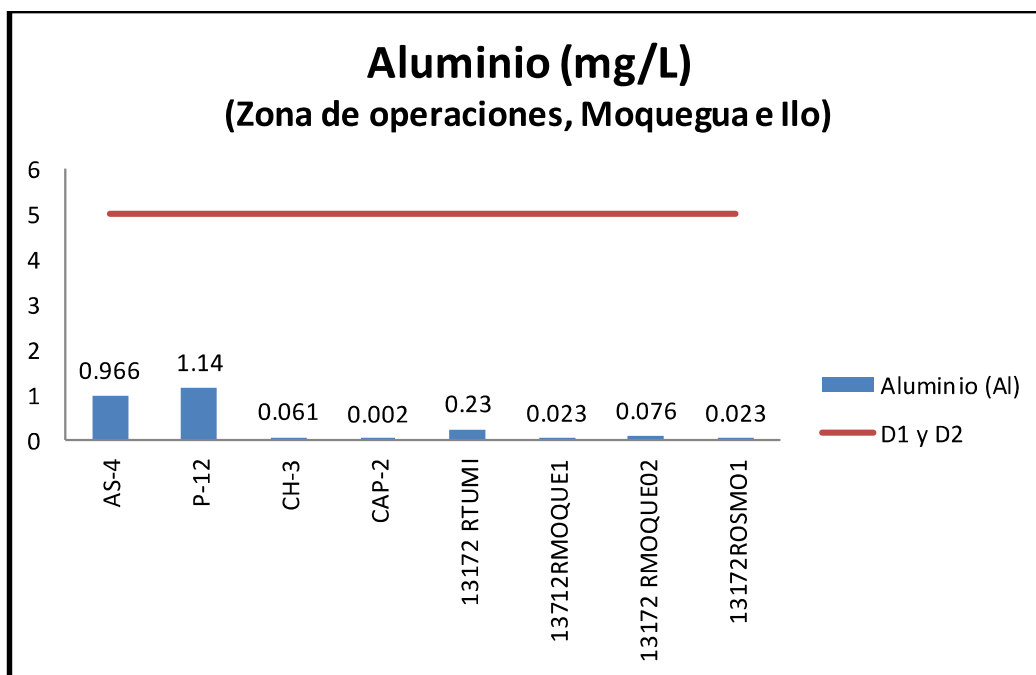
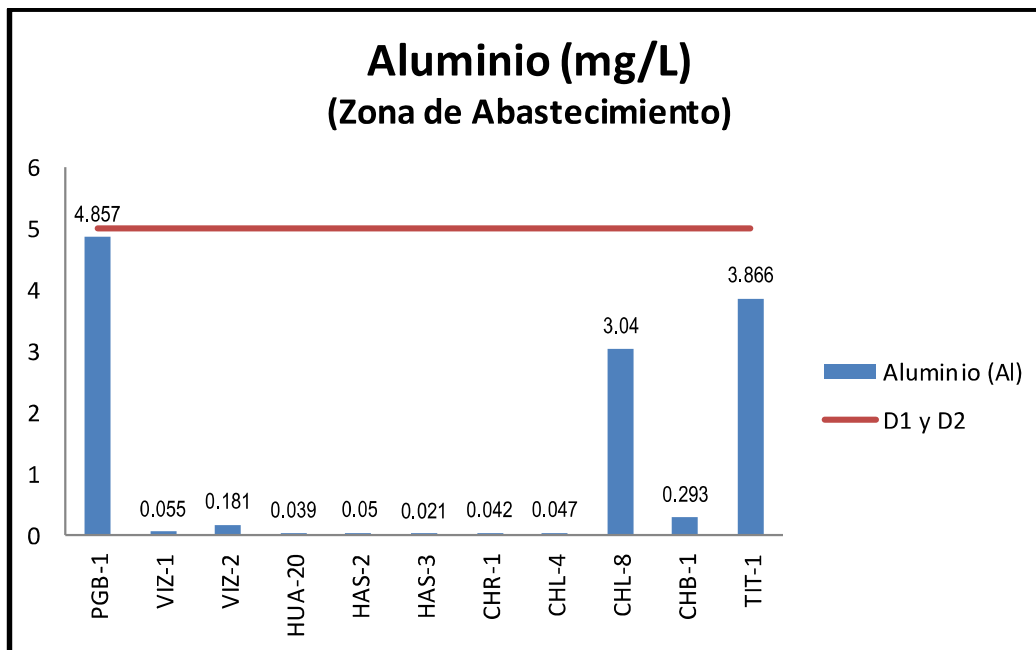


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Arsénico

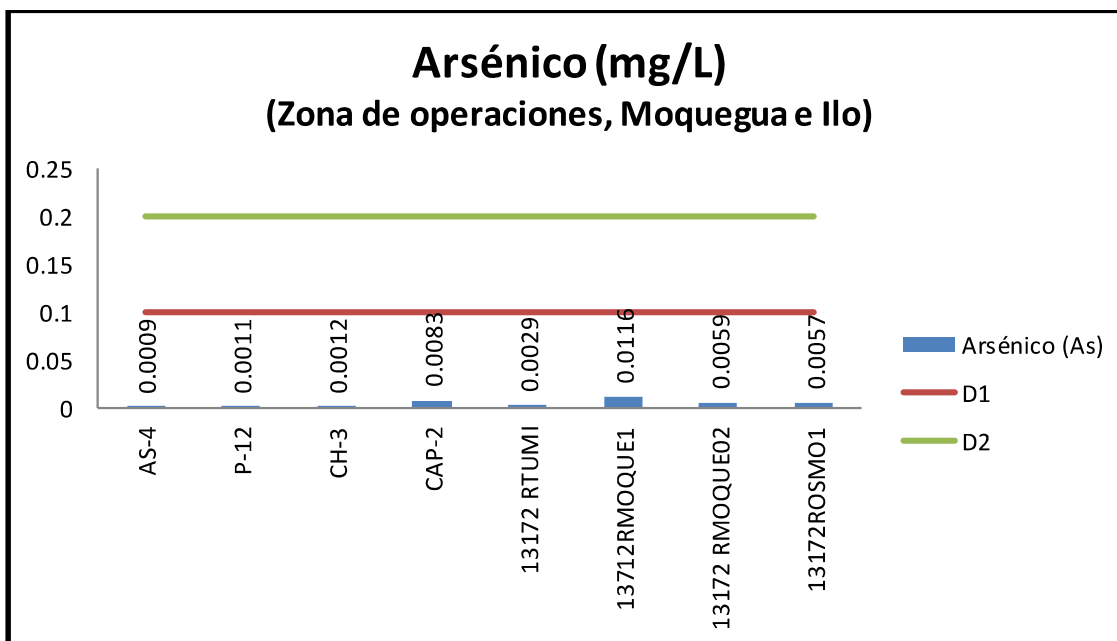
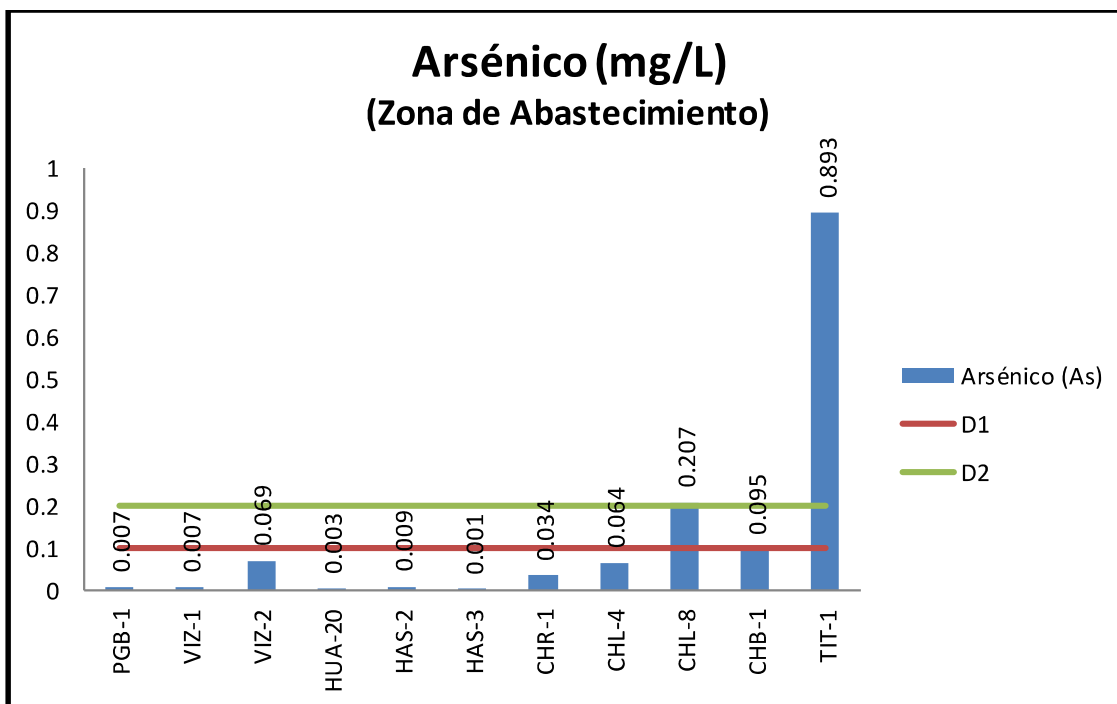


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El Arsénico aparece como componente secundario en composición variable en varios minerales sulfurados como la pirita, galena, calcopirita entre otros y en óxidos como los hematites y óxidos de hierro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

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

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

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

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

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

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

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

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

Bario

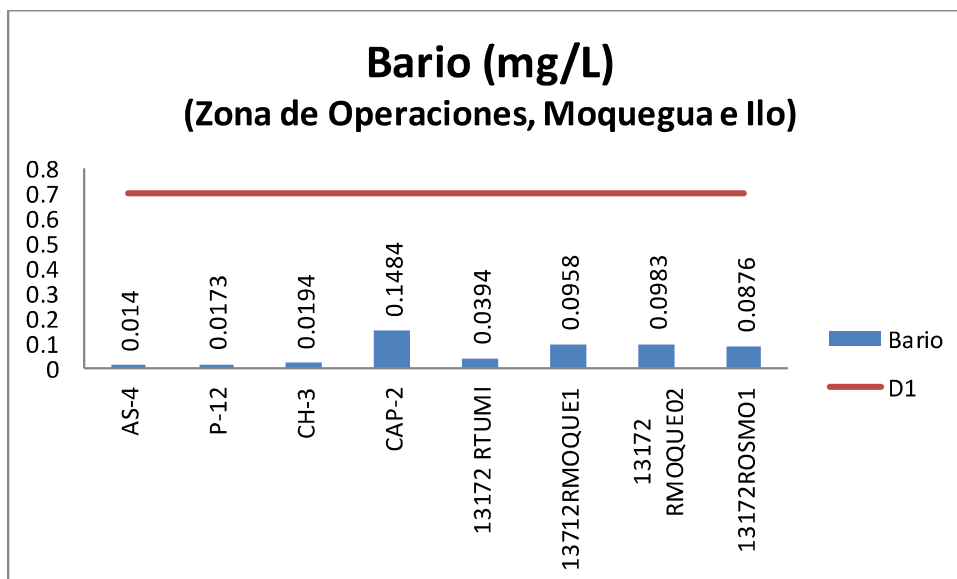
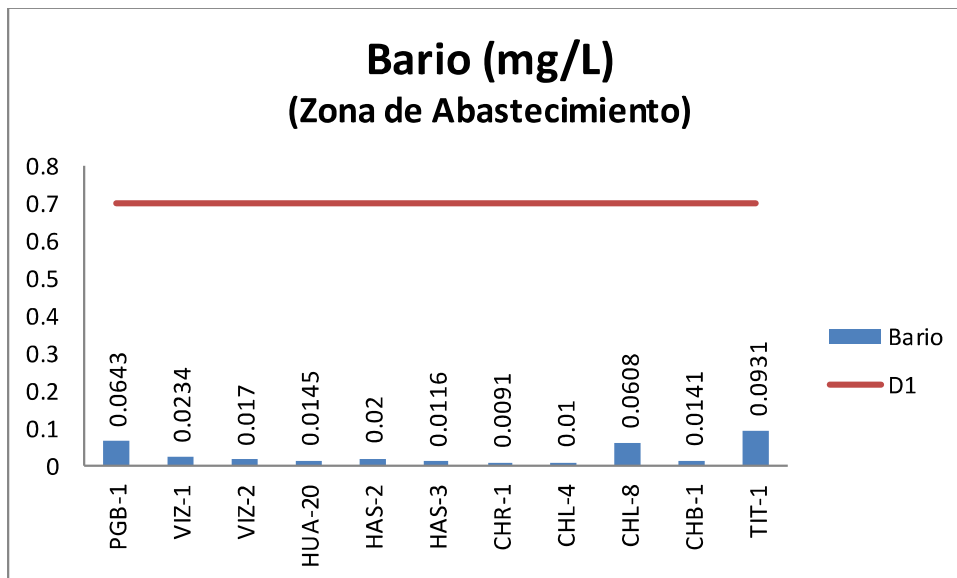


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza. El bario parece ser más abundante que el estroncio en rocas ígneas, pero en rocas carbonatadas es menor. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

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

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

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

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

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

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

Boro

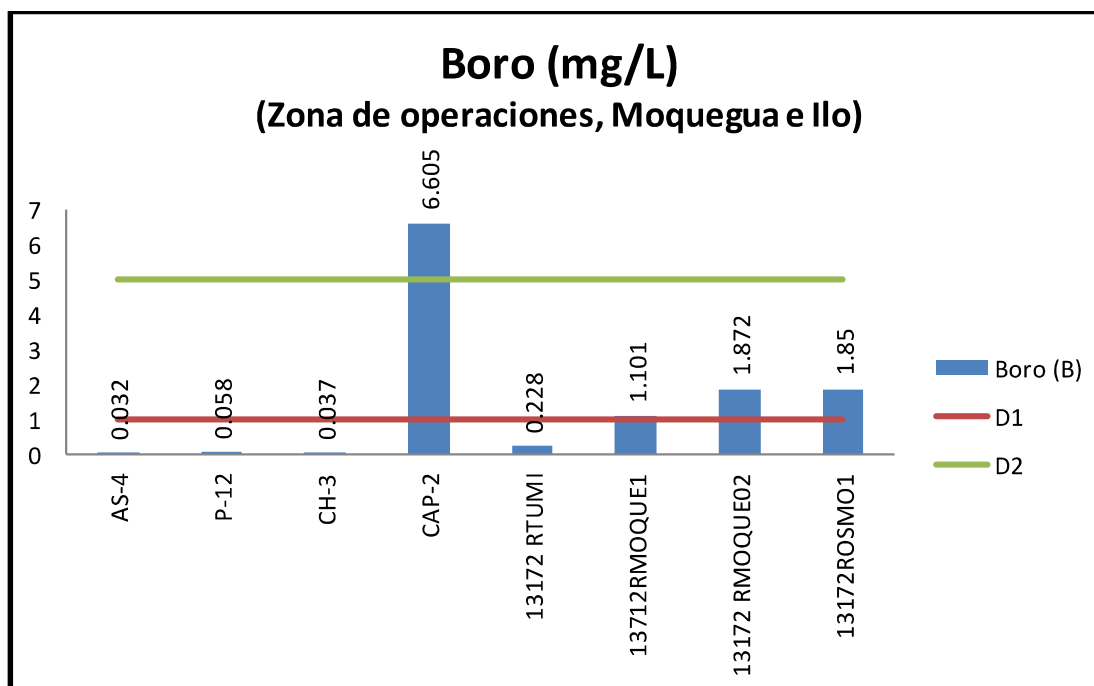
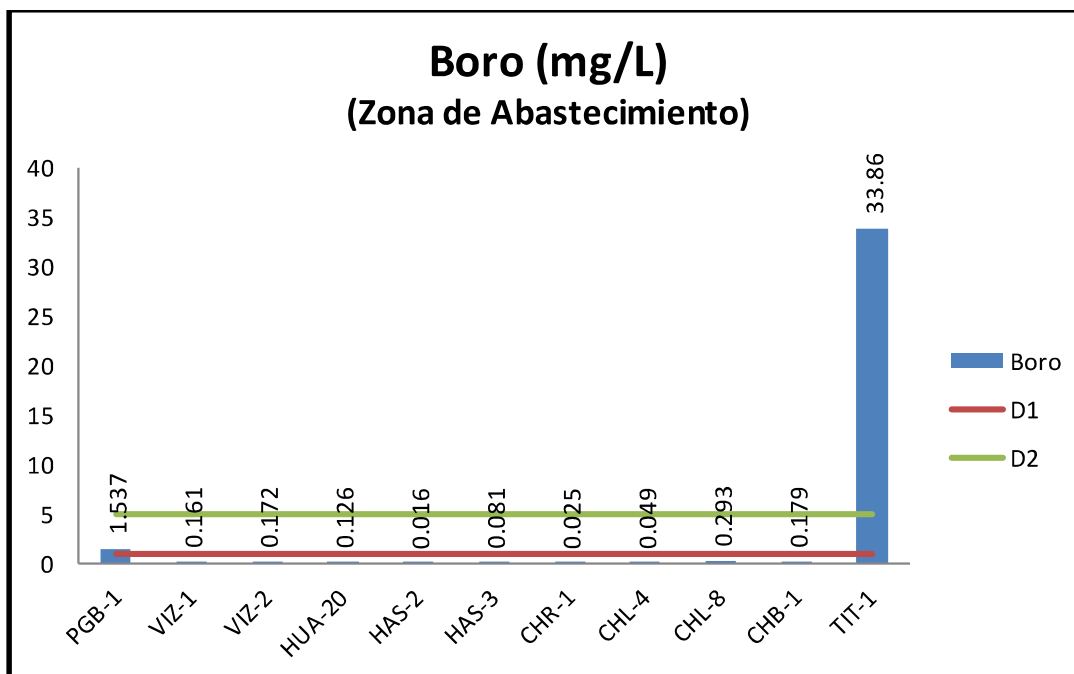


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El boro prácticamente es un constituyente de todas las aguas naturales. Es un elemento esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero la cantidad que necesitan las plantas es muy pequeña. El agua que contiene 1 o 2 mg/L de boro puede ser tóxico para los cítricos, sin embargo cultivos como la alfalfa pueden tolerar más de 4 mg/L en el agua de riego. La OMS ha fijado un valor guía para agua de consumo humano después de potabilizar 0,3 mg/L para el boro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L para agua de riego subcategoría D1, y de 5 mg/L para bebida de animales D2.

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

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

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

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

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

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

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

Cadmio

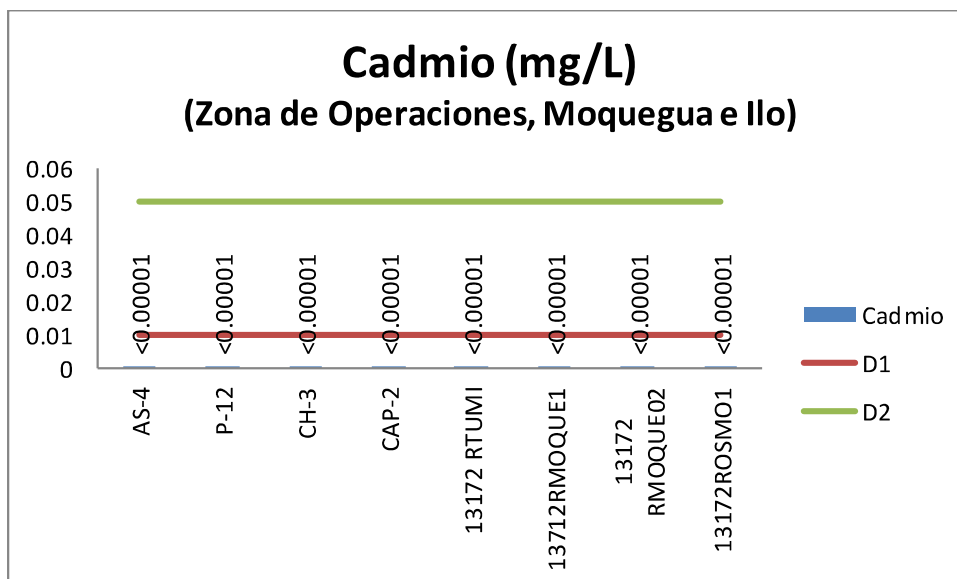
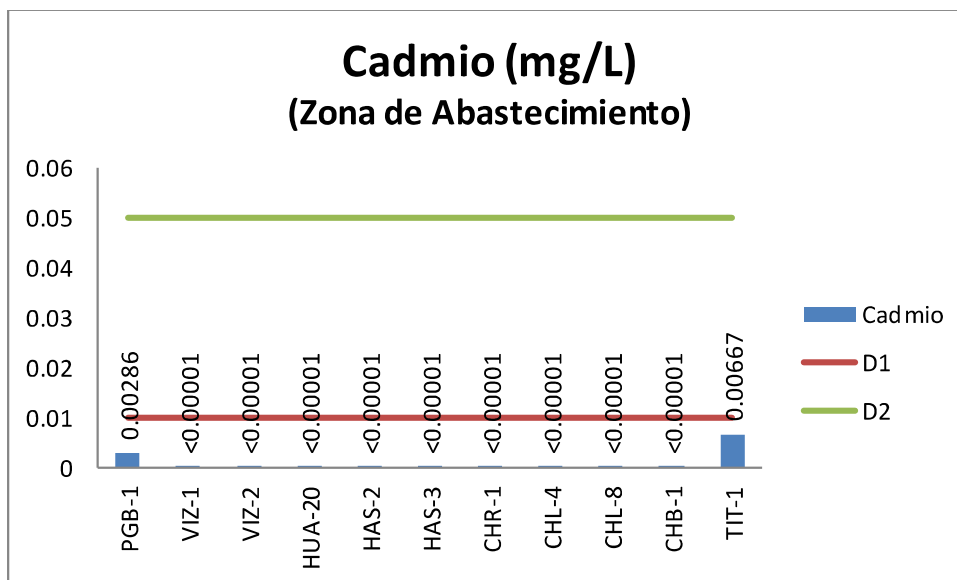


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Calcio

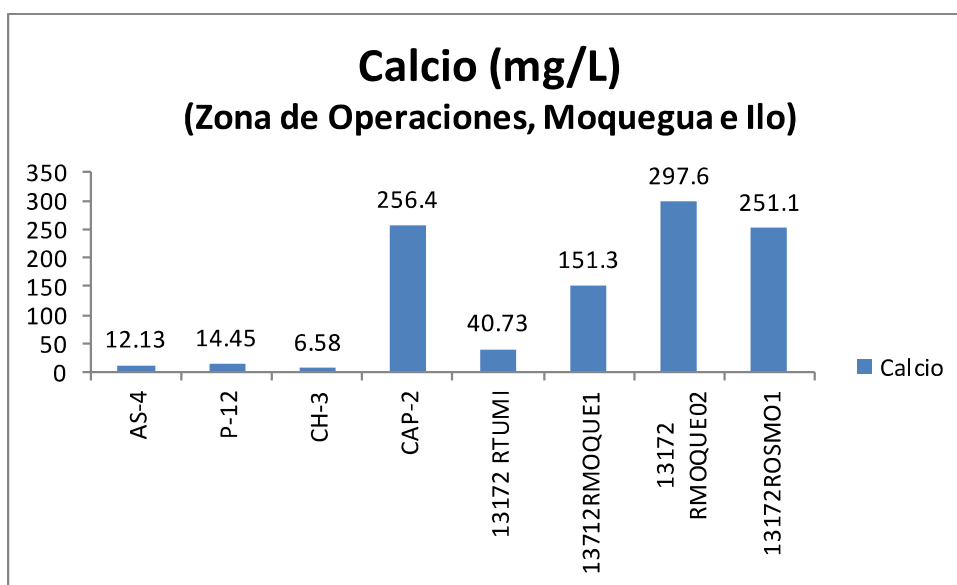
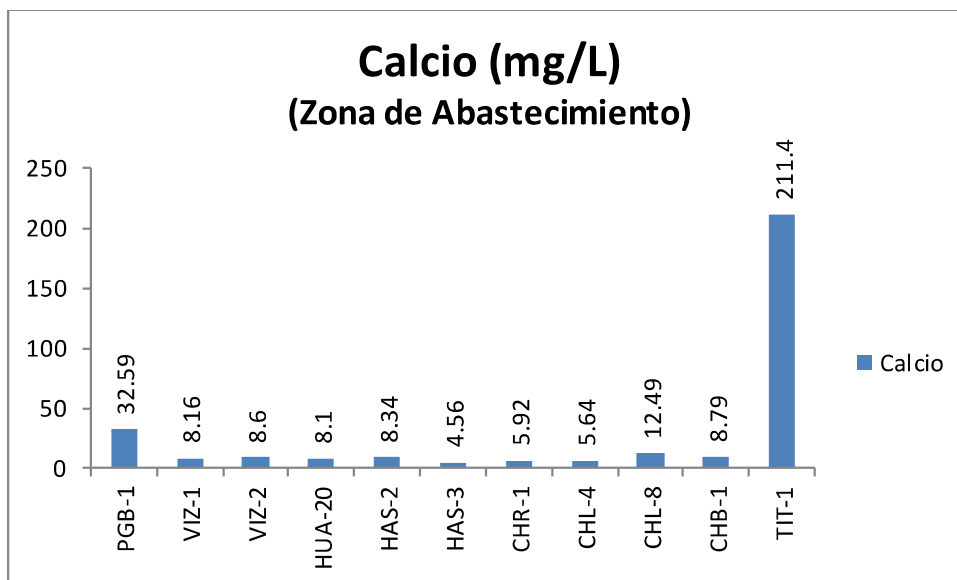


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El Calcio es el catión que tiene generalmente la mayor concentración en la mayoría de los ecosistemas de agua dulce. Es un elemento importante en muchos procesos geoquímicos. Entre los minerales primarios que contribuyen a este elemento está el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), la anhidrita (CaSO_4), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), la calcita y la aragonita (CaCO_3). La concentración del ión calcio y del magnesio determina la dureza del agua. El ECA Agua categoría 3, no fija un valor para el calcio.

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

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

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

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

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

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

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

Cobalto

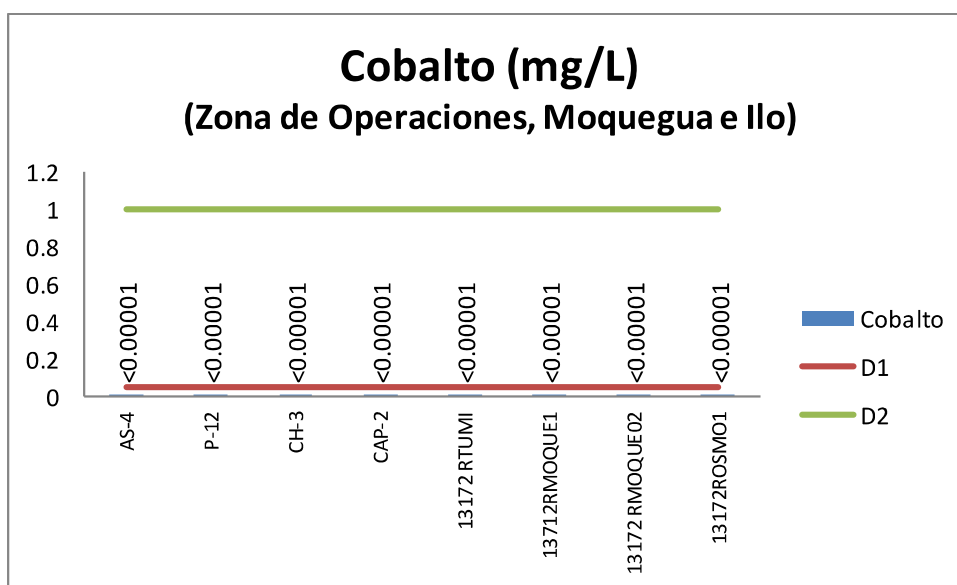
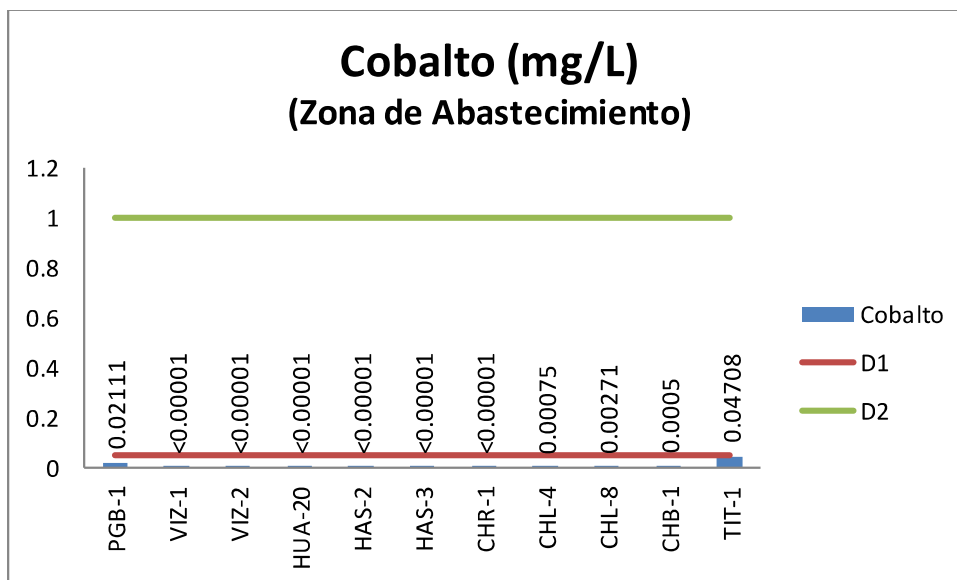


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Cobre

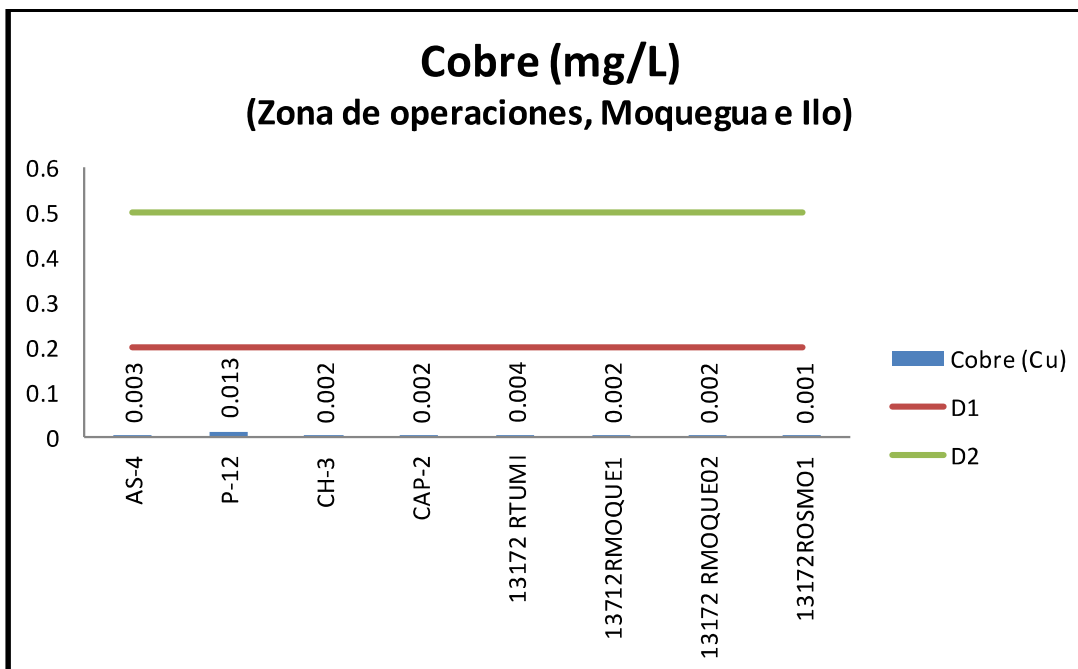
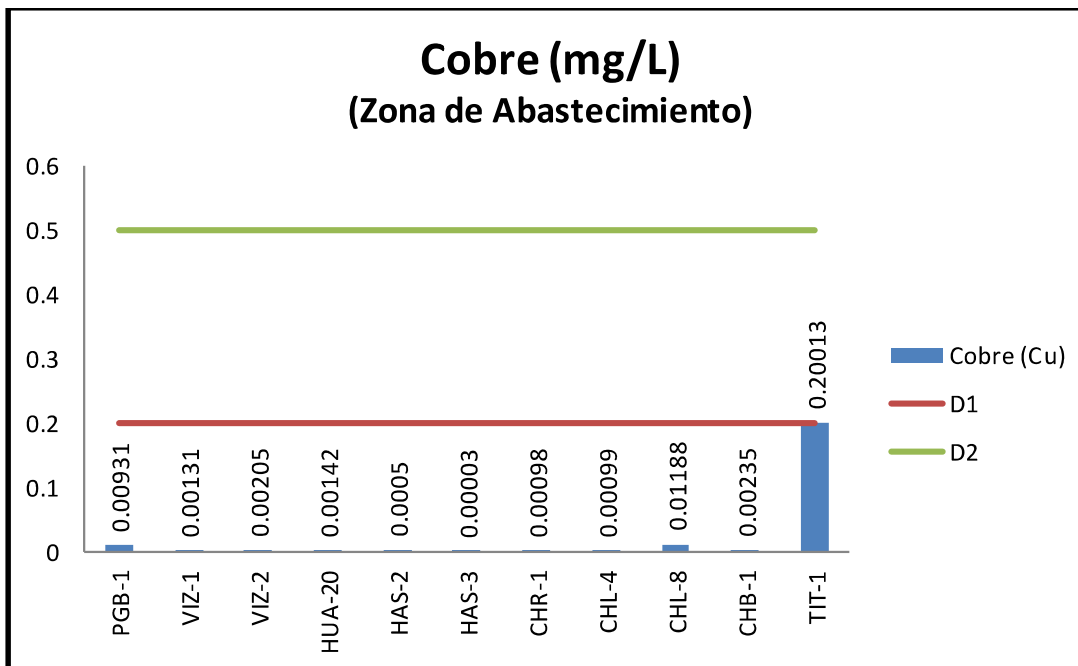


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Hierro

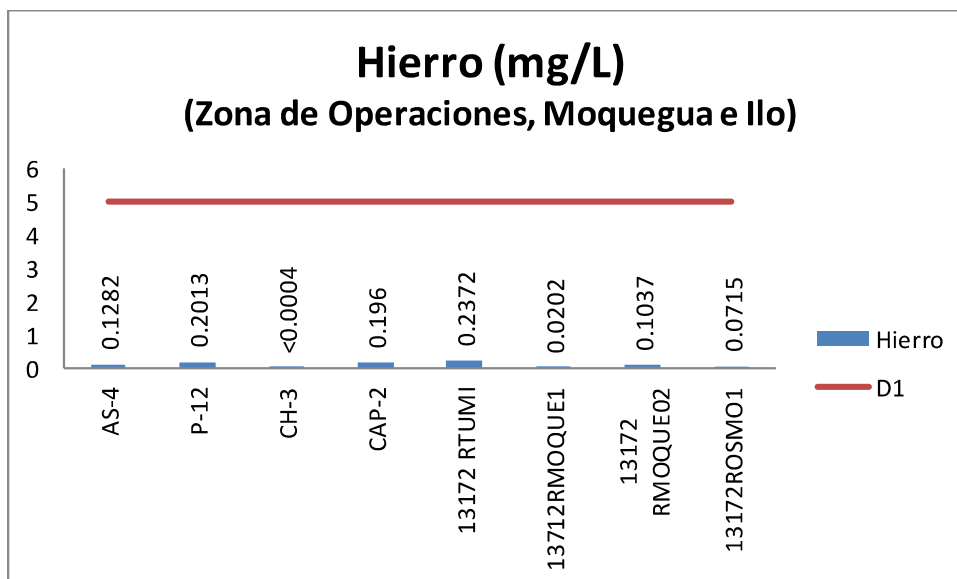
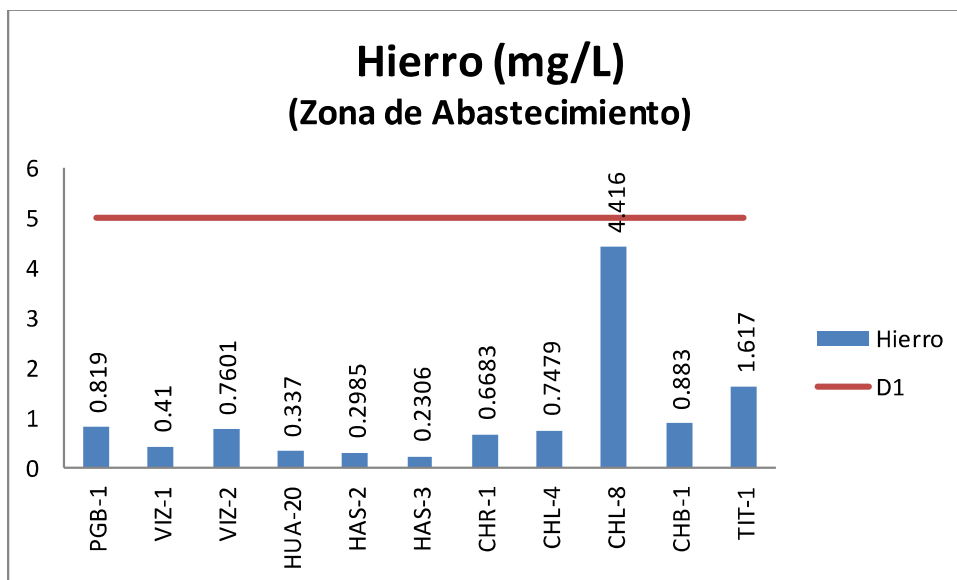


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

Manganeso

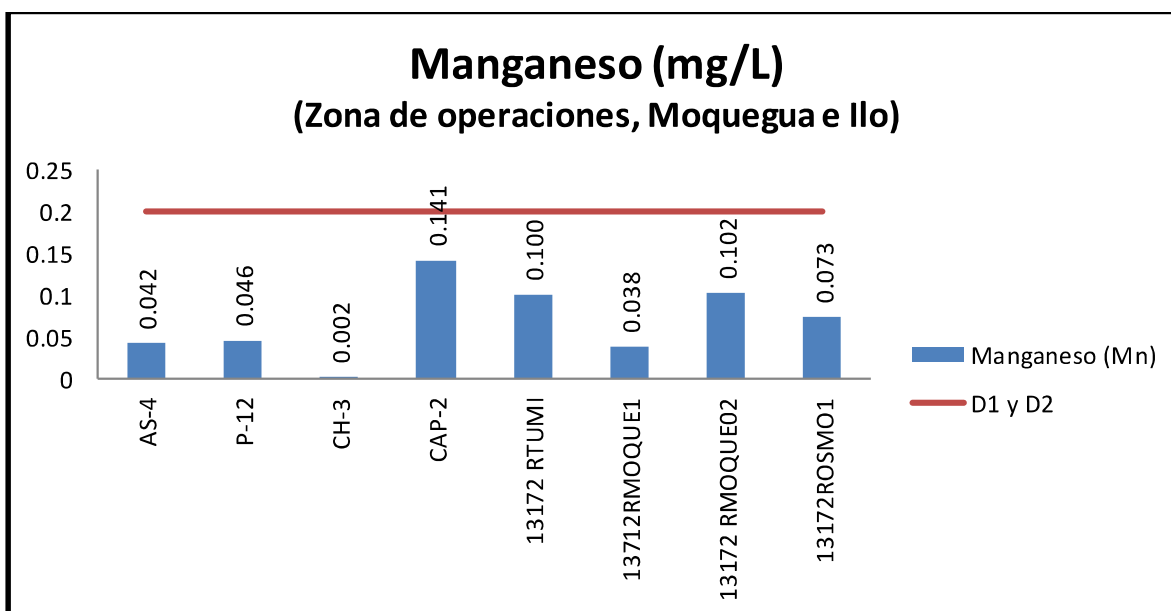
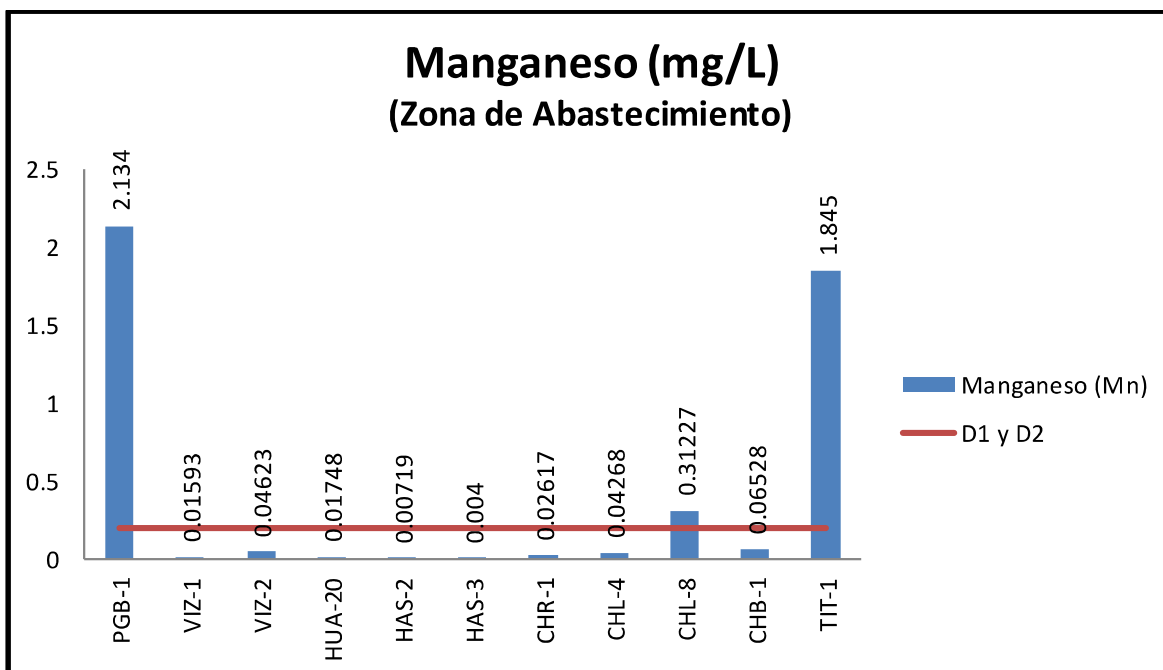


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

El Manganeseo puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeseo causa manchas cafés-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeseo es un elemento metálico común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver al manganeseo y acarrearlo hacia el agua superficial. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,2 mg/L para el Manganeseo.

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

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

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

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

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

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

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

Plomo

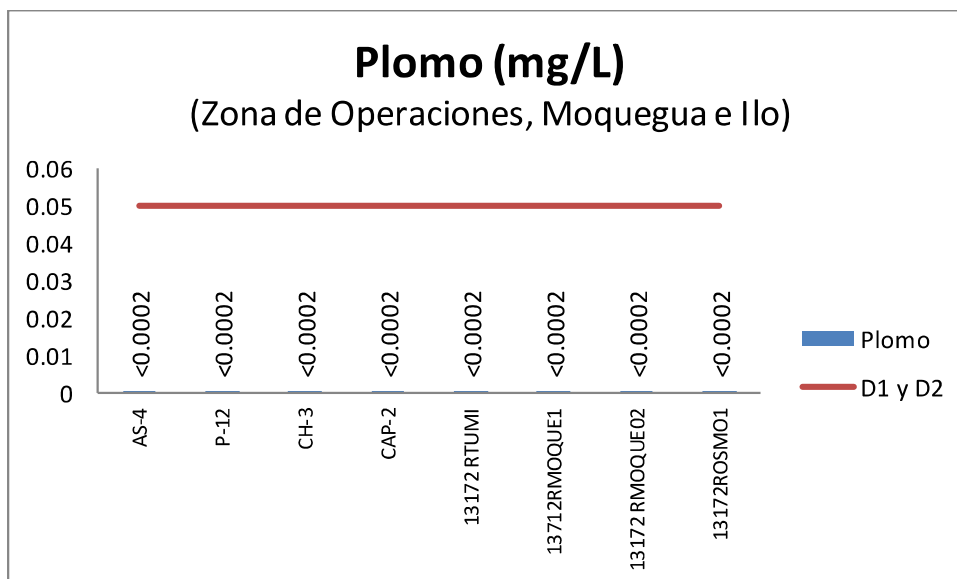
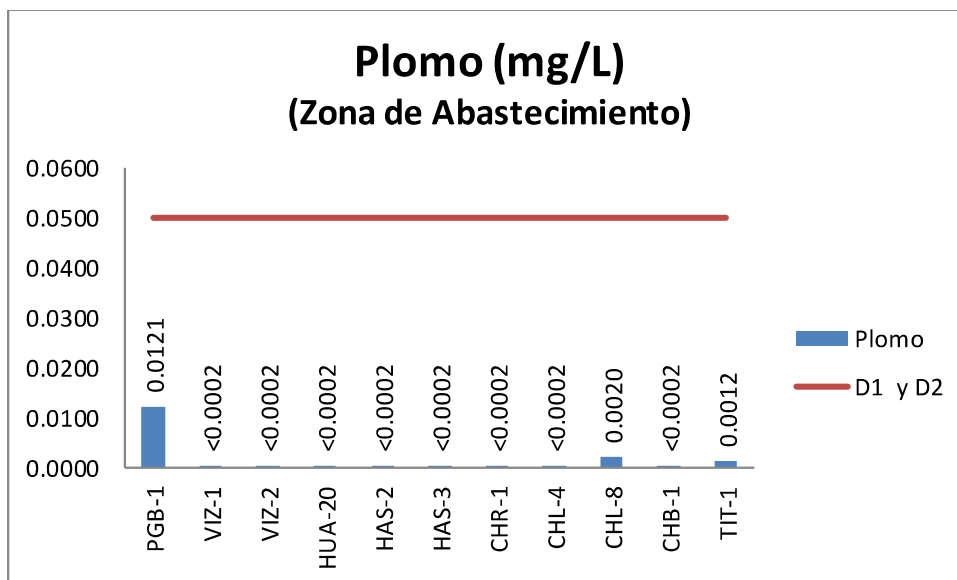


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento del MAP III Setiembre 2015

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

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

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

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

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

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

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

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

Sodio

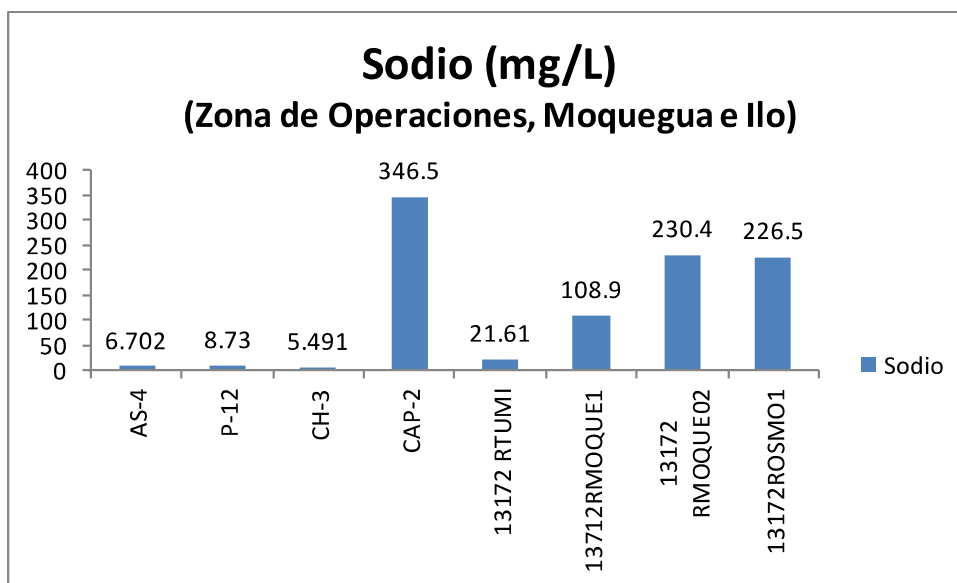
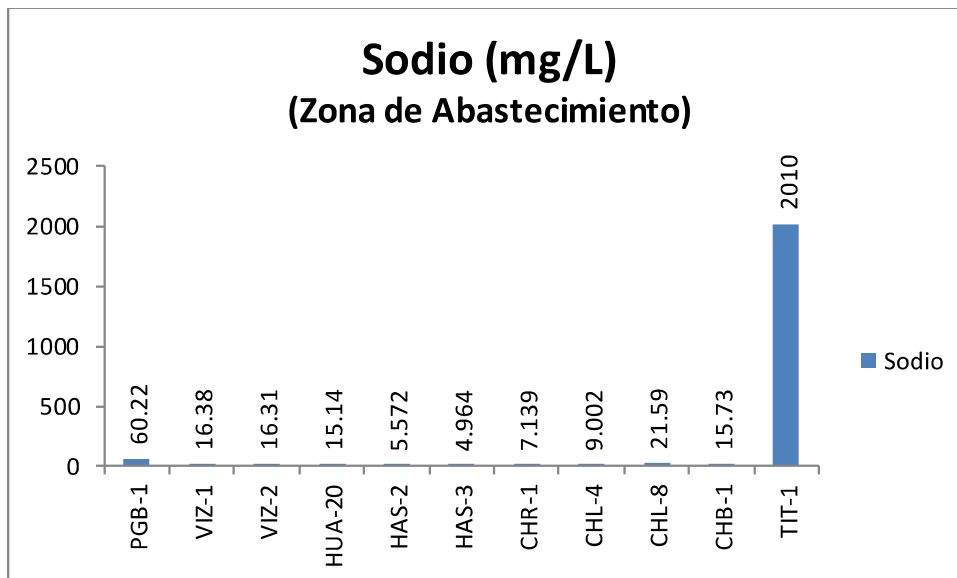


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

Zinc

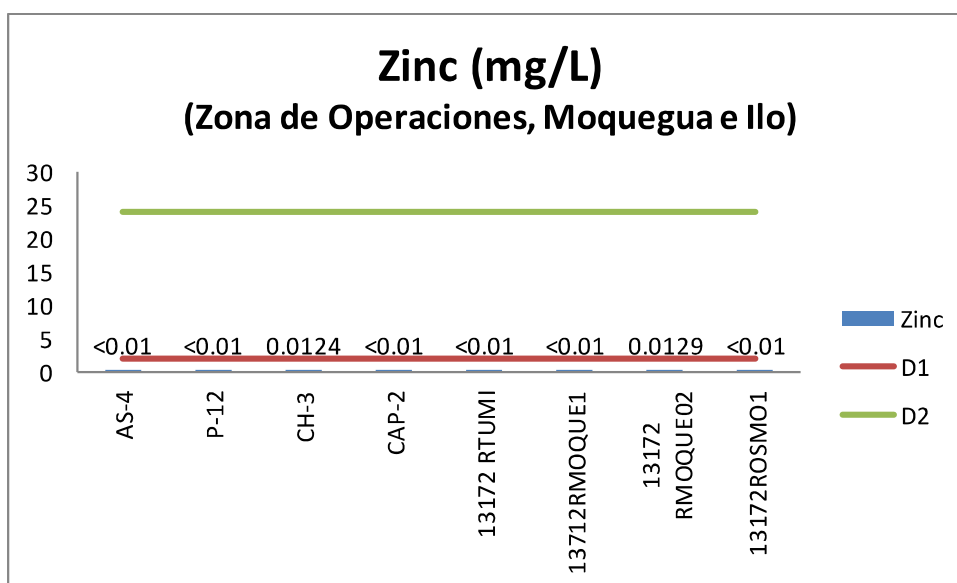
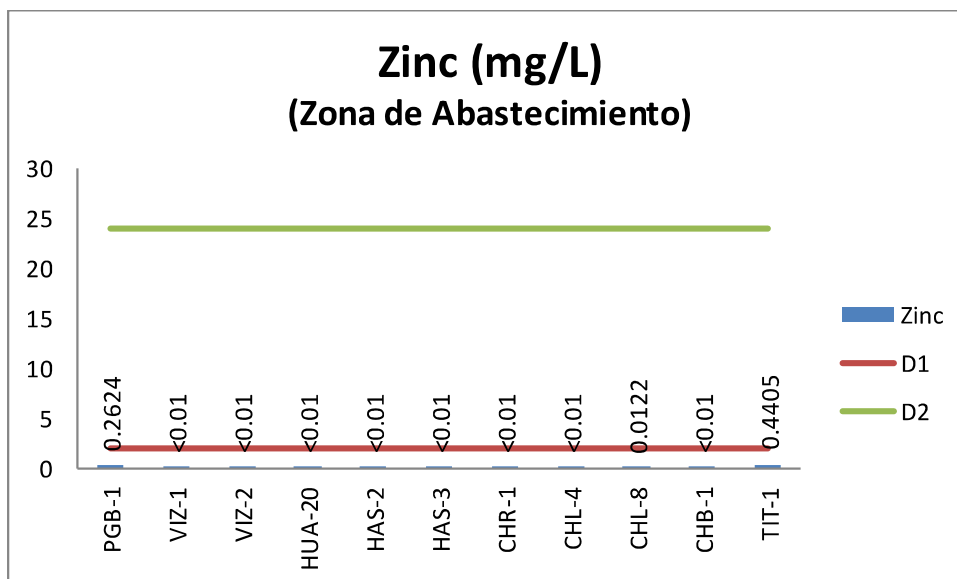


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

MICROBIOLOGICOS

Coliformes Fecales

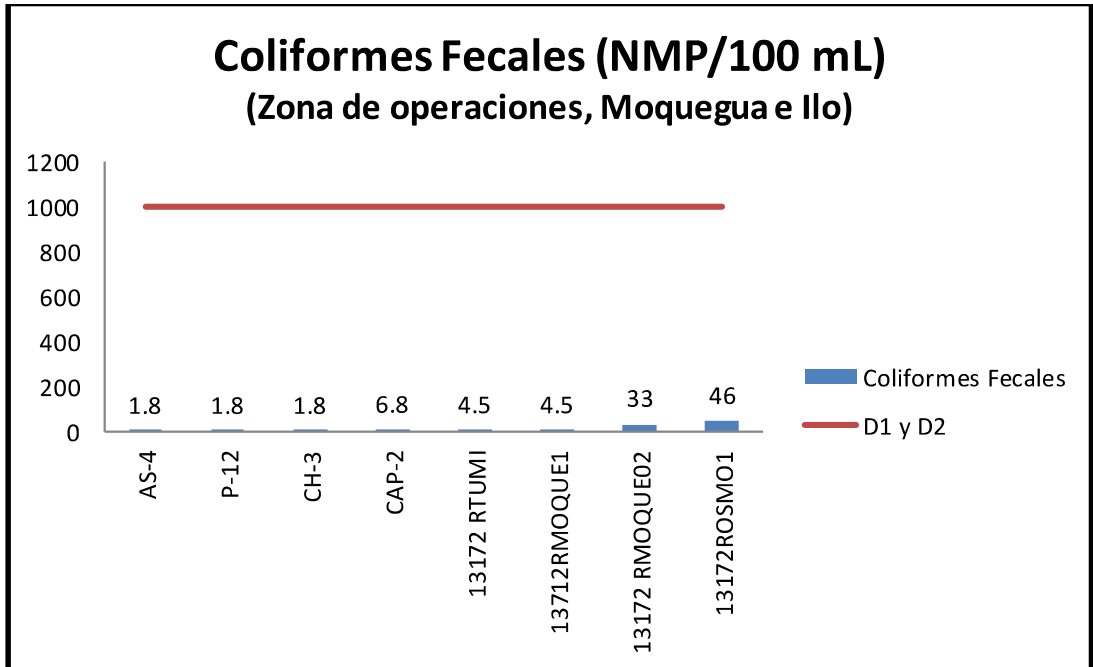
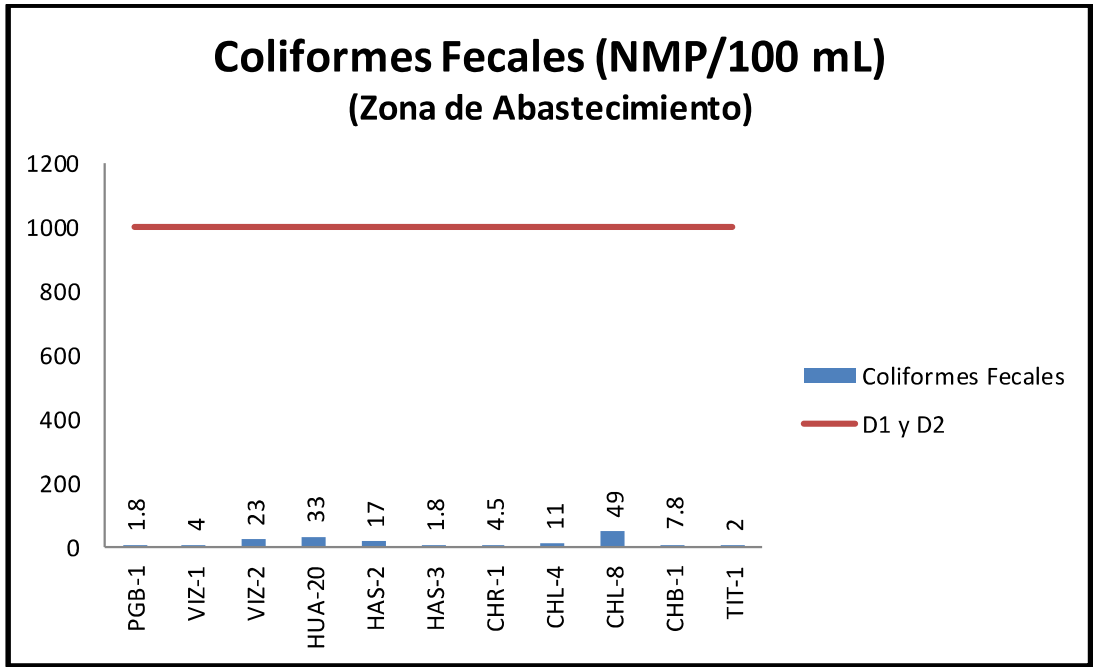


Gráfico 33. Variación espacial de la numeración de fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Coliformes Totales

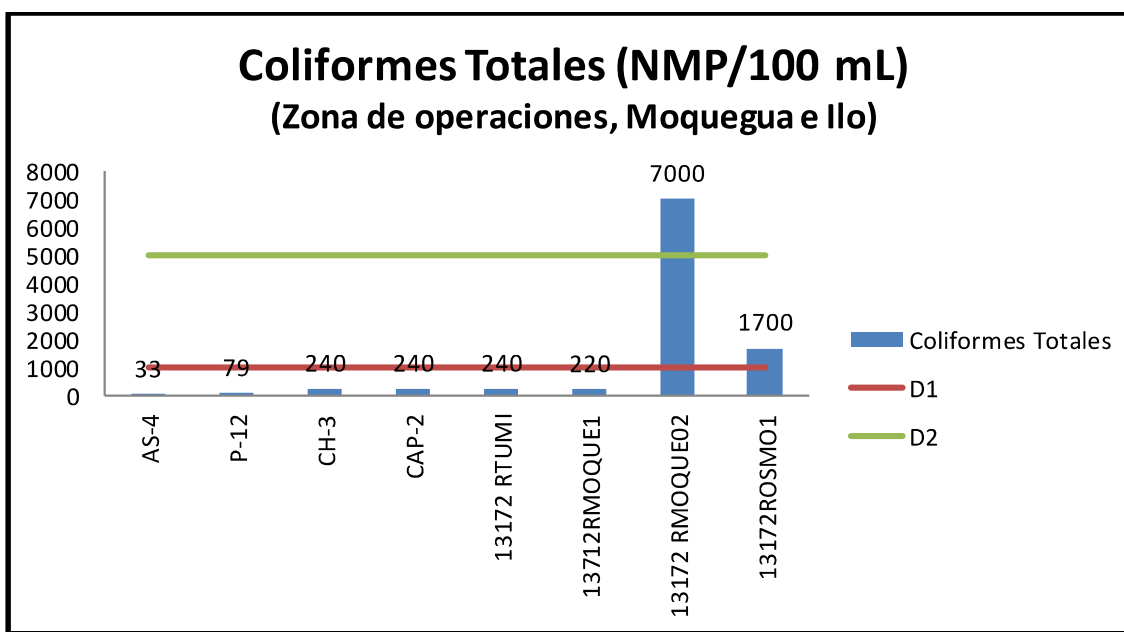
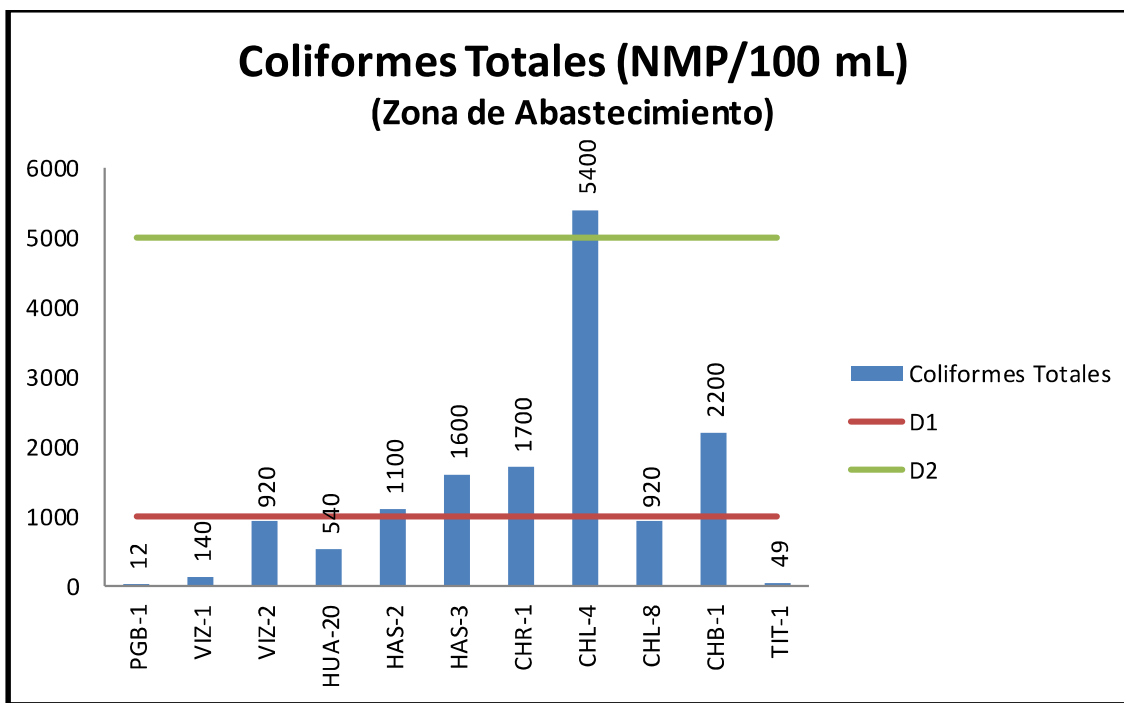


Gráfico 34. Variación espacial de la numeración de coliformes totales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV setiembre 2016.

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

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

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

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

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

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

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

Tabla 08. Principales Observaciones de los resultados zona de abastecimiento

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

Tabla 09. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones

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

4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

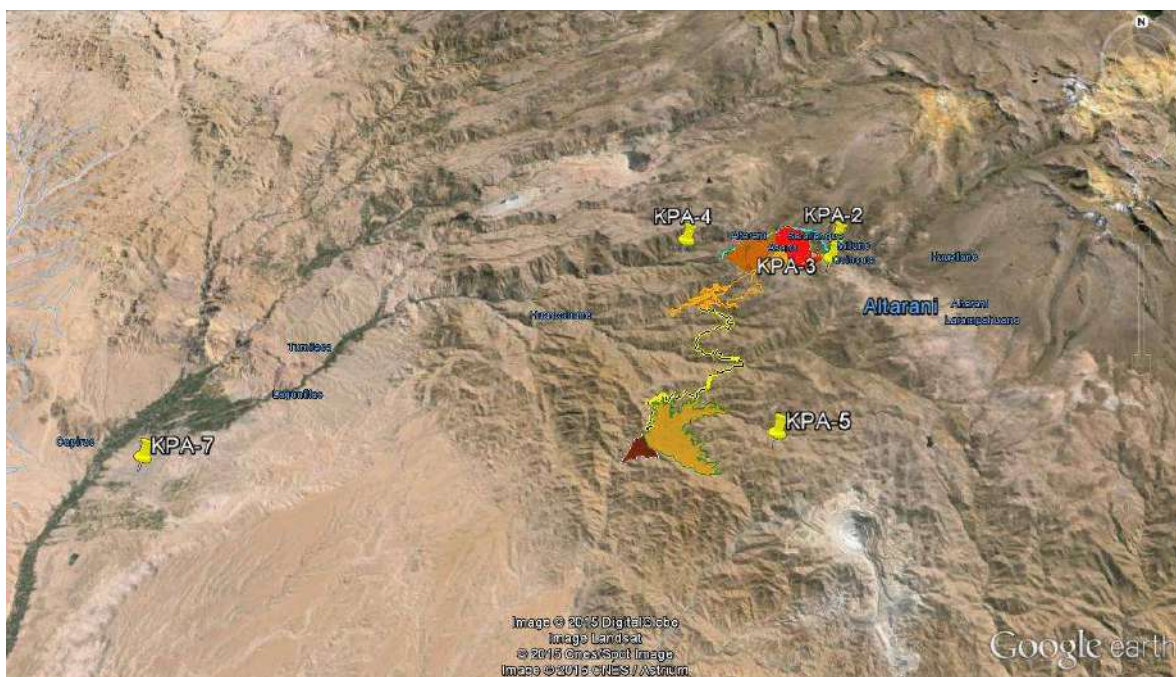


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP IV setiembre 2016

4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

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

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

4.2.3.

4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

Parámetros de Calidad de Aire

Dióxido de azufre

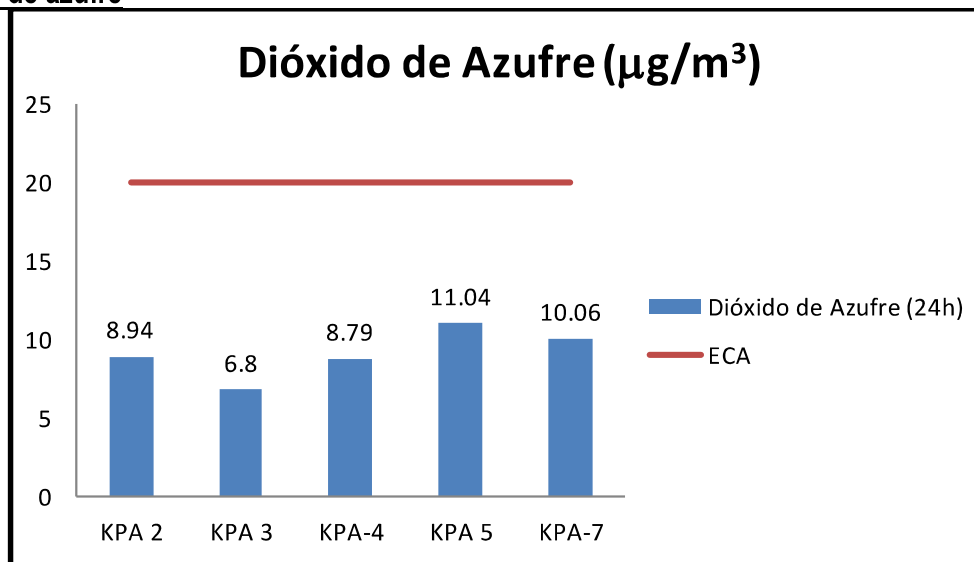


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

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

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

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

Dióxido de Nitrógeno

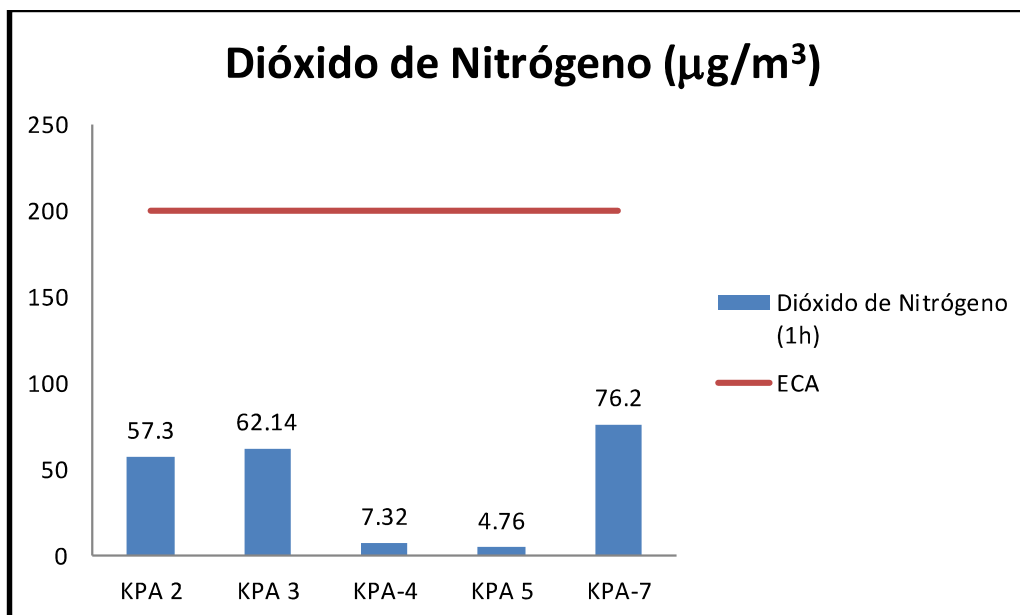


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 36, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de combustibles.

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

Material Particulado menor a 10 um

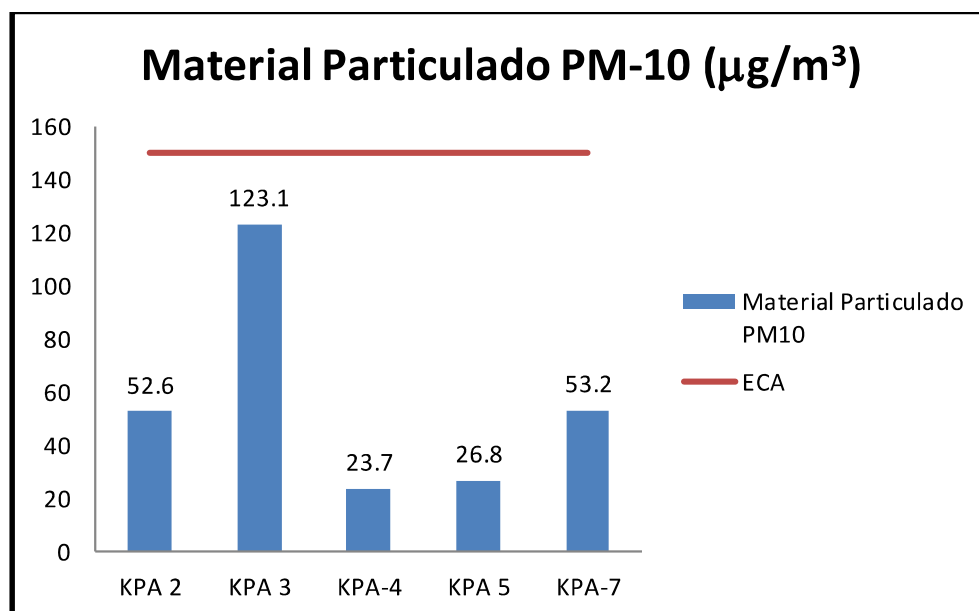


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El material particulado menor a 10 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 150 ug/m^3 para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 37, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-10 en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. La estación KPA-3 presenta valores moderados de PM-10 probablemente debido a resuspensión de material de suelo.

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

Material particulado menor a 2.5 um

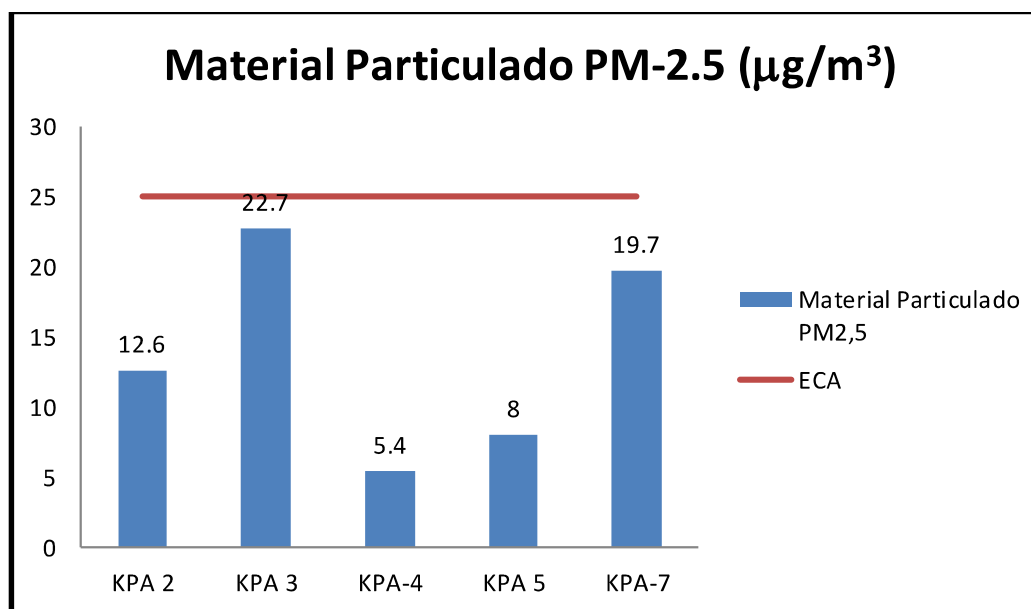


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El material particulado menor a 2,5 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 25 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 38, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. El origen del Material Particulado en la estación KPA-3 y KPA-7 es el polvo de las zonas descubiertas.

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

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

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

Monóxido de Carbono

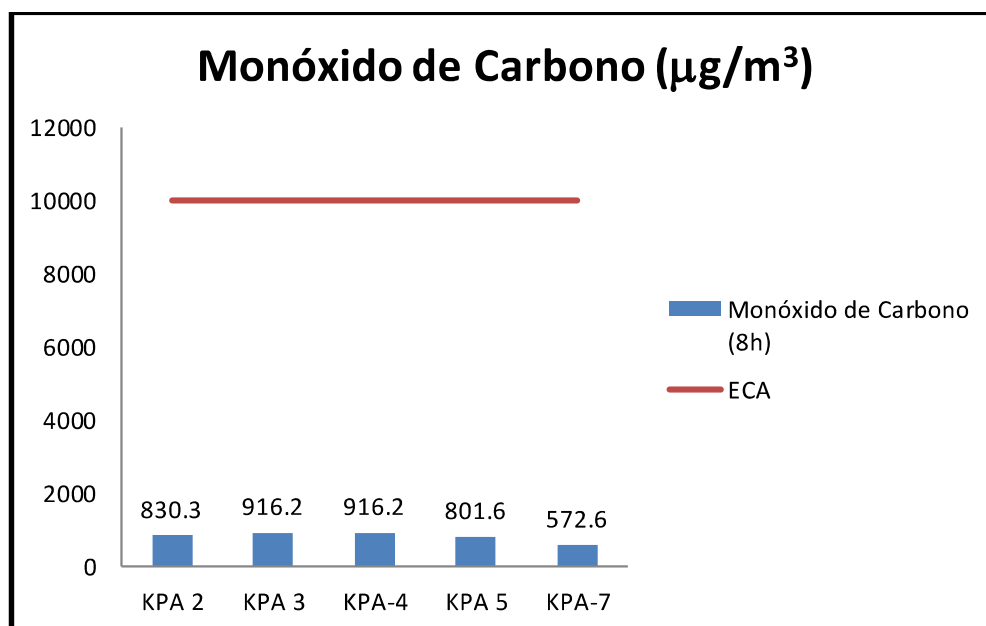


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El monóxido de carbono se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene. El ECA Aire fija un valor de 1000 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 39, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7. Las concentraciones de Monóxido de carbono son bajas y no superan lo establecido por el ECA Aire.

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

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

Metales:

Plomo

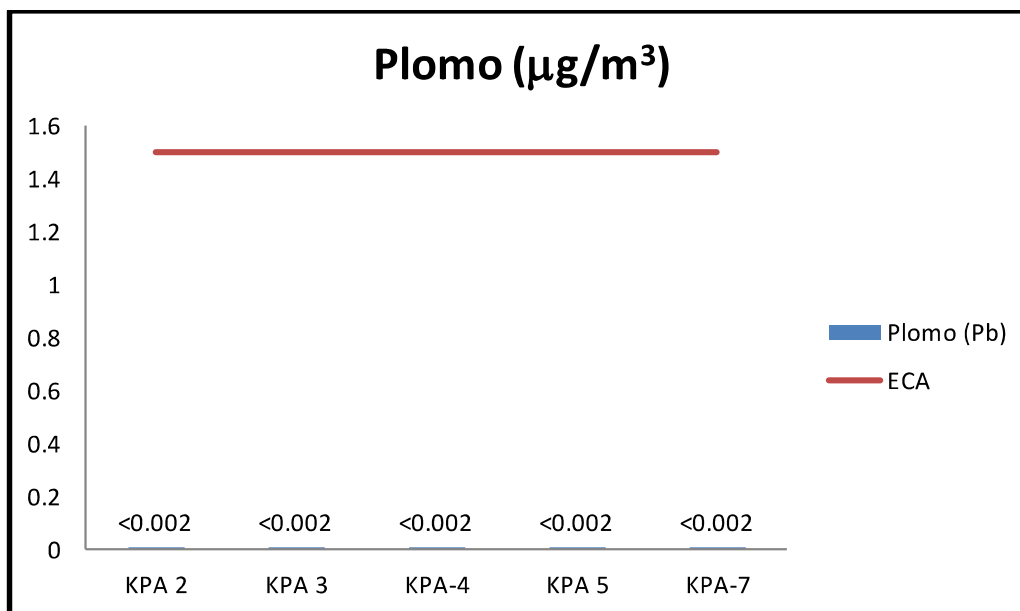


Gráfico 40. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Setiembre 2016.

El plomo en material particulado se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel y gasolina, así como por deposición desde el aire o polvo. El ECA Aire fija un valor de 1,5 ug/m³ para este parámetro.

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

Situación similar ha sido reportado en el MAP-3 en ES y EH, para las estaciones KPA2 (0,0051 y 0,0017 ug/m³), KPA-3 (0,0041 y 0,0052 ug/m³), KPA-4 (0,0068 y 0,0022 ug/m³), KPA-5 (0,0060 y 0,0049 ug/m³) y KPA-7 (0,0045 y 0,0189 ug/m³).

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

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

4.3. MONITOREO DE RUIDO Y VIBRACIONES

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

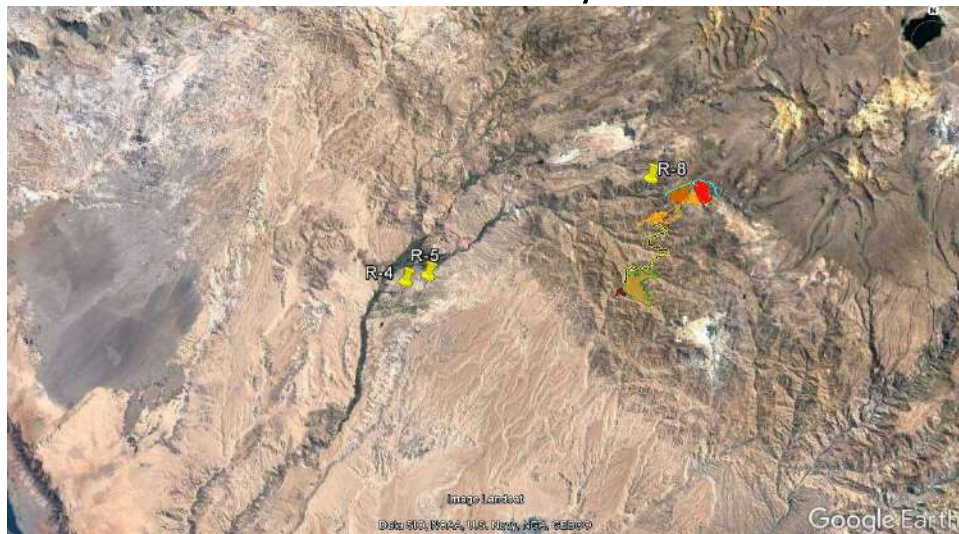


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones en la zona de operaciones MAP IV setiembre 2016

4.3.2. Resultados e Interpretación de medición de Ruido.

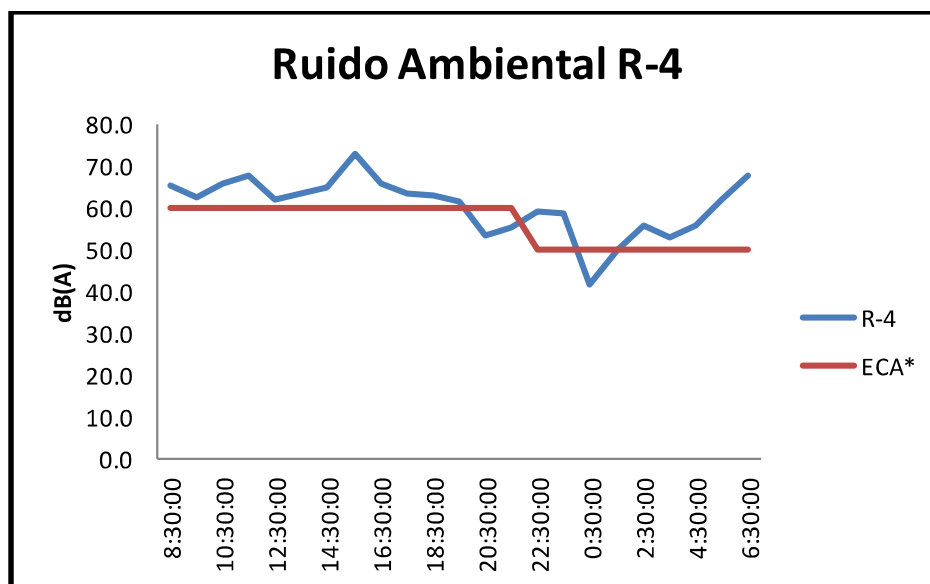


Gráfico 41. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-4 MAP IV Setiembre 2016.

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

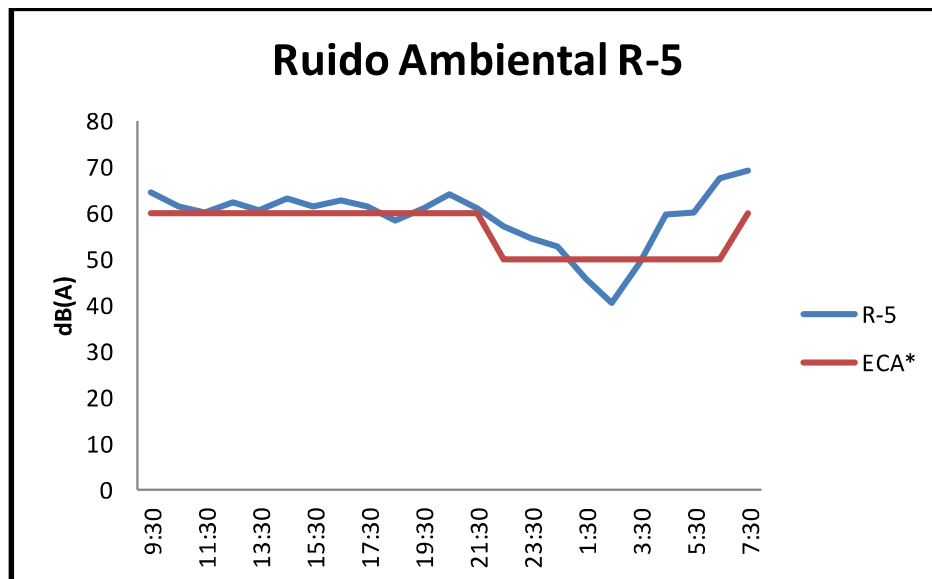


Gráfico 42. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-5 MAP IV Setiembre 2016.

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

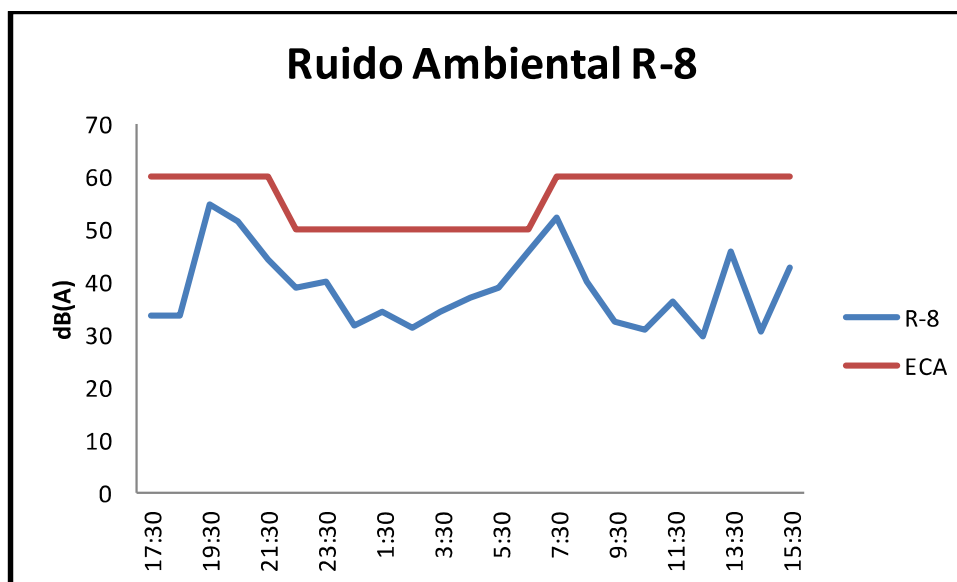


Gráfico 43. Variación temporal del ruido ambiental en la estación R-8 MAP IV Setiembre 2016.

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

4.3.3. Resultados e Interpretación de medición de Vibraciones.

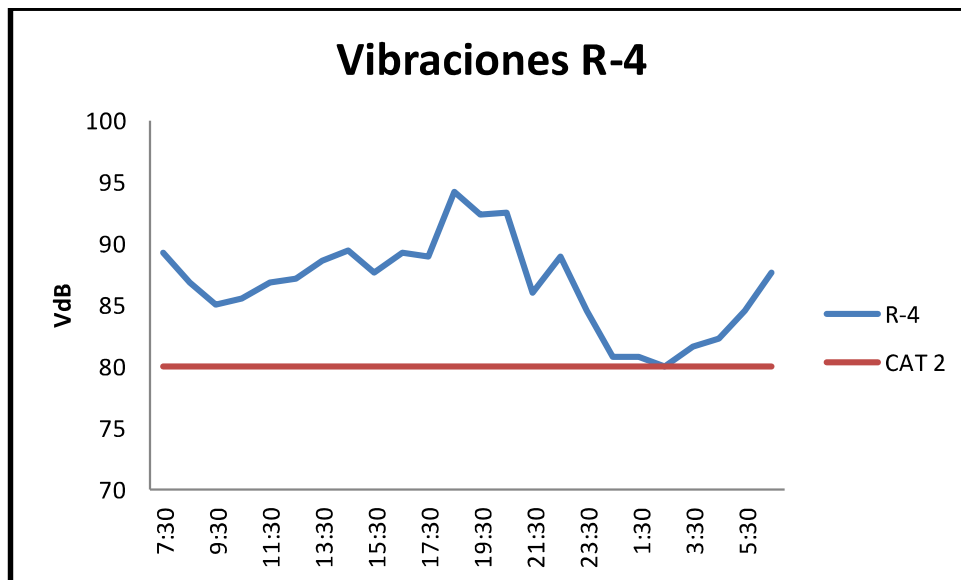


Gráfico 44. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-4 MAP IV Setiembre 2016.

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

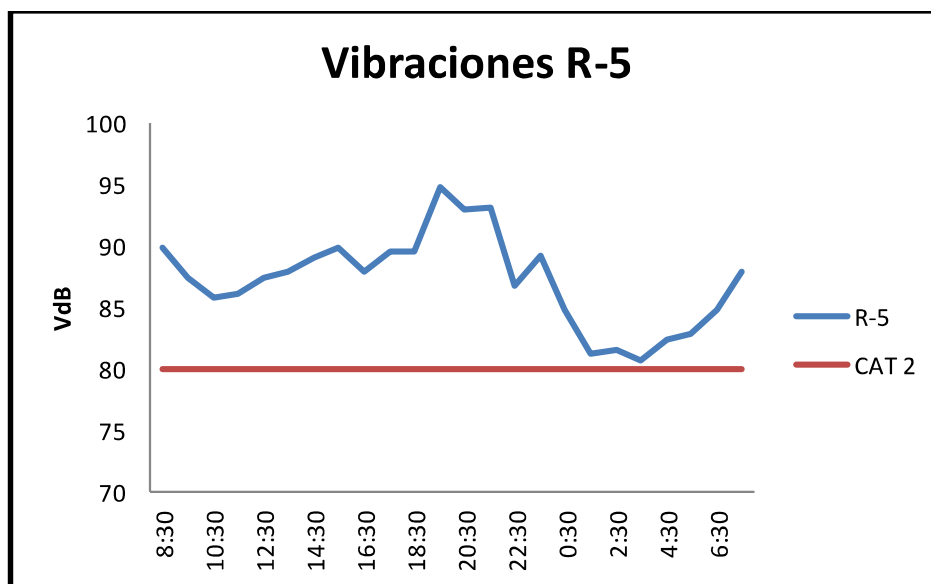


Gráfico 45. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-5 MAP IV Setiembre 2016.

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

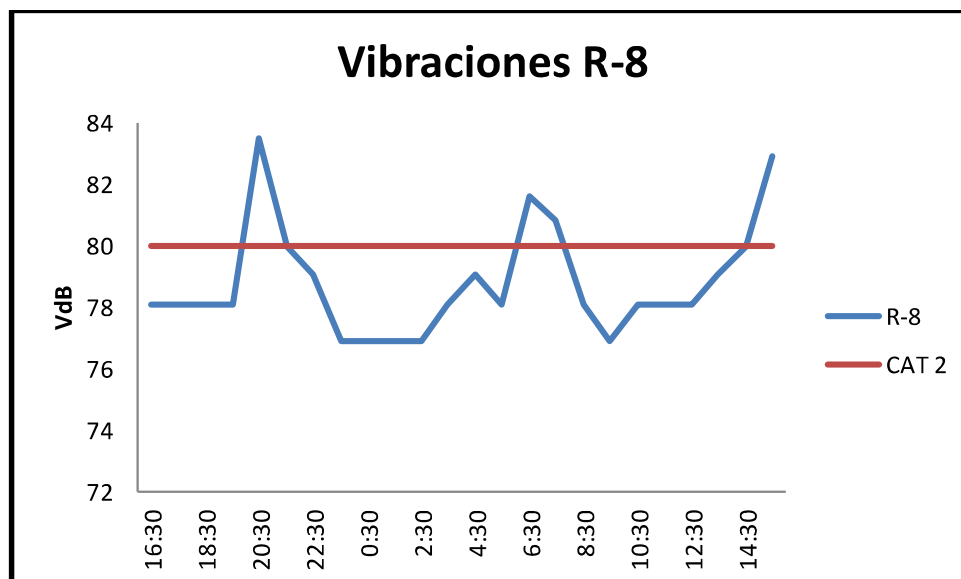


Gráfico 46. Variación temporal de las vibraciones en la estación R-8 MAP IV Setiembre 2016.

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

Tabla 12. Observaciones de Ruido y Vibraciones

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

5. CONCLUSIONES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6. RECOMENDACIONES

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

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire marzo 2016.

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Segunda Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Marzo Abril 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento, aire y suelo Diciembre 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA Setiembre del 2016.

Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de AngloAmerican Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final - Resultados de las evaluaciones de flora y
fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca



Mayo, 2016

Contenido

Capítulo I. Resultados de las evaluaciones del componente de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda 13

I. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda..... 14

1.1.	Componente: FLORA SILVESTRE	14
1.1.1.	Metodología de muestreo en campo.....	14
1.1.2.	Resultados del Componente Flora silvestre.....	17
1.1.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)	17
a)	Composición florística.....	17
b)	Curva de acumulación de especies	21
c)	Índices de diversidad	22
d)	Gráficos de similitud para la ZO	23
1.1.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época húmeda (2015)	24
a)	Composición florística.....	24
b)	Curva de acumulación de especies	27
c)	Índices de diversidad	28
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	29
1.2.	Componente: AVIFAUNA	30
1.2.1.	Metodología de muestreo en campo.....	30
1.2.2.	Resultados del Componente Avifauna	33
1.2.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)	33
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	33
b)	Curva de acumulación de especies	37
c)	Índices de diversidad	38
d)	Gráficos de similitud para la ZO	39
1.2.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015	41
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	41
b)	Curva de acumulación de especies	44
c)	Índices de diversidad	45
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	46
1.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	48

1.3.1.	Metodología de muestreo en campo.....	48
1.3.2.	Resultados del Componente Mamíferos.....	51
1.3.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015.....	51
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	51
b)	Índices de diversidad	54
c)	Gráficos de similitud para la ZO	55
1.3.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015.....	56
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	56
b)	Índices de diversidad	59
c)	Gráficos de similitud para la ZAA.....	60
1.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	61
1.4.1.	Metodología de muestreo en campo.....	61
1.4.2.	Resultados del Componente Herpetofauna.....	64
1.4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015.....	64
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	64
b)	Índices de diversidad	66
c)	Gráficos de similitud para la ZO	67
1.4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015.....	68
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	68
b)	Índices de diversidad	69
c)	Gráficos de similitud para la ZAA	70

Capítulo II. Resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre 2015 - época seca. 71

II. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época seca72

2.1.	Componente: FLORA SILVESTRE	72
2.1.1.	Metodología de muestreo en campo.....	72
2.1.2.	Resultados del Componente Flora silvestre.....	75
2.1.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)	75
a)	Composición florística.....	75
b)	Curva de acumulación de especies	79
c)	Índices de diversidad	80

d)	Gráficos de similitud para la ZO	81
2.1.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época seca (2015)	82
a)	Composición florística.....	82
b)	Curva de acumulación de especies	86
c)	Índices de diversidad	87
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	88
2.2.	Componente: AVIFAUNA	89
2.2.1.	Metodología de muestreo en campo.....	89
2.2.2.	Resultados del Componente Avifauna	92
2.2.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)	92
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	92
b)	Curva de acumulación de especies	96
c)	Índices de diversidad	97
d)	Gráficos de similitud para la ZO	98
2.2.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	100
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	100
b)	Curva de acumulación de especies	104
c)	Índices de diversidad	105
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	106
2.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	108
2.3.1.	Metodología de muestreo en campo.....	108
2.3.2.	Resultados del Componente Mamíferos.....	111
2.3.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015	111
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	111
b)	Índices de diversidad	114
c)	Gráficos de similitud para la ZO	115
2.3.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	116
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	116
b)	Índices de diversidad	119
c)	Gráficos de similitud para la ZAA	120
2.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	121
2.4.1.	Metodología de muestreo en campo.....	121

2.4.2.	Resultados del Componente Herpetofauna.....	124
2.4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015.....	124
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	124
b)	Índices de diversidad	126
c)	Gráficos de similitud para la ZO	127
2.4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	128
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	128

Capítulo III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca 130

III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca..... 131

3.1.	Flora silvestre	131
3.1.1.	Conclusiones.....	131
3.2.	Avifauna	132
3.2.1.	Conclusiones.....	132
3.2.2.	Recomendaciones:	134
3.3.	Mamíferos.....	134
3.3.1.	Conclusiones.....	134
3.4.	Herpetofauna.....	136
3.4.1.	Conclusiones.....	136

Listado de Cuadros

<i>Cuadro 1. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	22
<i>Cuadro 2. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	22
<i>Cuadro 3. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	28
<i>Cuadro 4. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i> ...	28
<i>Cuadro 5. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	38
<i>Cuadro 6. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	38
<i>Cuadro 7. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	45
<i>Cuadro 8. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	45
<i>Cuadro 9. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	54
<i>Cuadro 10. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	54
<i>Cuadro 11. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	59
<i>Cuadro 12. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	59
<i>Cuadro 13. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	66
<i>Cuadro 14. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i> ...	66
<i>Cuadro 15. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	69
<i>Cuadro 16. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i> .	69
<i>Cuadro 17. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	80
<i>Cuadro 18. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	80
<i>Cuadro 19. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	87
<i>Cuadro 20. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	87
<i>Cuadro 21. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	97
<i>Cuadro 22. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	97
<i>Cuadro 23. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	105
<i>Cuadro 24. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	105
<i>Cuadro 25. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	114
<i>Cuadro 26. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	114
<i>Cuadro 27. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	119
<i>Cuadro 28. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	119
<i>Cuadro 29. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	126

Listado de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)..... 15

Figura 2. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015) 16

Figura 3. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época húmeda 2015) 17

Figura 4. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época húmeda 2015) 18

Figura 5. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015). 18

Figura 6. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época húmeda 2015) 19

Figura 7. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015) 19

Figura 8. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015) 20

Figura 9. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015) 21

Figura 10. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015) 23

Figura 11. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre las localidades de la ZO (época húmeda 2015) 23

Figura 12. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época húmeda 2015)..... 24

Figura 13. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015) 25

Figura 14. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época húmeda 2015) 25

Figura 15. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época húmeda 2015) 26

Figura 16. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015) 26

Figura 17. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015) 27

Figura 18. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época húmeda 2015)..... 29

Figura 19. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard yMorisitia) de la ZAA (época húmeda 2015) 29

Figura 20. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015) 31

<i>Figura 21. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	32
<i>Figura 22. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época húmeda 2015)</i>	33
<i>Figura 23. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época húmeda 2015)</i>	34
<i>Figura 24. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO(época húmeda 2015)</i> ..	34
<i>Figura 25. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	35
<i>Figura 26. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	35
<i>Figura 27. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	36
<i>Figura 28. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)</i>	37
<i>Figura 29. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)</i>	39
<i>Figura 30. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	40
<i>Figura 31. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	41
<i>Figura 32. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	42
<i>Figura 33. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	42
<i>Figura 34. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	43
<i>Figura 35. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	43
<i>Figura 36. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	44
<i>Figura 37. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	44
<i>Figura 38. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	46
<i>Figura 39. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	47
<i>Figura 40. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)</i>	49
<i>Figura 41. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	50
<i>Figura 42. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	51
<i>Figura 43. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	52
<i>Figura 44. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	52
<i>Figura 45. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	53

<i>Figura 46. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	53
<i>Figura 47. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)</i>	55
<i>Figura 48. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	55
<i>Figura 49. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	56
<i>Figura 50. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	57
<i>Figura 51. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	57
<i>Figura 52. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	58
<i>Figura 53. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	58
<i>Figura 54. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	60
<i>Figura 55. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	60
<i>Figura 56. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)</i>	62
<i>Figura 57. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	63
<i>Figura 58. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)</i>	64
<i>Figura 59. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)</i>	64
<i>Figura 60. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	65
<i>Figura 61. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	65
<i>Figura 62. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)</i>	67
<i>Figura 63. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	67
<i>Figura 64. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	68
<i>Figura 65. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	68
<i>Figura 66. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	69
<i>Figura 67. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	70

<i>Figura 68. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>70</i>
<i>Figura 69. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 70. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	<i>74</i>
<i>Figura 71. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 72. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>76</i>
<i>Figura 73. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 74. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>77</i>
<i>Figura 75. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 76. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>78</i>
<i>Figura 77. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>79</i>
<i>Figura 78. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>81</i>
<i>Figura 79. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre las localidades de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 80. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época seca 2015).....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 81. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>83</i>
<i>Figura 82. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)...</i>	<i>83</i>
<i>Figura 83. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>84</i>
<i>Figura 84. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015).....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 85. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>85</i>
<i>Figura 86. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>86</i>
<i>Figura 87. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>88</i>
<i>Figura 88. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>88</i>
<i>Figura 89. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 90. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	<i>91</i>

<i>Figura 91. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época seca 2015)</i>	92
<i>Figura 92. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época seca 2015)</i>	93
<i>Figura 93. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	93
<i>Figura 94. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015) .</i>	94
<i>Figura 95. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	94
<i>Figura 96. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015).....</i>	95
<i>Figura 97. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015).....</i>	96
<i>Figura 98. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	98
<i>Figura 99. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	99
<i>Figura 100. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época seca2015)</i>	100
<i>Figura 101. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época seca2015)</i>	101
<i>Figura 102. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca2015) ..</i>	101
<i>Figura 103. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca2015)</i>	102
<i>Figura 104. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca2015)</i>	102
<i>Figura 105. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca2015).....</i>	103
<i>Figura 106. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015).....</i>	104
<i>Figura 107. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca2015)</i>	106
<i>Figura 108. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	107
<i>Figura 109. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	109
<i>Figura 110. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	110
<i>Figura 111. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época seca 2015)</i>	111
<i>Figura 112. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época seca 2015)</i>	112
<i>Figura 113. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época seca 2015)</i>	112
<i>Figura 114. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	113
<i>Figura 115. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	113
<i>Figura 116. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015).....</i>	115
<i>Figura 117. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	115

<i>Figura 118. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época seca 2015)</i>	116
<i>Figura 119. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época seca 2015)</i>	116
<i>Figura 120. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época seca 2015)</i>	117
<i>Figura 121. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	117
<i>Figura 122. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	118
<i>Figura 123. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)</i>	120
<i>Figura 124. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	120
<i>Figura 125. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)</i>	122
<i>Figura 126. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	123
<i>Figura 127. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)</i>	124
<i>Figura 128. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)</i>	124
<i>Figura 129. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	125
<i>Figura 130. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015).</i>	125
<i>Figura 131. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	127
<i>Figura 132. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	127
<i>Figura 133. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca 2015)</i>	128
<i>Figura 134. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	128
<i>Figura 135. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	129

**Capítulo I. Resultados de las evaluaciones del componente de
flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda**

I. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda

1.1. Componente: FLORA SILVESTRE

1.1.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la época húmeda se realizó durante el 25 de marzo y 03 de abril, y del 07 al 12 de junio del 2015. La evaluación del componente vegetación se llevó a cabo durante el mes de marzo para la zona de operaciones y en el mes de junio para la zona de abastecimiento de agua. (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad, se establecieron 120 transectos de 50 m utilizando la metodología de Punto – intersección (Mostacedo y Fredericksen 2000). En cada transecto fueron evaluados 50 puntos, cada punto distanciado por 1 m. En cada punto se colocó una varilla de 1 mm de diámetro y se tomó en cuenta las especies que tuvieron contacto con la varilla y las veces que estas la tocaban (Mostacedo y Fredericksen 2000). Para cada transecto se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo de posicionamiento global (GPS). Así también, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio, desde los 2000 hasta los 4700 msnm. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969), para cada una de ellas se anotó la forma de crecimiento que presentaba según Whitaker (1975) (hierba, arbusto, sufrútice, etc.) (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

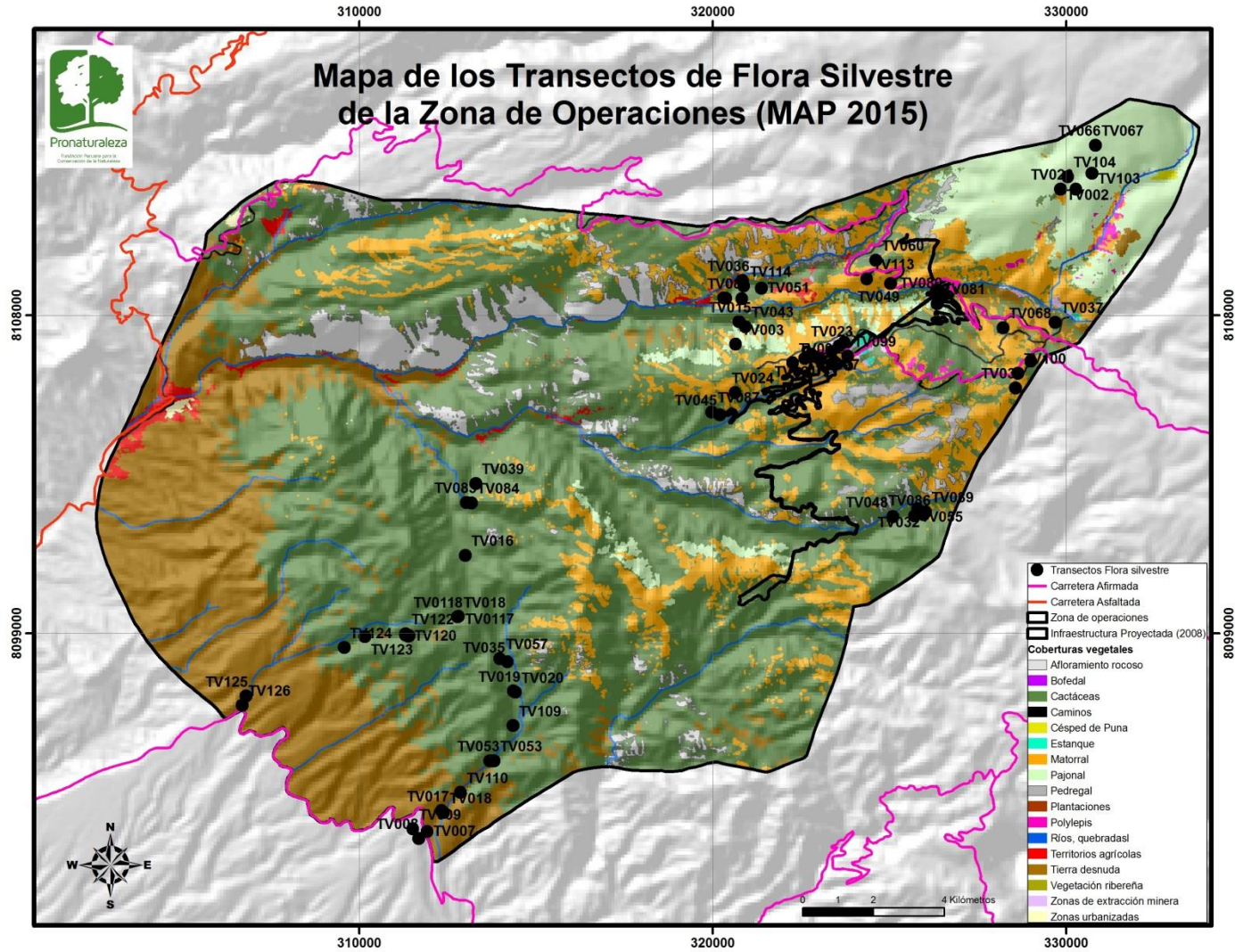


Figura 1. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

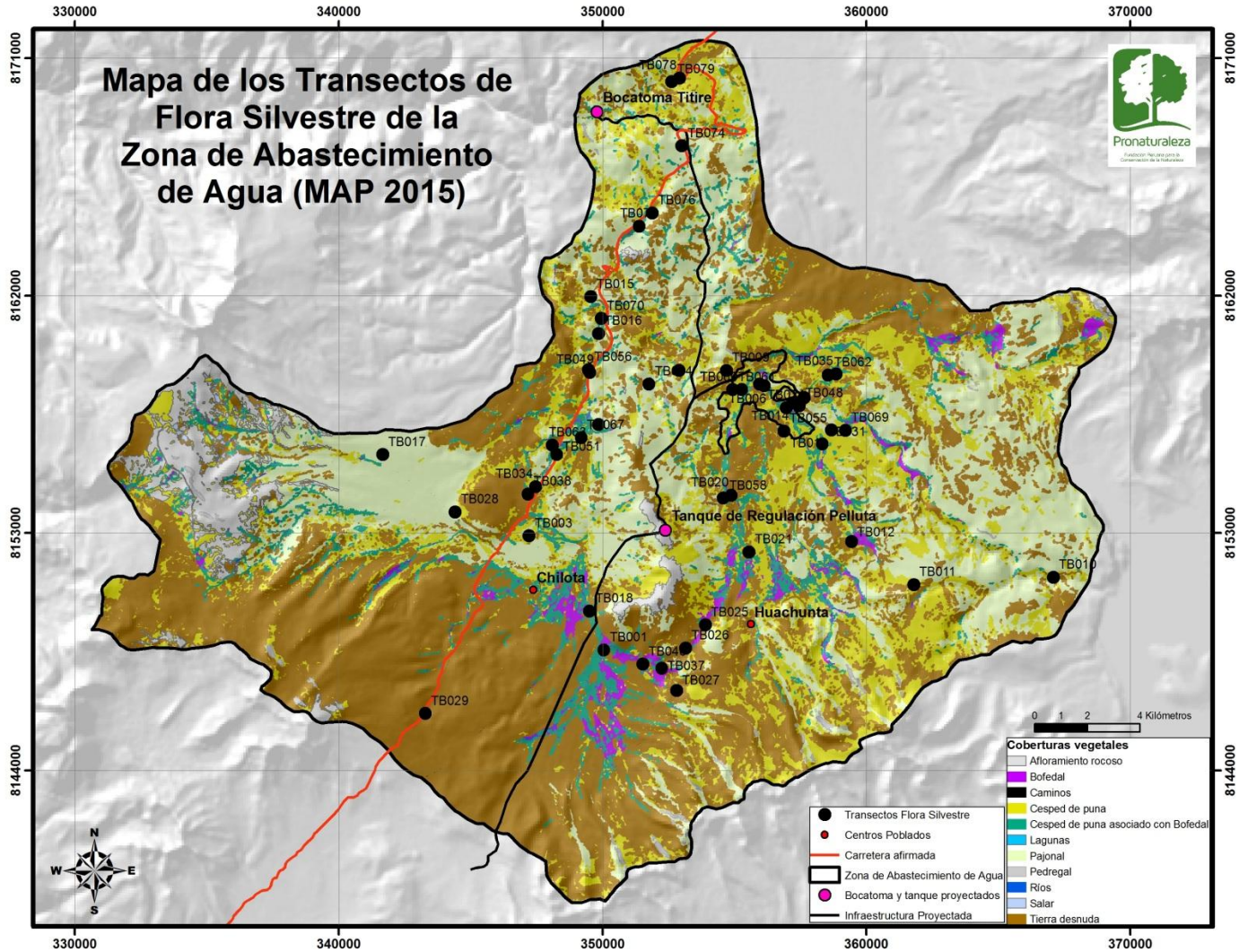


Figura 2. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.1.2. Resultados del Componente Flora silvestre

1.1.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)

a) Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 172 especies agrupadas en 122 géneros y 41 familias. Las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (43 especies) y Poaceae (16 especies). Por otra parte, *Plantago*, perteneciente a la familia Plantaginaceae, y *Ambrosia*, de la familia Asteraceae, fueron los géneros que presentaron mayor abundancia.

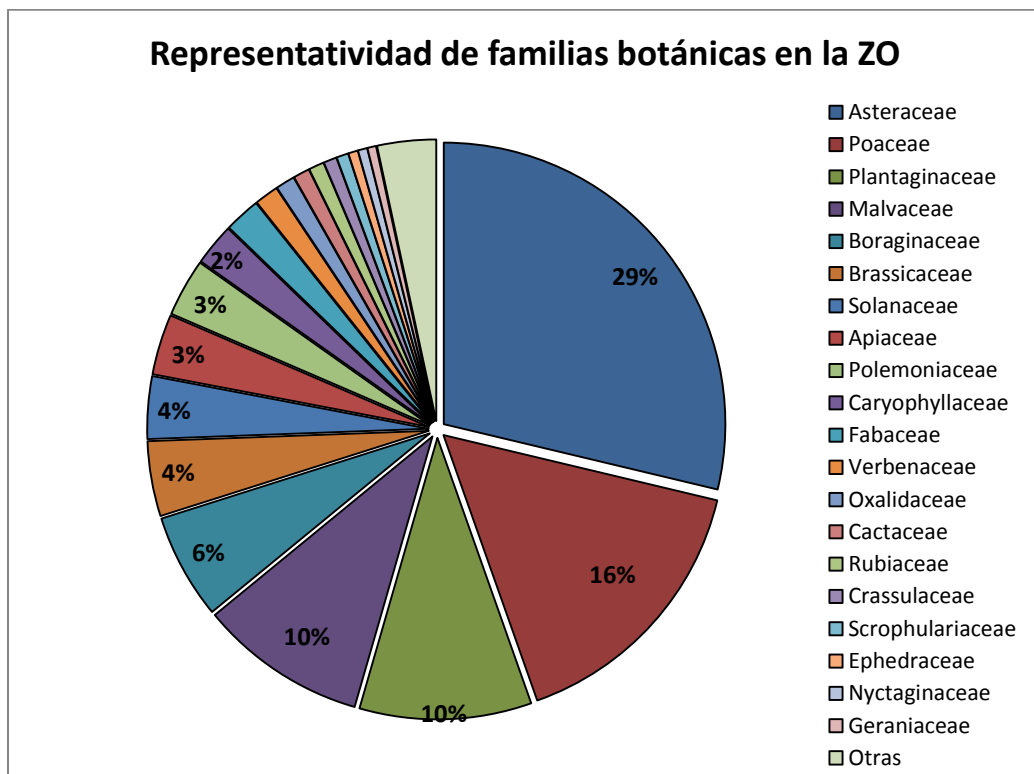


Figura 3. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época húmeda 2015)

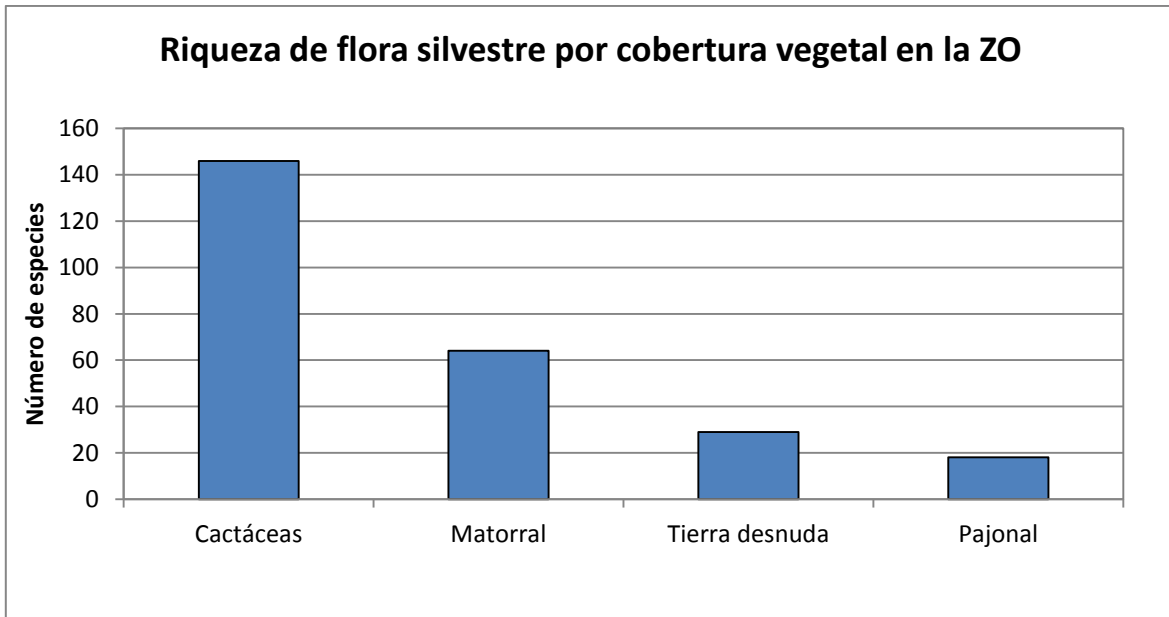


Figura 4. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época húmeda 2015)

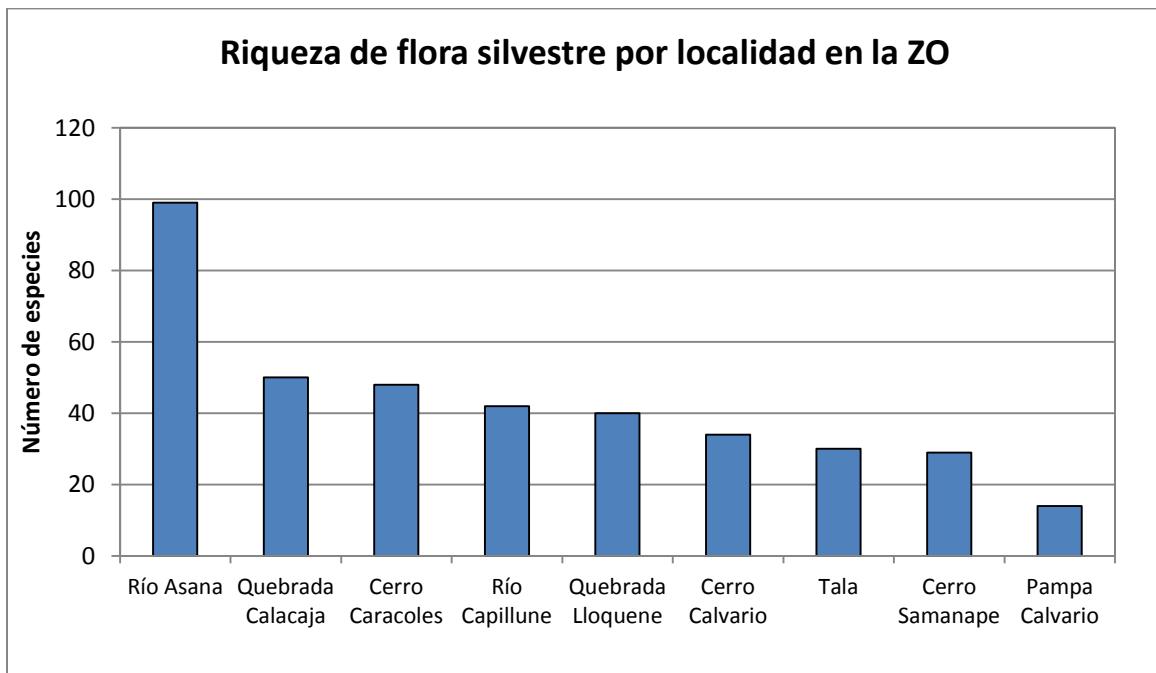


Figura 5. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

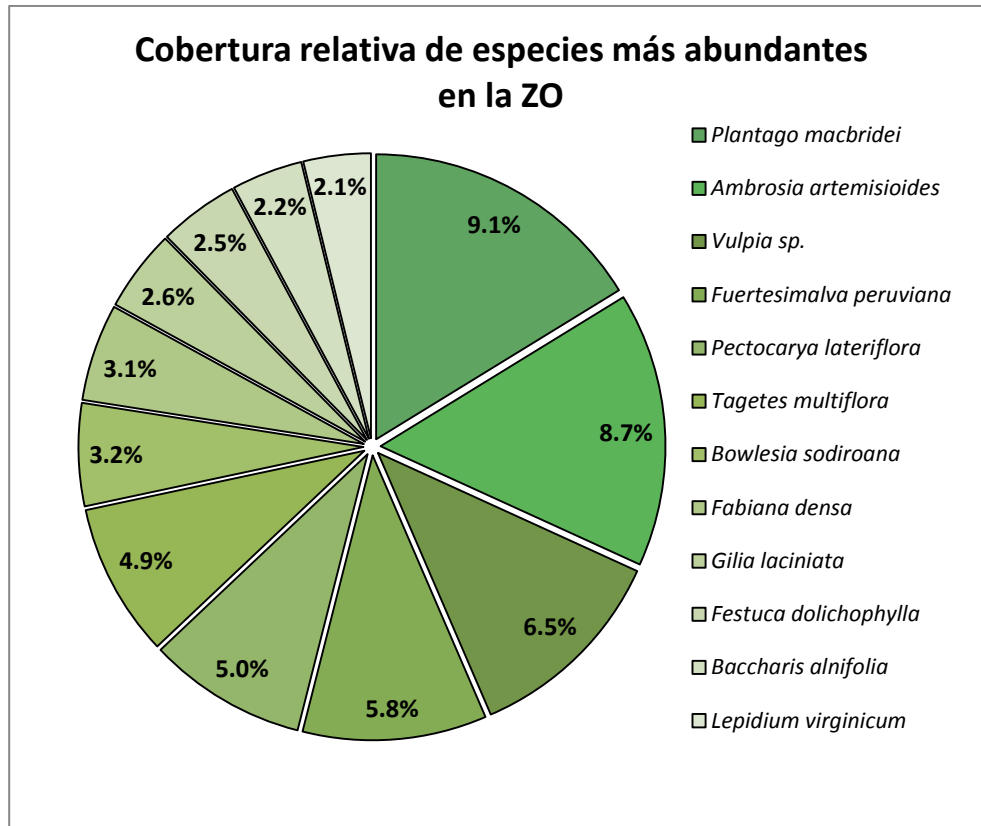


Figura 6. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época húmeda 2015)

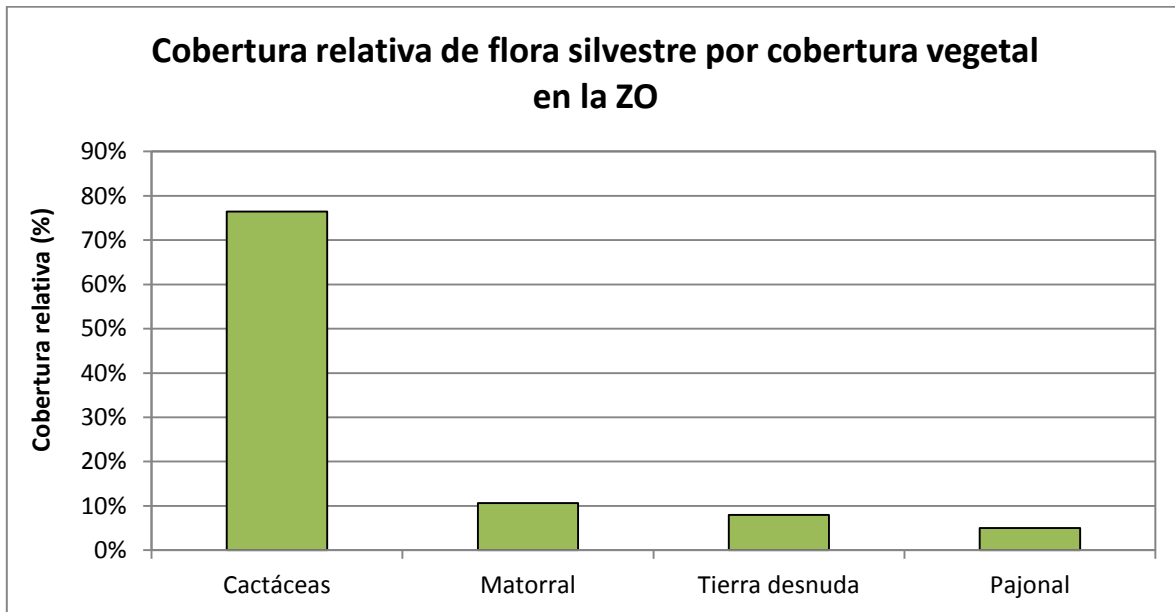


Figura 7. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

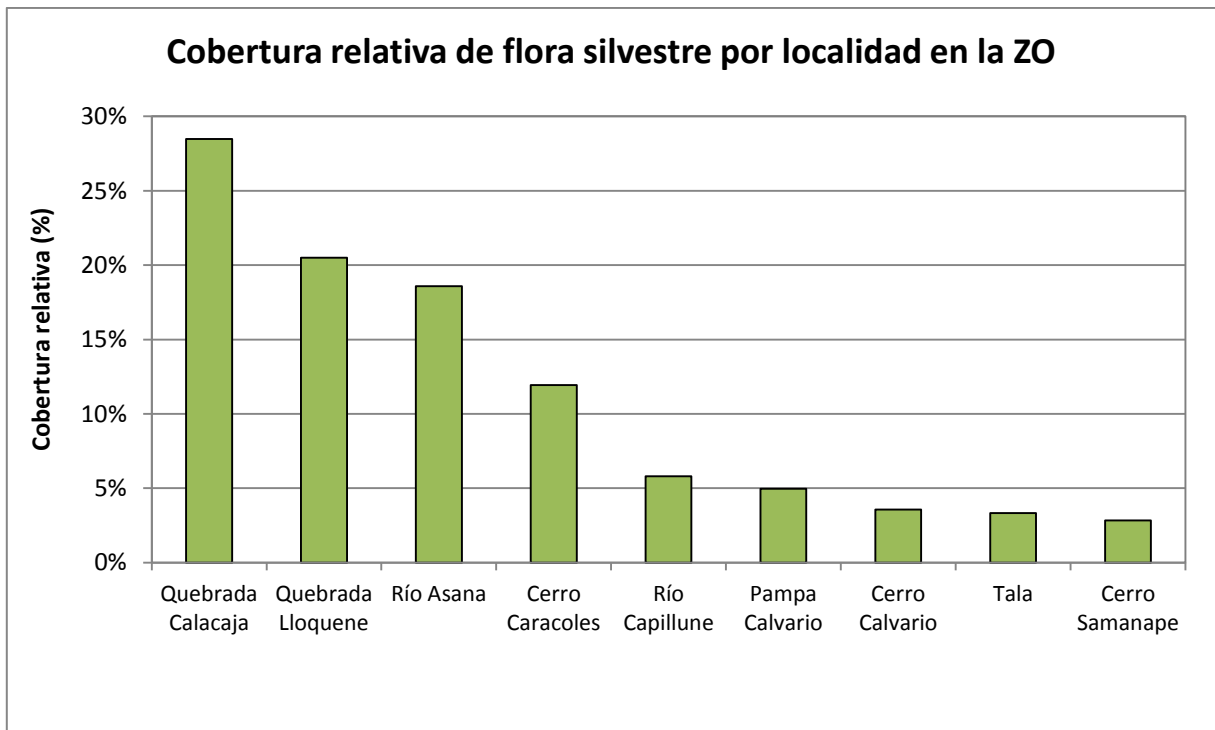
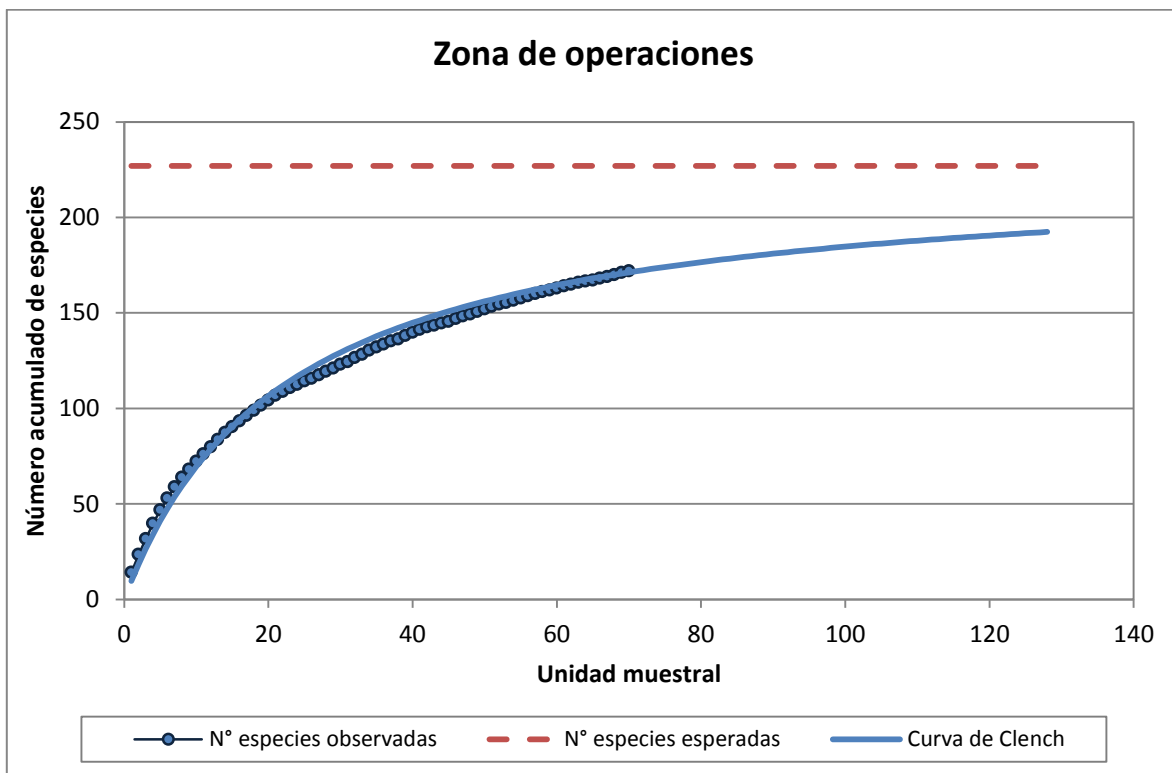


Figura 8. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
72	10.065966	0.0445	31.73%	226.944853	0.98899

Figura 9. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 1. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	3.742	0.7509	16.5
Matorral	3.412	0.8204	9.243
Pajonal	1.952	0.6754	2.805
Tierra desnuda	2.555	0.7588	4.291

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 2. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	2.554	0.7242	5.772
Cerro Caracoles	3.145	0.8124	6.846
Cerro Samanape	2.623	0.7791	5.145
Pampa Calvario	1.227	0.4651	2.261
Quebrada Calacaja	2.939	0.7512	6.253
Quebrada Lloquene	2.881	0.7811	5.176
Río Asana	3.859	0.8399	13.23
Río Capillune	3.018	0.8074	6.675
Tala	2.64	0.7761	5.187

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO

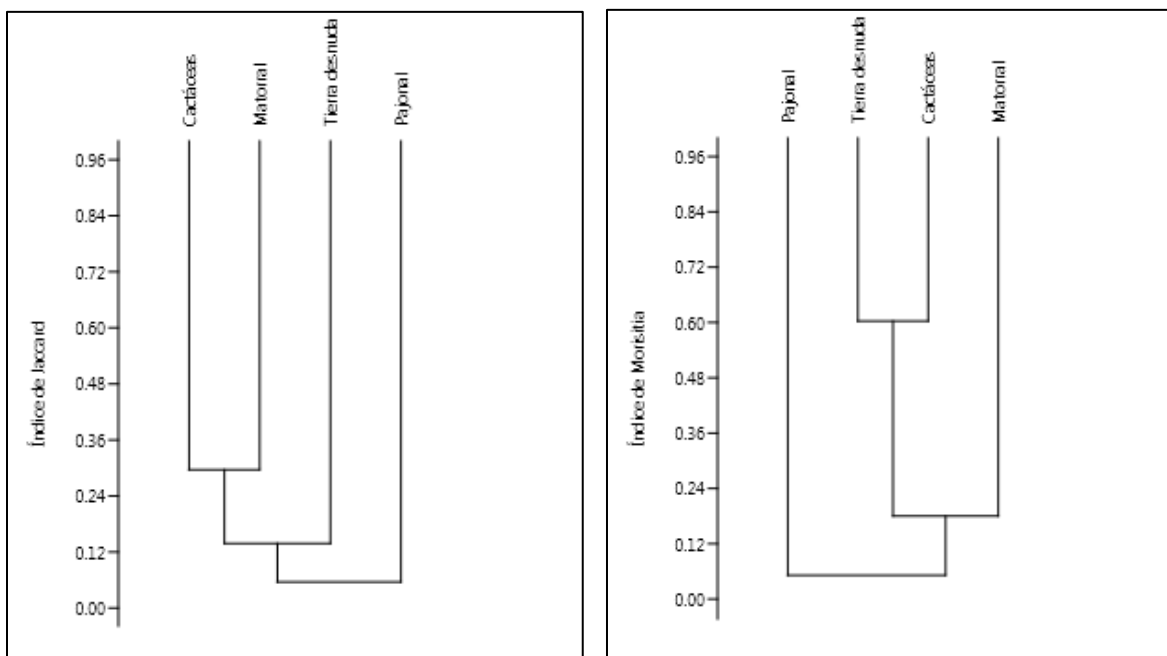


Figura 10. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

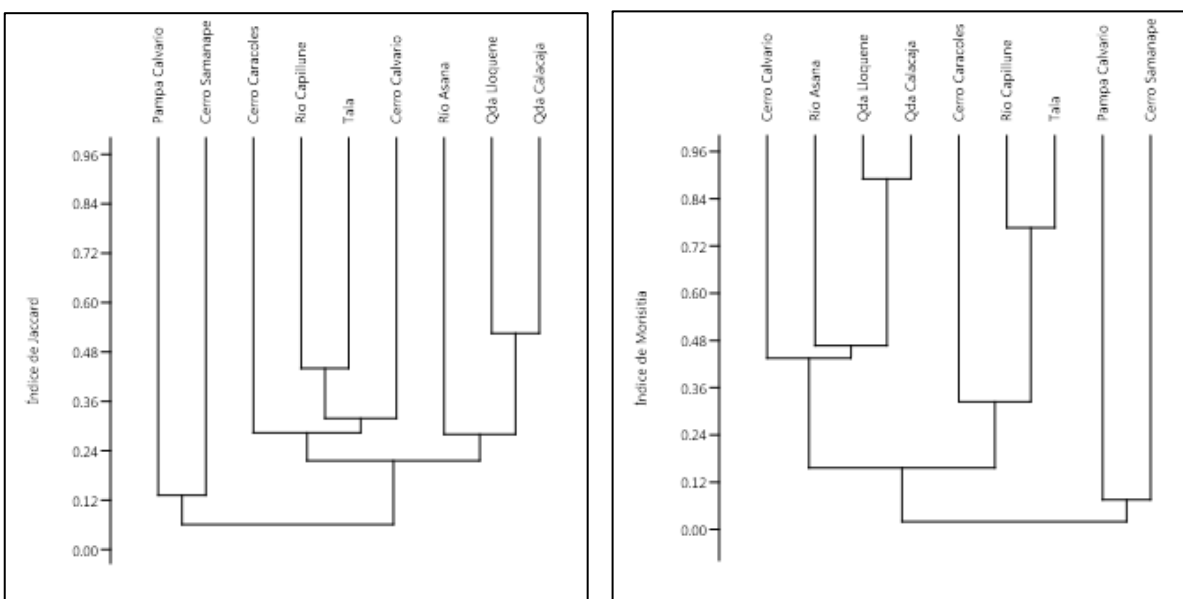


Figura 11. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.1.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época húmeda (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 83 especies agrupadas en 48 géneros y 18 familias. Las familias con mayor diversidad fueron: Asteraceae (10 géneros y 22 especies) y Poaceae (9 géneros y 17 especies). Los géneros más abundantes fueron: Festuca y Calamagrostis, ambos pertenecientes a la familia Poaceae. Otros géneros que presentaron alta abundancia fueron Parastrephia perteneciente a la familia Asteraceae y Distichia de la familia Juncaceae.

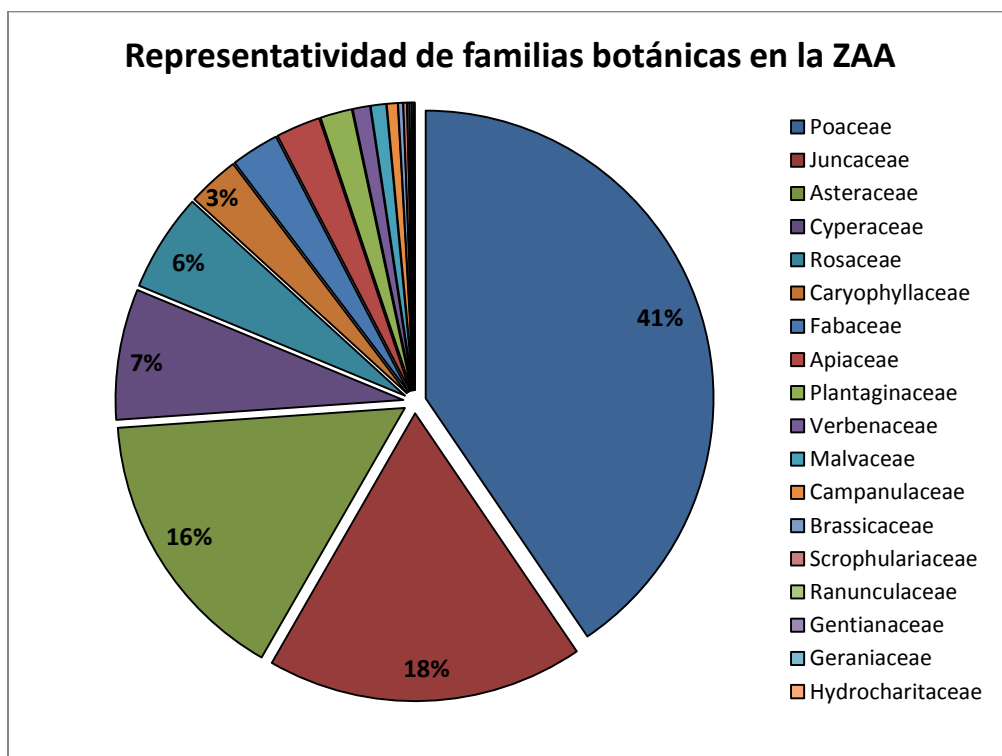


Figura 12. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época húmeda 2015)

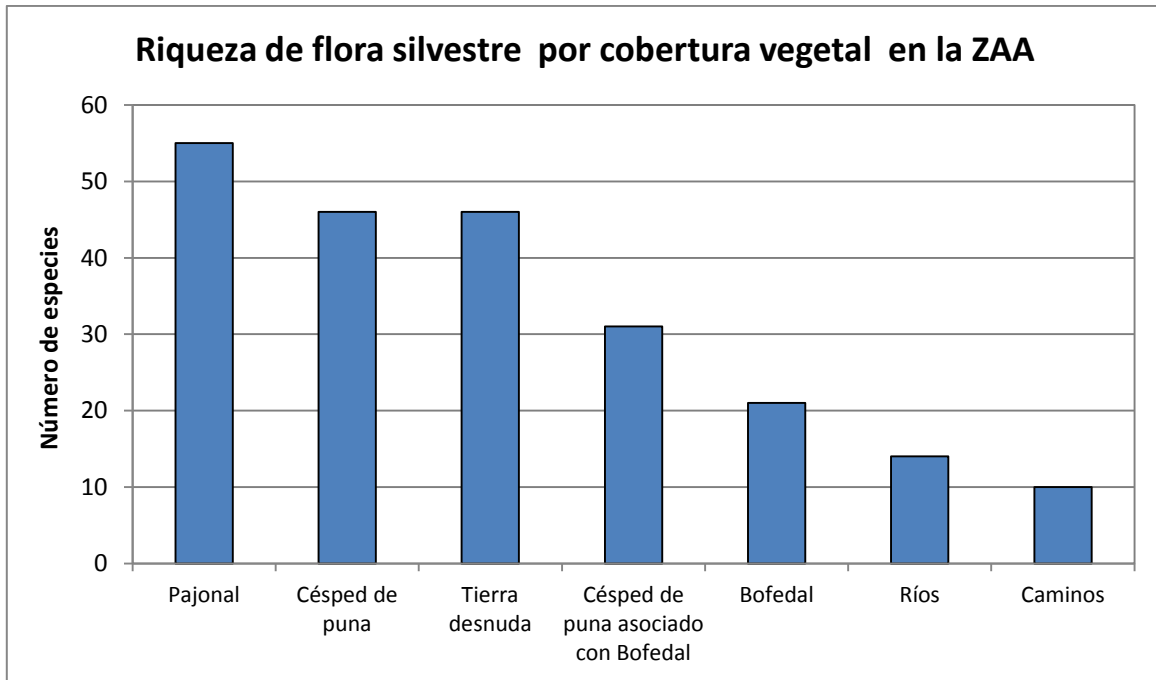


Figura 13. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

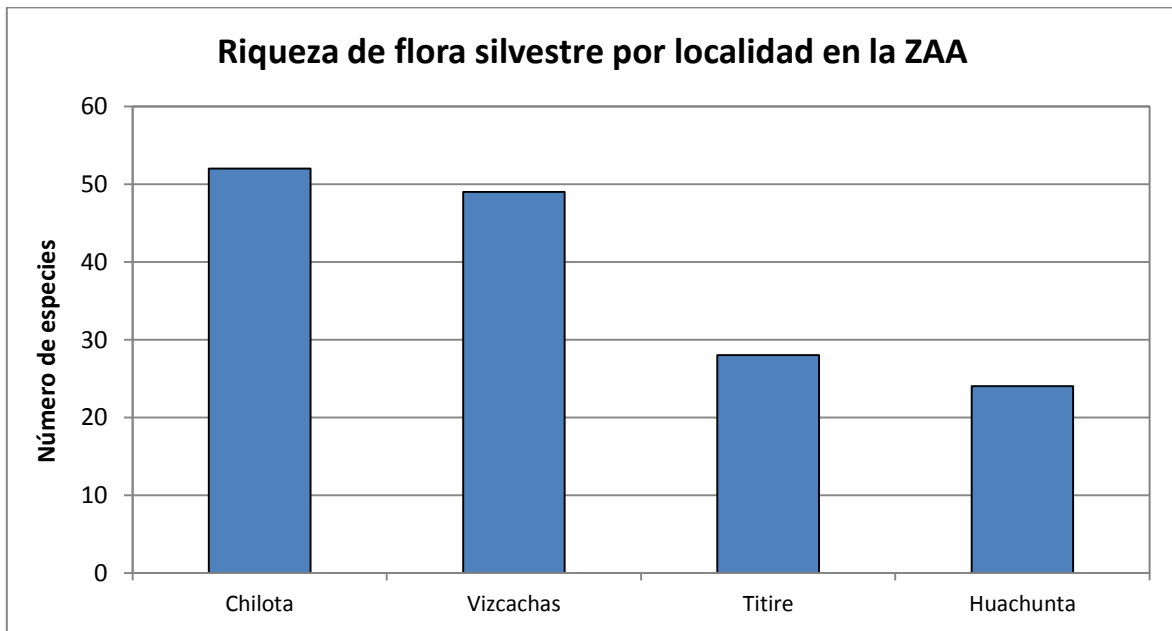


Figura 14. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

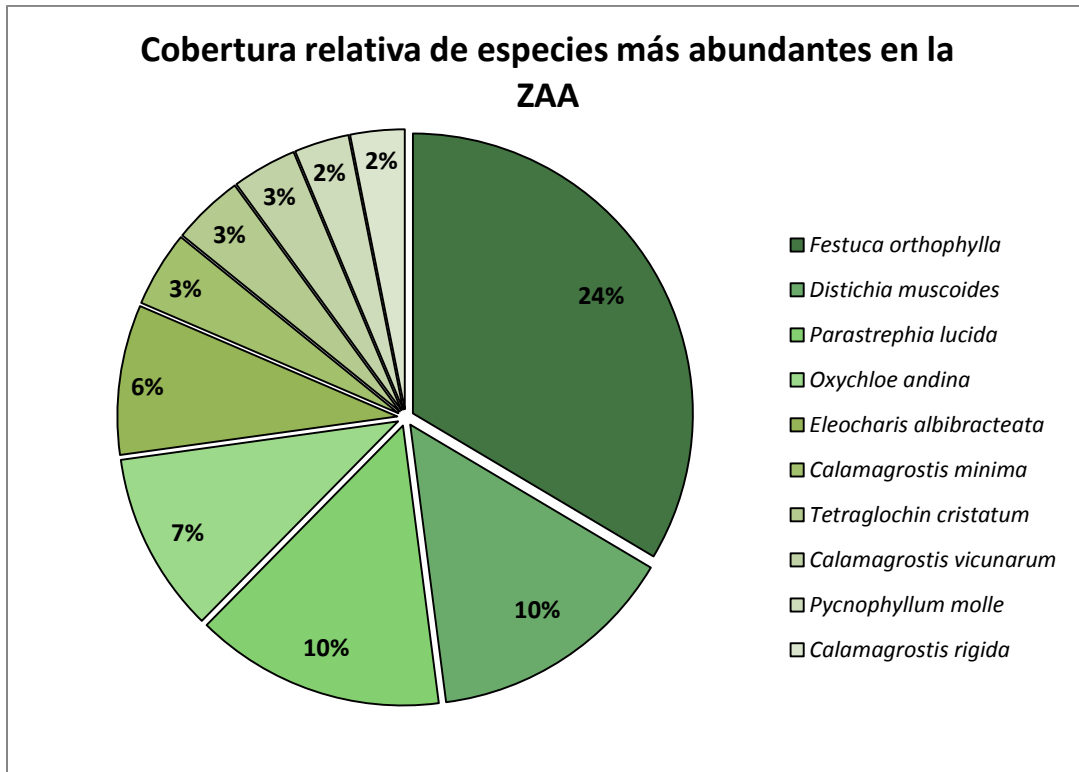


Figura 15. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época húmeda 2015)

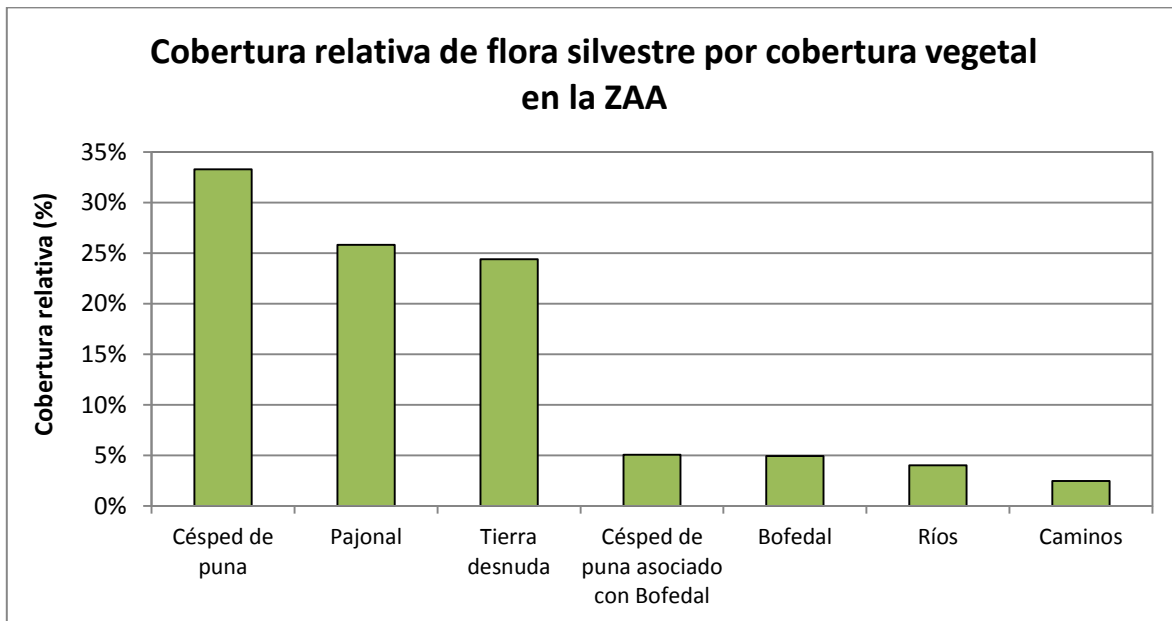
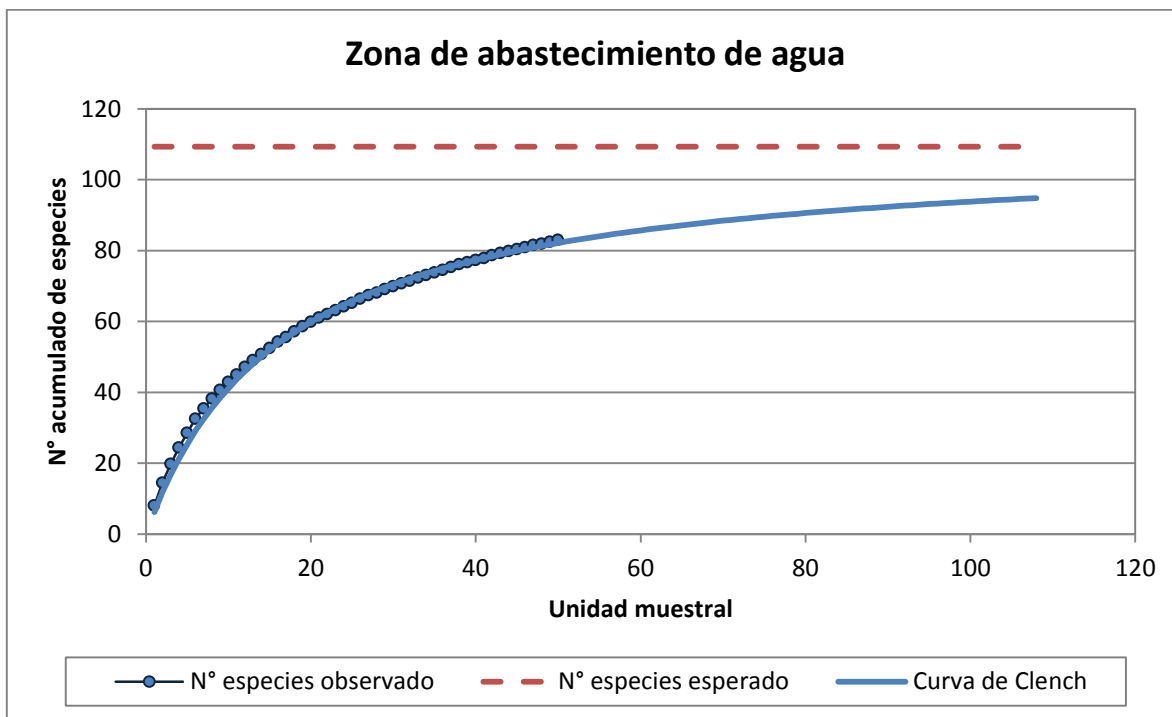


Figura 16. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
83	6.611127	0.060461	75.91%	109.344578	0.997394

Figura 17. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 3. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	1.932	0.6346	3.8
Caminos	1.138	0.4944	1.972
Césped de puna	2.852	0.745	6.271
Césped de puna asociado con Bofedal	2.67	0.7775	5.668
Pajonal	2.77	0.6913	7.803
Ríos	1.962	0.7434	2.571
Tierra desnuda	2.878	0.7516	6.555

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

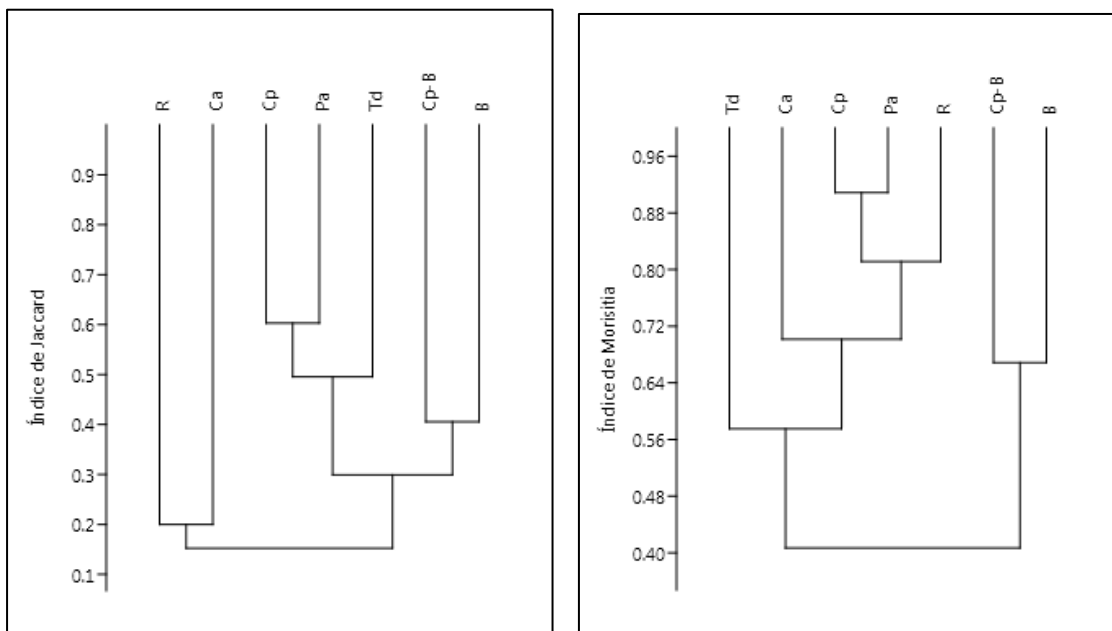
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 4. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	2.777	0.7029	7.28
Huachunta	2.532	0.7968	4.229
Titire	2.099	0.63	4.564
Vizcachas	2.889	0.7423	6.23

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Ca= Caminos; Cp=Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; Pa= Pajonal; R= Ríos; Td= Tierra desnuda

Figura 18. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época húmeda 2015)

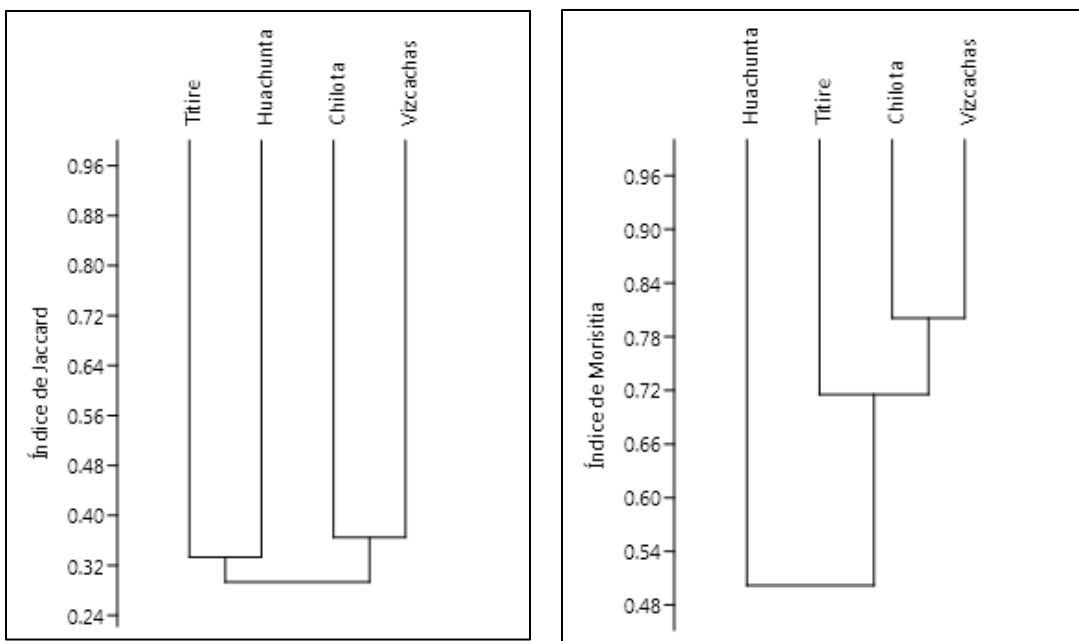


Figura 19. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época húmeda 2015)

1.2. Componente: AVIFAUNA

1.2.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**
La evaluación de la avifauna durante el periodo húmedo se realizó del 24 al 31 de marzo, y del 08 al 14 de junio del 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).
- **Descripción de la metodología de campo**
Se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies, pero el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos, desde la mañana alrededor de las 7h hasta la tarde a las 17:0 h. En cada tipo de ambiente los puntos fueron georeferenciados con un GPS, en su mayoría, al igual que los lugares de colecta de restos como plumas, heces y egagrópilas de aves (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

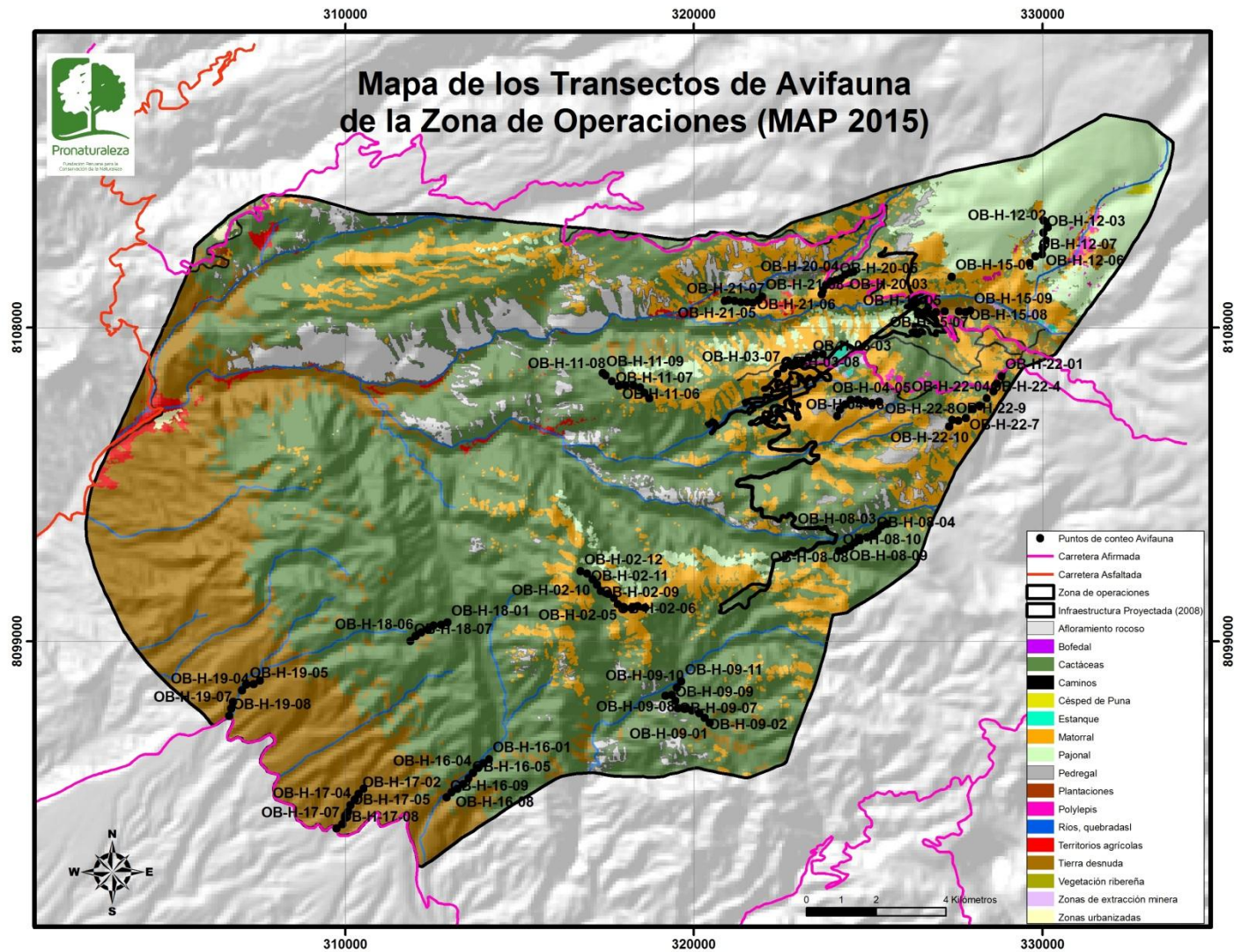


Figura 20. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

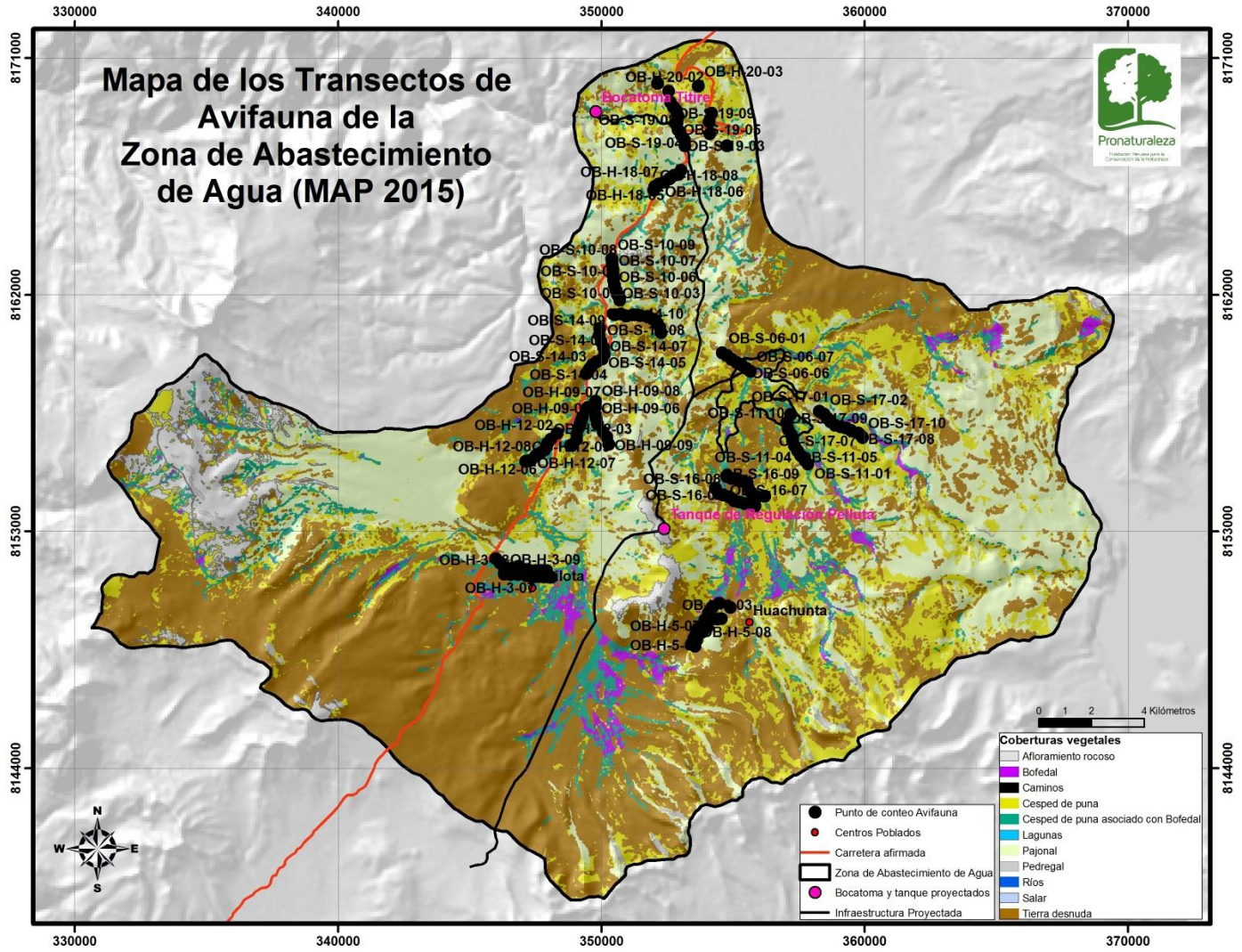


Figura 21. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.2.2. Resultados del Componente Avifauna

1.2.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 54 especies distribuidas en 8 órdenes y 16 familias. El orden Passeriforme presentó el mayor número de registros, 723 individuos distribuidos en 8 familias y 38 especies. El segundo con mayor abundancia fue el orden Columbiforme registrándose un total de 85 individuos distribuidos en 5 especies de la familia Columbidae.

Las familias con mayor abundancia fueron: Thraupidae, Furnariidae y Columbidae. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (159 individuos), *Phrygilus fruticeti* (159 individuos), y *Sporagra magellanica* (62 individuos).

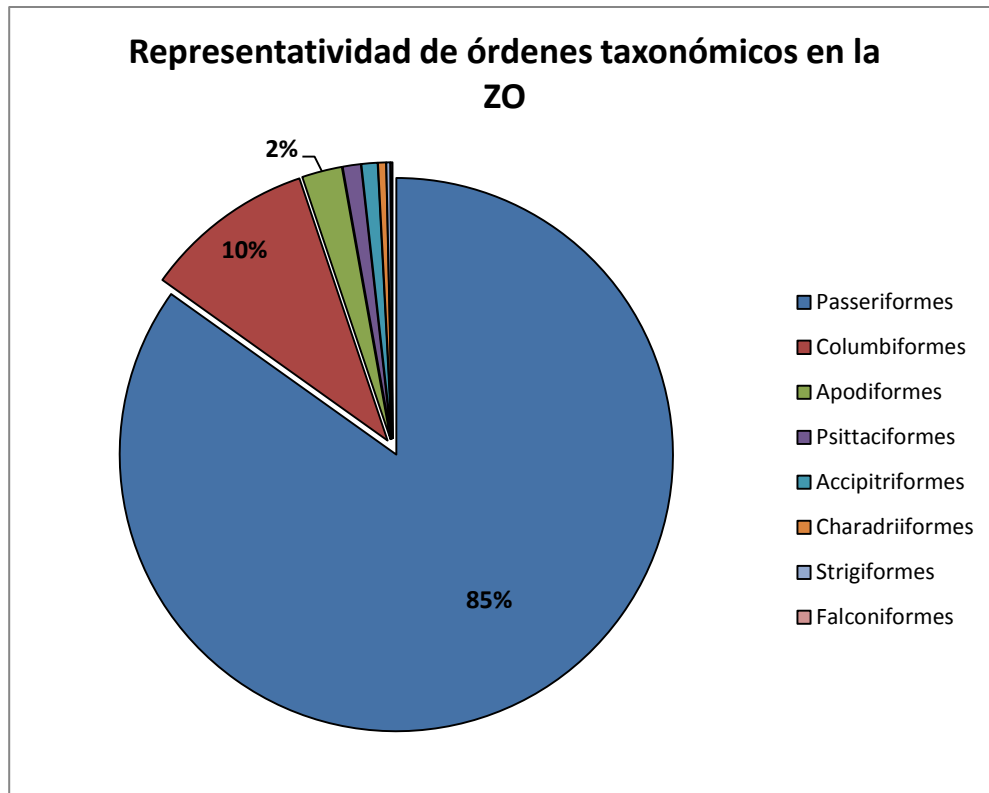


Figura 22. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época húmeda 2015)

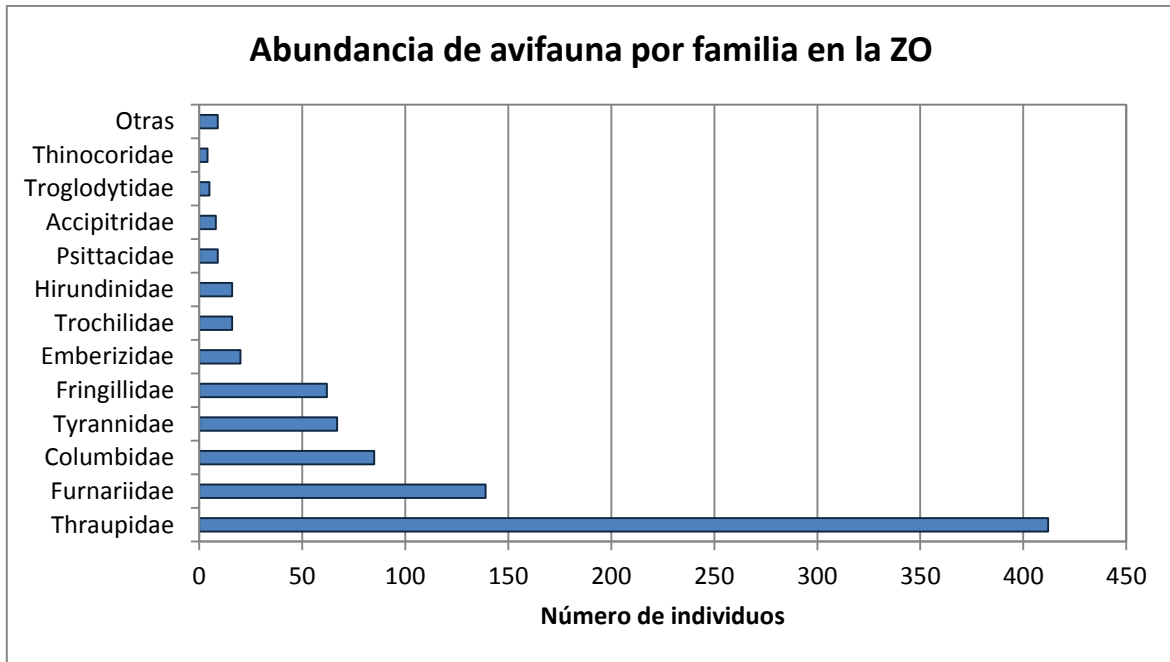


Figura 23. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época húmeda 2015)

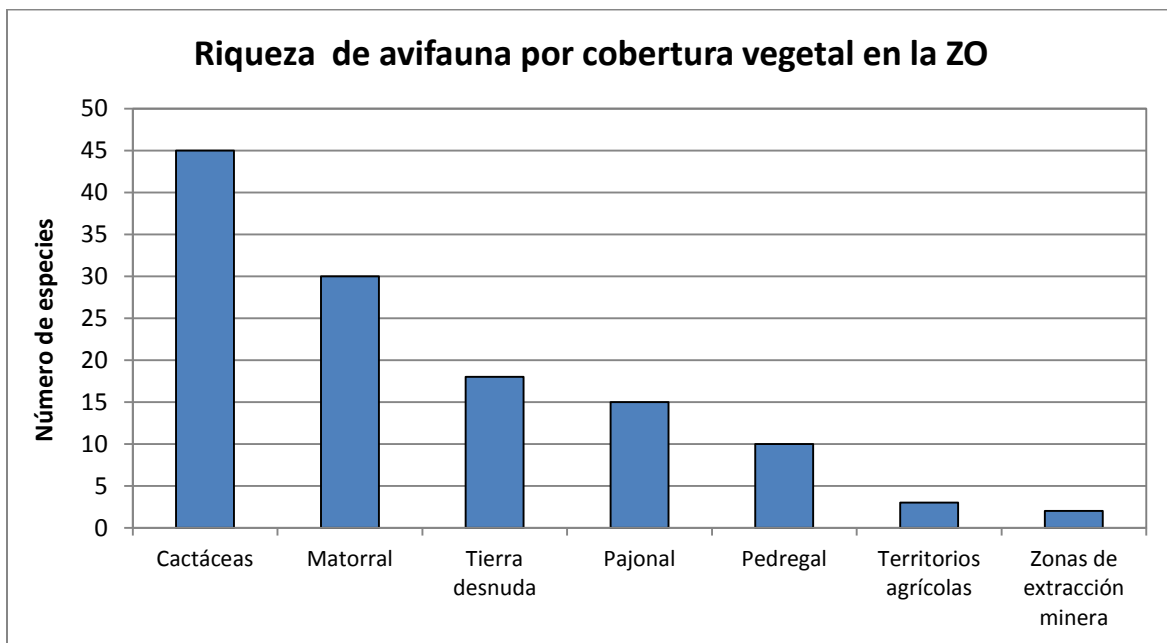


Figura 24. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

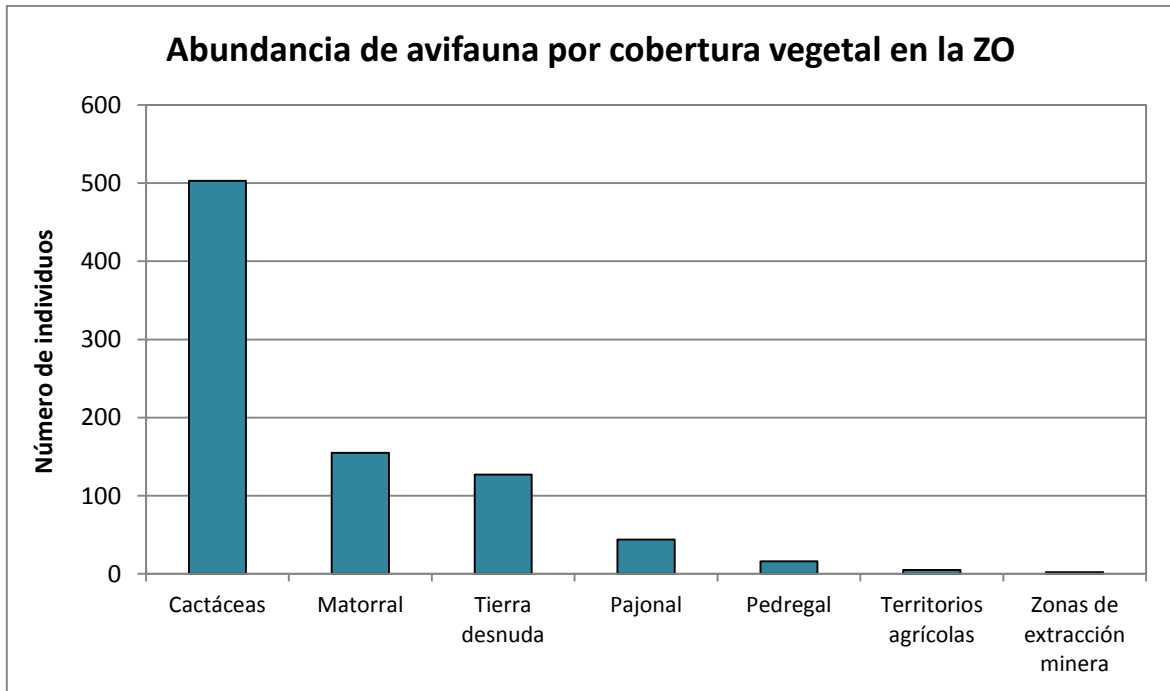


Figura 25. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

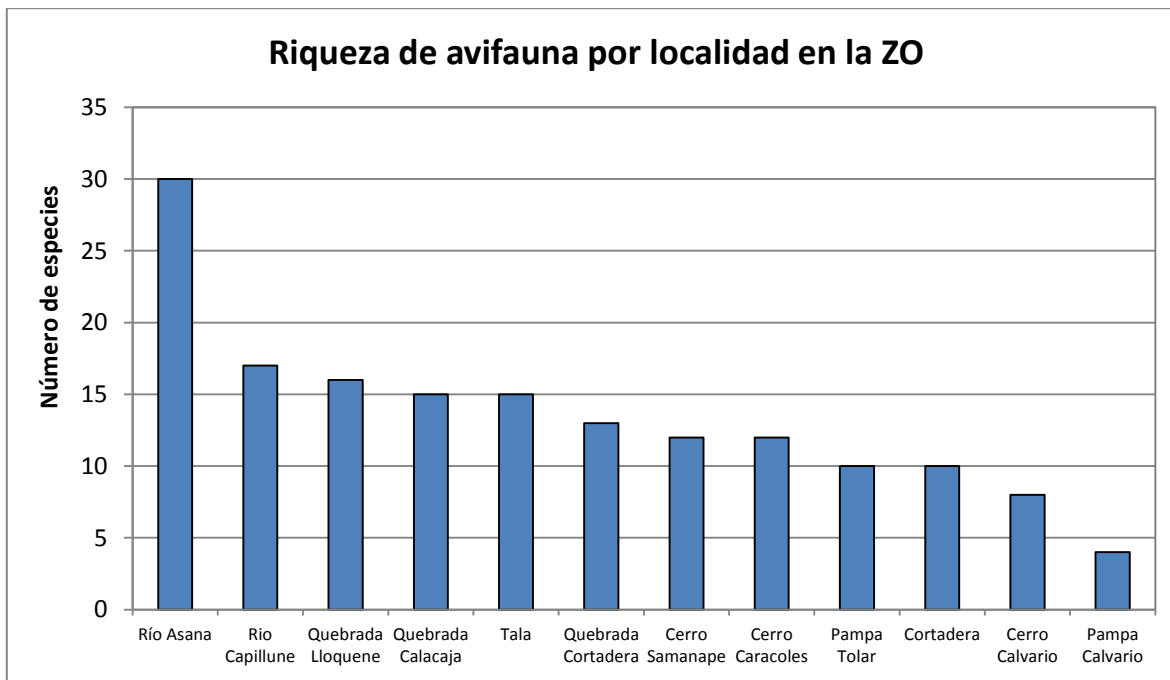


Figura 26. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

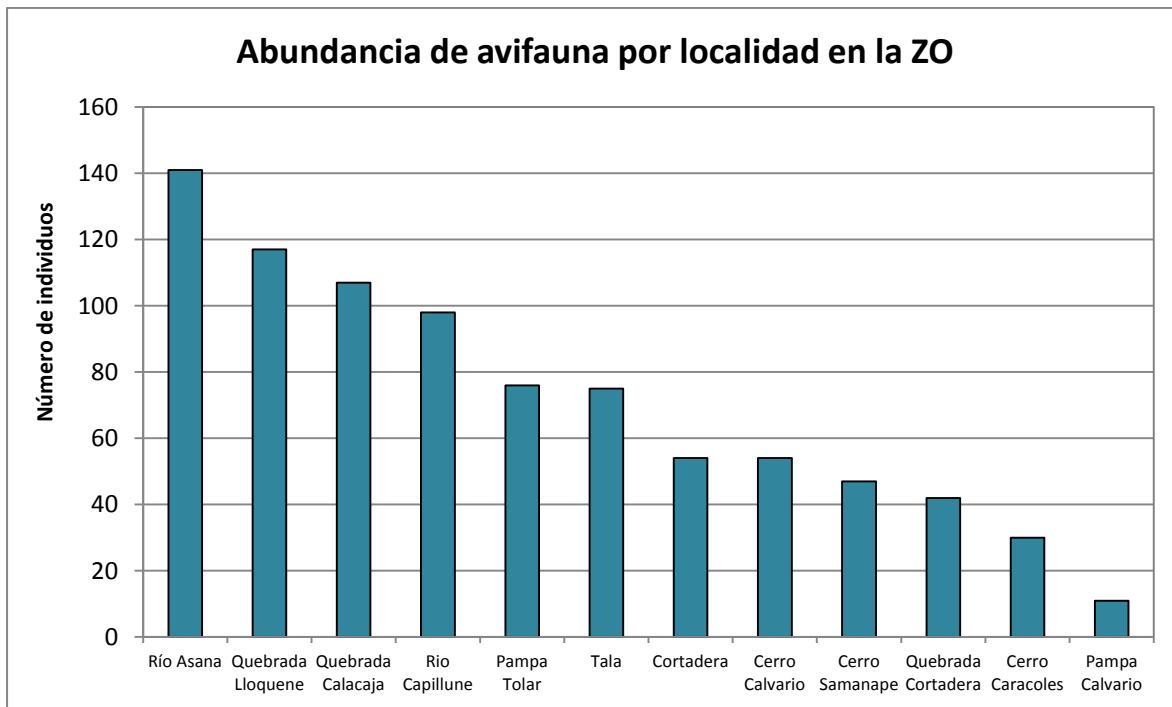
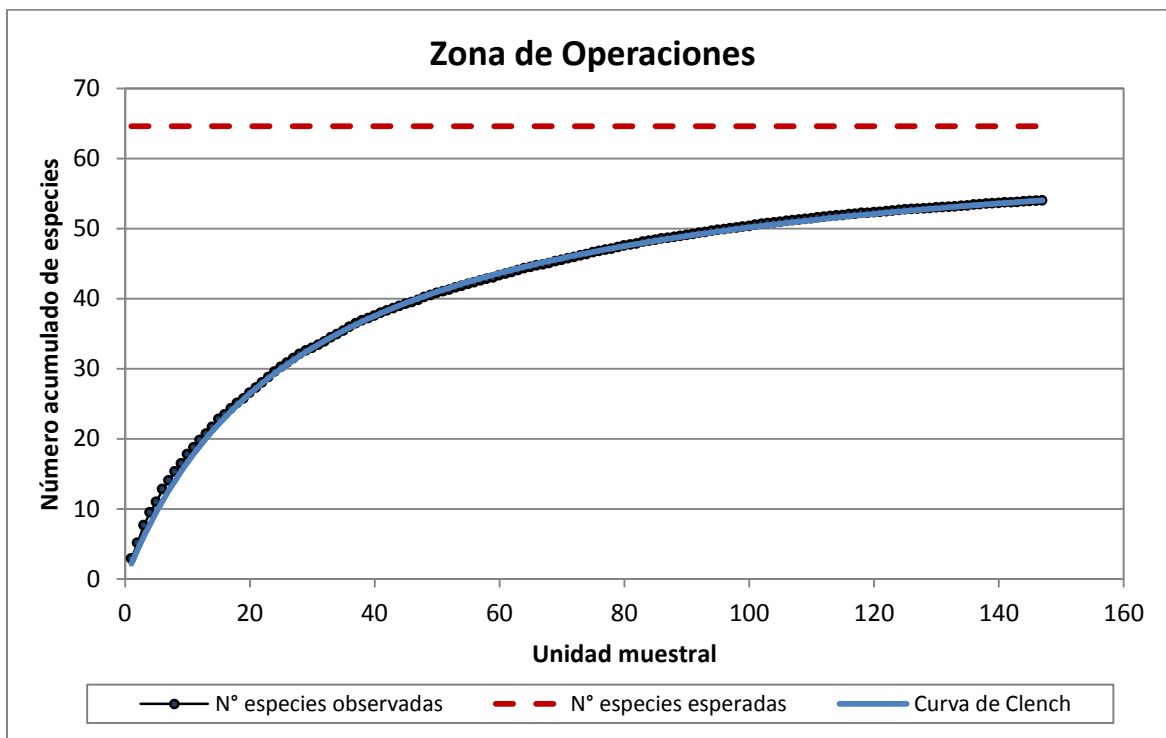


Figura 27. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
54	2.241186	0.034681	83.56%	64.62277	0.99815

Figura 28. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 5. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	2.853	0.7494	7.073
Matorral	2.994	0.8804	5.75
Pajonal	2.484	0.9173	3.7
Pedregal	2.133	0.9265	3.246
Territorios agrícolas	1.055	0.9602	1.243
Tierra desnuda	2.249	0.7782	3.509
Zonas de extracción minera	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

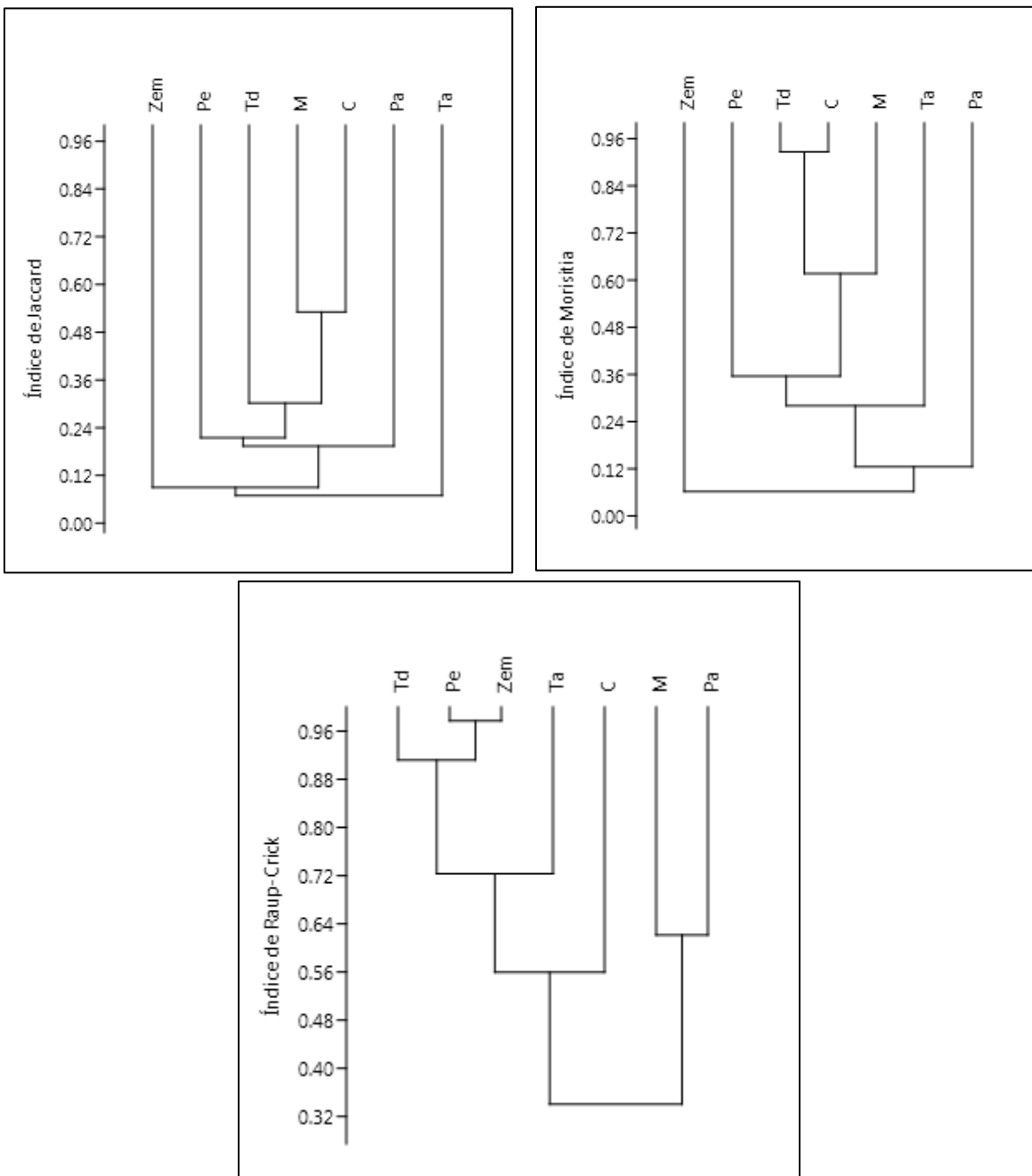
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 6. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	3.146	0.9249	5.86
Quebrada Lloquene	2.078	0.7496	3.15
Quebrada Calacaja	2.119	0.7823	2.996
Río Capillune	2.214	0.7814	3.49
Pampa Tolar	1.9	0.8252	2.078
Tala	2.368	0.8743	3.243
Cortadera	1.984	0.8617	2.256
Cerro Calvario	1.568	0.7539	1.755
Cerro Samanape	1.997	0.8038	2.857
Quebrada Cortadera	2.318	0.9038	3.211
Cerro Caracoles	2.24	0.9014	3.234
Pampa Calvario	0.8856	0.6388	1.251

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO



Zem= Zona de extracción minera; Pe= Pedregal; Td= Tierra desnuda; M= Matorral; C= Cactáceas; Pa= Pajonal; Ta= Territorios agrícolas

Figura 29. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

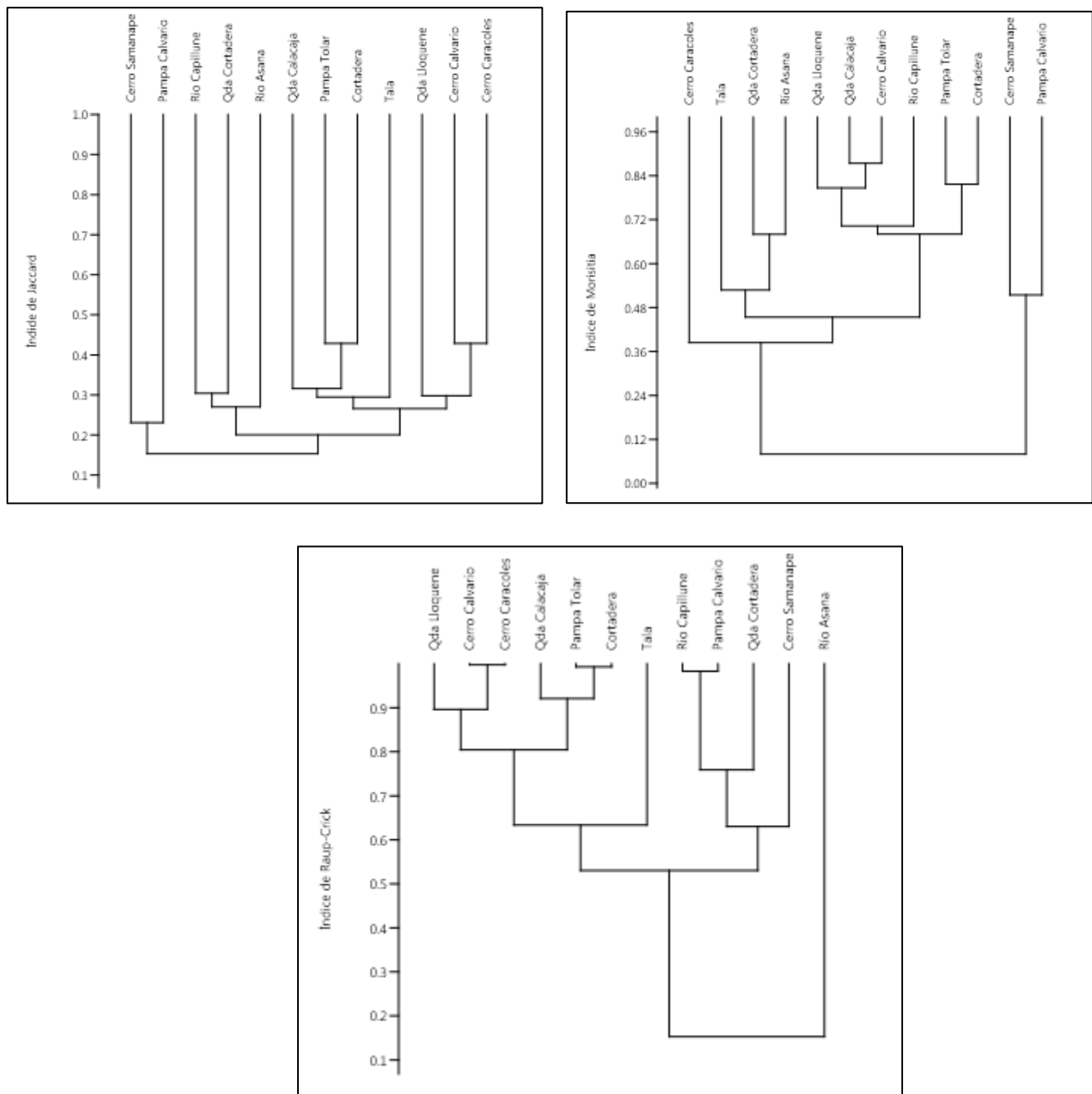


Figura 30. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.2.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 48 especies distribuidas en 12 órdenes y 18 familias. El orden con mayor número de registros fue Passeriforme con 934 individuos distribuidos en 5 familias y 27 especies. El segundo orden con mayor abundancia fue Anseriforme con 150 individuos distribuidos en 4 especies pertenecientes a la familia Anatidae.

Las familias con mayor cantidad de avistamientos fueron: Thraupidae, Furnariidae y Anatidae. Las especies con mayor abundancia registrada fueron: *Phrygilus plebejus* (183 individuos) y *Sicalis uropygialis* (161 individuos) de la familia Thraupidae; *Metriopelia aymara* (99 individuos) de la familia Columbidae; *Thinocorus orbignyianus* de la familia Thinocoridae.

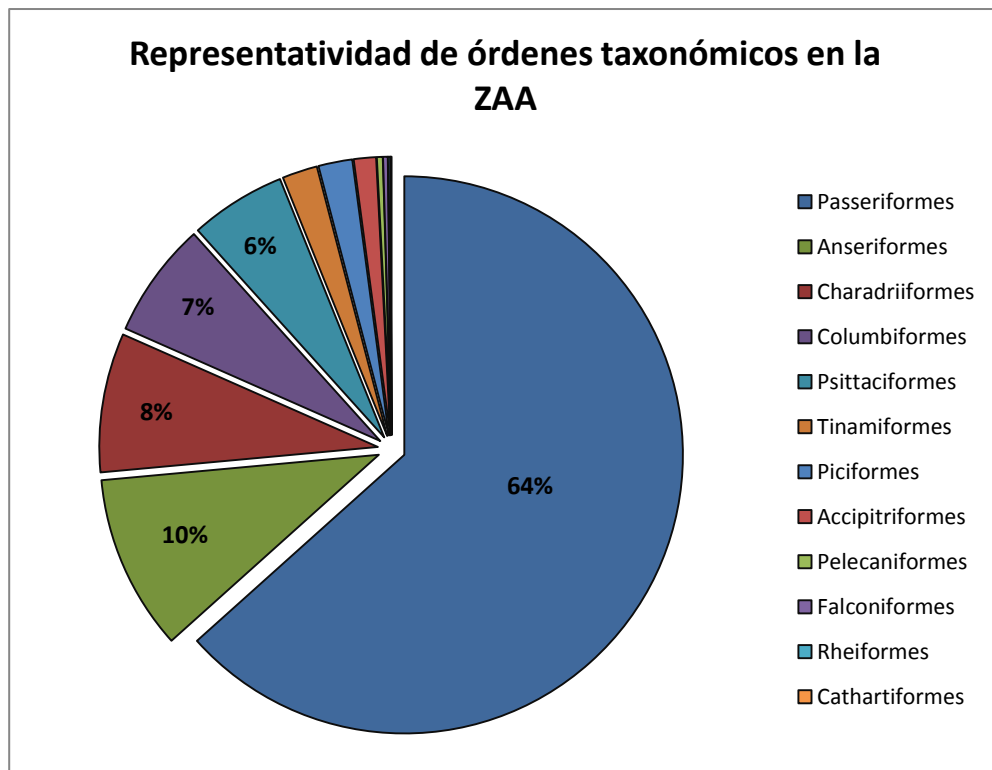


Figura 31. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época húmeda 2015)

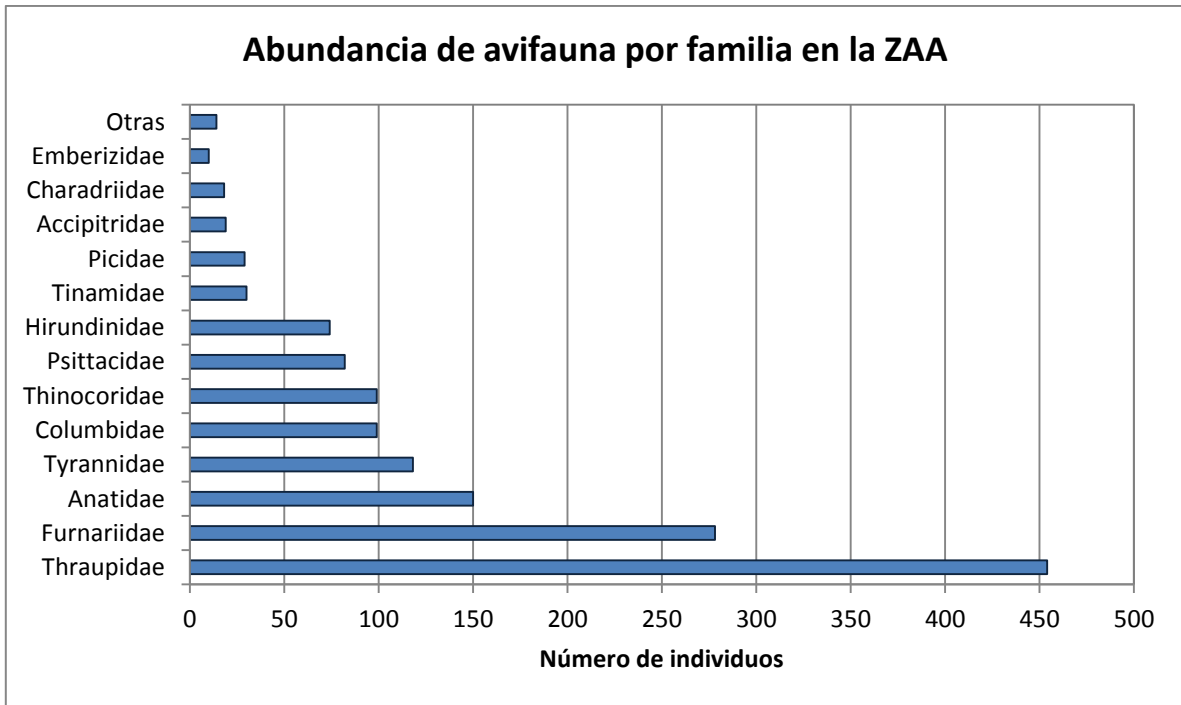


Figura 32. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)

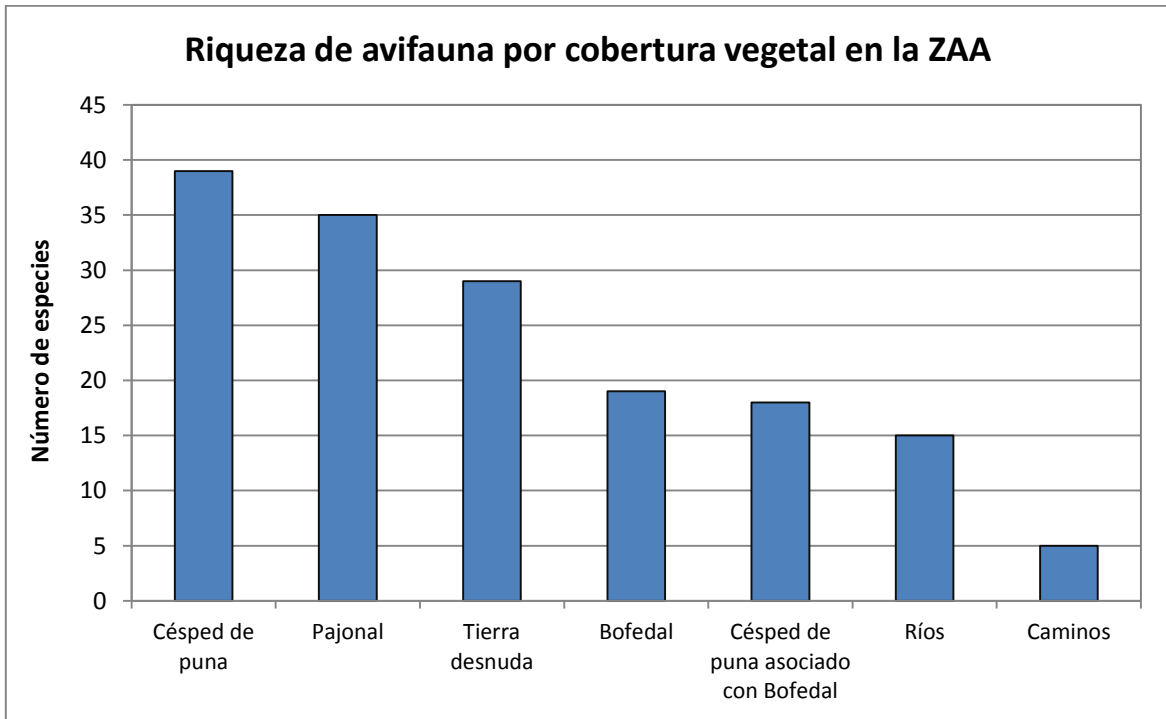


Figura 33. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

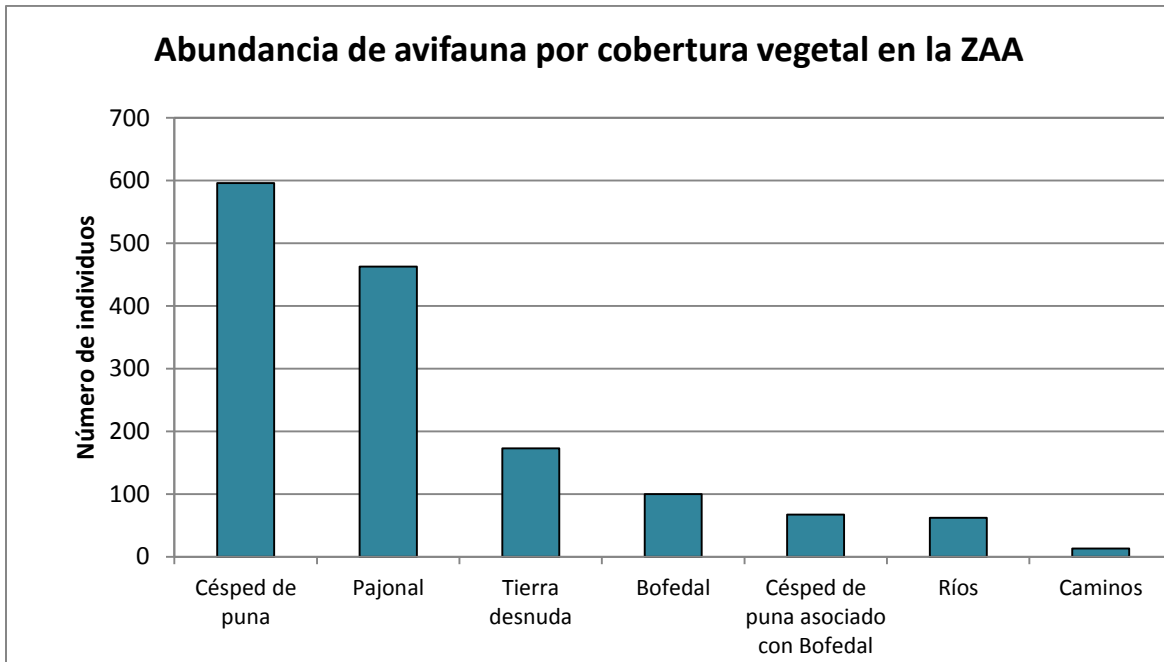


Figura 34. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

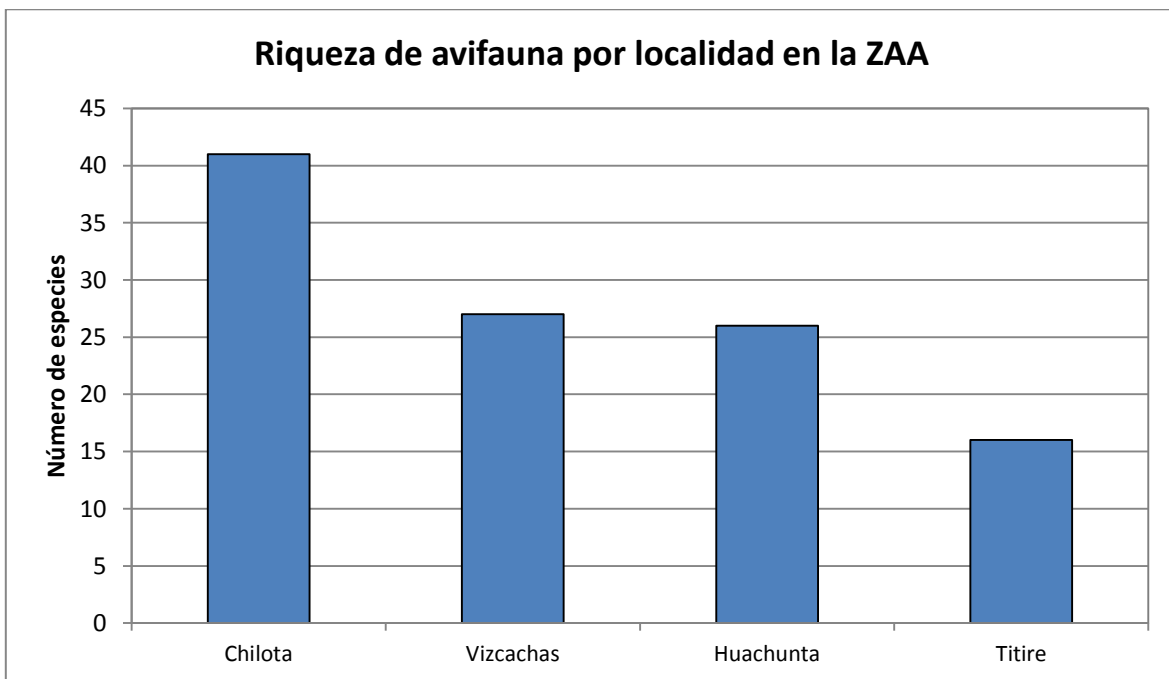


Figura 35. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

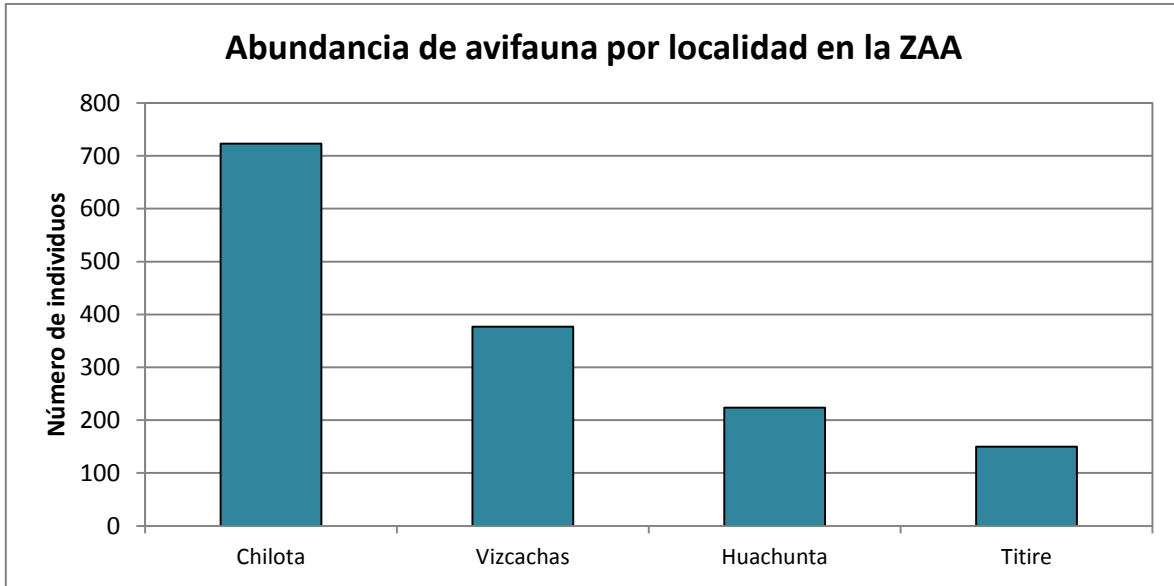
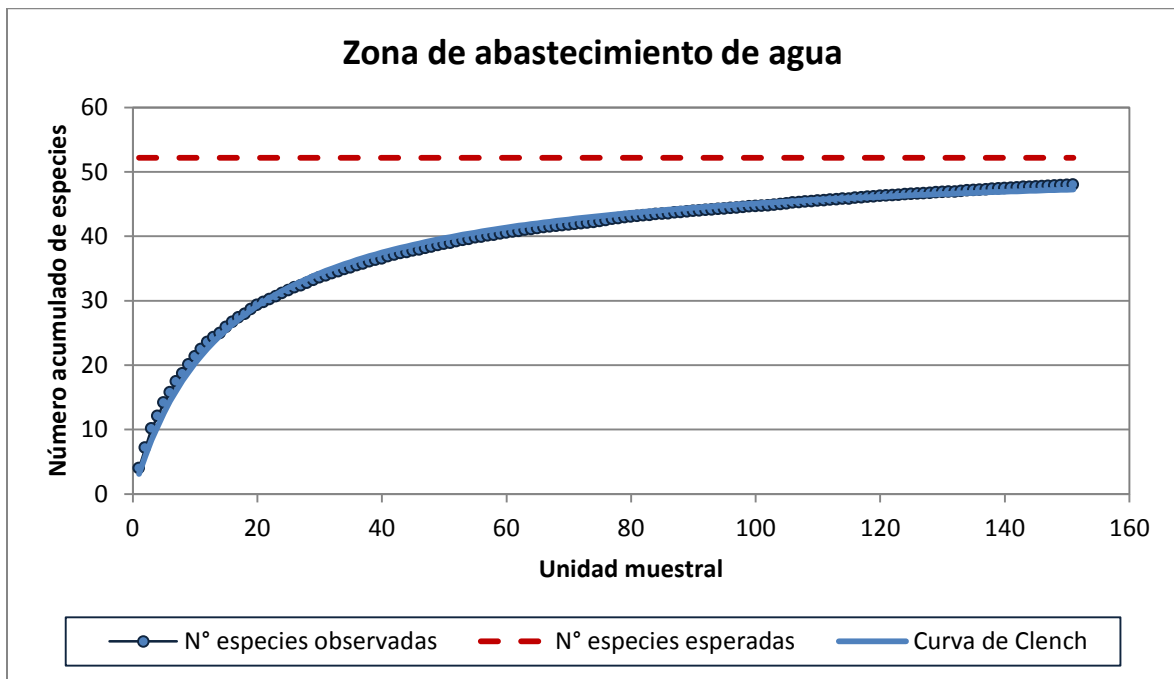


Figura 36. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
48	3.319873	0.063598	91.95%	52.201117	0.990649

Figura 37. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 7. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	2.535	0.8608	3.909
Caminos	1.413	0.8778	1.559
Césped de puna	3.013	0.8224	6.191
Césped de puna asociado con Bofedal	2.637	0.9124	4.119
Pajonal	2.866	0.8061	5.321
Ríos	2.542	0.9387	3.33
Tierra desnuda	2.945	0.8745	5.433

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

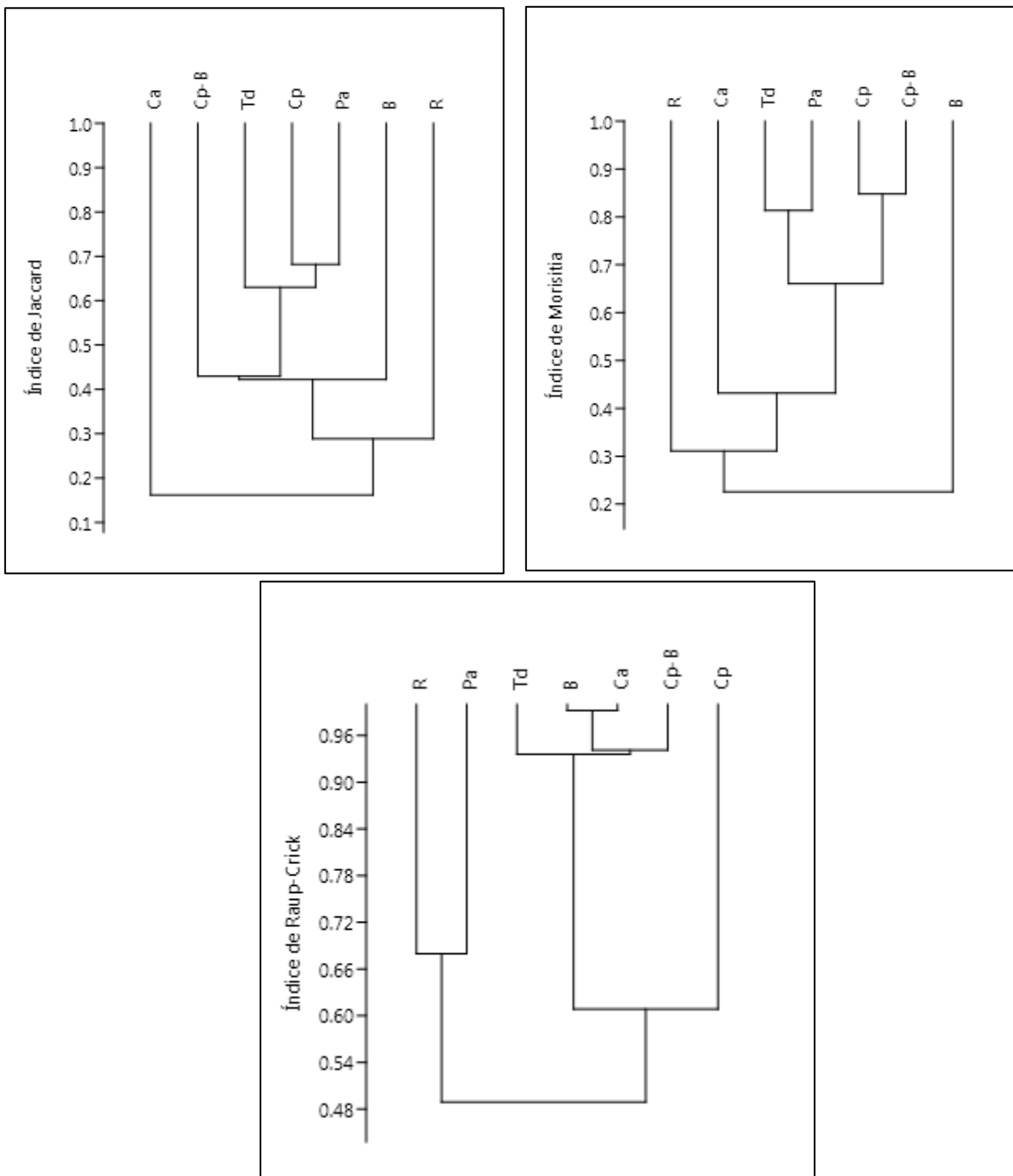
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 8. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	3.119	0.8399	6.076
Vizcachas	2.696	0.8179	4.383
Huachunta	2.881	0.8843	4.62
Titire	1.669	0.602	2.994

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



Ca= Caminos; Cp= Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con bofedal; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal; B= Bofedal; R= Ríos

Figura 38. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

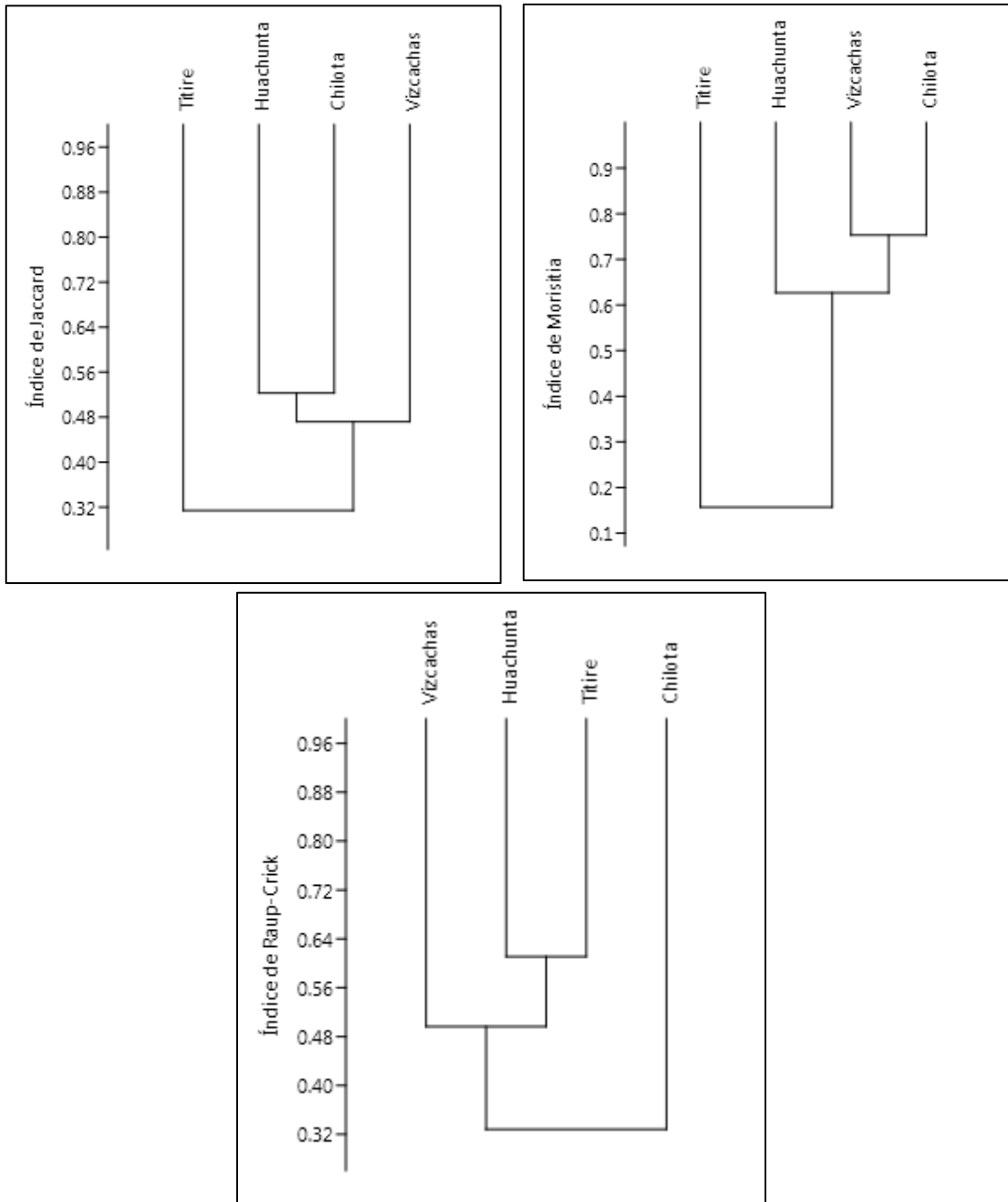


Figura 39. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

1.3. Componente: MAMÍFEROS

1.3.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de mamíferos 25 marzo al 31 de marzo y del 07 al 11 de junio del 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

La evaluación de roedores y marsupiales pequeños consistió en métodos de captura, utilizando trampas de captura viva “Sherman” y “Tomahawk”. En cada transecto se colocaron 25 estaciones espaciadas cada 10 m compuesta por un par de trampas Sherman y/o Tomahawk. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla, miel de abeja, pasas y alpiste.

Los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos. El registro de mamíferos mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, restos óseos, madrigueras, etc.) de la presencia de estos animales en el área, enfocado principalmente en la taruka y el guanaco. Además, se complementó la información con registros oportunistas y encuestas a pobladores. No se evaluó la presencia de mamíferos domésticos (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

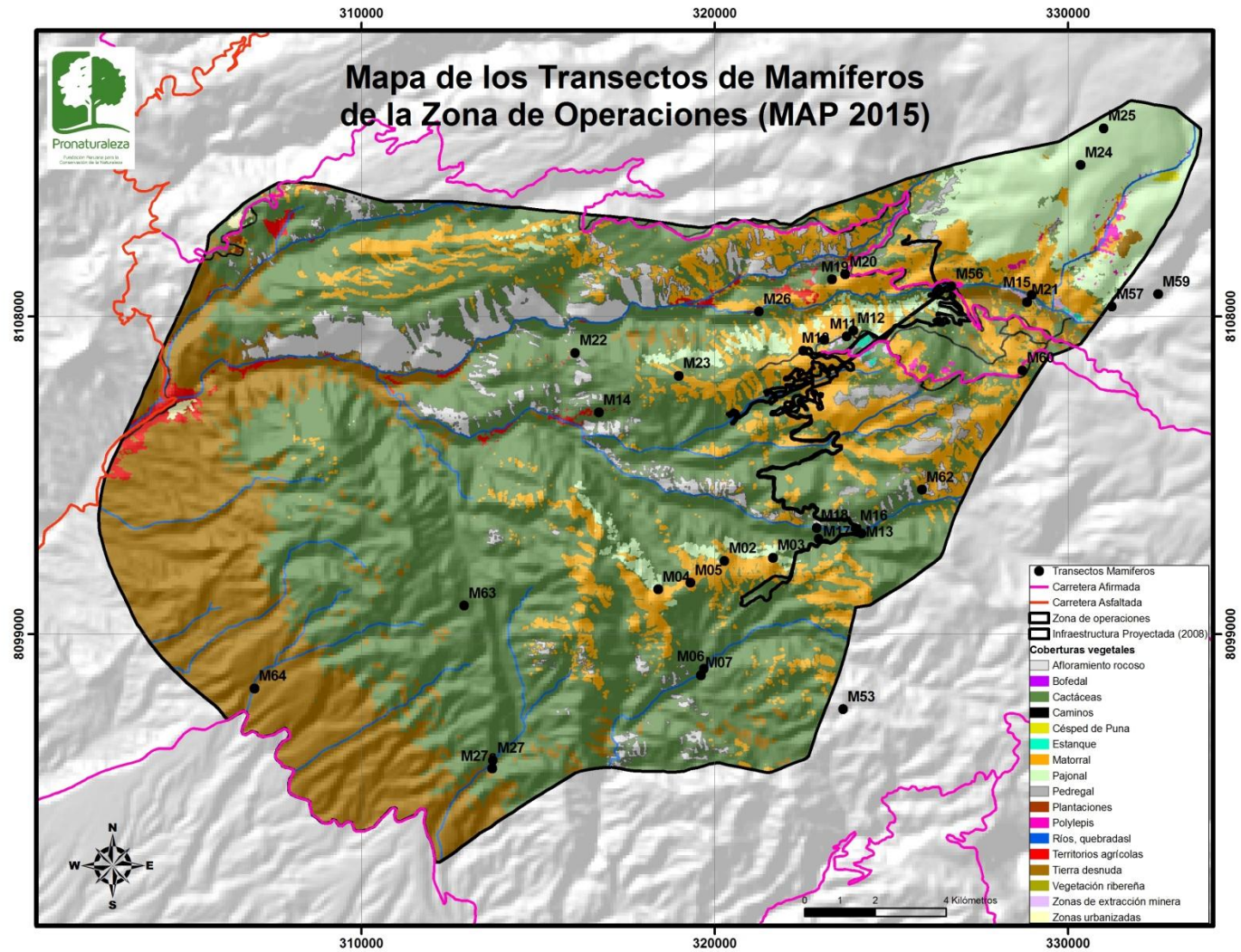


Figura 40. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

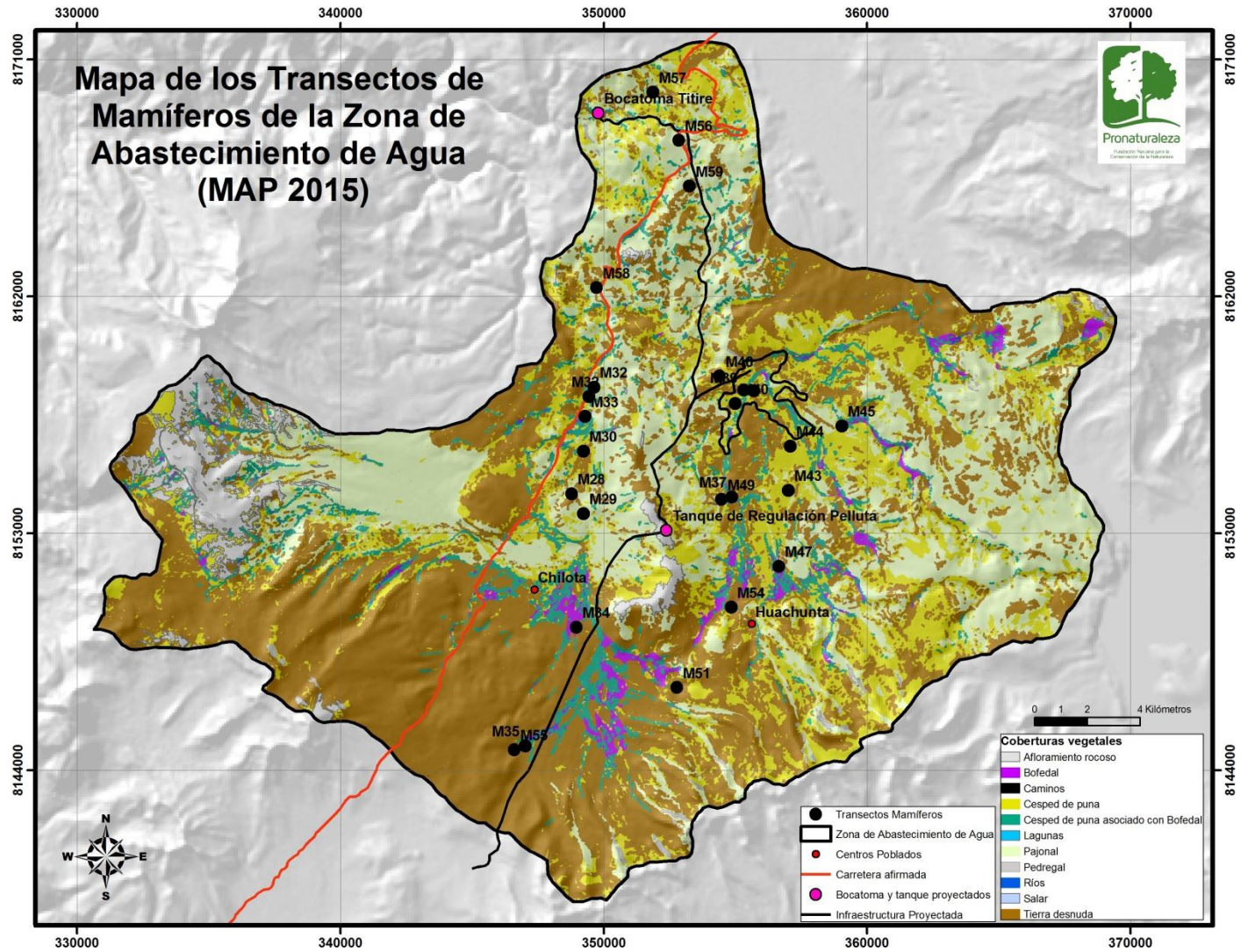


Figura 41. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.3.2. Resultados del Componente Mamíferos

1.3.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Los resultados de las evaluaciones de campo señalan un registro total de 9 especies de mamíferos distribuidas en 4 familias y 3 órdenes taxonómicos. El orden Rodentia presentó seis especies de dos familias mientras el orden Carnívora presentó una especie de la familia Canidae y por último el orden Cetartiodactyla presentó dos especies de una familia (E&E PERÚ S.A. 2015).

De los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 5 especies del orden Rodentia, todos pertenecientes a la familia Cricetidae. La especie que presentó mayor abundancia fue *Phyllotis xanthopygus* con 13 individuos registrados, seguida de *Akodon albiventer* con 5 individuos.

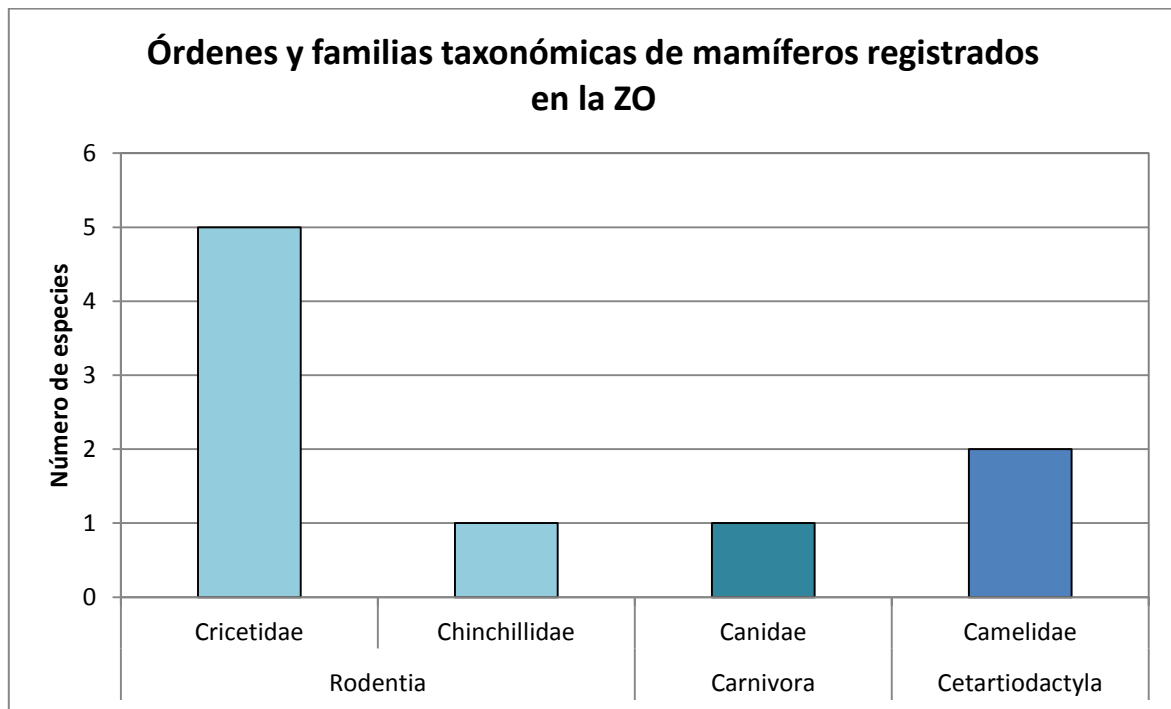


Figura 42. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época húmeda 2015)

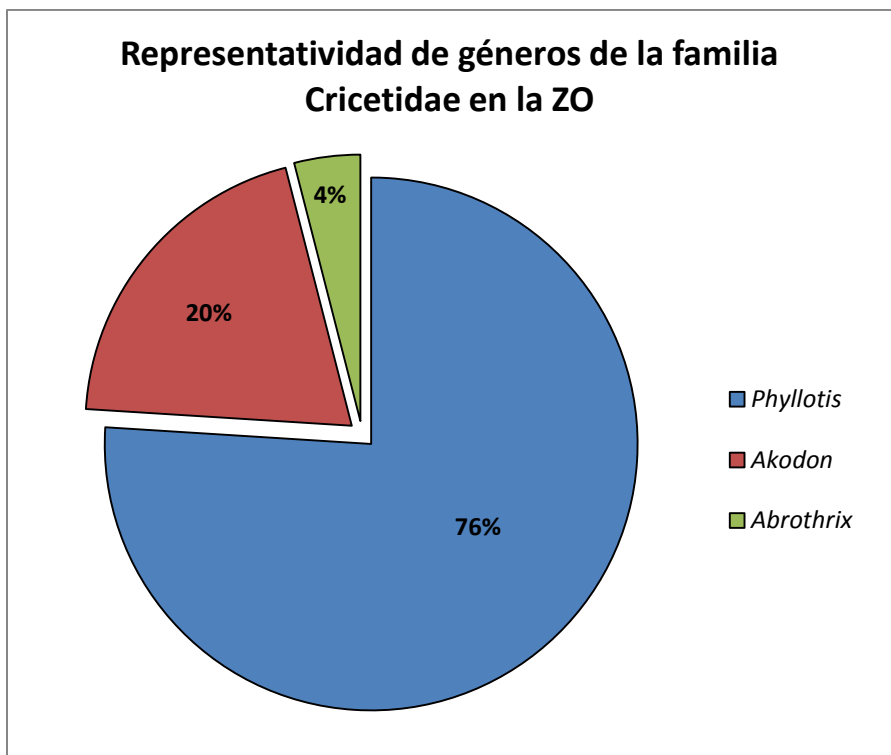


Figura 43. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época húmeda 2015)

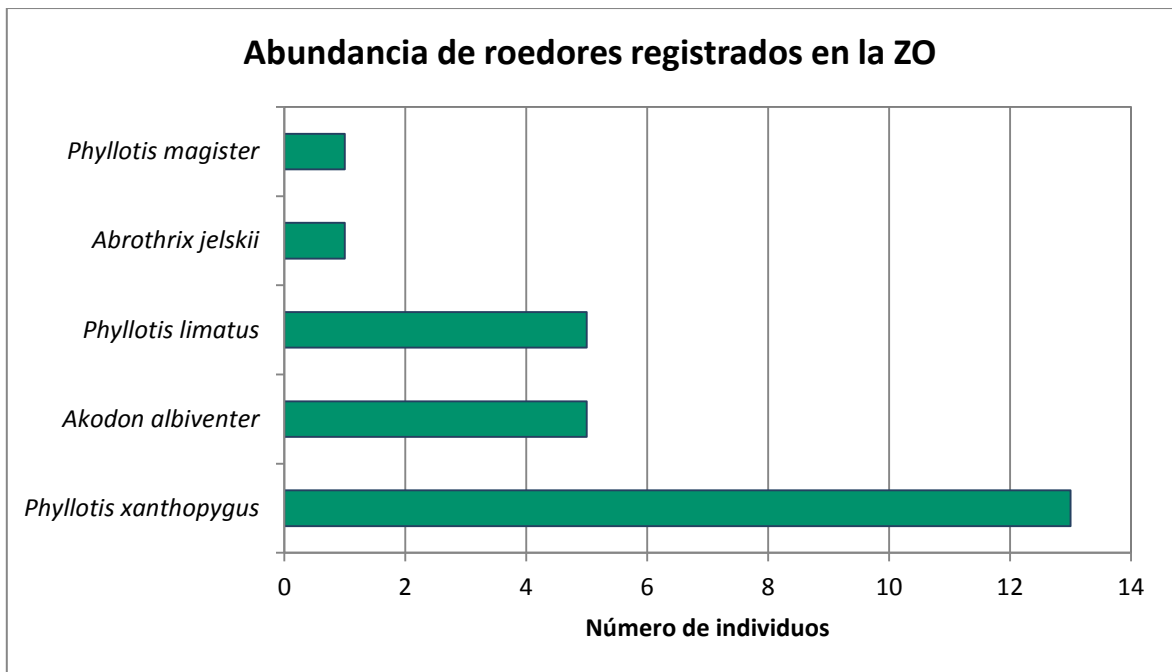


Figura 44. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época húmeda 2015)

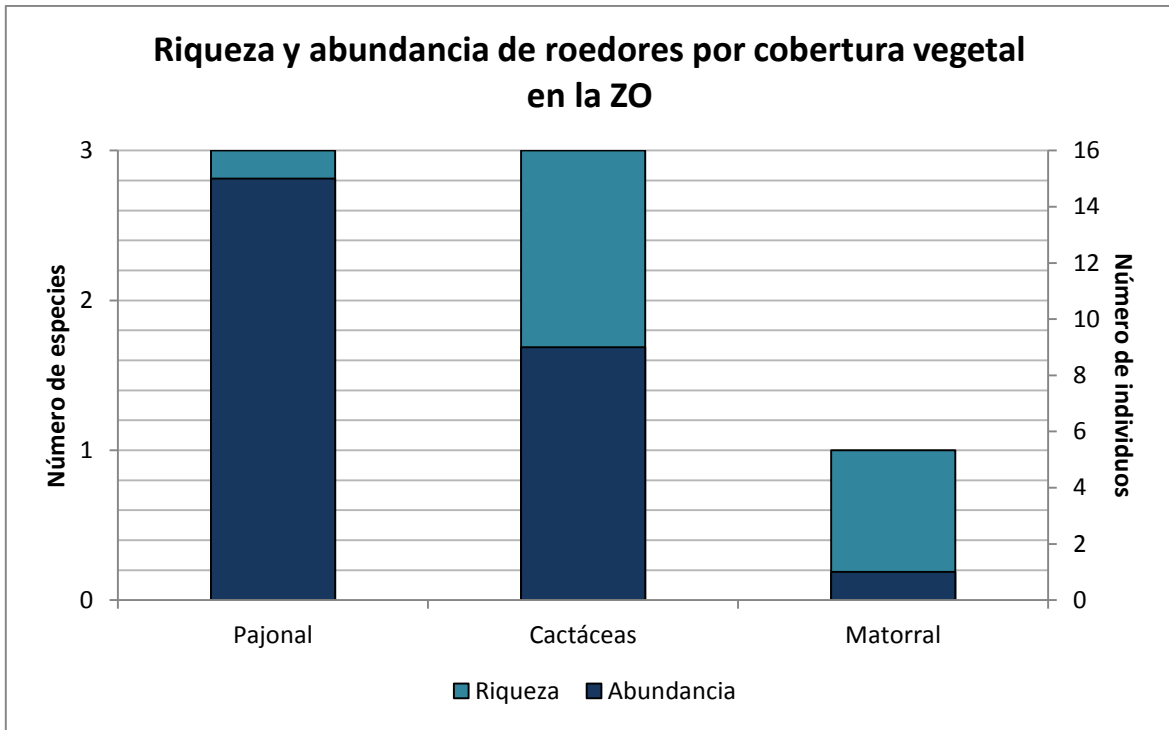


Figura 45. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

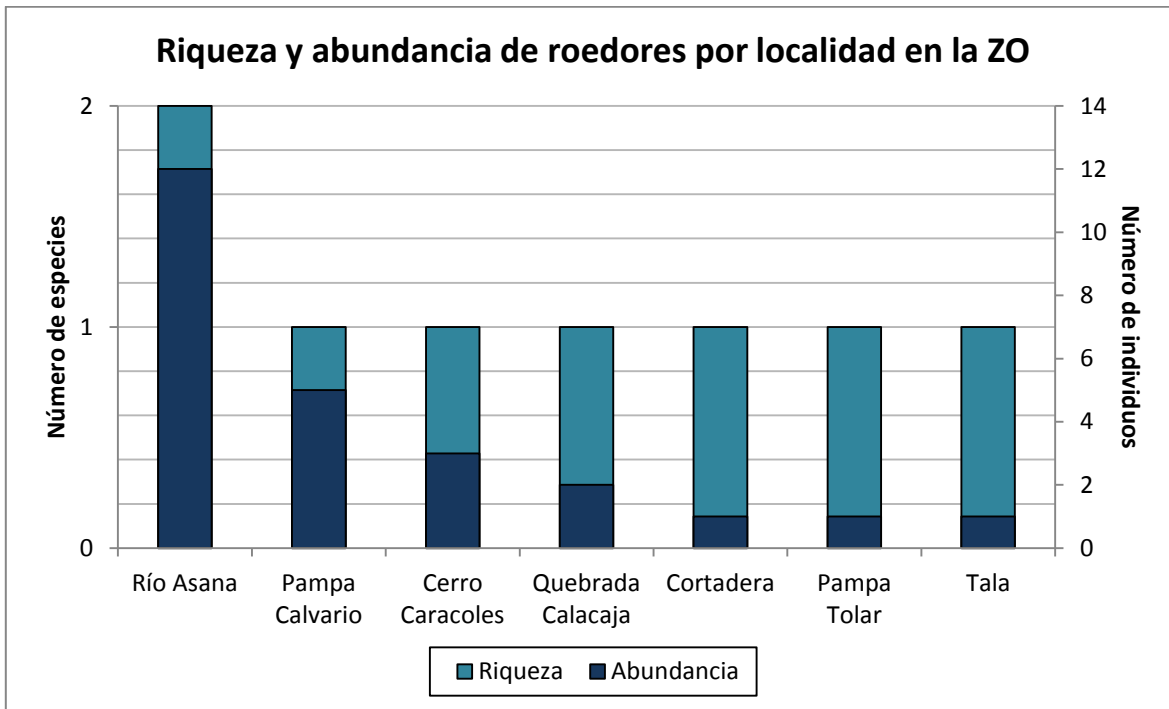


Figura 46. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 9. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	0.965	0.8783	0.9102
Matorral	0	-	0
Pajonal	0.8532	0.7766	0.7385

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 10. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Caracoles	0	-	0
Cortadera	0	-	0
Pampa Calvario	0	-	0
Pampa Tolar	0	-	0
Quebrada Calacaja	0	-	0
Río Asana	0.2868	0.4138	0.4024
Tala	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO

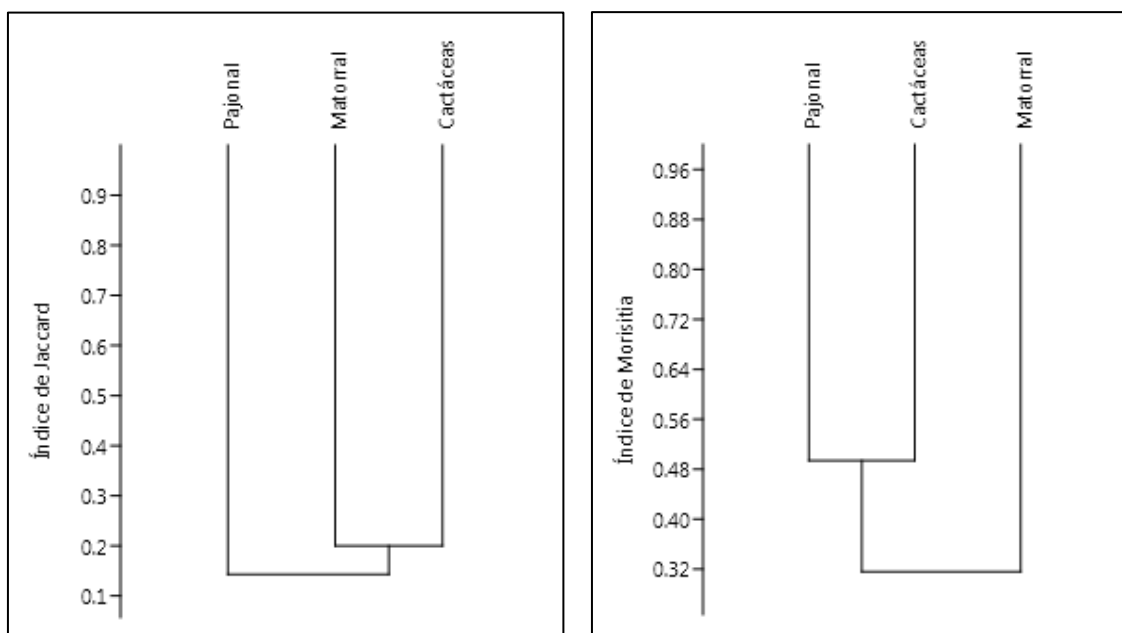


Figura 47. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

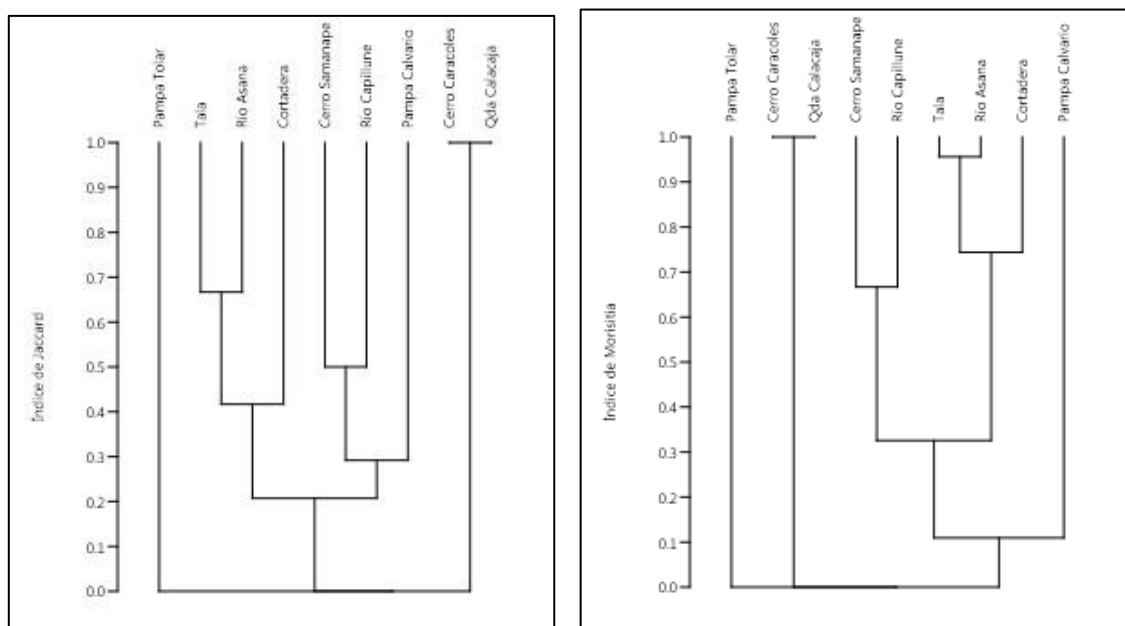


Figura 48. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.3.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para esta zona se registraron 13 mamíferos distribuidos en seis familias y tres órdenes taxonómicos. Los roedores son el grupo predominante con nueve taxa, mientras los ungulados presentaron dos y los carnívoros una especie (E&E PERÚ S.A., 2015).

En los transectos evaluados se registró 9 especies del orden Rodentia distribuidas en 3 familias. La especie *Lagidium viscacia* fue la que presentó mayor cantidad de registros. De la familia Cricetidae las especies con mayor abundancia fueron: *Phyllotis xanthopygus* (4 individuos) seguida de *Calomys lepidus* y *Akodon albiventer* (2 individuos).

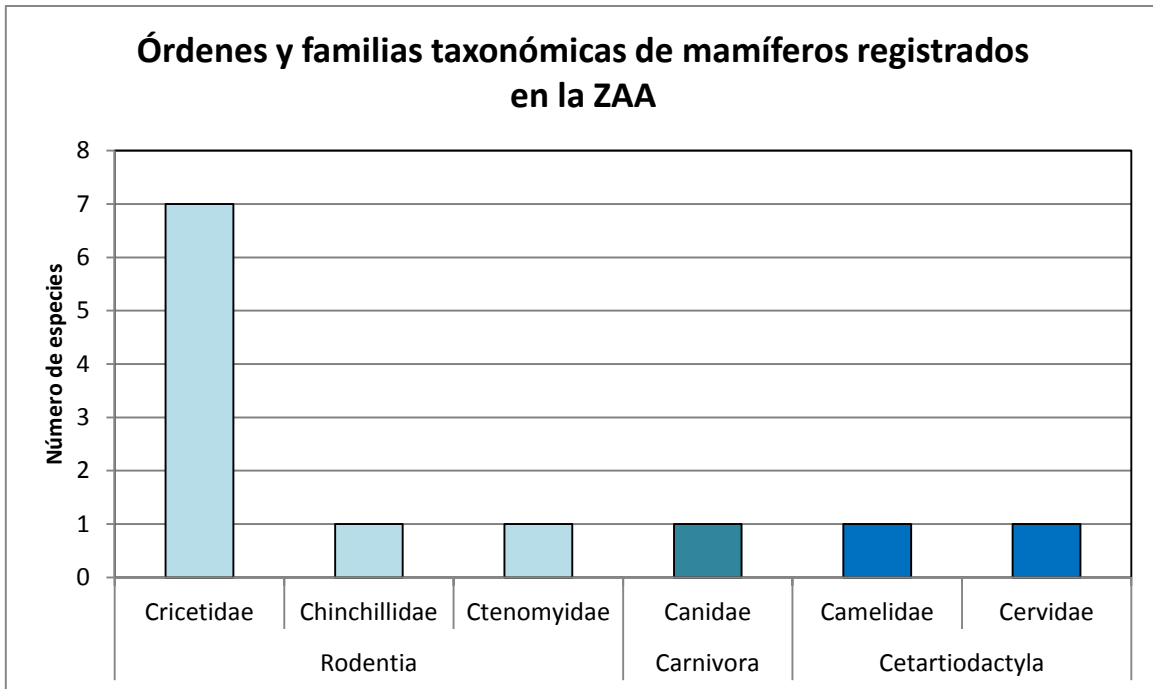


Figura 49. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda 2015)

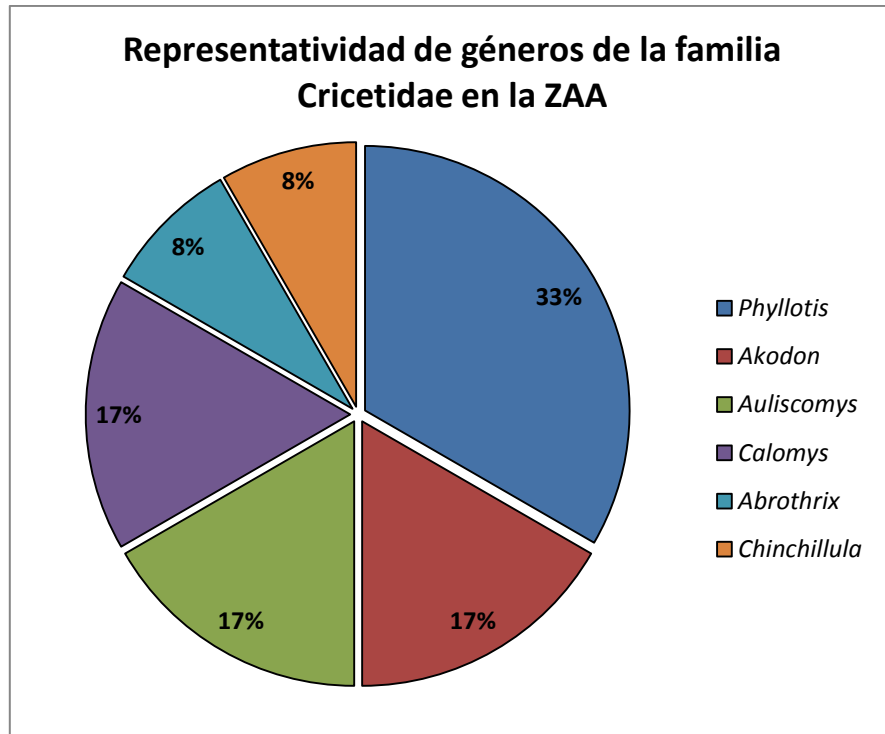


Figura 50. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época húmeda 2015)

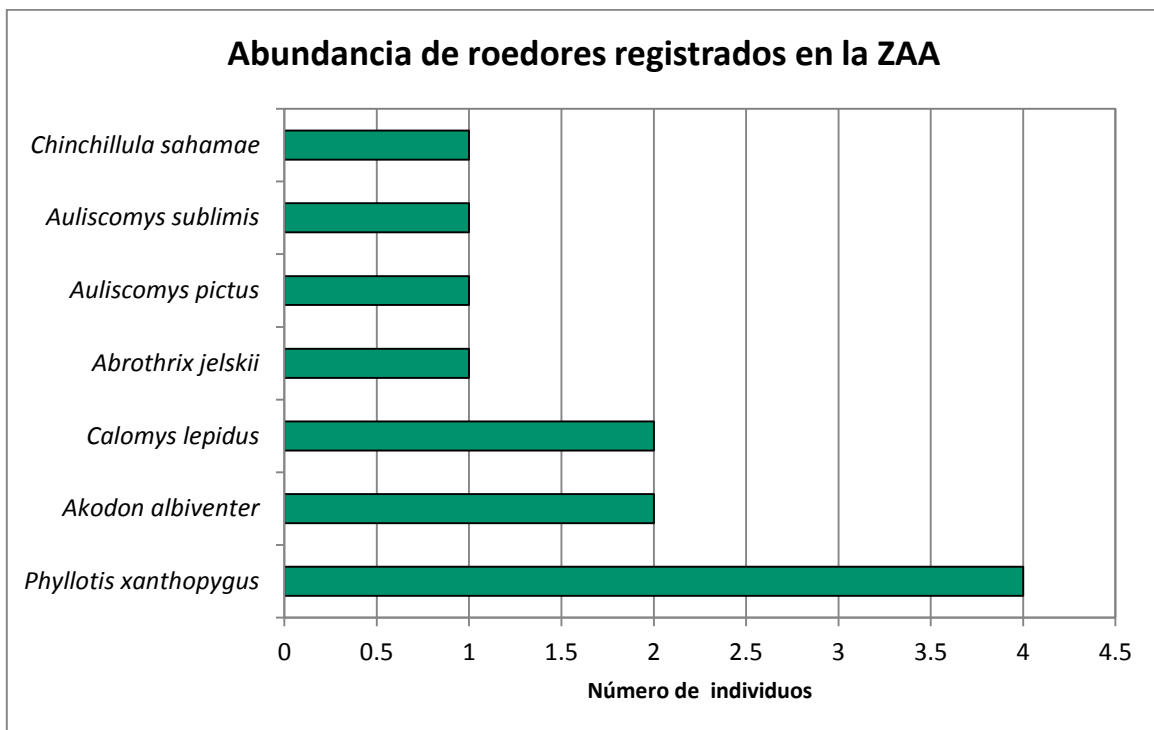


Figura 51. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época húmeda 2015)

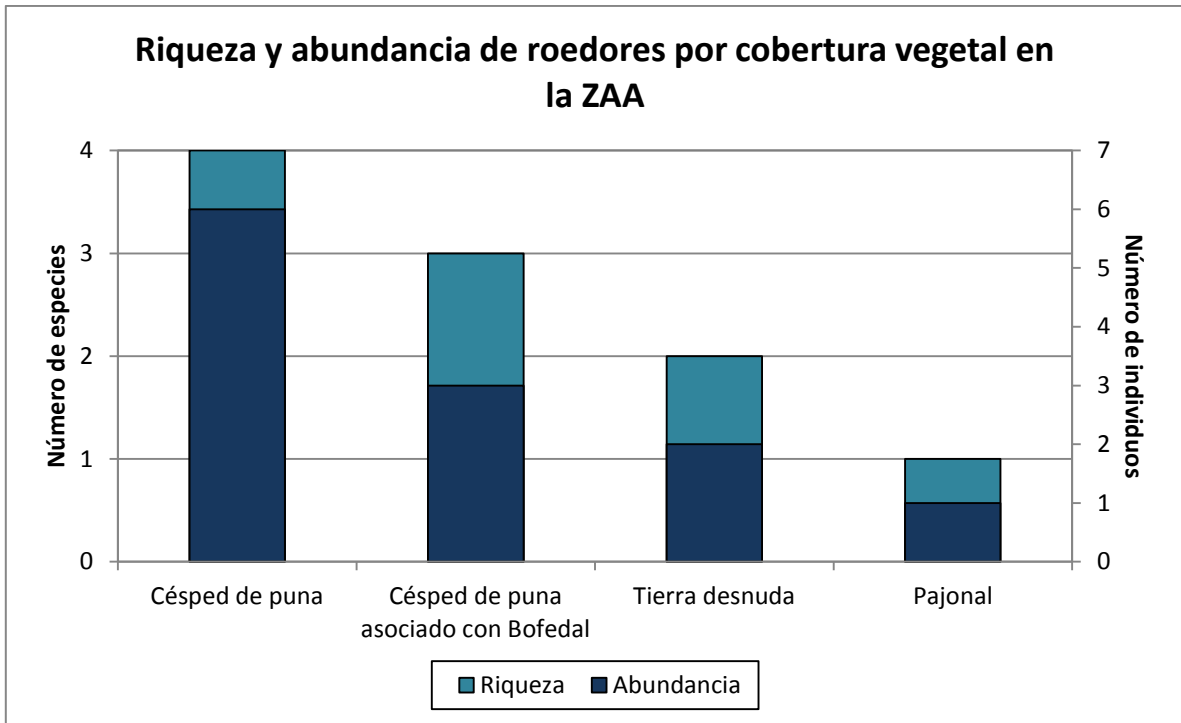


Figura 52. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

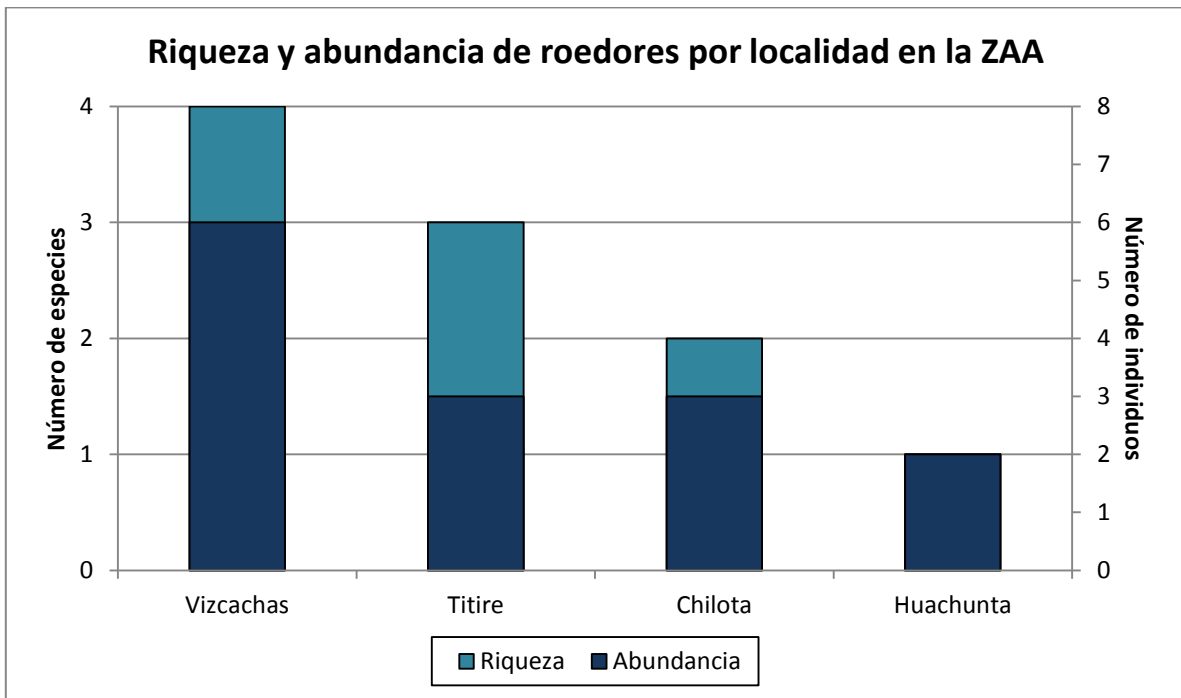


Figura 53. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 11. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	1.242	0.8962	1.674
Césped de puna asociado con Bofedal	1.099	1	1.82
Pajonal	0	-	0
Tierra desnuda	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

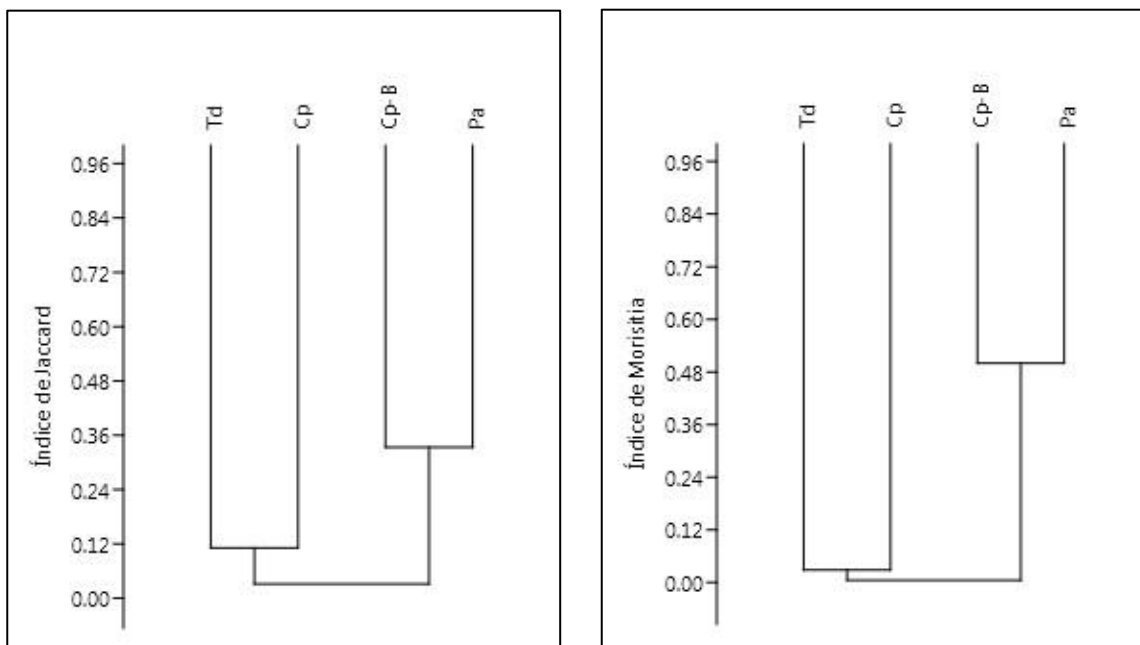
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 12. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.099	1	1.82
Huachunta	0.6931	1	1.443
Titire	1.099	1	1.82
Vizcachas	1.242	0.8962	1.674

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA



Td= Tierra desnuda; Cp= Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con bofedal; Pa= Pajonal

Figura 54. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

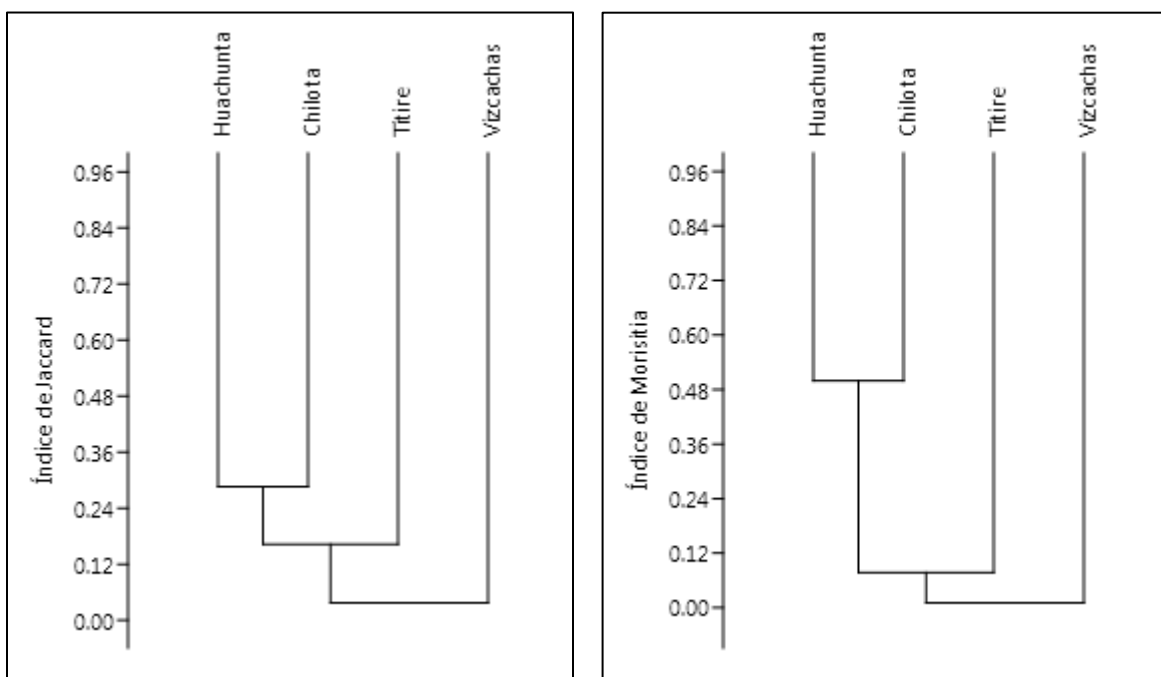


Figura 55. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

1.4. Componente: HERPETOFAUNA

1.4.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

Las evaluaciones corresponden al monitoreo de la época húmeda y se realizaron en dos ingresos a campo, el primero entre el 25 de Abril y 01 de Mayo de 2015, y el segundo entre el 07 y 13 de Junio de 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

Para la presente evaluación el método de muestreo utilizado fue el Visual Encounter Survey (VES) (Crump y Scott, 1994), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Cada uno de los recorridos VES corresponde a una unidad de muestreo, estos fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro área de estudio y se realizaron durante el día (entre 08:00 y 16:00 Hrs.). Cada recorrido VES tuvo una duración de 30 minutos. Para cada VES se tomó nota de las coordenadas de inicio y final del recorrido, las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, el número de especies e individuos registrados, hora de registro, y otros datos relevantes (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

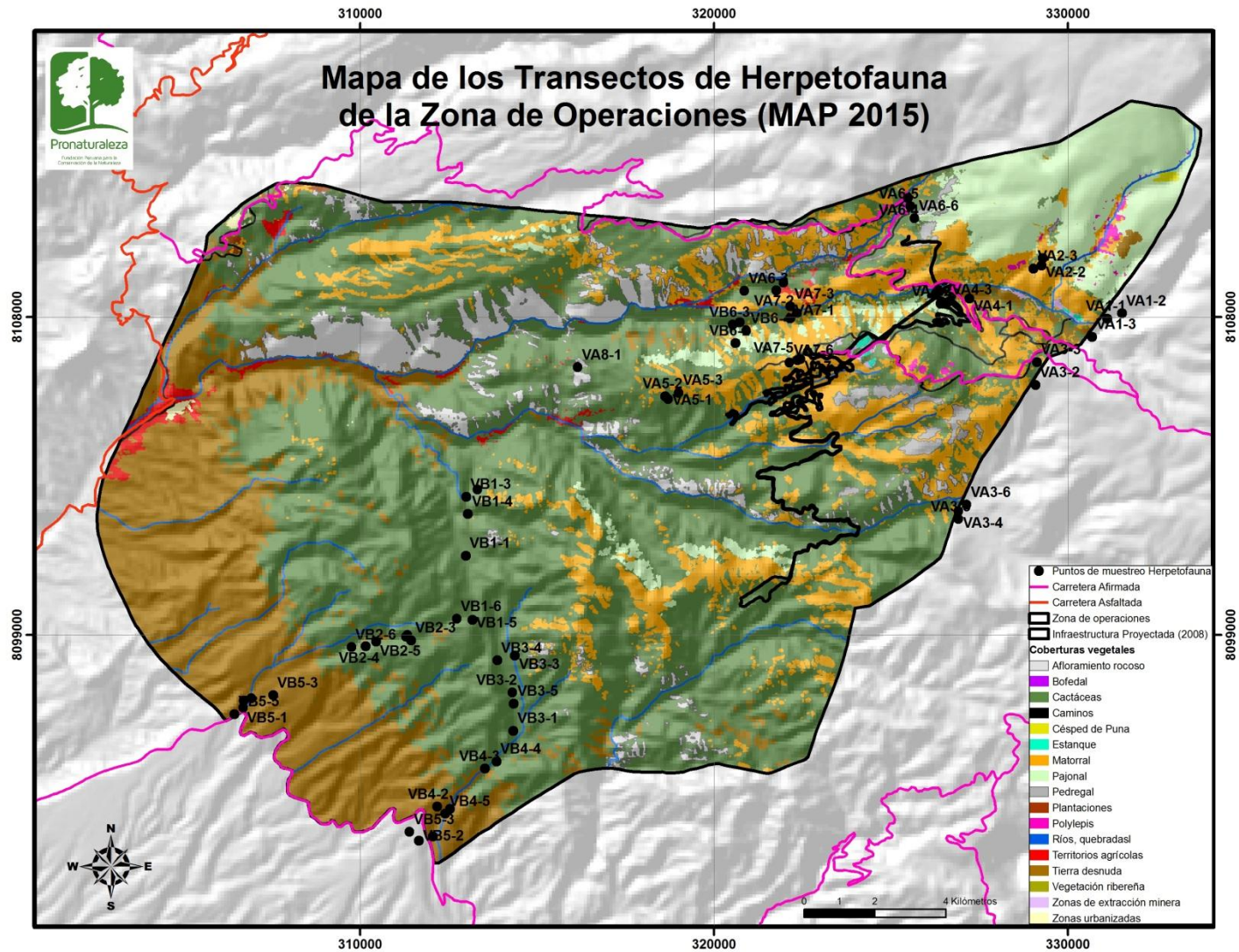


Figura 56. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

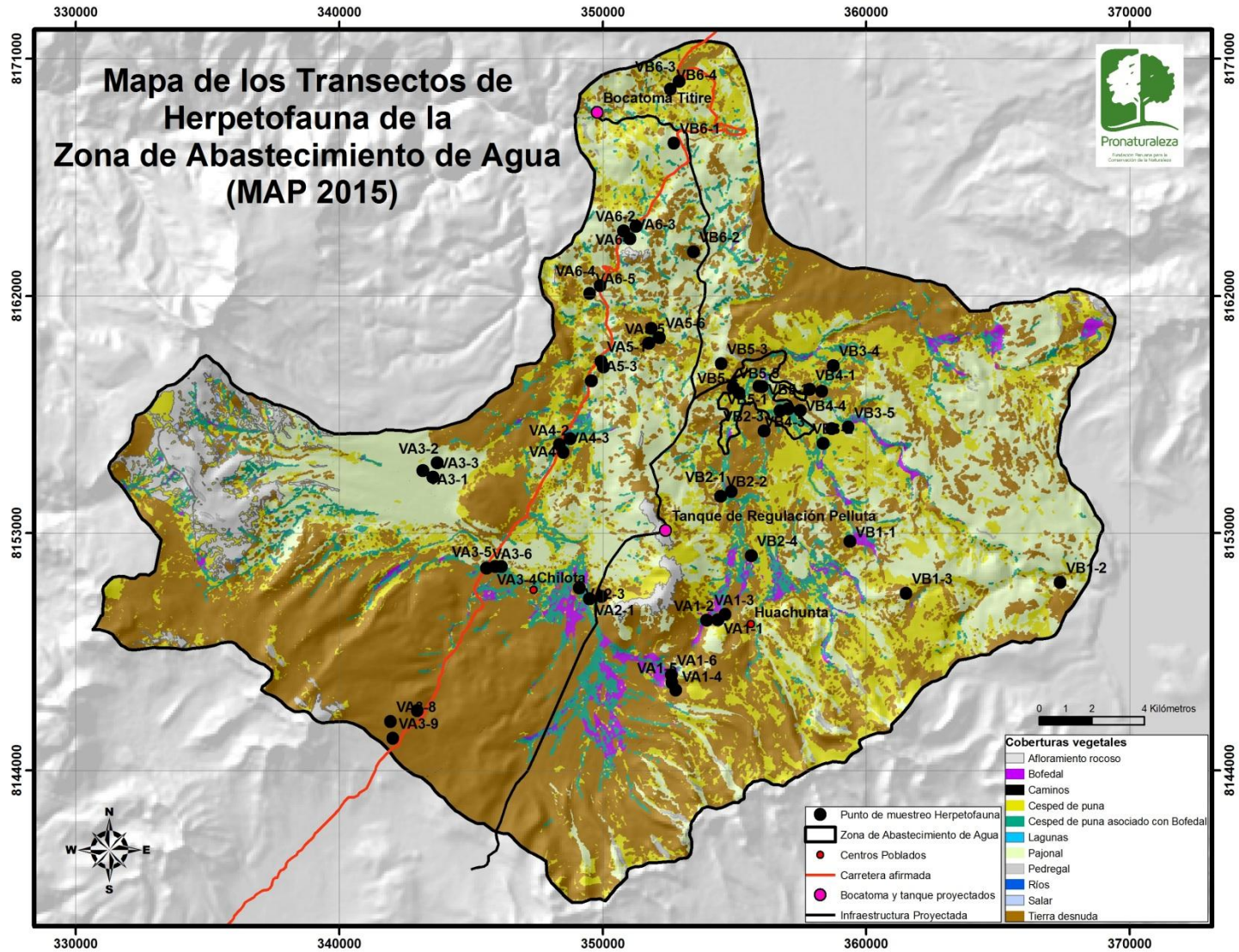


Figura 57. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.4.2. Resultados del Componente Herpetofauna

1.4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para el área de operaciones se tuvo una riqueza específica de seis especies entre herpetofauna: cuatro reptiles y dos anfibios. Las cuatro especies de reptil se distribuyen en un orden, cuatro familias y cuatro géneros, las dos especies de anfibio se distribuyen en un orden, dos familias y dos géneros. Todas las familias de herpetofauna presentaron el mismo número de especies (una especie para cada familia) (E&E PERÚ S.A. 2015).

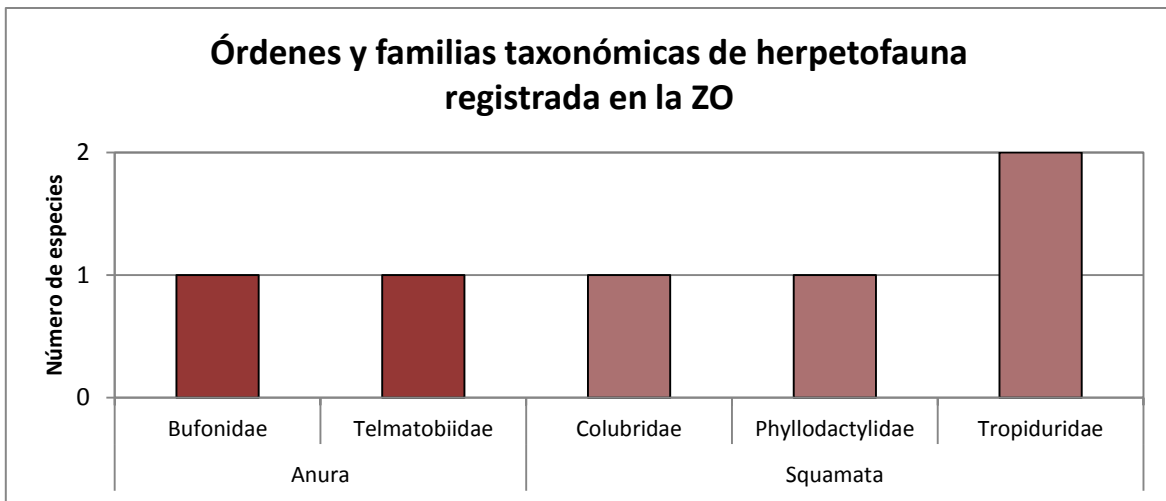


Figura 58. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)

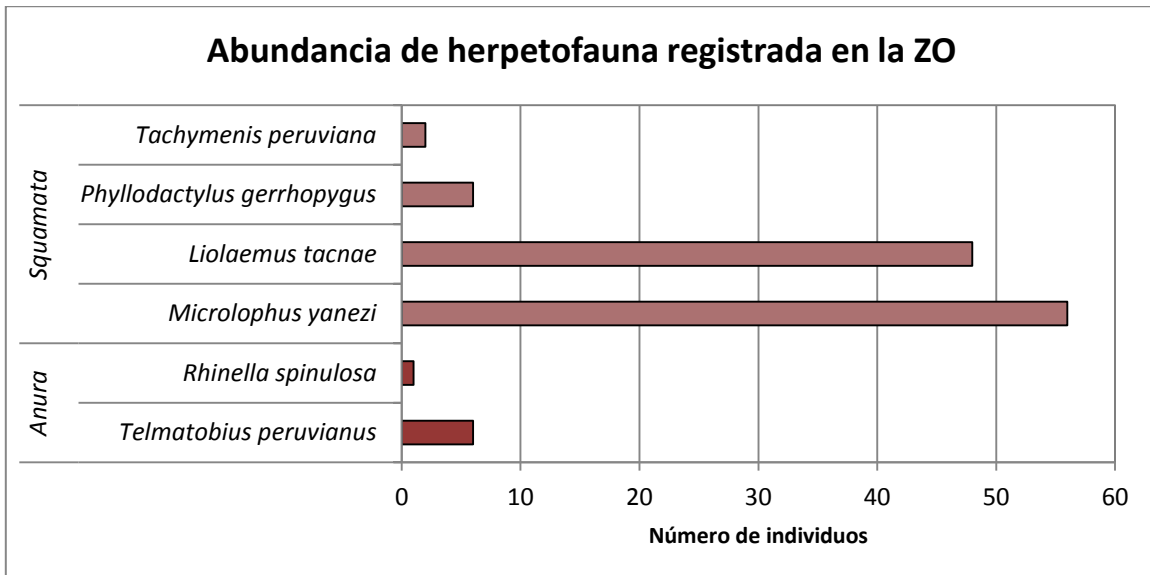


Figura 59. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)

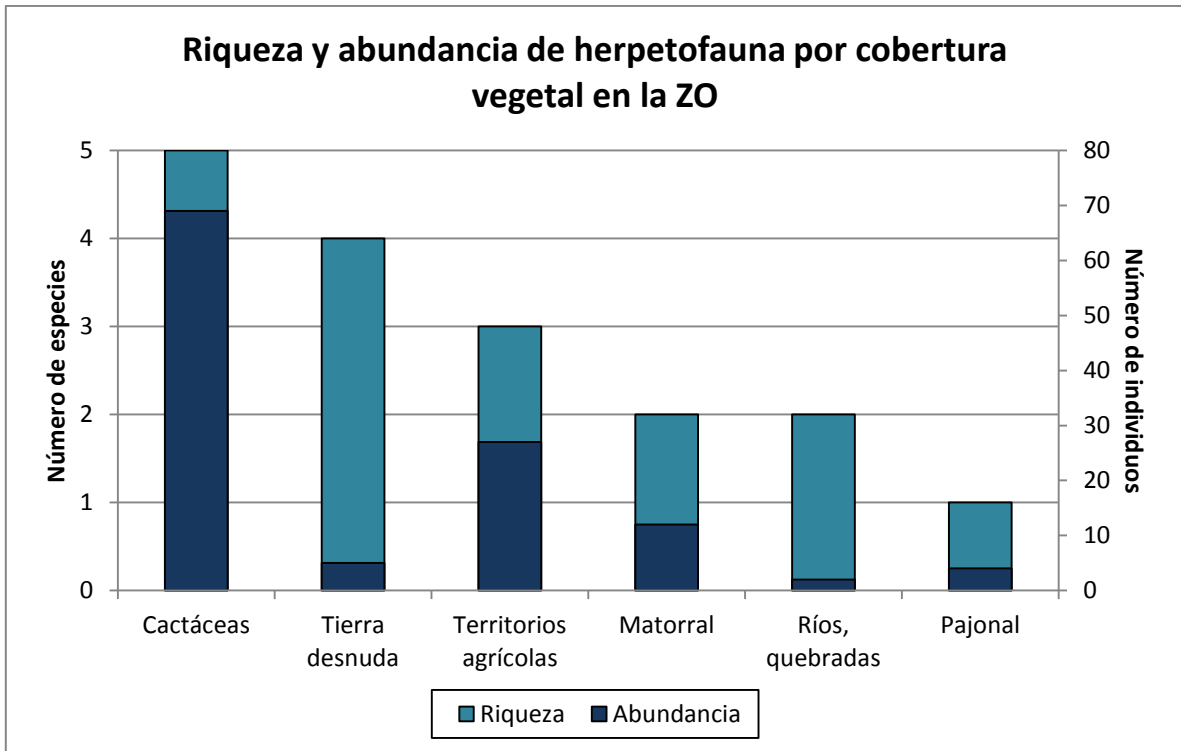


Figura 60. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

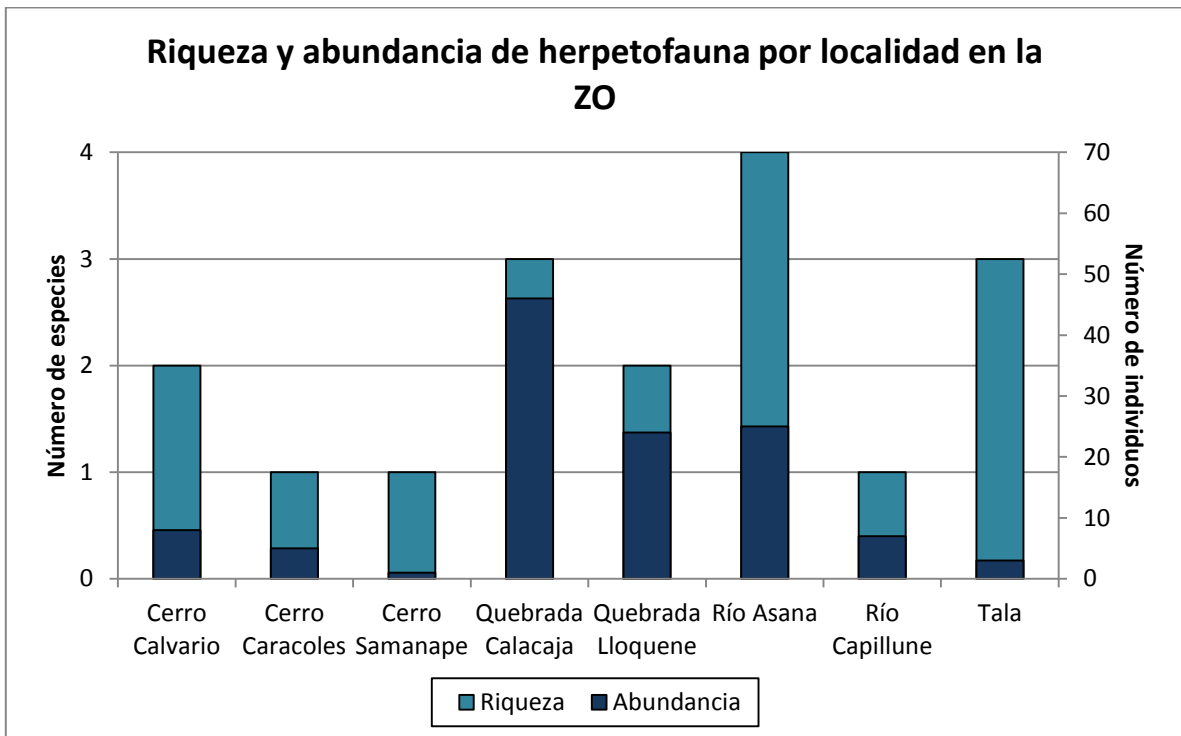


Figura 61. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 13. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	1.028	0.6385	0.9447
Matorral	0.4506	0.65	0.4024
Pajonal	0	-	0
Territorios agrícolas	0.6931	1	1.443
Tierra desnuda	0.8655	0.7878	0.6068
Ríos, quebradas	1.332	0.961	1.864

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

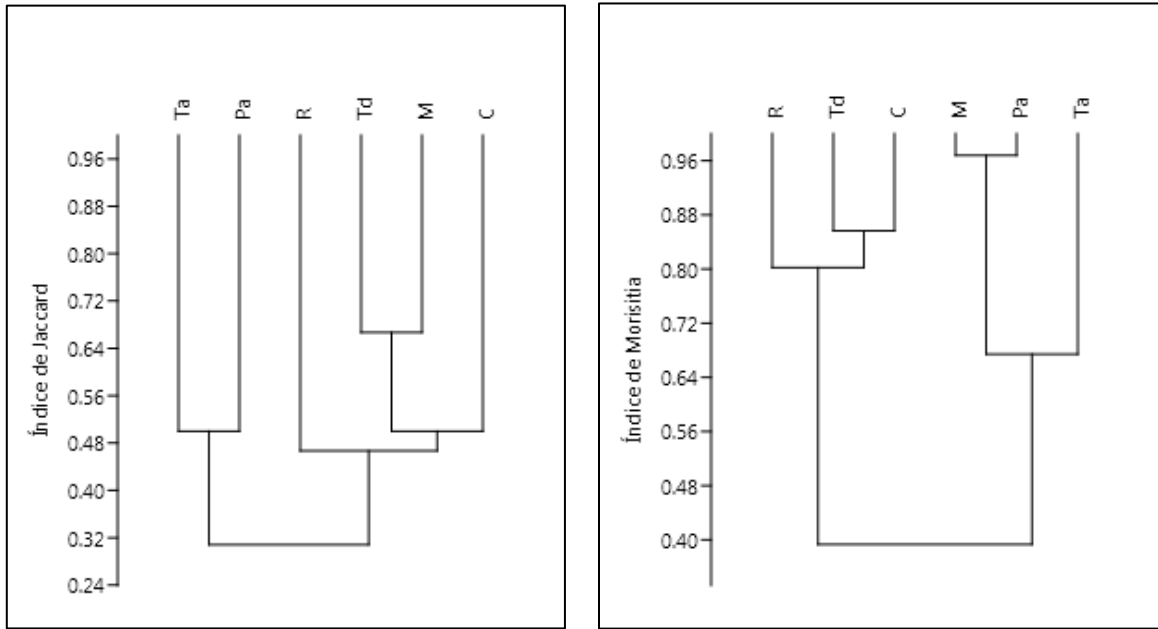
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 14. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	0.3768	0.4809	0.5436
Cerro Caracoles	0	0	-
Cerro Samanape	0	0	-
Quebrada Calacaja	0.8389	0.5224	0.7636
Quebrada Lloquene	0.4506	0.3147	0.65
Río Asana	1.186	0.932	0.8554
Río Capillune	0	0	-
Tala	1.099	1.82	1

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO



C= Cactáceas; M= Matorral; Pa= Pajonal; R= Ríos; Ta= Territorios agrícolas; Td= Tierra desnuda

Figura 62. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

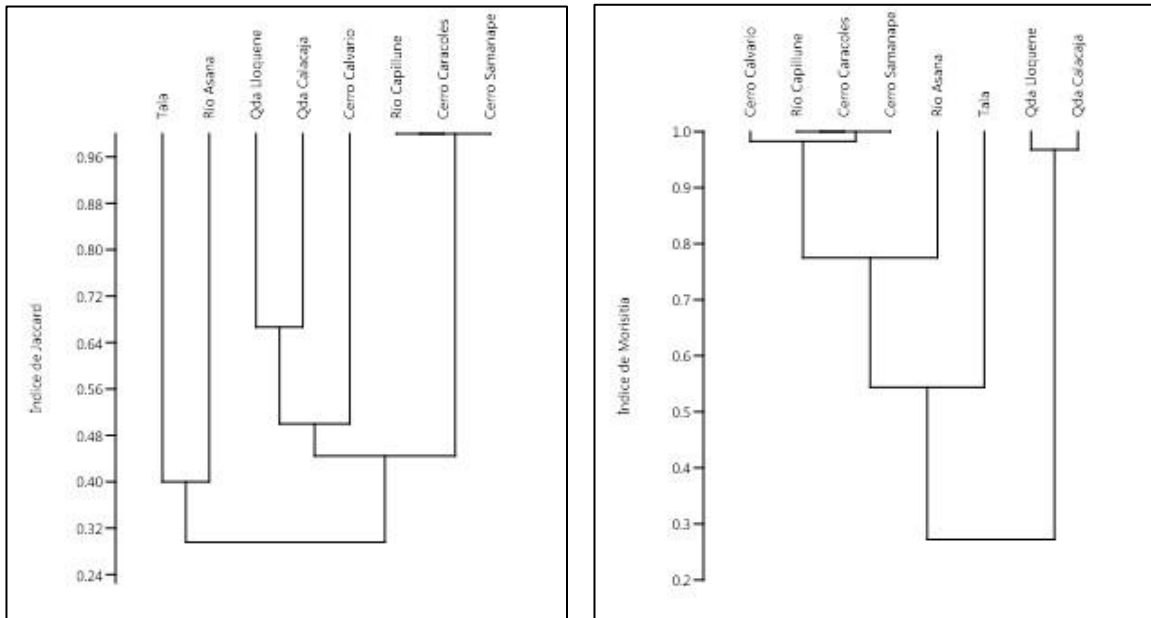


Figura 63. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para esta área se tuvo una riqueza específica de cuatro especies, un reptil y tres anfibios. El único reptil registrado fue *Liolaemus signifer* y pertenece al orden Squamata y Familia Liolaemidae. Las tres especies de anfibio se distribuyen en un orden, tres familias y tres géneros. (E&E PERÚ S.A. 2015).

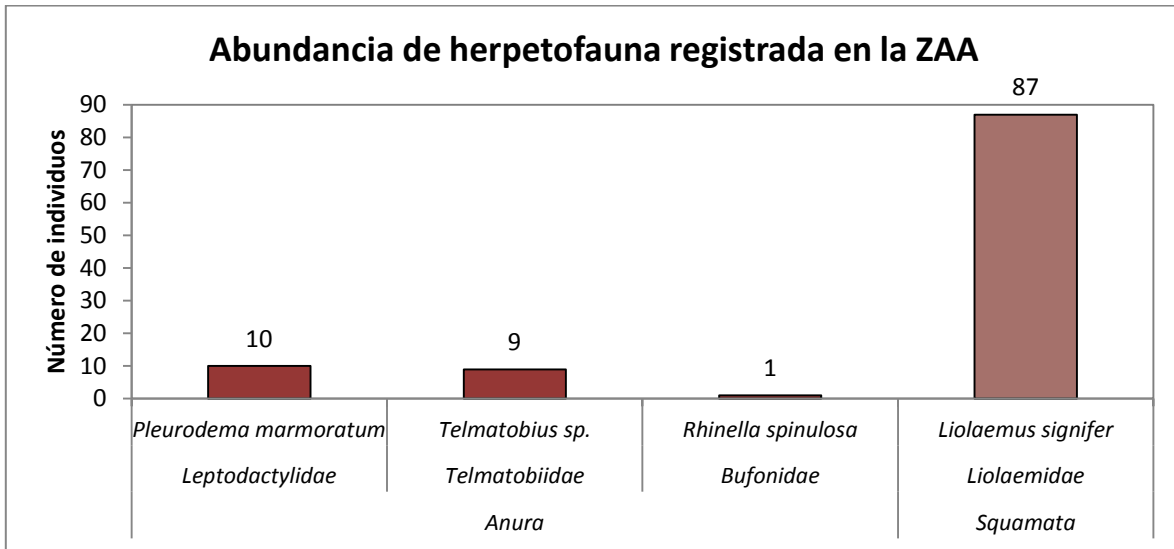


Figura 64. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)

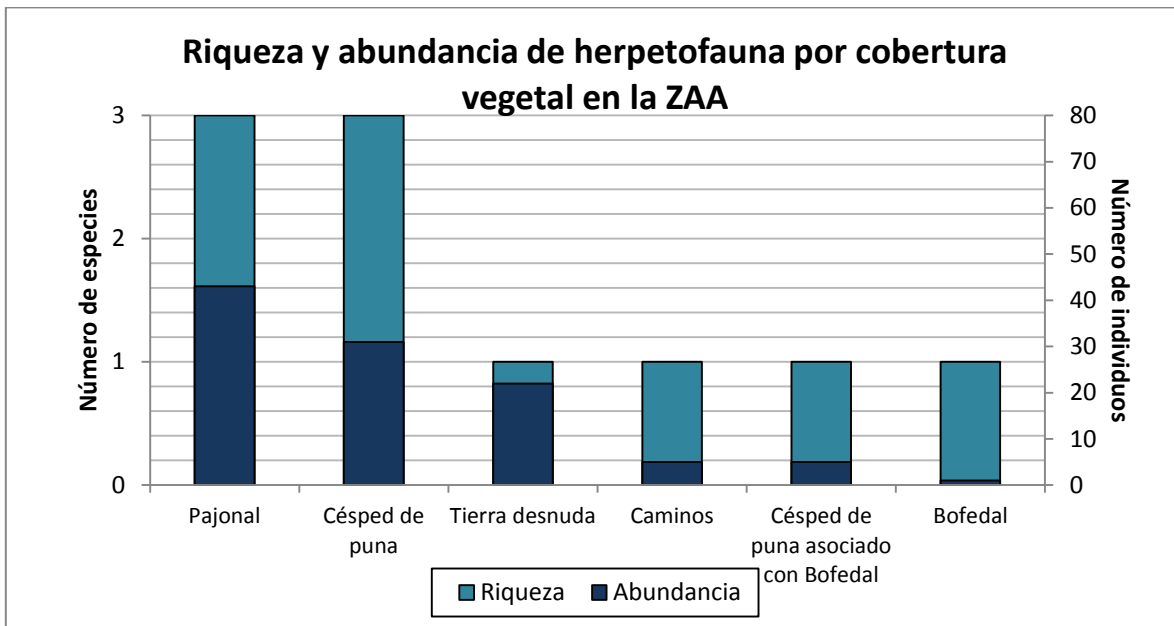


Figura 65. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

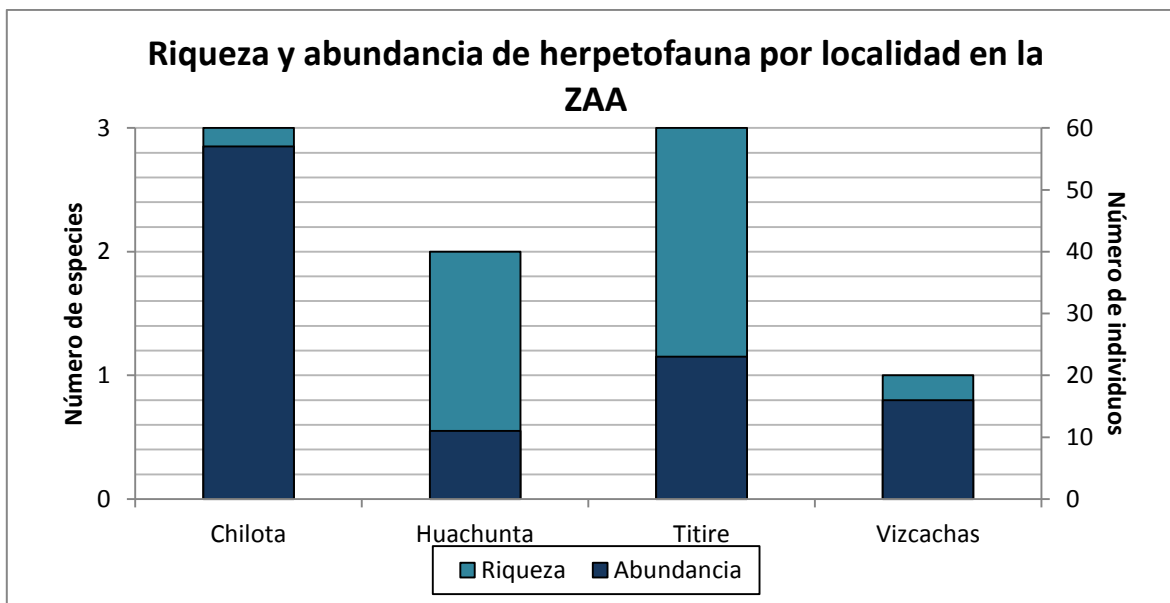


Figura 66. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 15. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	0	-	0
Caminos	0	-	0
Césped de puna	0.6683	0.6083	0.5824
Césped de puna asociado con Bofedal	0	-	0
Pajonal	0.6466	0.5885	0.5317
Tierra desnuda	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

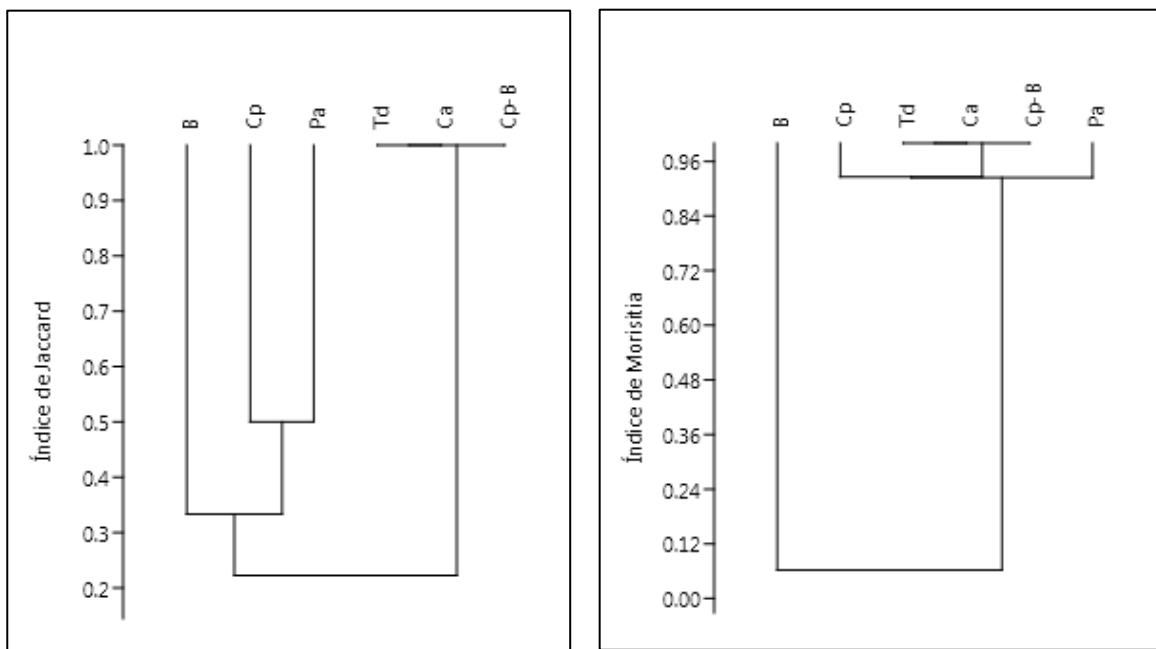
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 16. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	0.4585	0.4173	0.4947
Huachunta	0.3046	0.4395	0.417
Titire	0.8379	0.7627	0.6379
Vizcachas	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Ca= Caminos; Cp= Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con bofedal; Pa= Pajonal; Td= Tierra desnuda

Figura 67. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

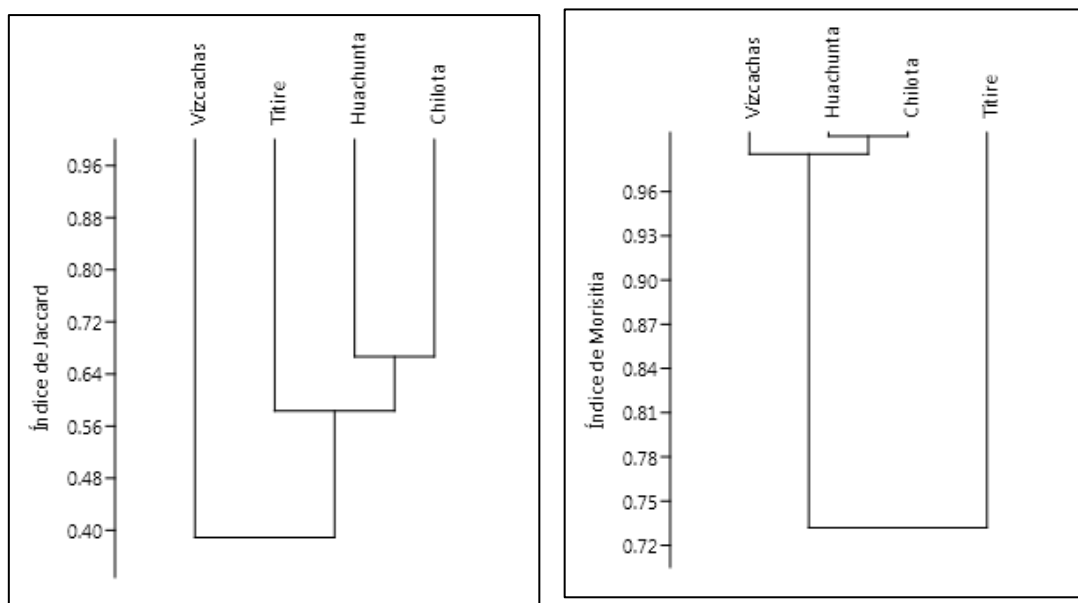


Figura 68. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

**Capítulo II. Resultados de las evaluaciones de los componentes flora y
fauna silvestre 2015 - época seca.**

II. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época seca

2.1. Componente: FLORA SILVESTRE

2.1.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la época seca se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad, se establecieron 120 transectos de 50 m utilizando la metodología de Punto – intersección (Mostacedo y Fredericksen 2000). En cada transecto fueron evaluados 50 puntos, cada punto distanciado por 1 m. En cada punto se colocó una varilla de 1 mm de diámetro y se tomó en cuenta las especies que tuvieron contacto con la varilla y las veces que estas la tocaban (Mostacedo y Fredericksen 2000). Para cada transecto se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo de posicionamiento global (GPS). Así también, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio, desde los 2000 hasta los 4700 msnm. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969), para cada una de ellas se anotó la forma de crecimiento que presentaba según Whitaker (1975) (hierba, arbusto, sufrútice, etc.) (E&E PERÚ S.A., 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

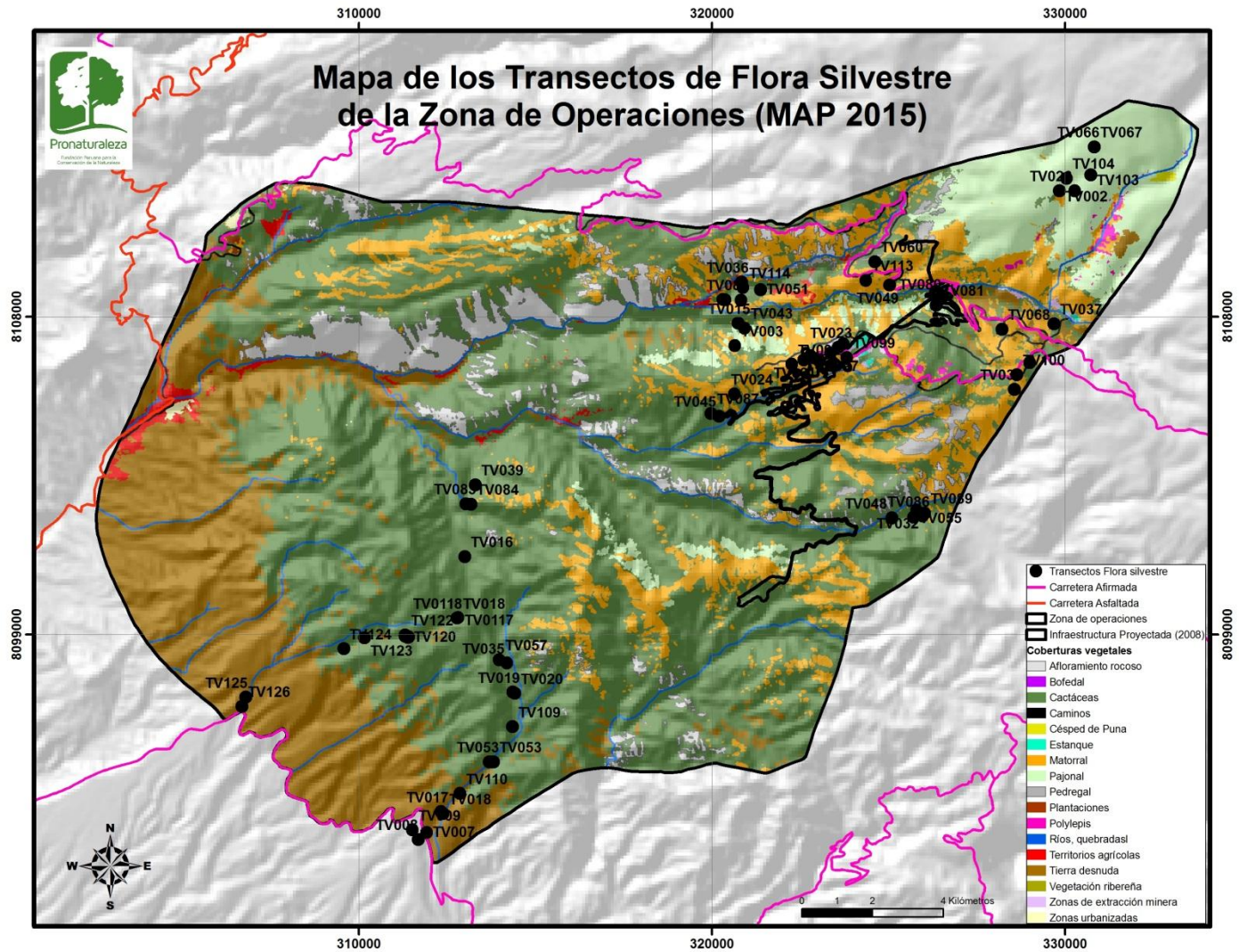


Figura 69. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

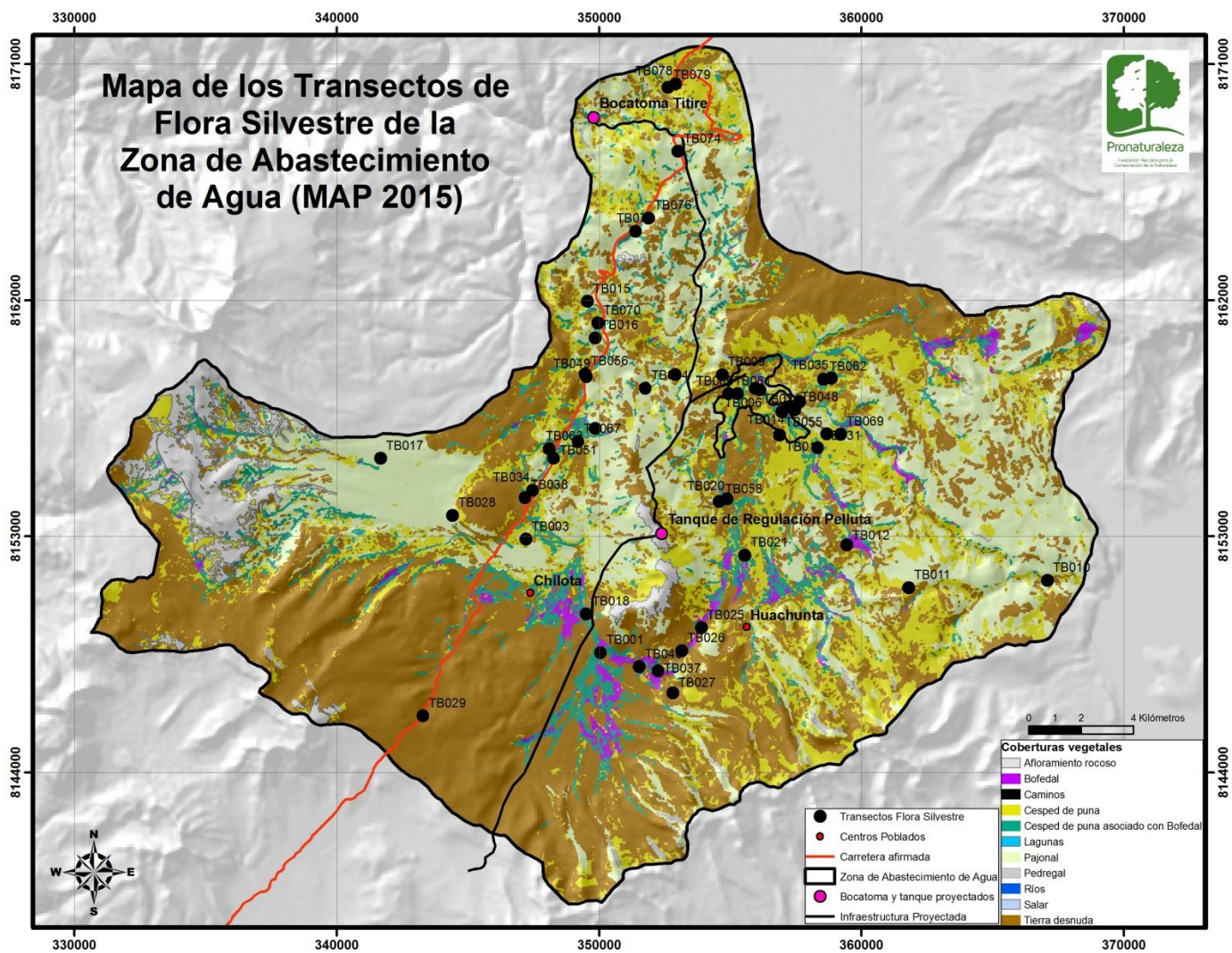


Figura 70. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.1.2. Resultados del Componente Flora silvestre

2.1.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en el muestreo de campo, en esta zona se registró un total de 115 especies agrupadas en 90 géneros y 34 familias. Las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (28 especies) y Poaceae (10 especies). El género *Ambrosia*, perteneciente a la familia Asteraceae, y el género *Vulpia*, de la familia Poaceae, fueron los géneros que presentaron mayor abundancia.

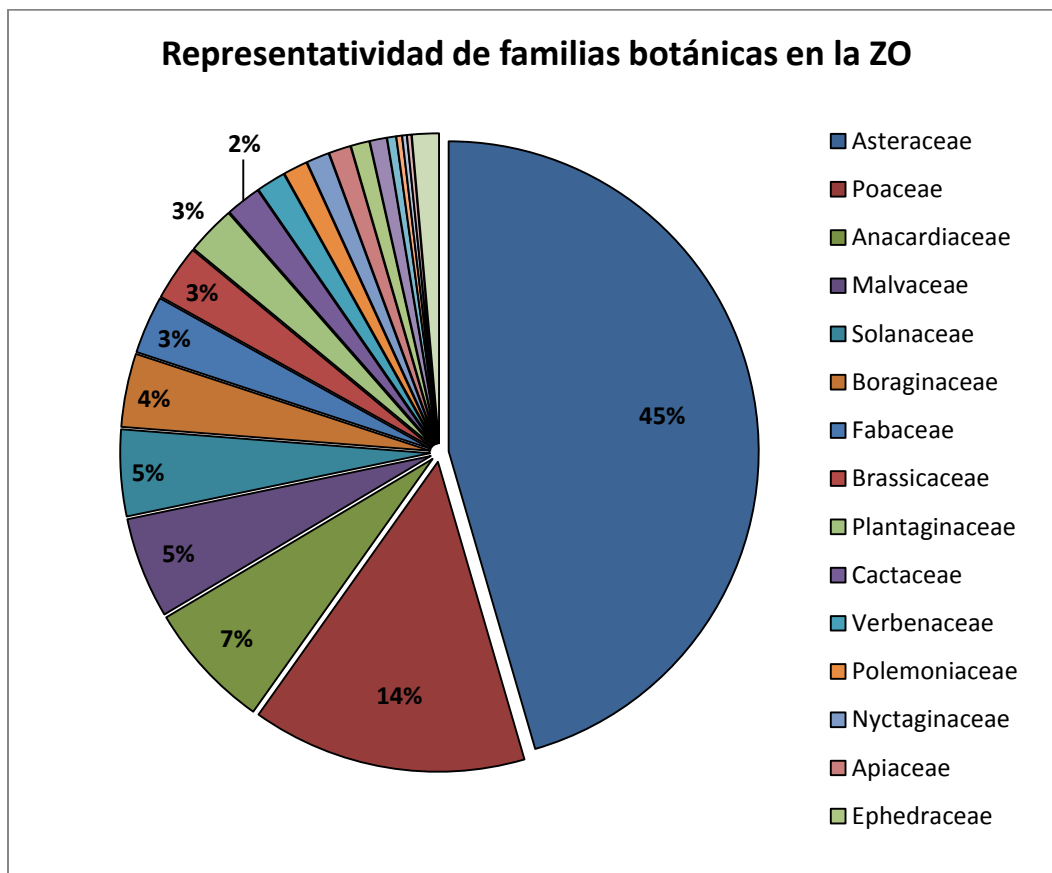


Figura 71. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época seca 2015)

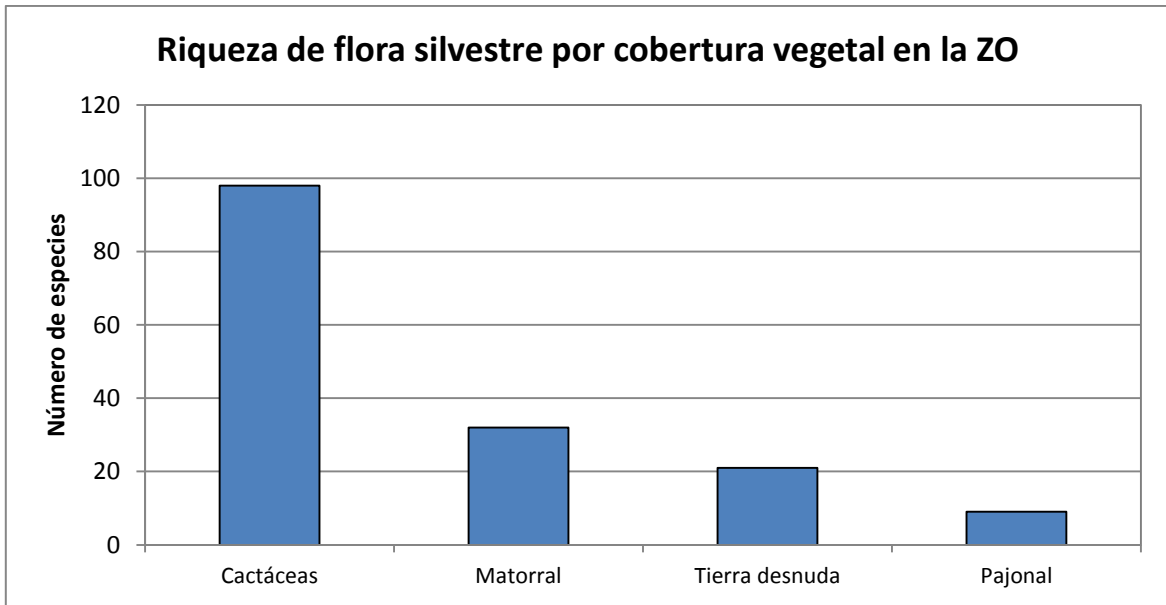


Figura 72. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época seca 2015)

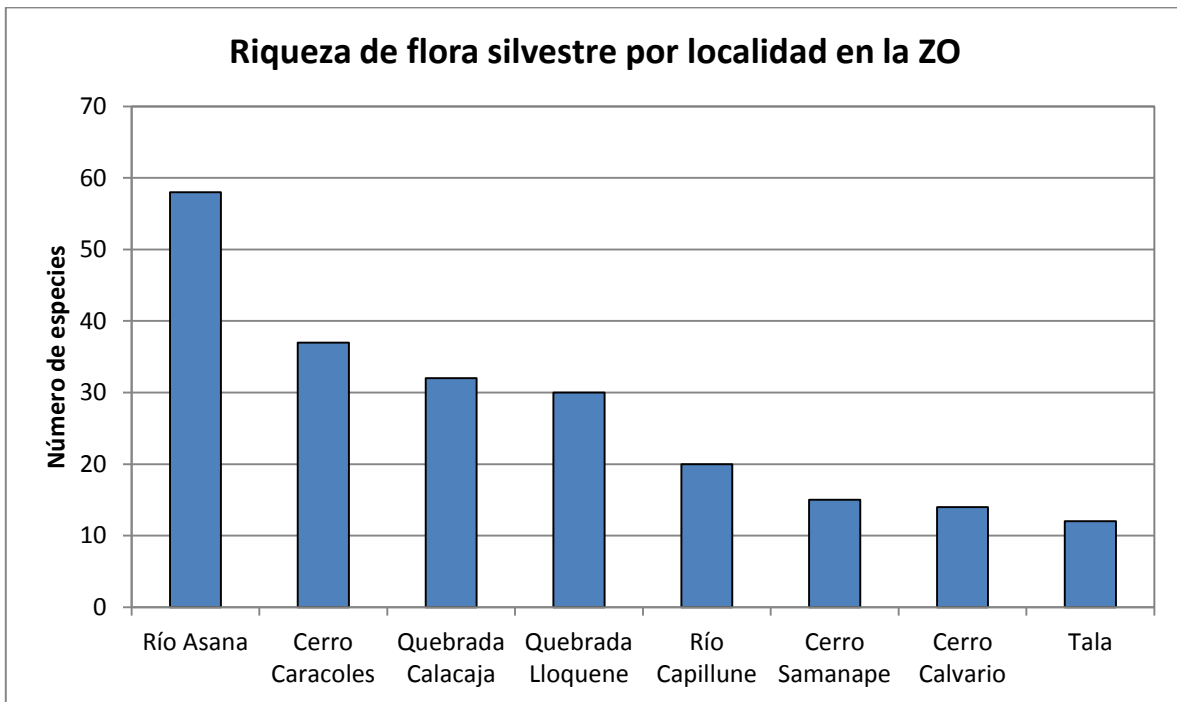


Figura 73. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)

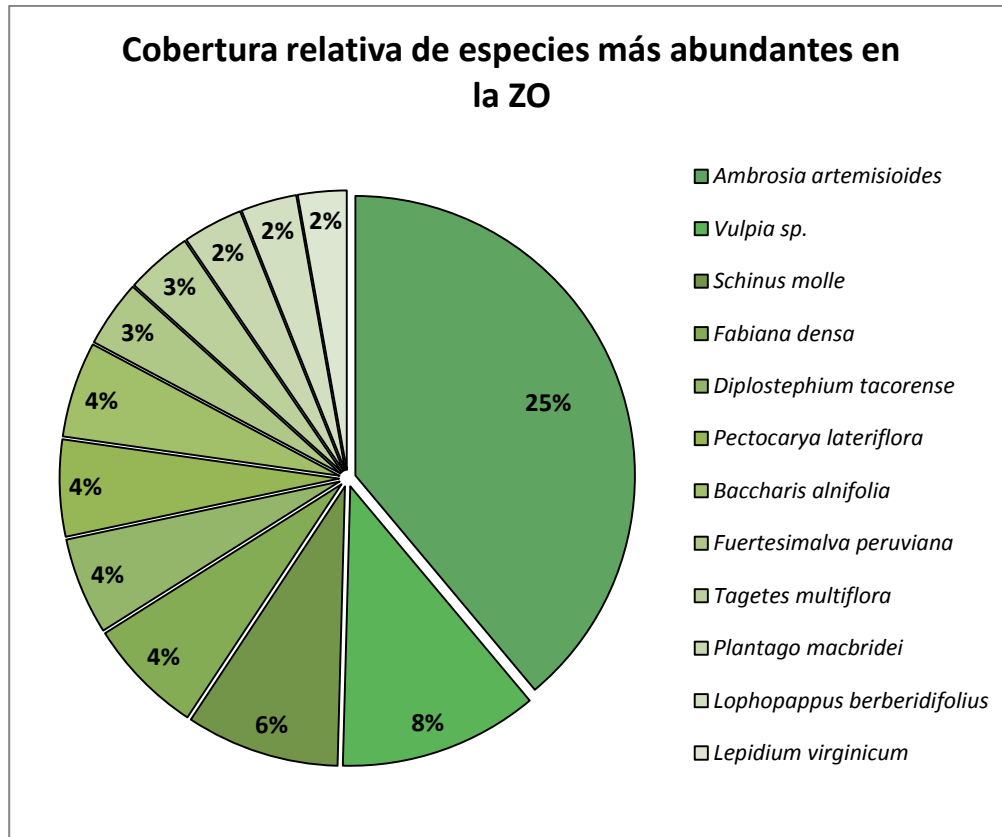


Figura 74. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época seca 2015)

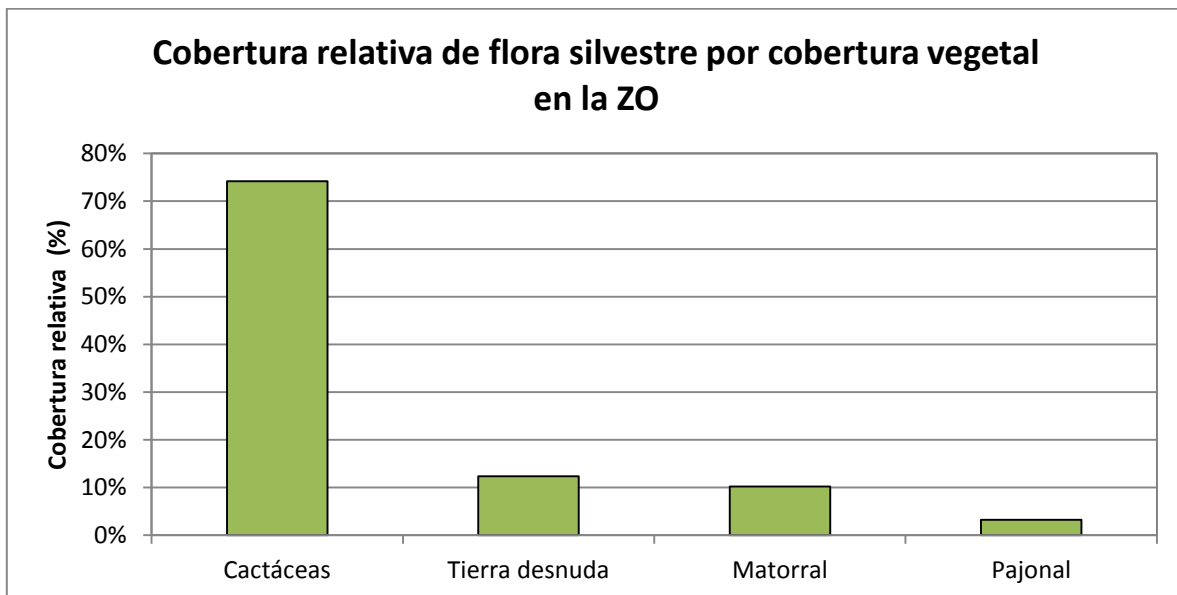


Figura 75. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

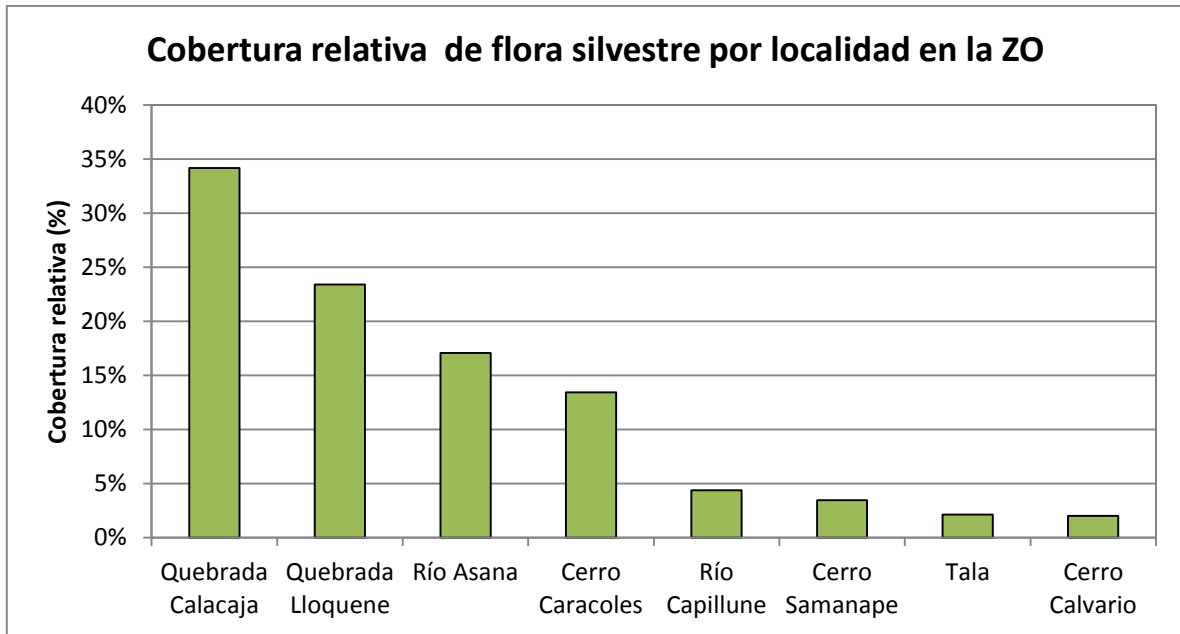
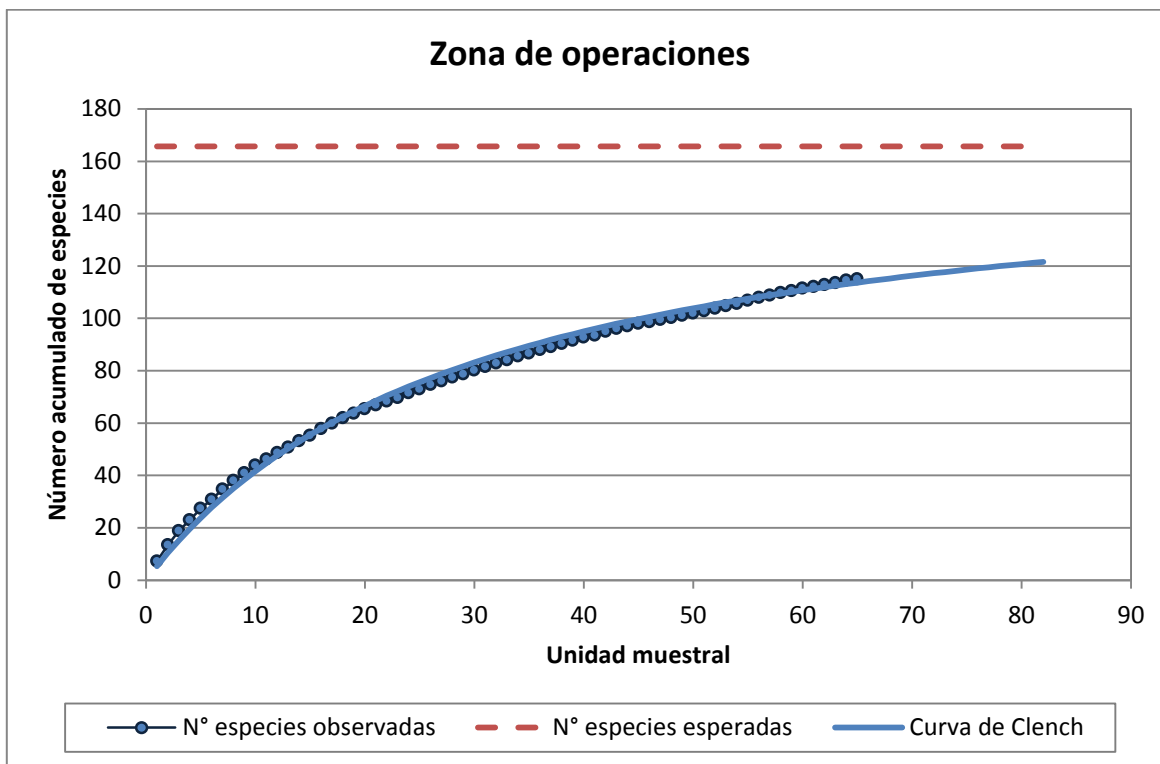


Figura 76. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
115	5.566074	0.033589	69.40%	165.713047	0.992267

Figura 77. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 17. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	3.103	0.6768	11.6
Matorral	2.655	0.7661	4.861
Pajonal	1.672	0.761	1.529
Tierra desnuda	2.401	0.7885	3.044

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 18. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	1.413	0.5354	2.735
Cerro Caracoles	2.798	0.7749	5.412
Cerro Samanape	1.692	0.6247	2.642
Quebrada Calacaja	2.271	0.6552	4.086
Quebrada Lloquene	2.59	0.7615	4.023
Río Asana	3.199	0.7878	8.27
Río Capillune	2.049	0.6841	3.436
Tala	1.679	0.6758	2.286

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO

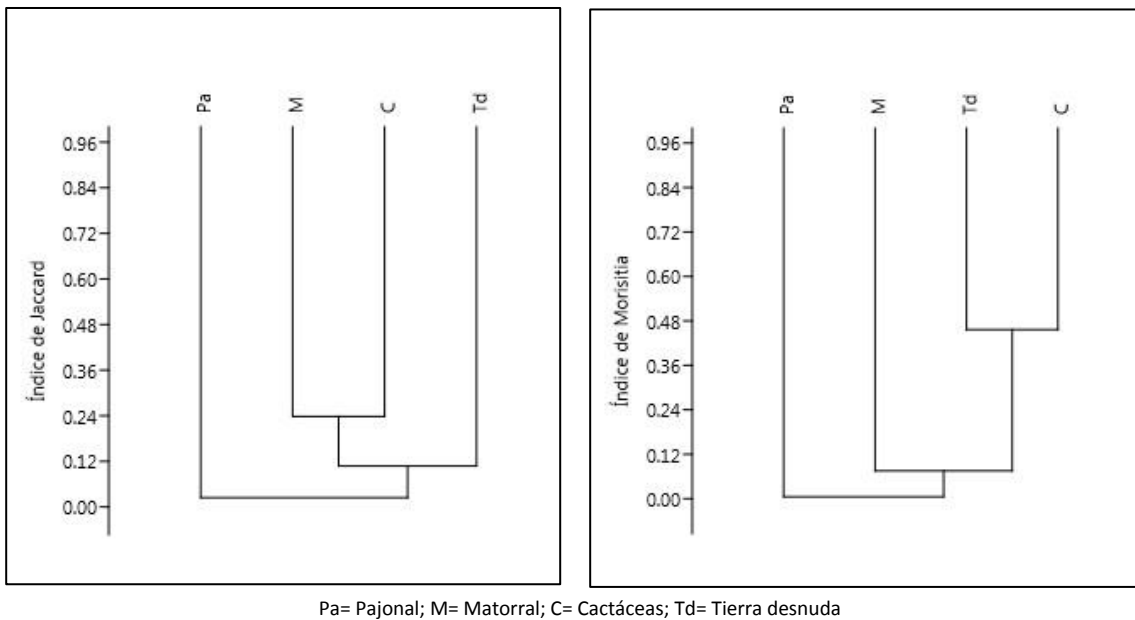


Figura 78. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

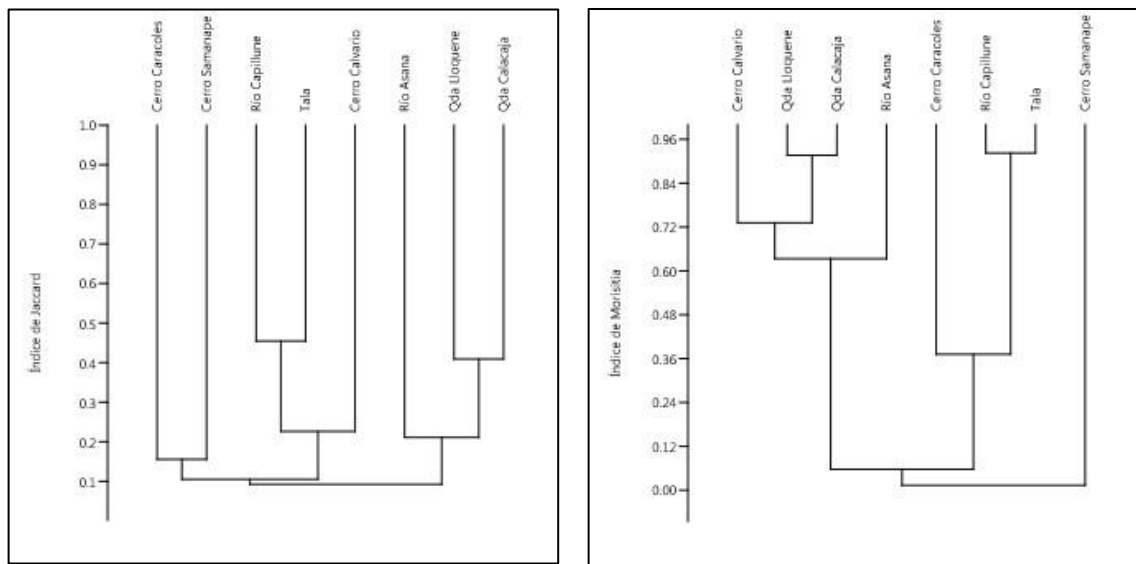


Figura 79. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre las localidades de la ZO (época seca 2015)

2.1.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época seca (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 65 especies agrupadas en 39 géneros y 17 familias. Las familias con mayor diversidad fueron: Asteraceae (8 géneros y 17 especies) y Poaceae (7 géneros y 15 especies). Los géneros más abundantes fueron: Festuca de la familia Poaceae y Parastrephia de la familia Asteraceae.

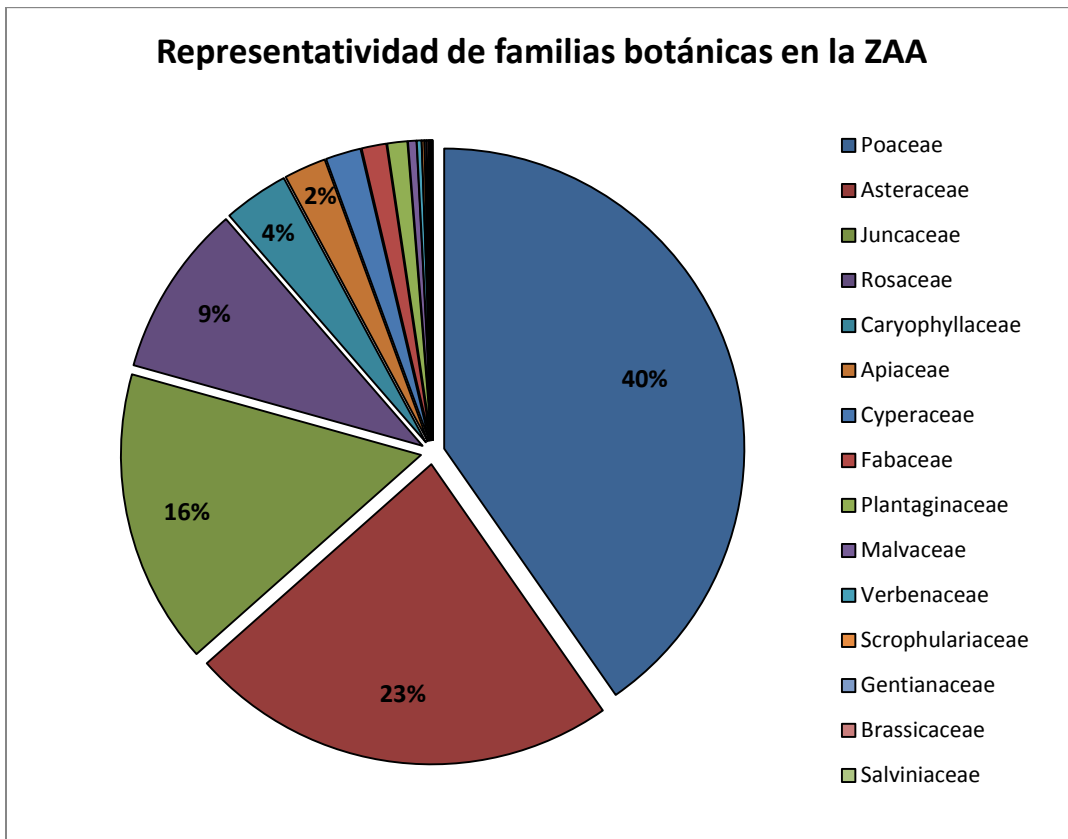


Figura 80. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época seca 2015)

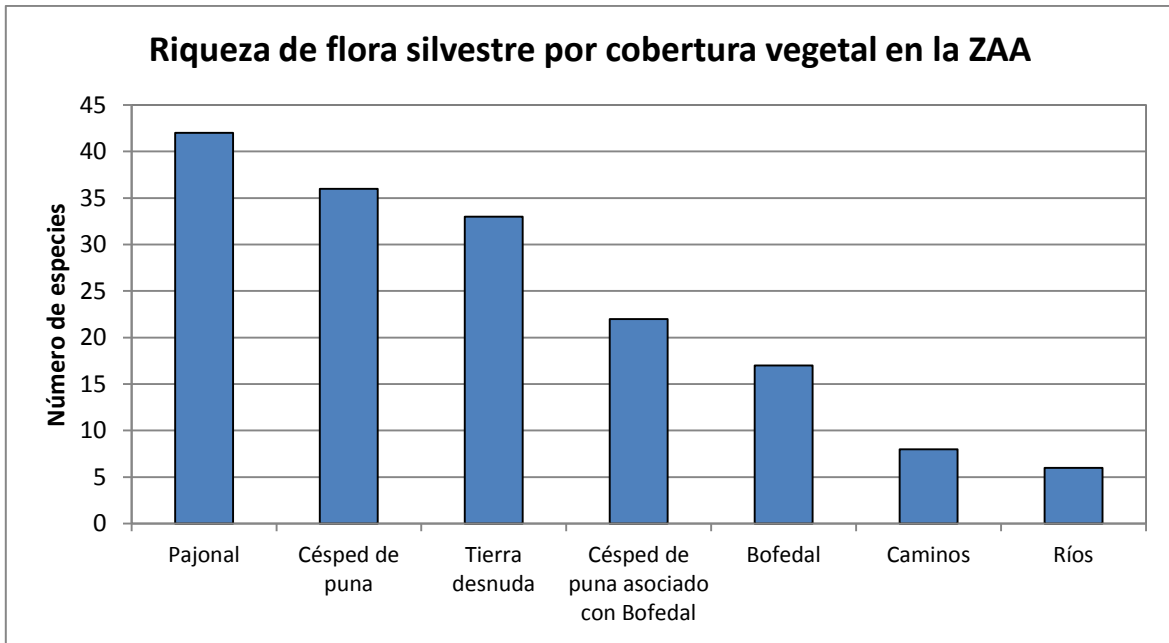


Figura 81. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

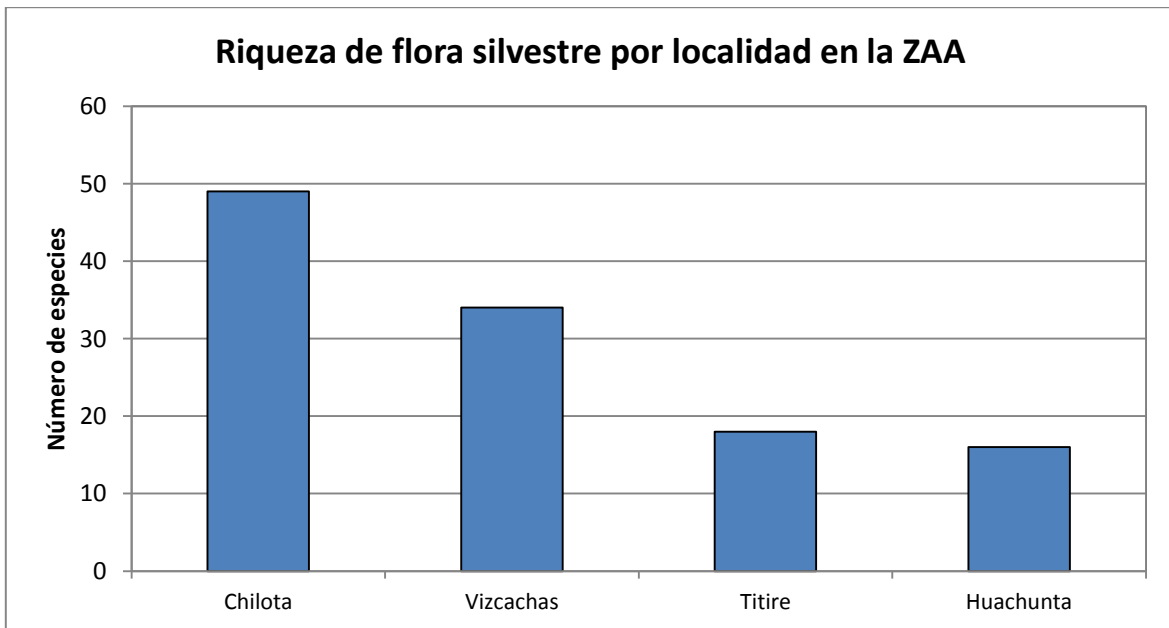


Figura 82. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)

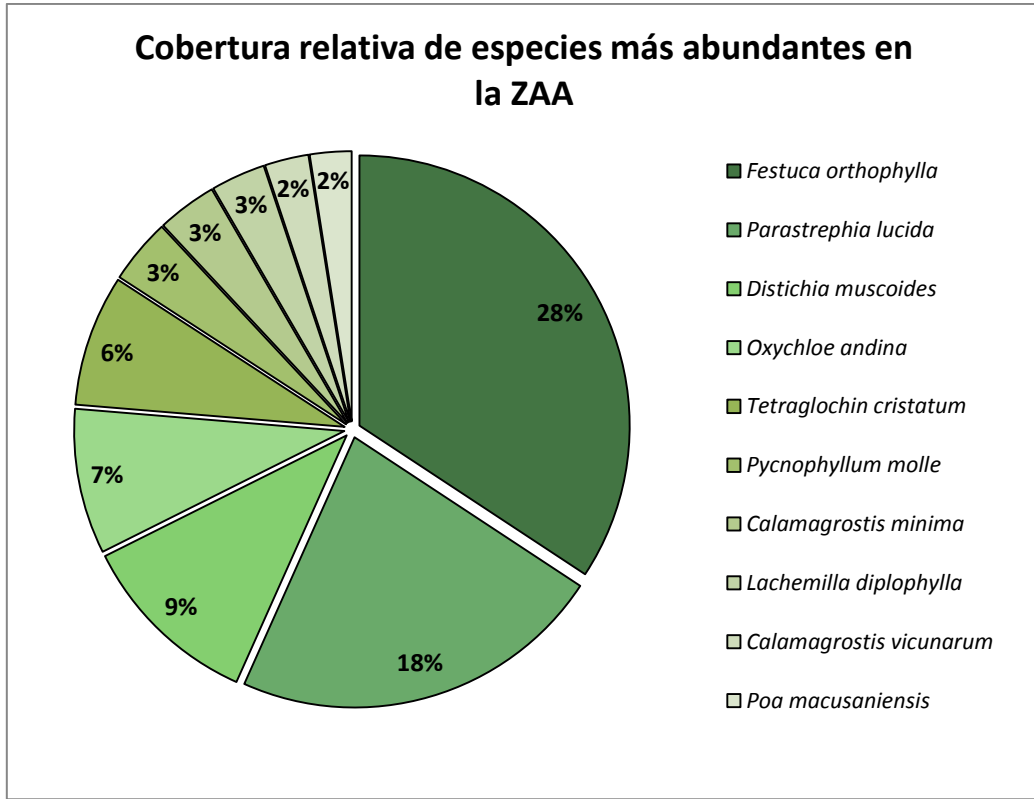


Figura 83. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época seca 2015)

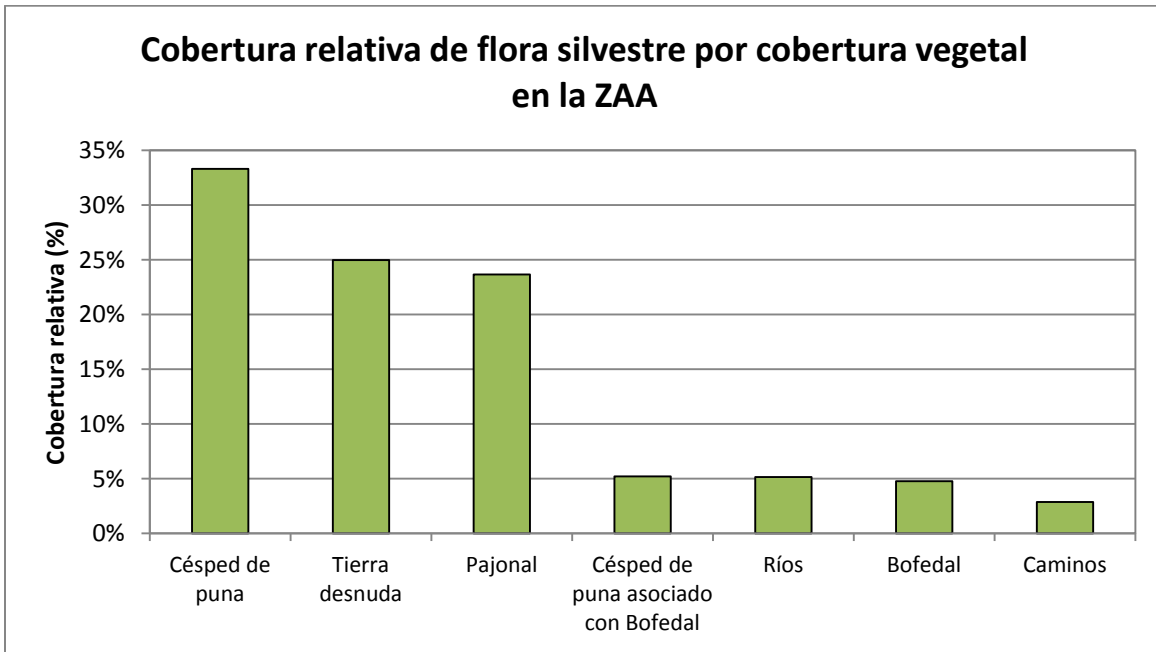


Figura 84. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

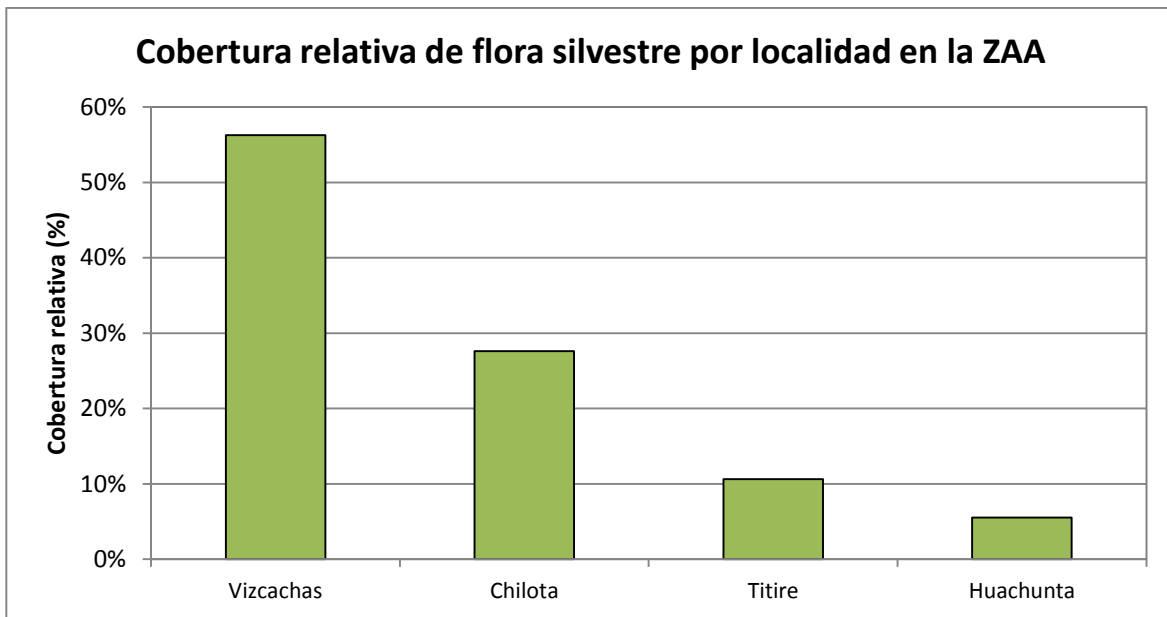
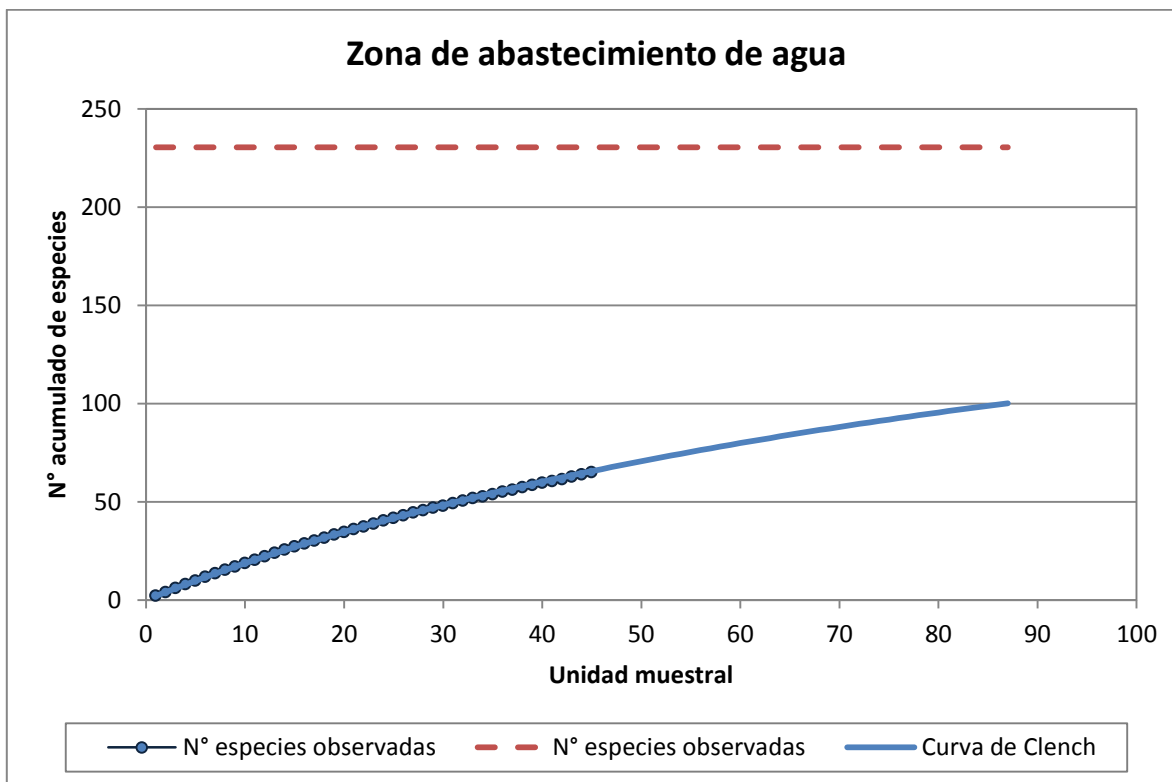


Figura 85. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
65	2.037591	0.008843	28.21%	230.423817	0.998664

Figura 86. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 19. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	2.579	0.7198	4.951
Tierra desnuda	2.483	0.71	4.719
Pajonal	2.387	0.6386	6.094
Césped de puna asociado con Bofedal	2.343	0.758	4.027
Ríos	1.274	0.7112	0.9608
Bofedal	1.819	0.6421	3.119
Caminos	1.189	0.5716	1.517

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

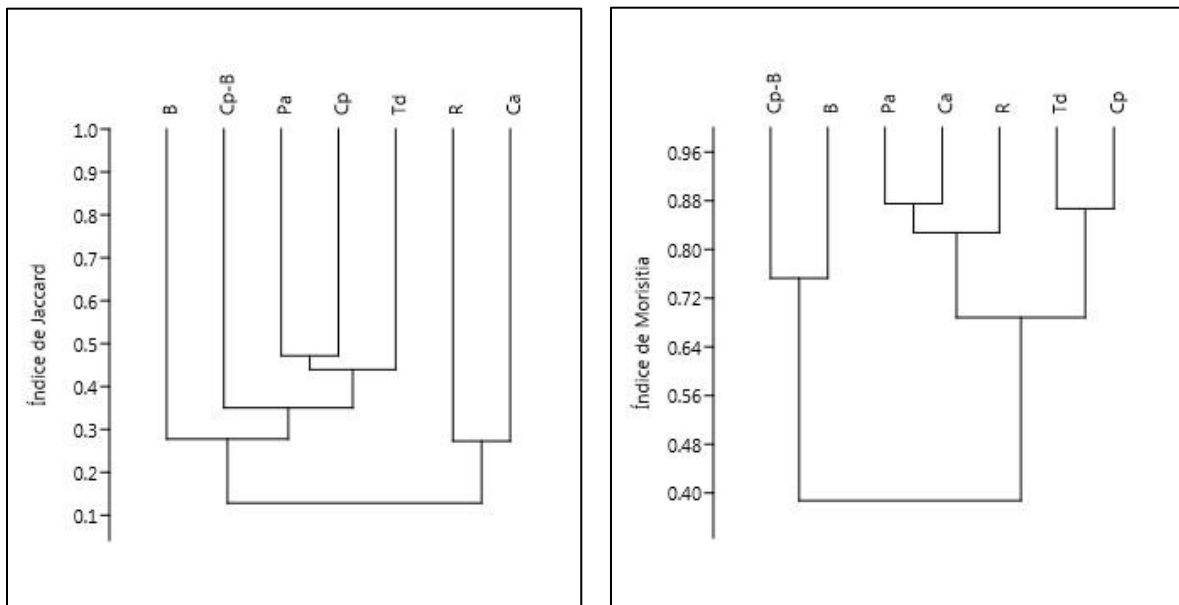
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 20. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Vizcachas	2.517	0.7139	4.346
Chilota	2.472	0.6351	6.976
Titire	1.769	0.612	2.868
Huachunta	2.206	0.7957	2.845

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; Pa= Pajonal; Cp= Césped de puna; Td= Tierra desnuda; R= Ríos; Ca= Caminos

Figura 87. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época seca 2015)

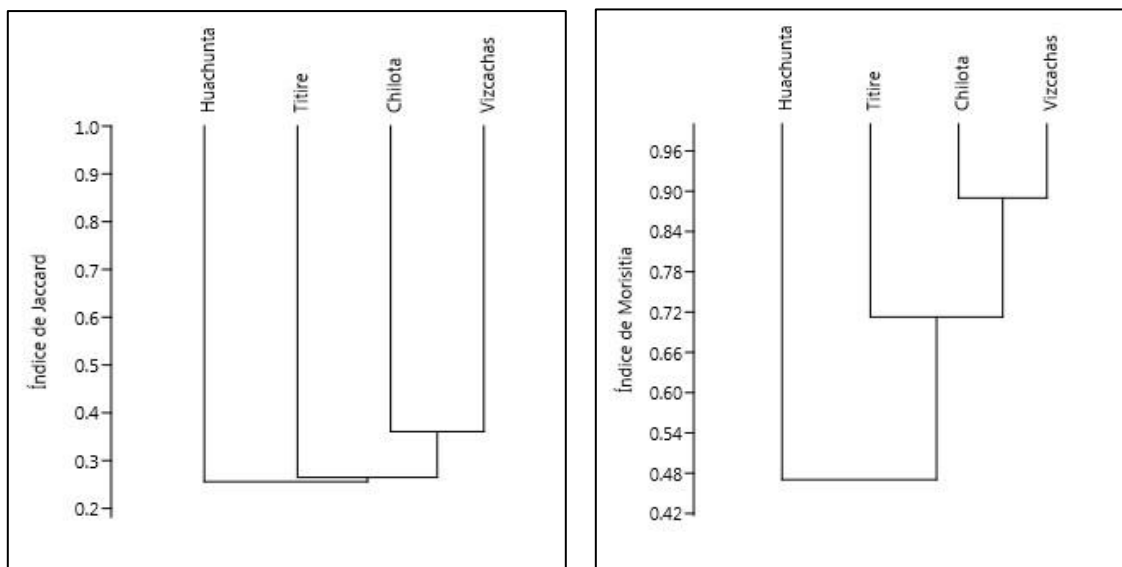


Figura 88. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época seca 2015)

2.2. Componente: AVIFAUNA

2.2.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la avifauna del periodo seco se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies, pero el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos, desde la mañana alrededor de las 7h hasta la tarde a las 17:0 h. En cada tipo de ambiente los puntos fueron georeferenciados con un GPS, en su mayoría, al igual que los lugares de colecta de restos como plumas, heces y egagróvilas de aves. (E&E PERÚ S.A. 2015)

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

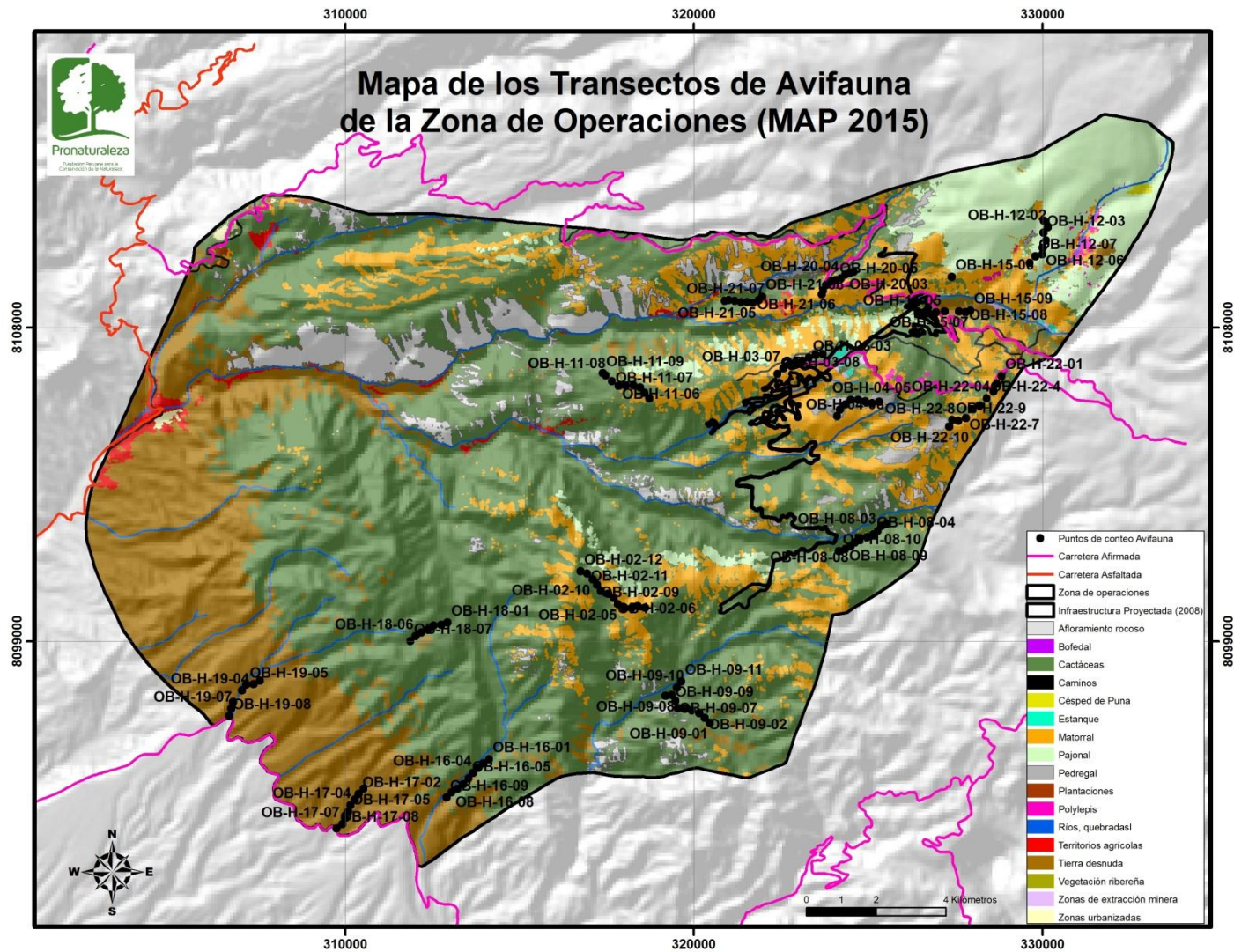


Figura 89. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

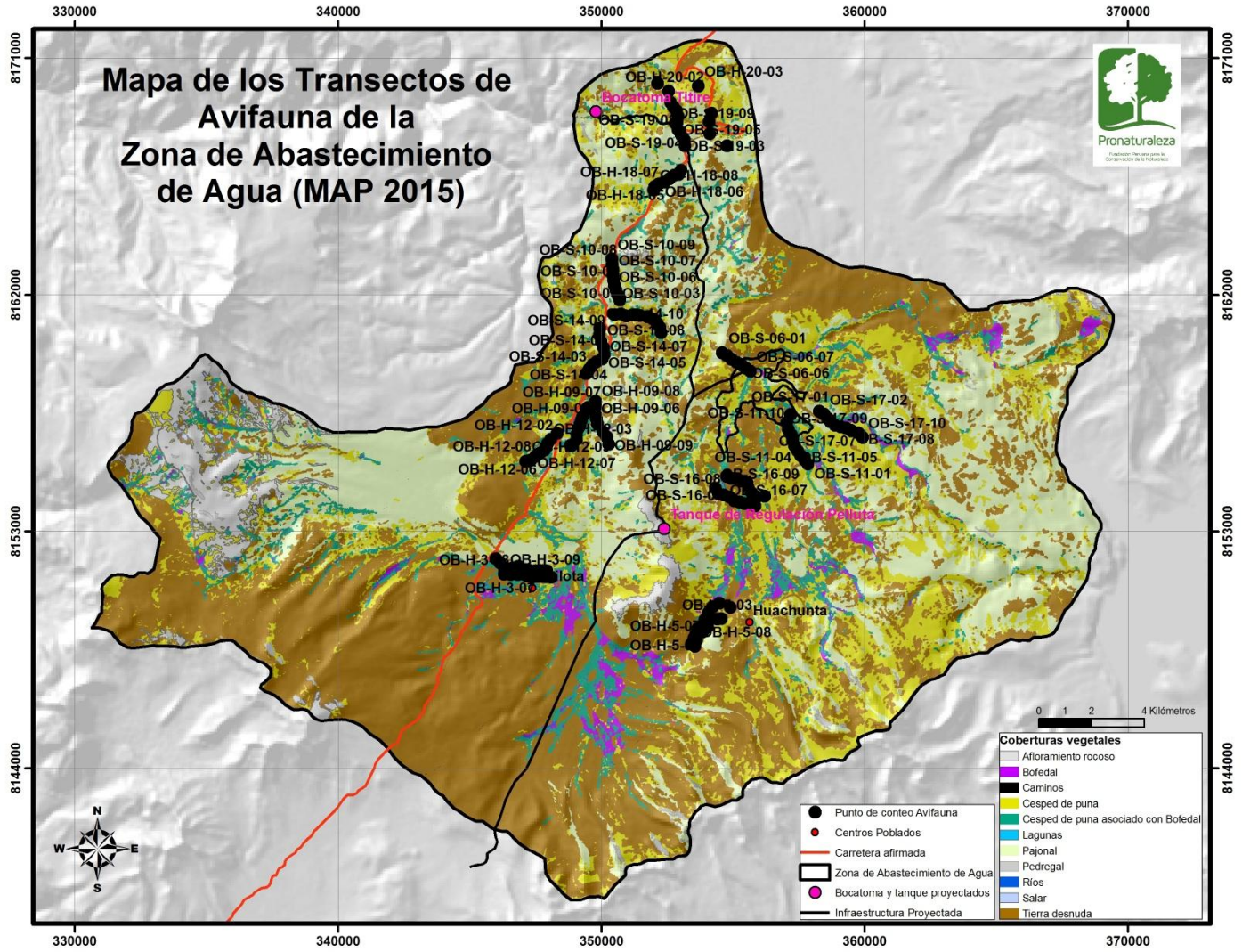


Figura 90. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.2.2. Resultados del Componente Avifauna

2.2.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 60 especies distribuidas en 8 órdenes y 15 familias. El orden Passeriforme presentó el mayor número de registros: 1078 individuos distribuidos en 8 familias y 44 especies. El segundo con mayor abundancia fue el orden Columbiforme registrándose un total de 169 individuos distribuidos en 4 especies de la familia Columbidae.

Las familias con mayor abundancia fueron: Thraupidae, Columbidae y Furnariidae. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (474 individuos), *Phrygilus fruticeti* (180 individuos), y *Metriopelia melanoptera* (99 individuos).

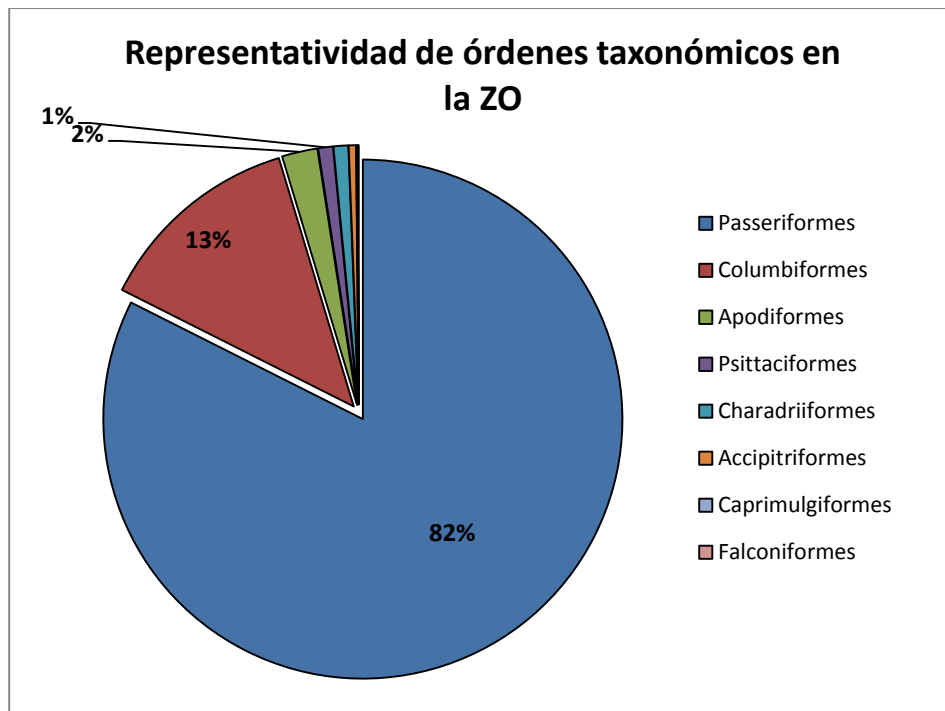


Figura 91. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época seca 2015)

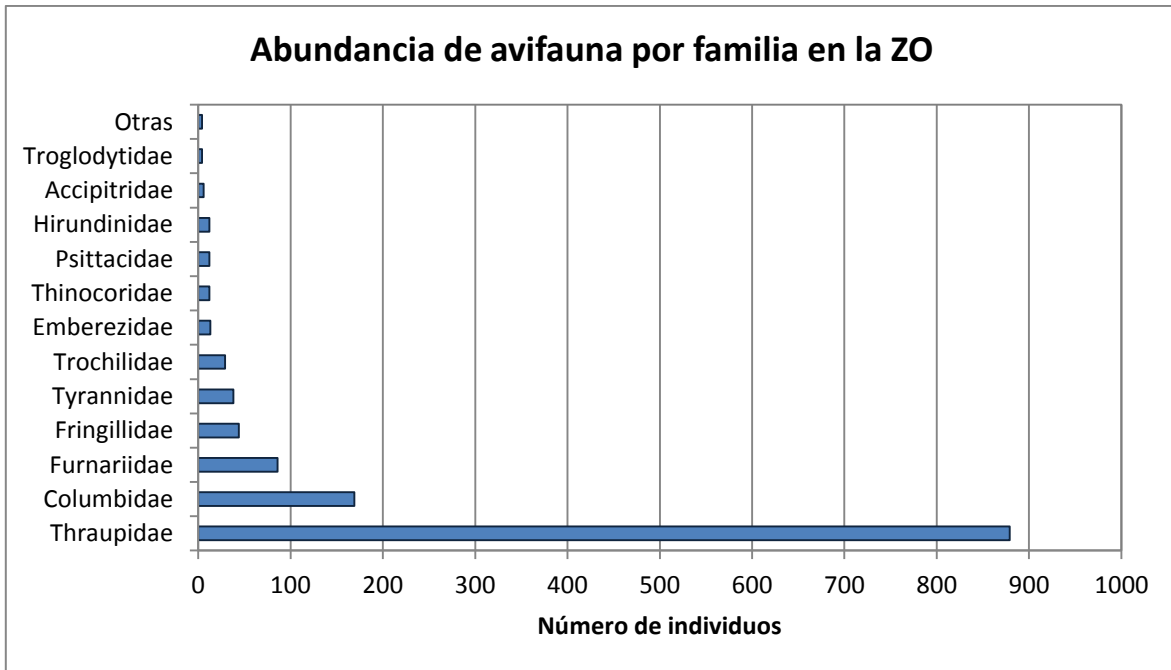


Figura 92. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época seca 2015)

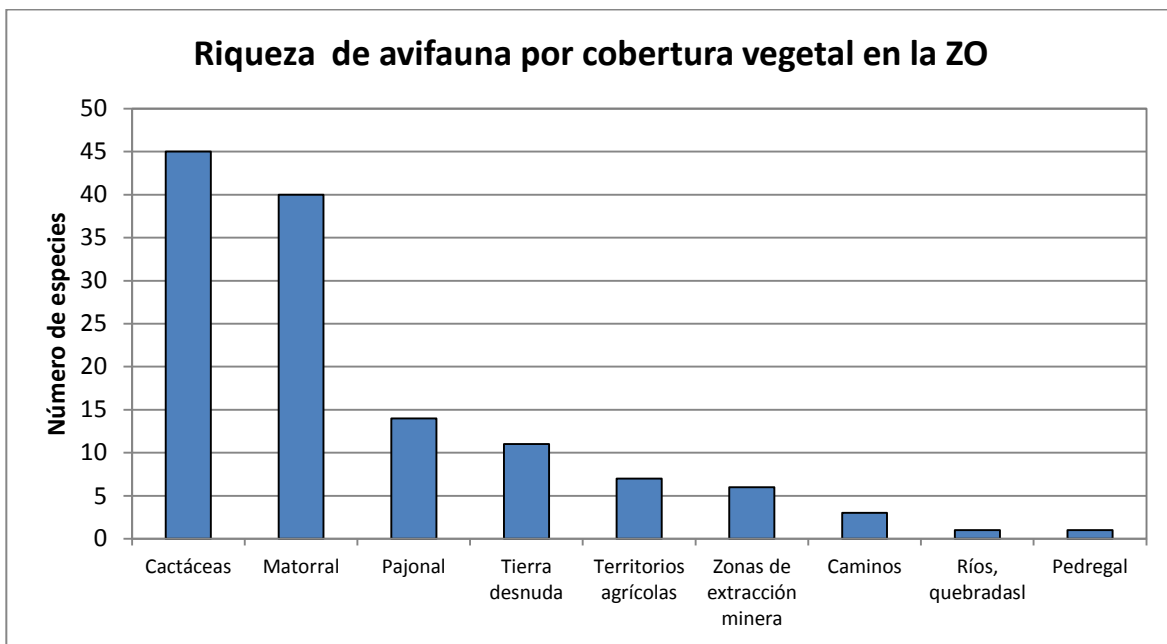


Figura 93. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

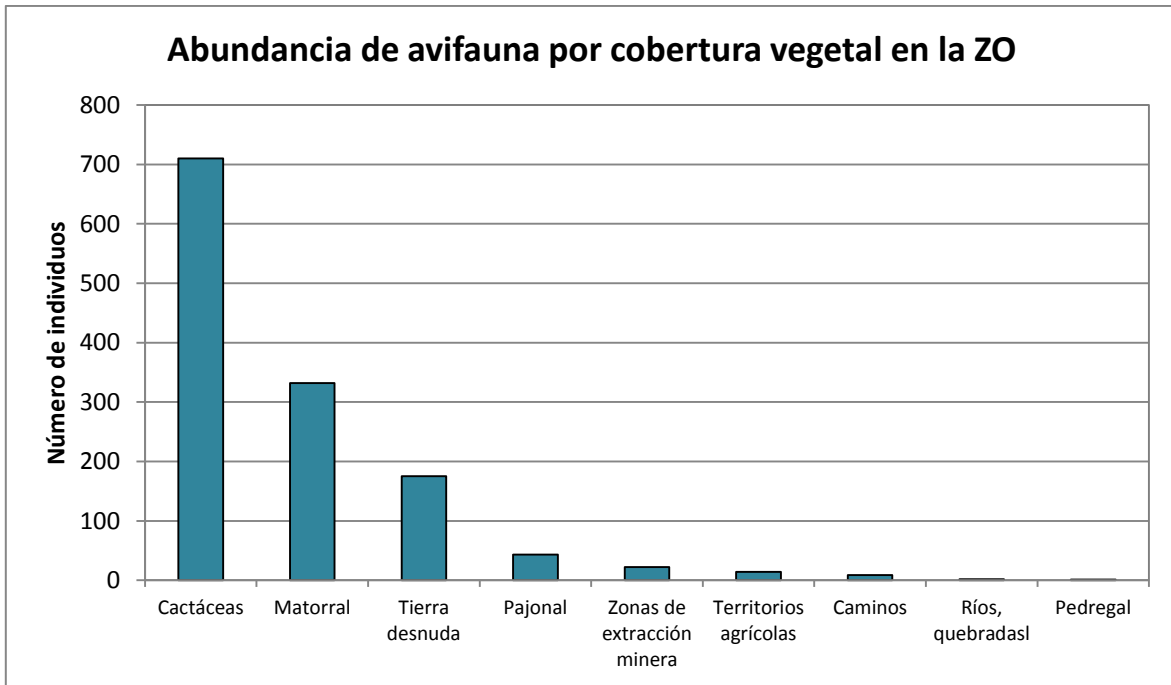


Figura 94. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

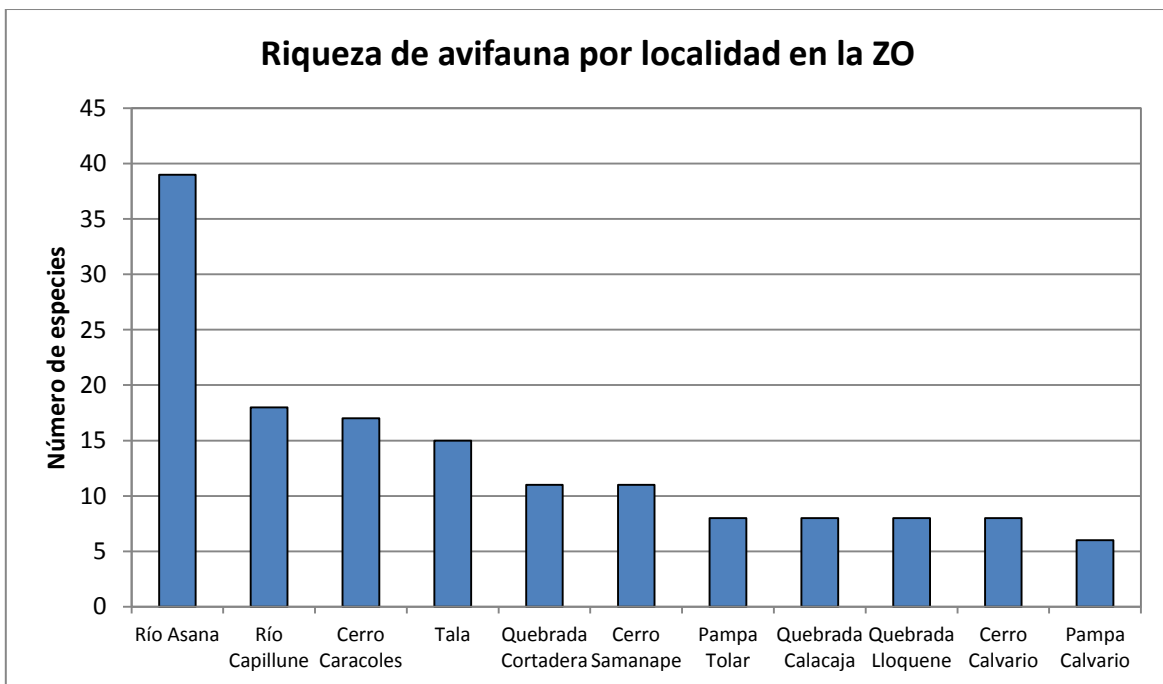


Figura 95. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)

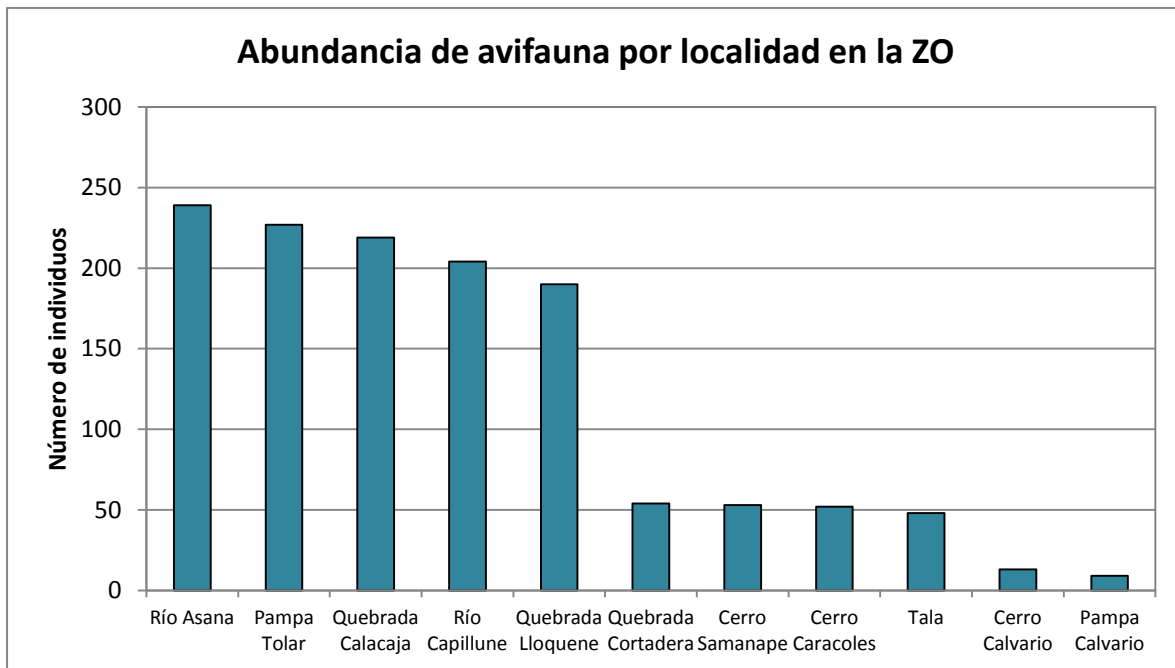
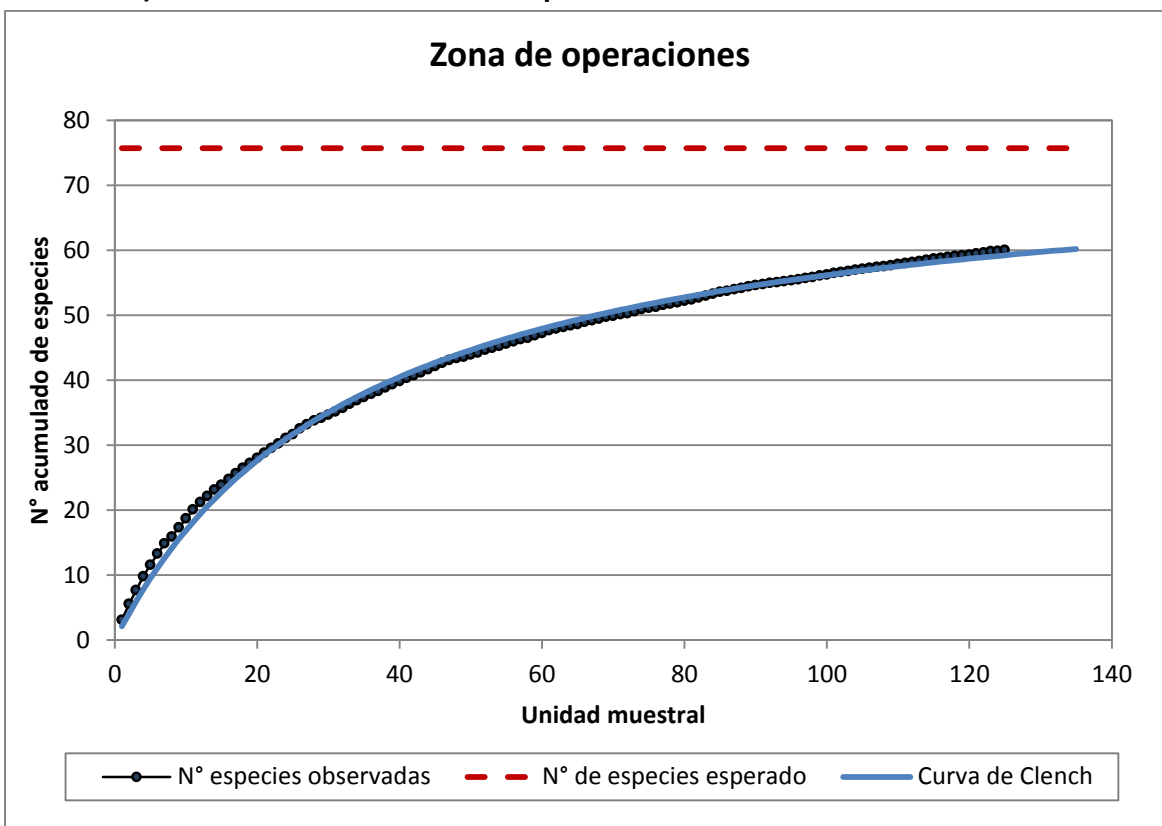


Figura 96. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
60	2.17695	0.028759	79.27%	75.695125	0.99528

Figura 97. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 21. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	2.514	0.6604	6.702
Matorral	2.509	0.6802	6.718
Tierra desnuda	1.149	0.4792	1.936
Pajonal	2.16	0.8183	3.456
Zonas de extracción minera	1.373	0.7663	1.618
Territorios agrícolas	1.748	0.8982	2.274
Caminos	0.6837	0.6224	0.9102
Ríos, quebradas	0	-	0
Pedregal	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

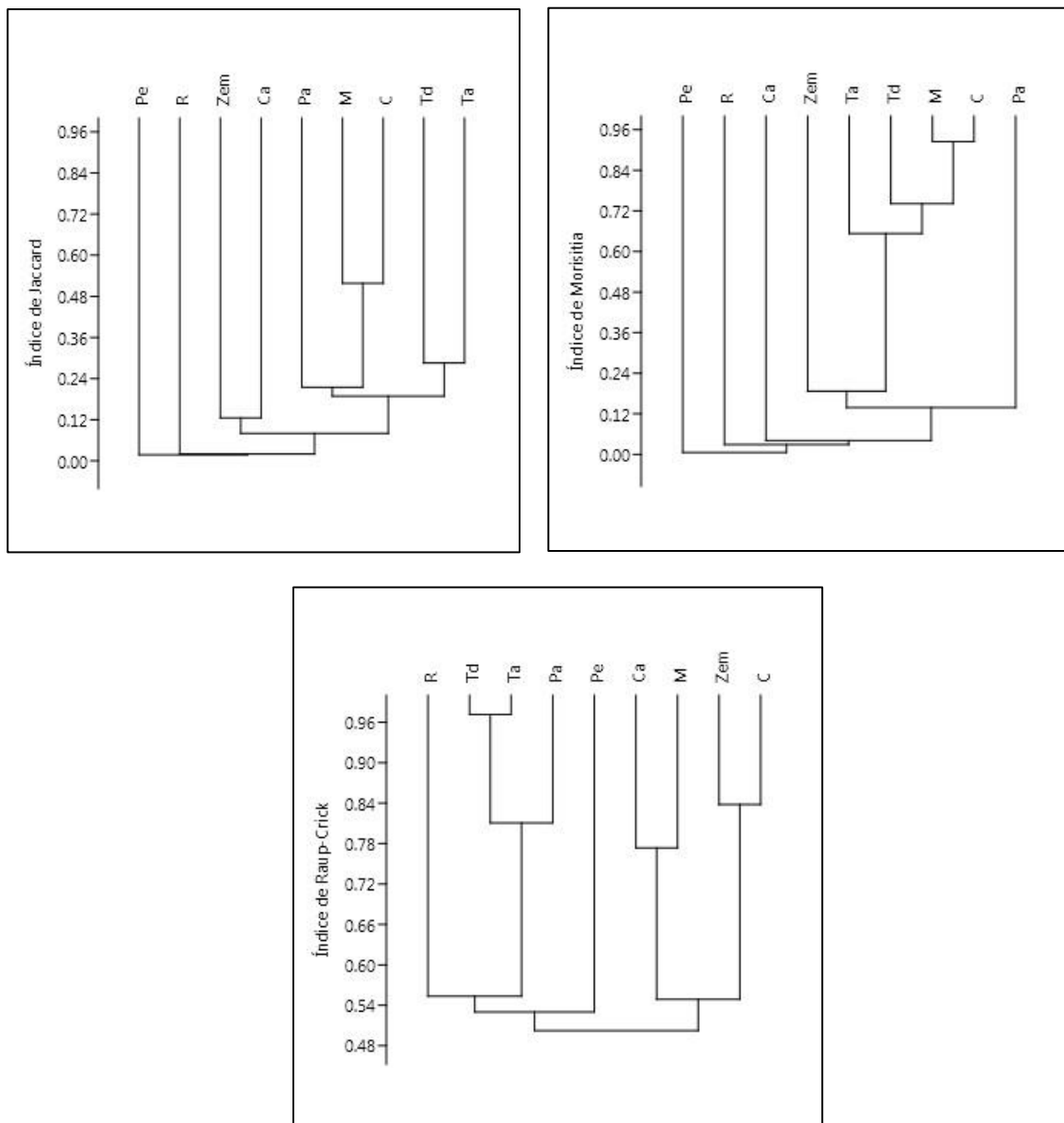
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 22. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	2.975	0.8122	6.939
Pampa Tolar	1.049	0.5046	1.29
Quebrada Calacaja	0.9763	0.4695	1.299
Río Capillune	2.313	0.8001	3.197
Quebrada Lloquene	1.177	0.5661	1.334
Quebrada Cortadera	1.842	0.7681	2.507
Cerro Samanape	2.115	0.8819	2.519
Cerro Caracoles	2.473	0.873	4.049
Tala	2.4	0.8861	3.616
Cerro Calvario	1.738	0.8358	2.729
Pampa Calvario	1.677	0.9359	2.276

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO



Pe= Pedregal; R= Ríos, quebradas; Zem= Zona de extracción minera; Ca= Caminos; Pa= Pajonal; M= Matorral; C= Cactáceas; Td= Tierra desnuda; Ta= Tierras agrícolas

Figura 98. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

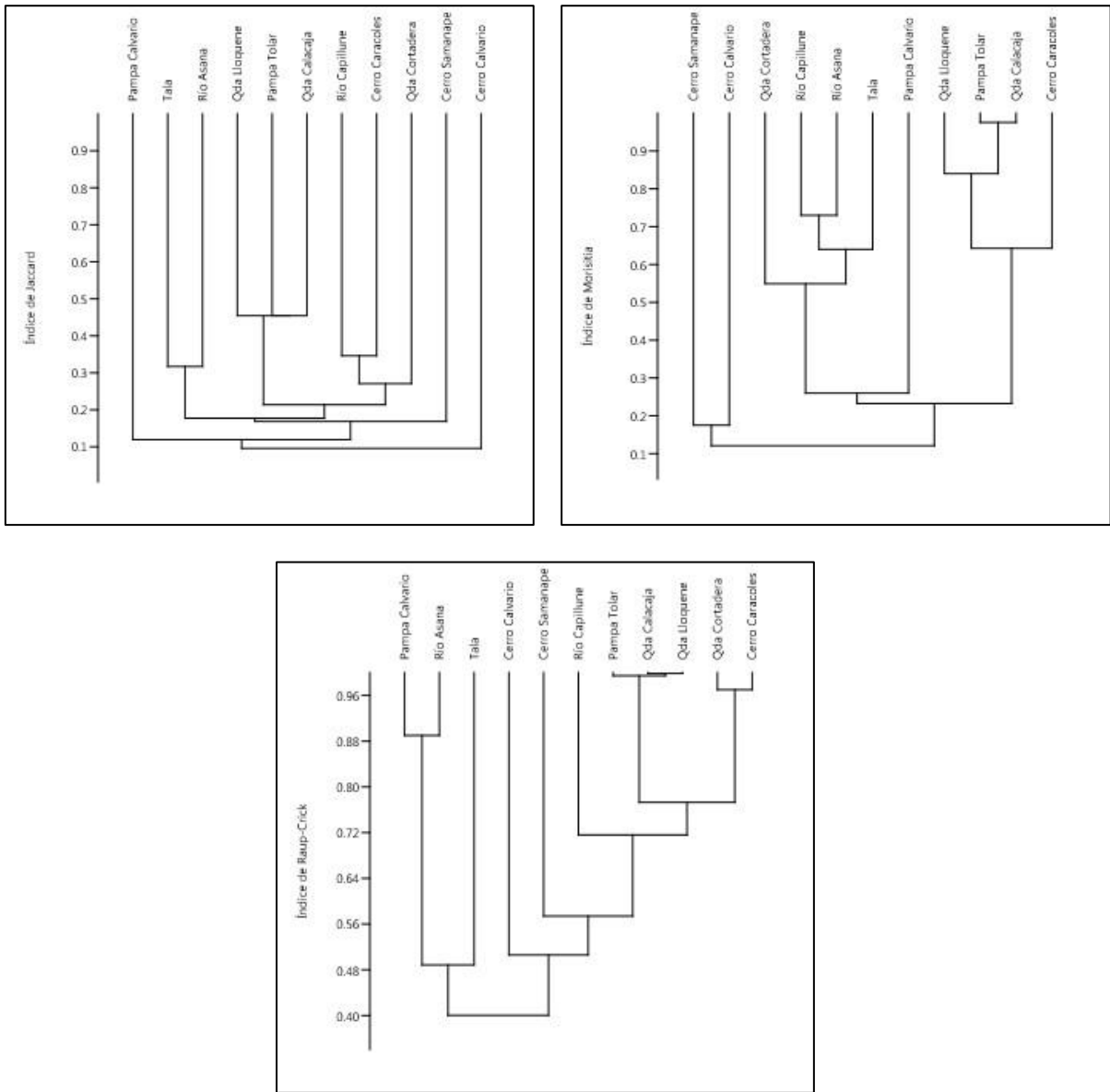


Figura 99. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.2.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 54 especies distribuidas en 13 órdenes y 23 familias. El orden con mayor número de registros fue Passeriformes con 1696 individuos distribuidos en 6 familias y 30 especies. El segundo orden con mayor abundancia fue Charadriiformes con 232 individuos distribuidos en familias y 6 especies.

Las familias con mayor cantidad de avistamientos fueron: Thraupidae, Furnariidae y Thinocoridae. Las especies con mayor abundancia registrada fueron: *Sicalis uropygialis* (1018 individuos) de la familia Thraupidae, *Thinocorus orbignyianus* (190 individuos) de la familia Thinocoridae, *Phrygilus plebejus* (145 individuos) de la familia Thraupidae, y *Sporagra atrata* (96 individuos) de la familia Fringillidae.

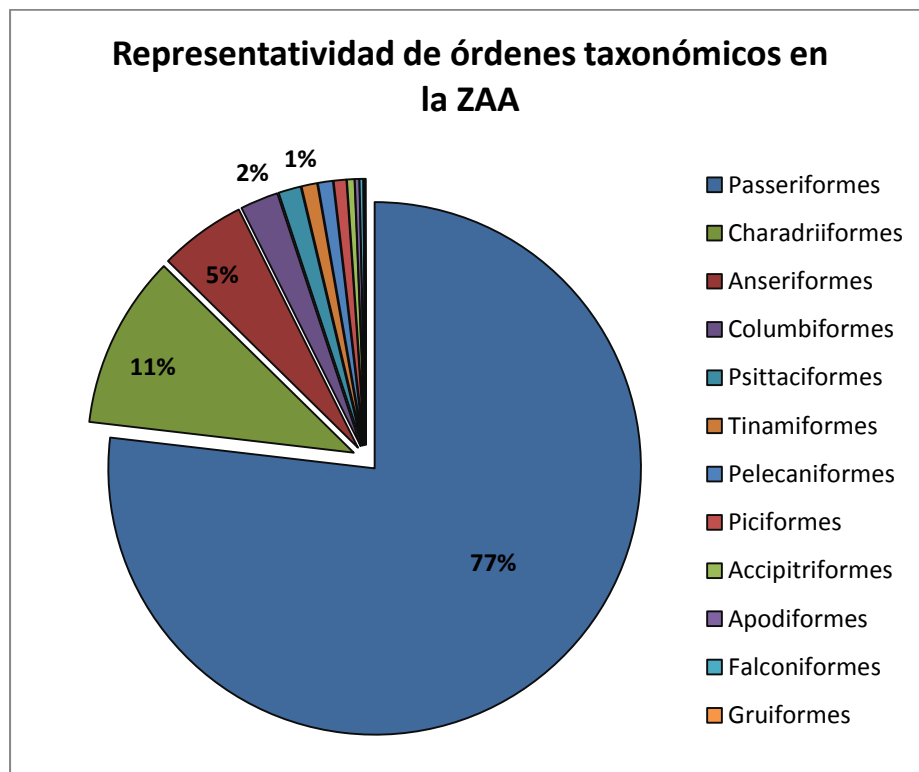


Figura 100. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época seca 2015)

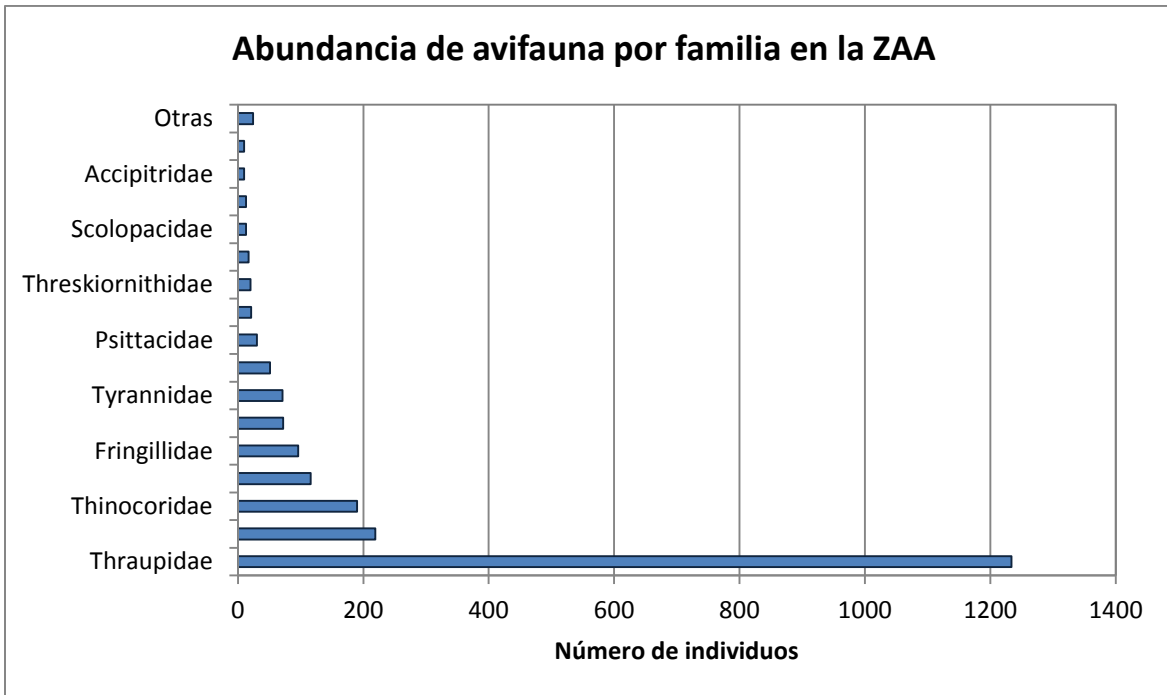


Figura 101. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época seca2015)

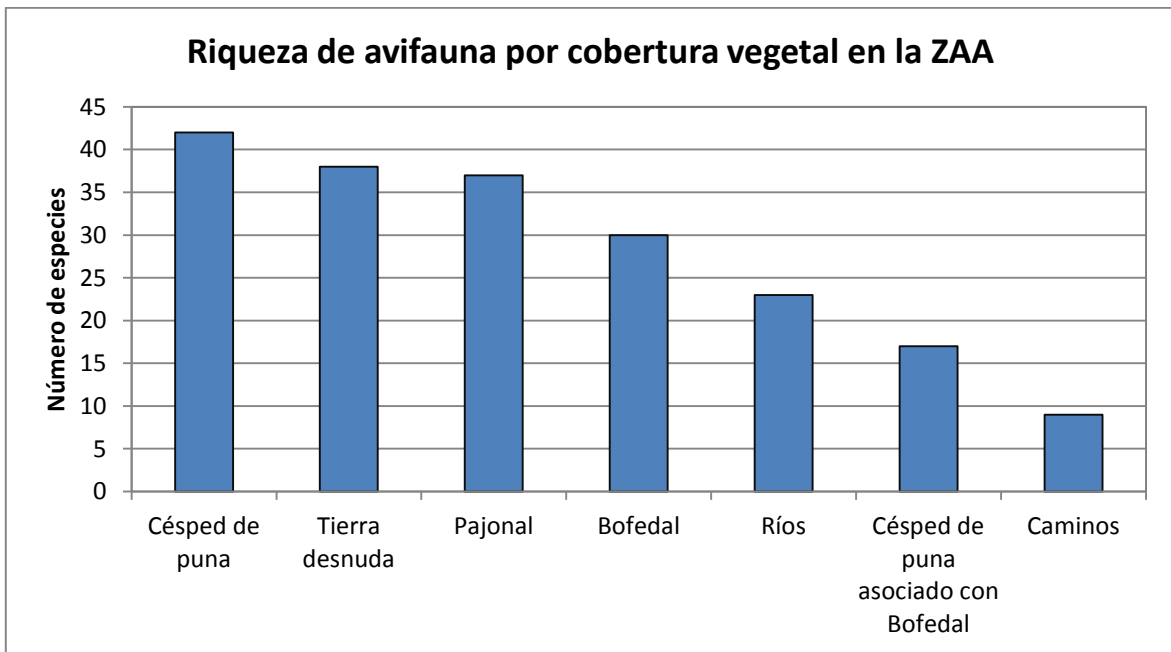


Figura 102. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca2015)

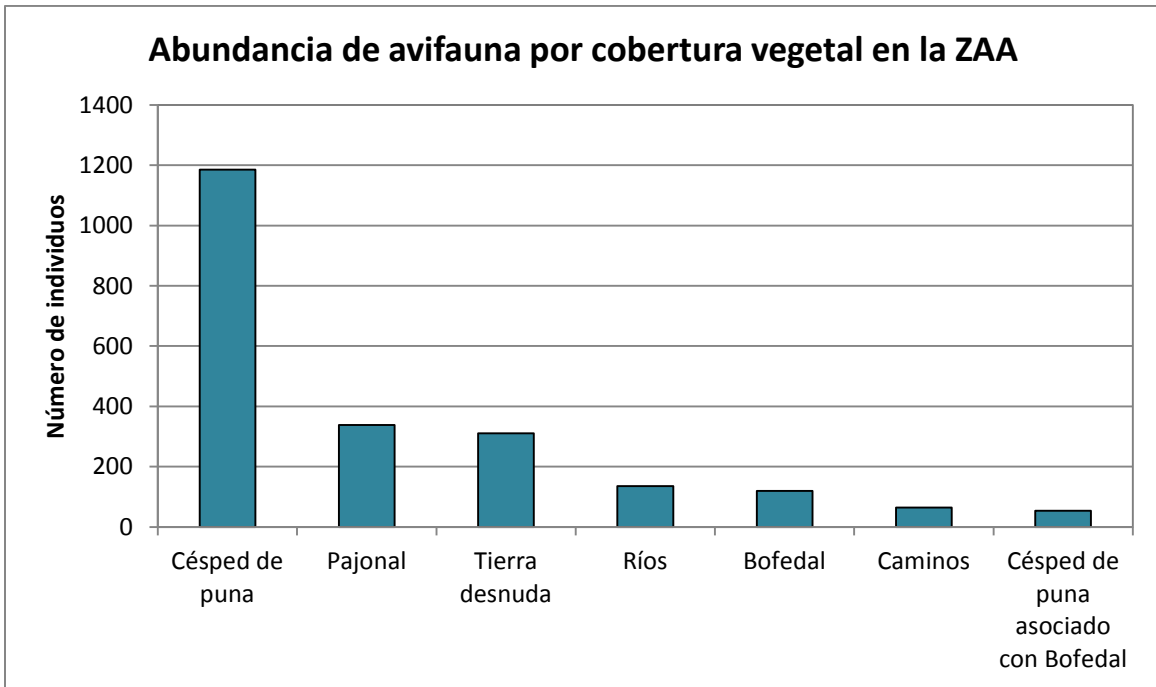


Figura 103. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

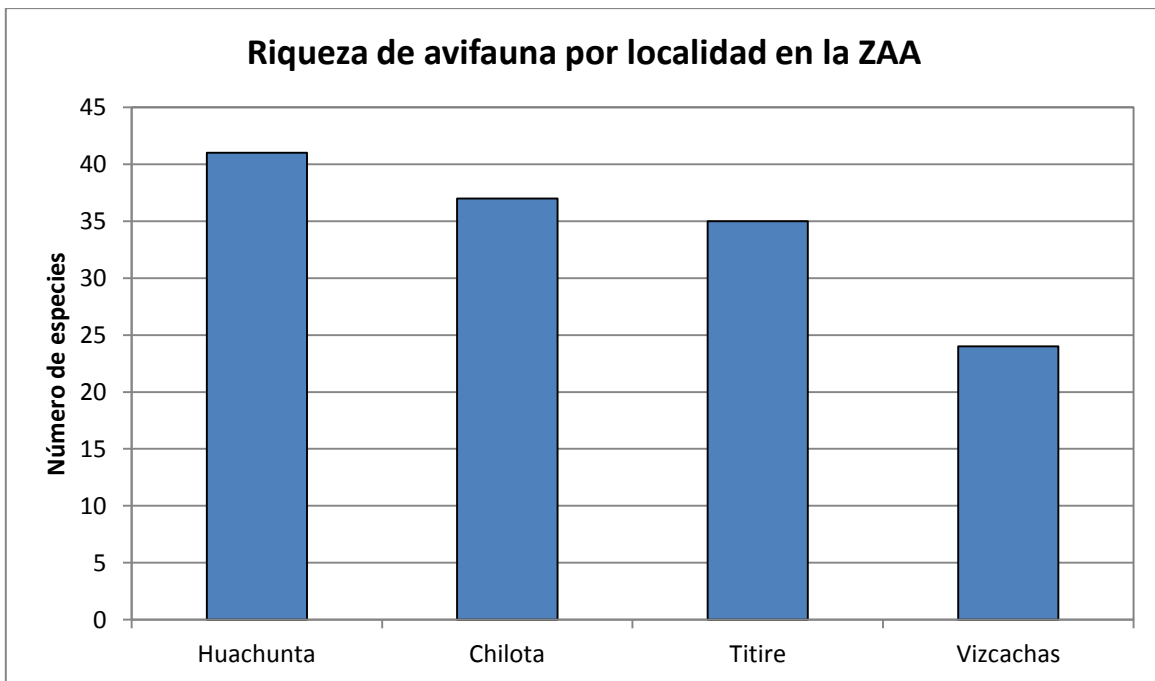


Figura 104. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca 2015)

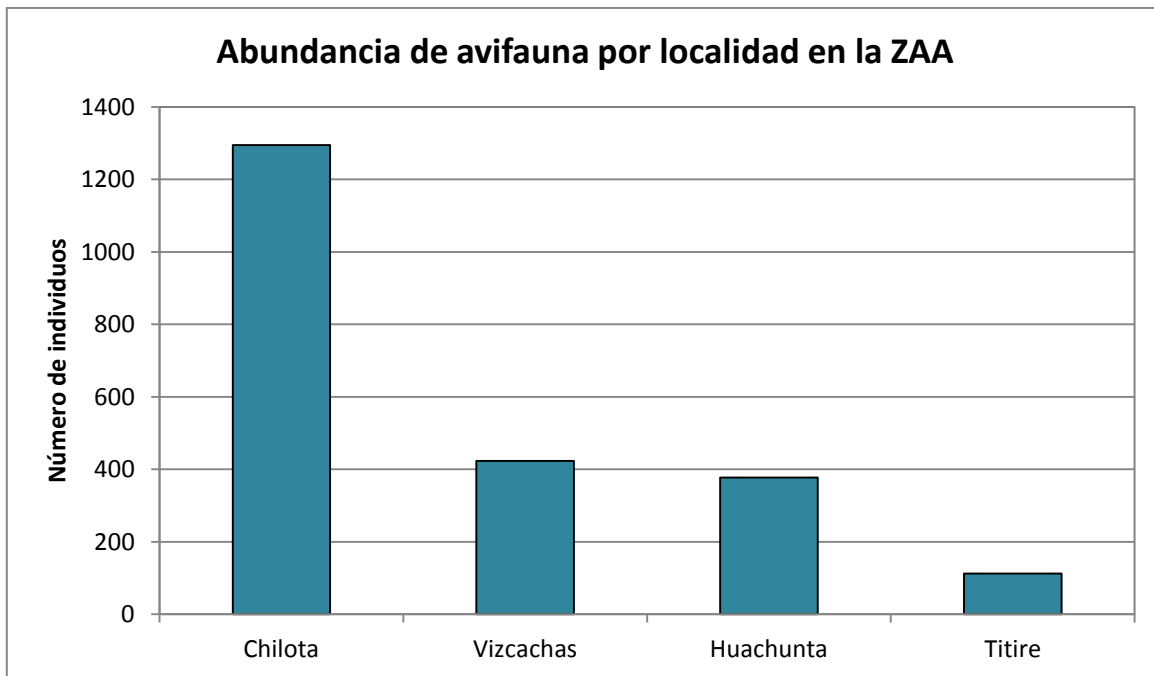
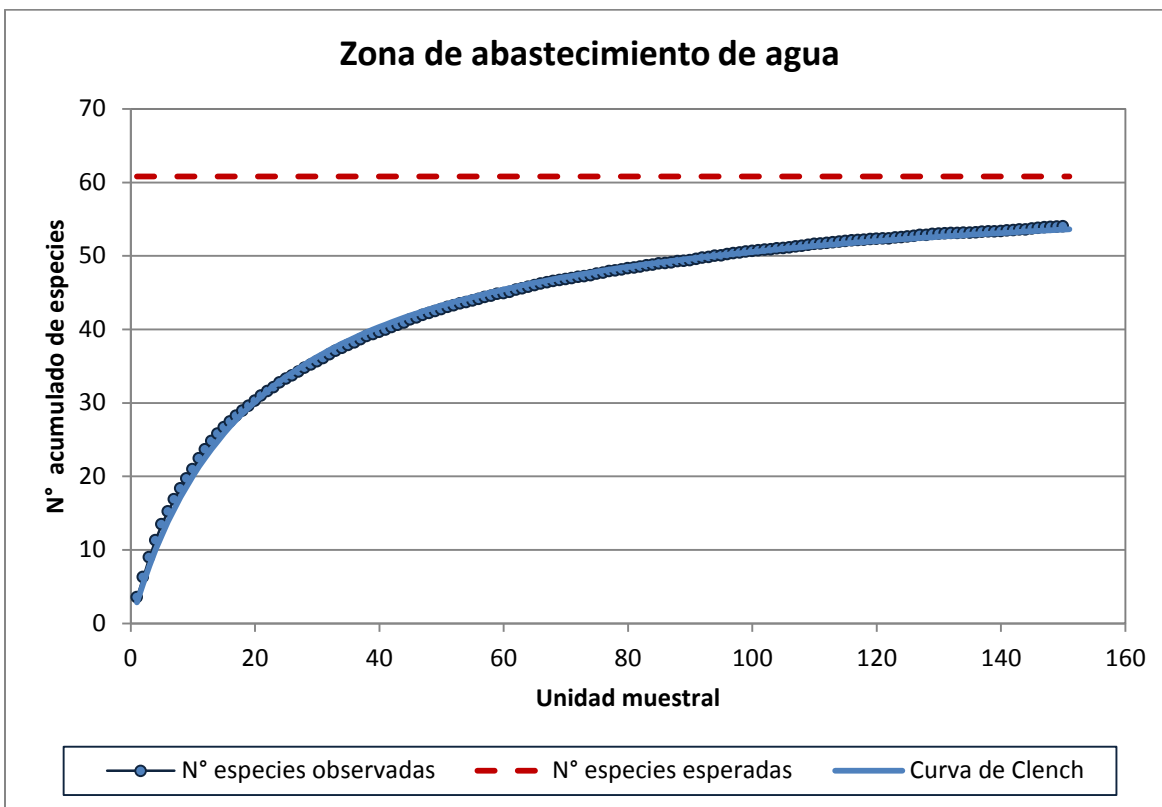


Figura 105. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
54	2.992685	0.0492	88.78%	60.827272	0.996897

Figura 106. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 23. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	1.498	0.4007	5.793
Pajonal	2.884	0.7987	6.182
Tierra desnuda	2.825	0.7766	6.446
Ríos	2.421	0.7722	4.485
Bofedal	2.99	0.8792	6.057
Caminos	0.9563	0.4352	1.924
Césped de puna asociado con Bofedal	2.537	0.8956	4.011

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

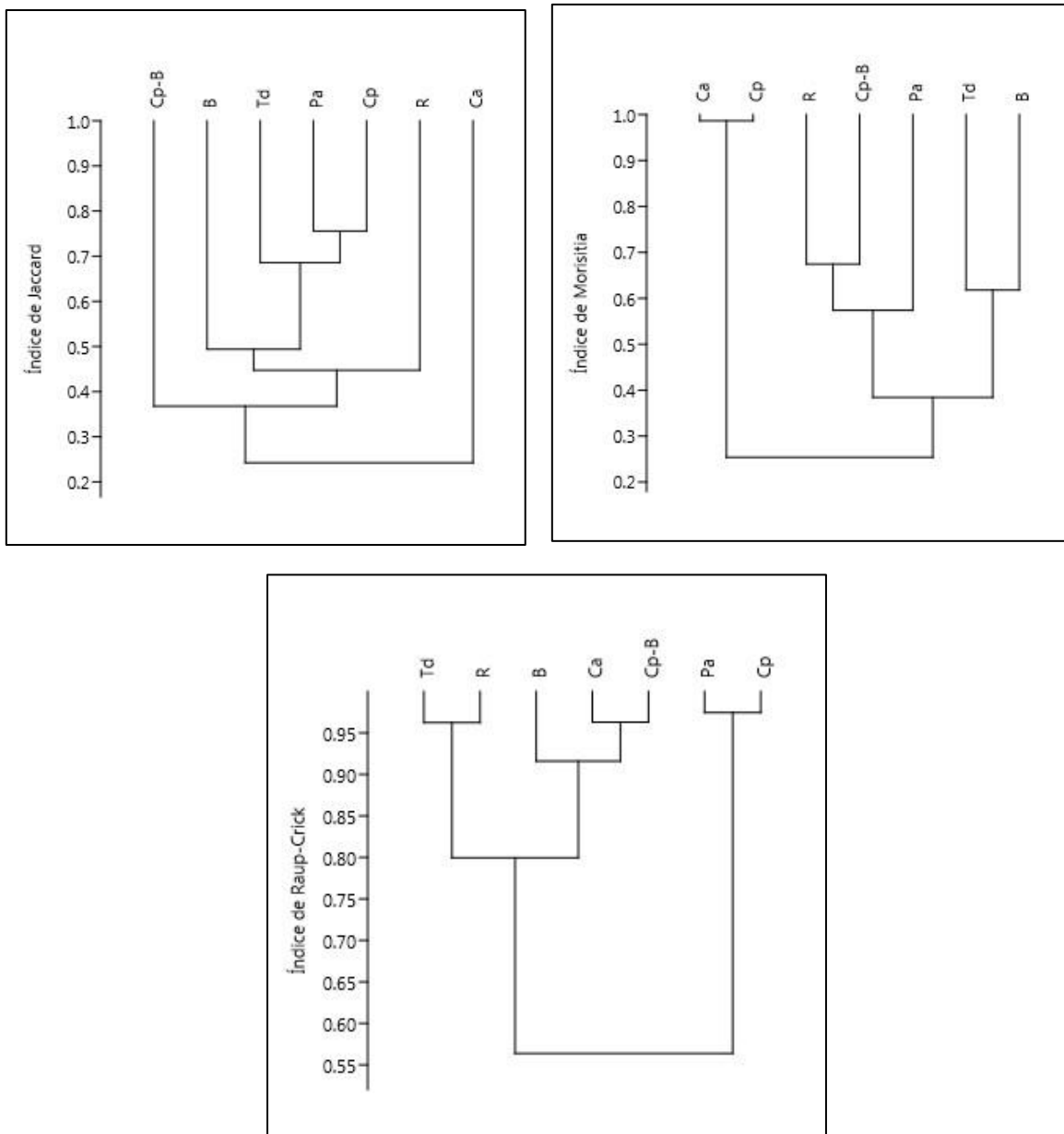
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 24. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.744	0.4829	5.024
Vizcachas	2.082	0.6552	3.803
Huachunta	2.974	0.8008	6.743
Titire	2.729	0.8477	5.086

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; B= Bofedal; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal; CP= Césped de puna; R= Ríos; Ca= Caminos

Figura 107. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

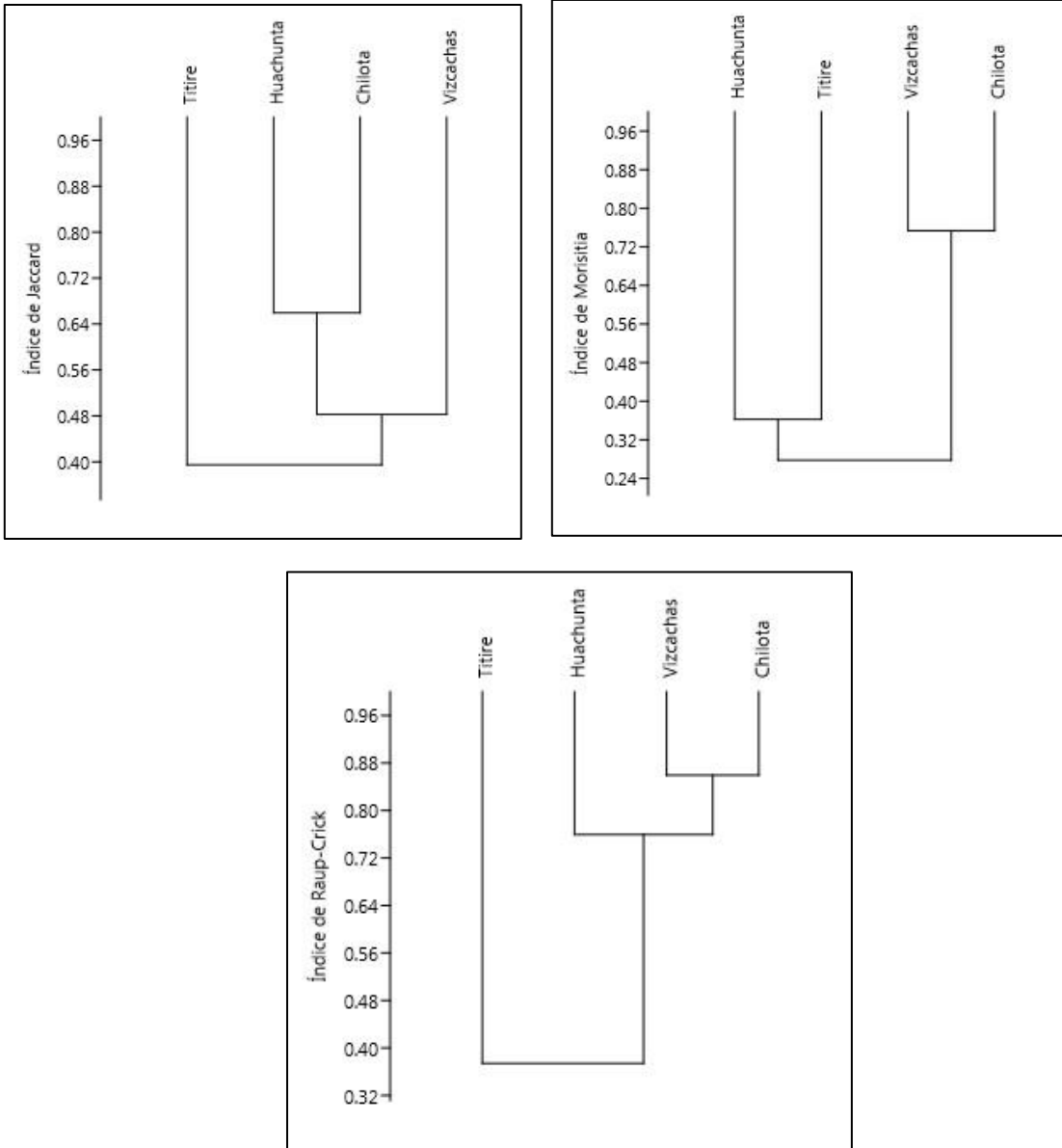


Figura 108. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)

2.3. Componente: MAMÍFEROS

2.3.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de mamíferos de la época seca se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

La evaluación de roedores y marsupiales pequeños consistió en métodos de captura, utilizando trampas de captura viva “Sherman” y “Tomahawk”. En cada transecto se colocaron 25 estaciones espaciadas cada 10 m compuesta por un par de trampas Sherman y/o Tomahawk. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla, miel de abeja, pasas y alpiste.

Los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos. El registro de mamíferos mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, restos óseos, madrigueras, etc.) de la presencia de estos animales en el área, enfocado principalmente en la taruka y el guanaco. Además, se complementó la información con registros oportunistas y encuestas a pobladores. No se evaluó la presencia de mamíferos domésticos (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

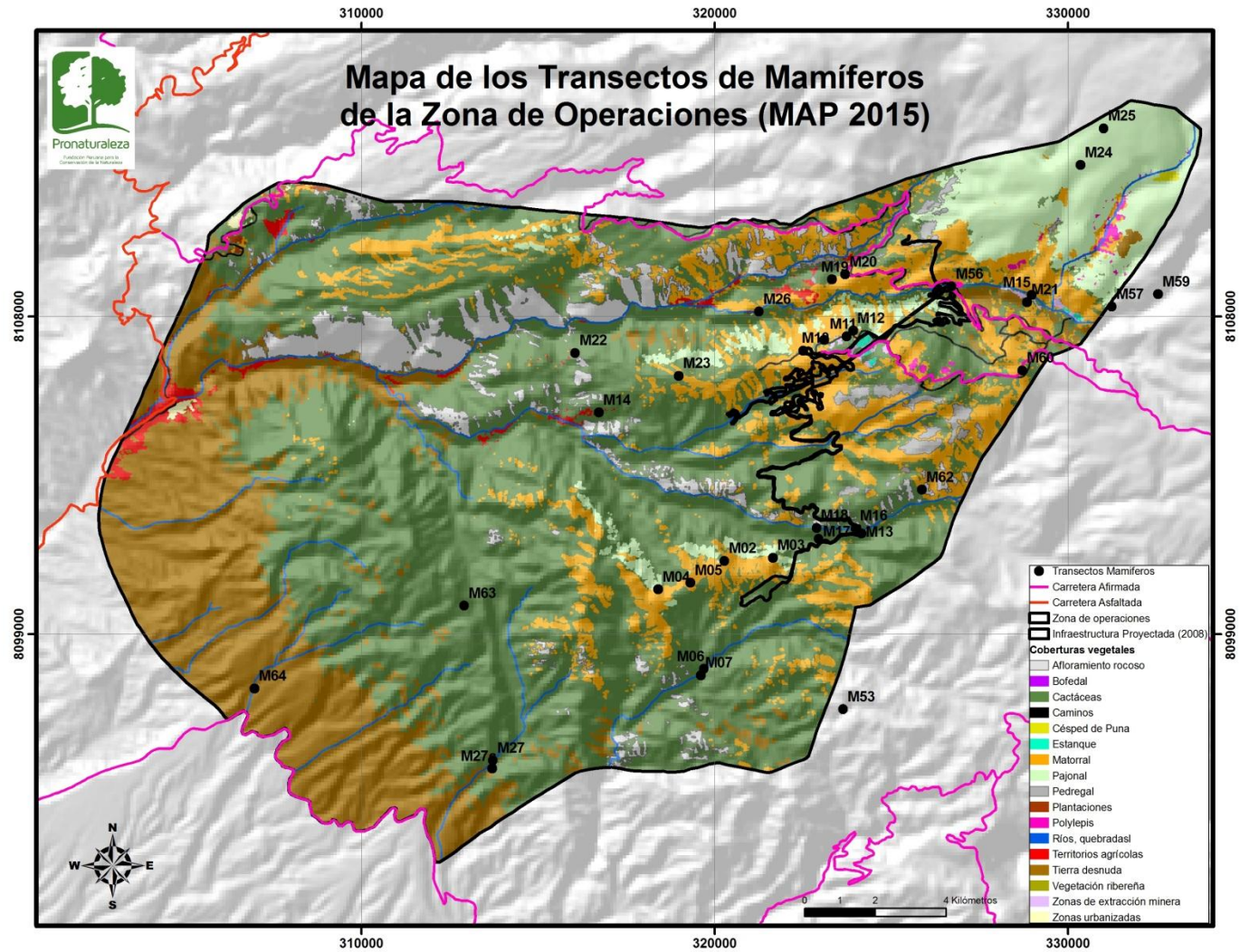


Figura 109. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

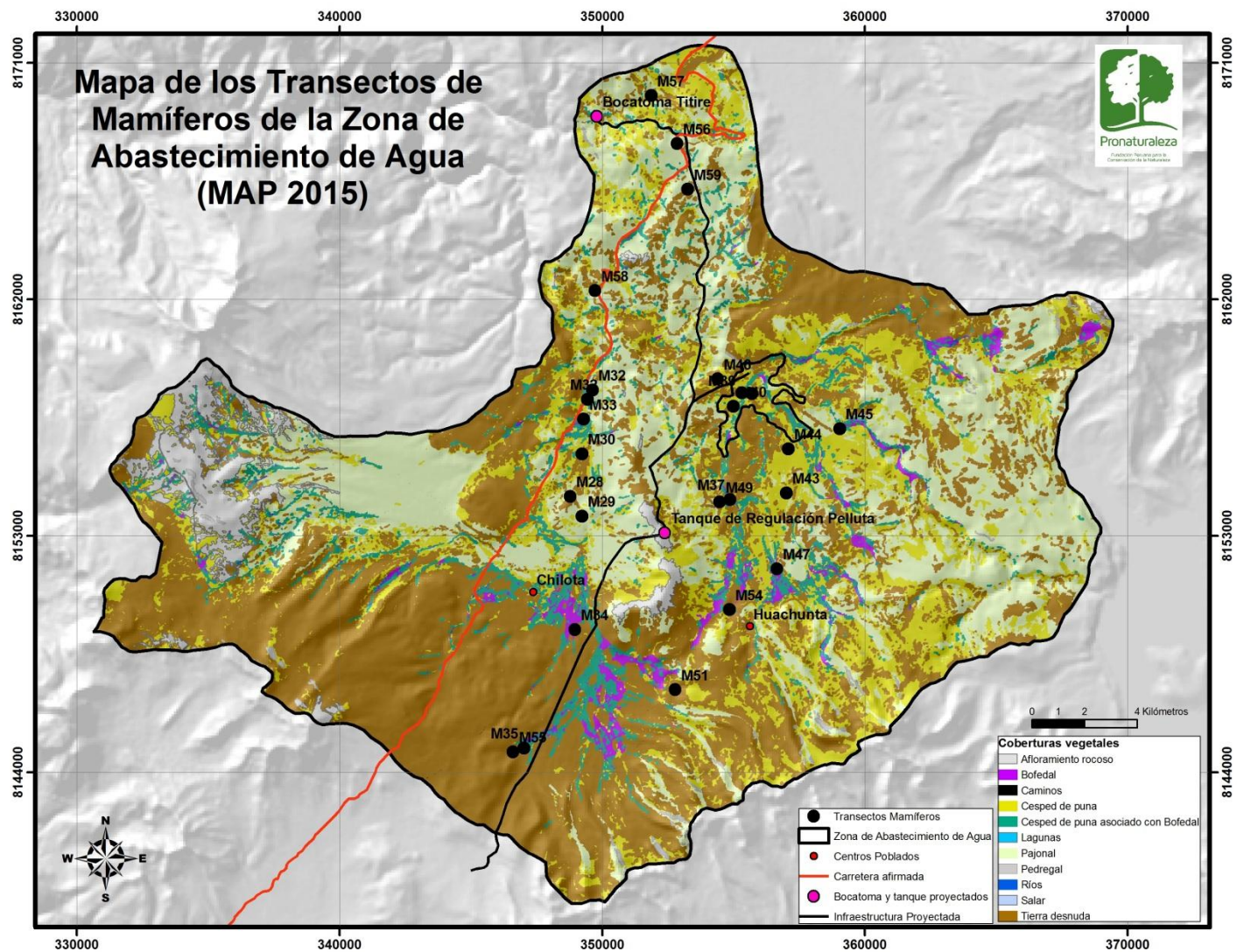


Figura 110. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.3.2. Resultados del Componente Mamíferos

2.3.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Los resultados de las evaluaciones de campo señalan un registro total de siete especies de mamíferos distribuidas en seis familias y cuatro órdenes taxonómicos. El orden Rodentia presentó cuatro especies distribuidas en tres familias. El orden Carnivora presentó una especie de la familia Canidae, el orden Cetartiodactyla presentó una especie de la familia Camelidae y el orden Didelphimorphia presentó una especie de la familia Didelphidae.

De los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de tres especies del orden Rodentia y una especie del orden Didelphimorphia. La especie que presentó mayor abundancia fue *Phyllotis sp.*, con 121 individuos registrados, seguida de *Akodon sp.*, con 32 individuos.

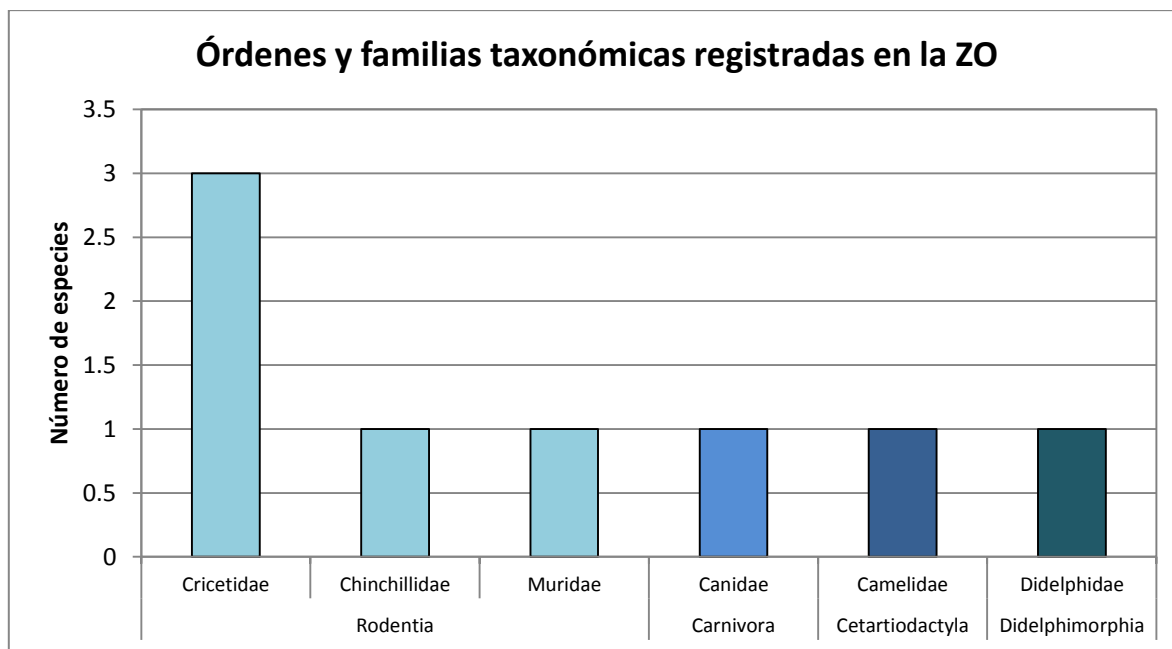


Figura 111. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época seca 2015)

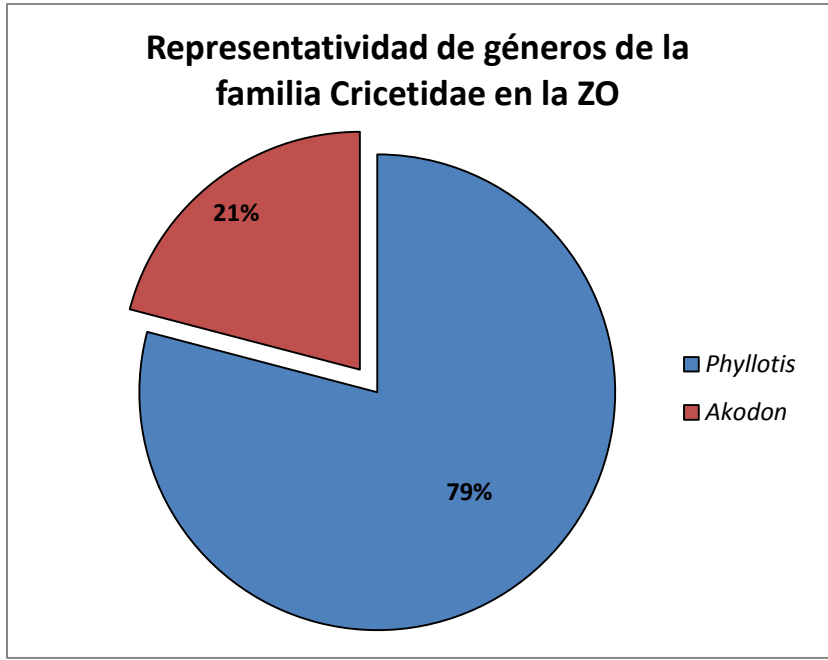


Figura 112. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época seca 2015)

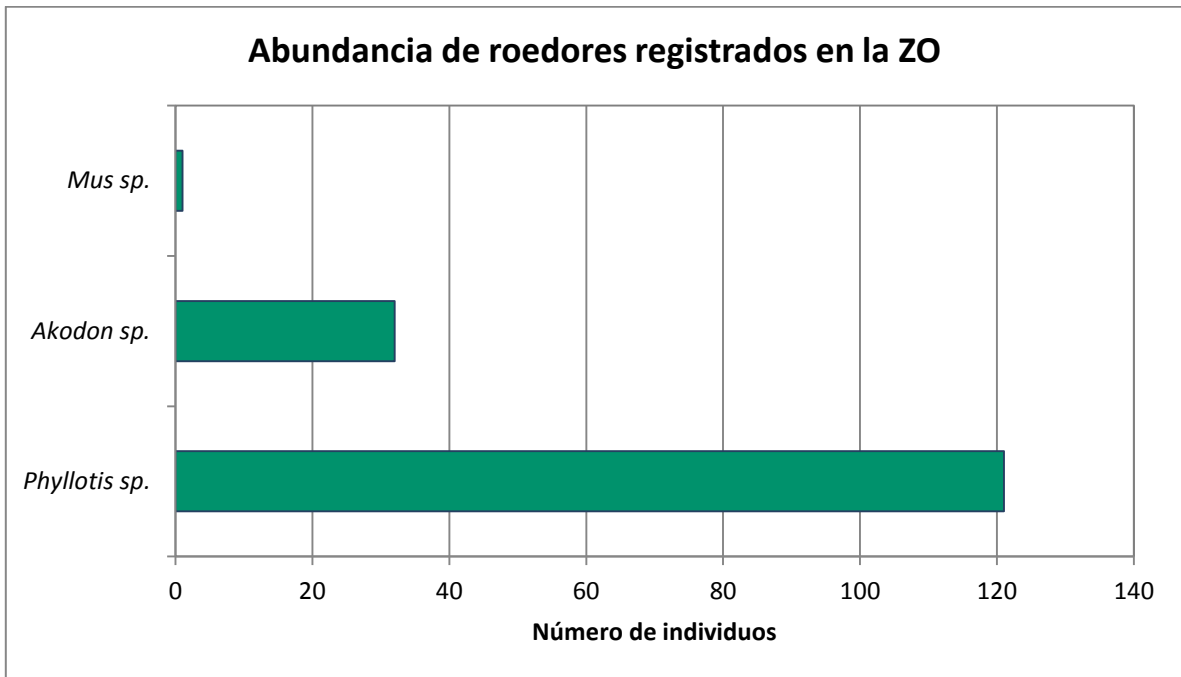


Figura 113. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época seca 2015)

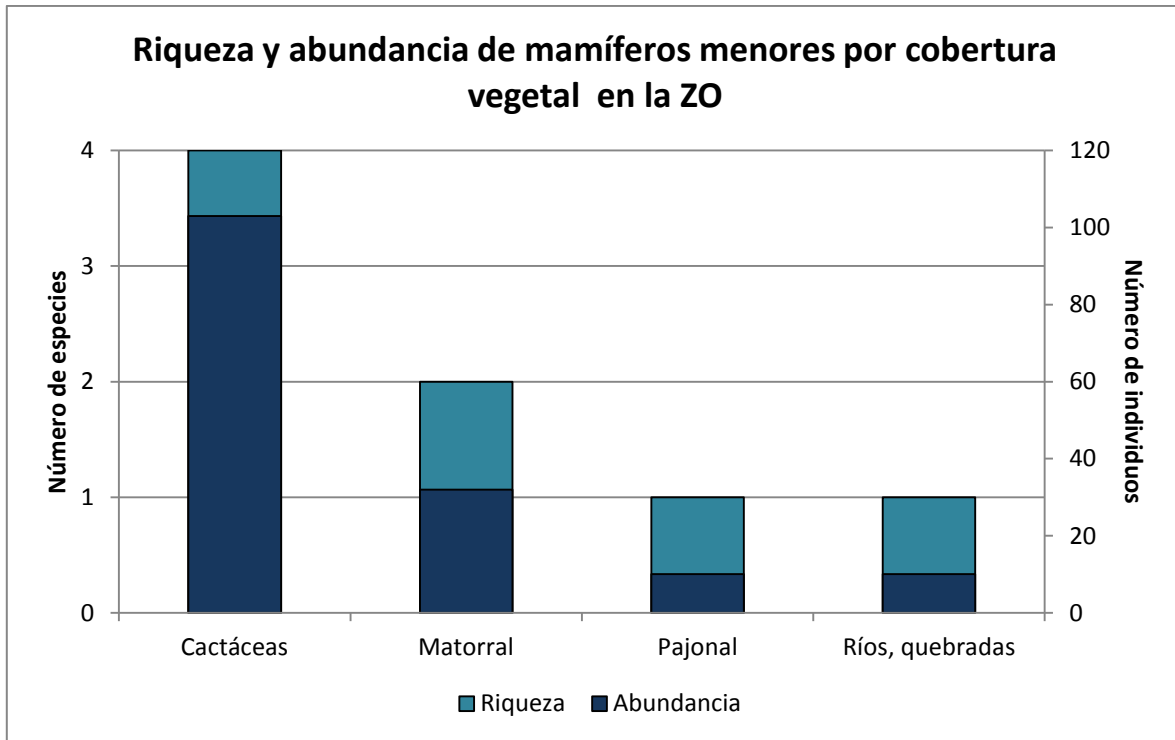


Figura 114. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

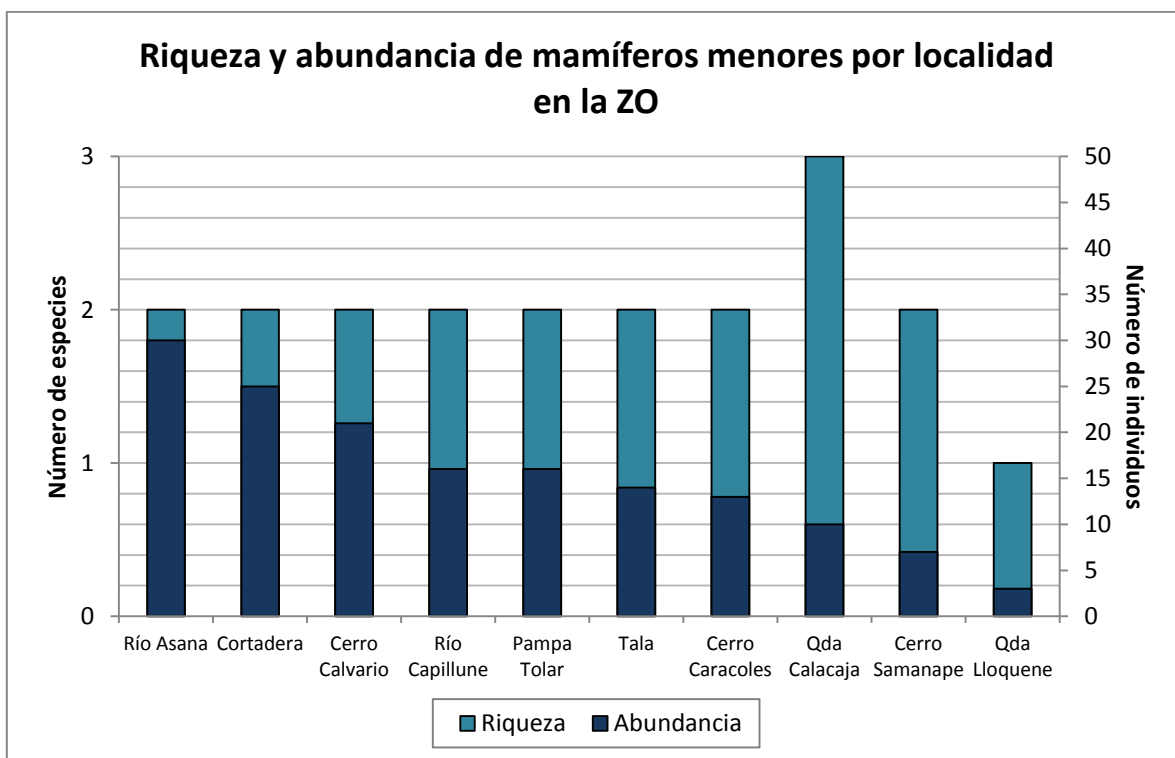


Figura 115. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 25. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	0.658	0.4746	0.6473
Matorral	0.5253	0.7579	0.2885
Pajonal	0	-	0
Ríos, quebradas	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

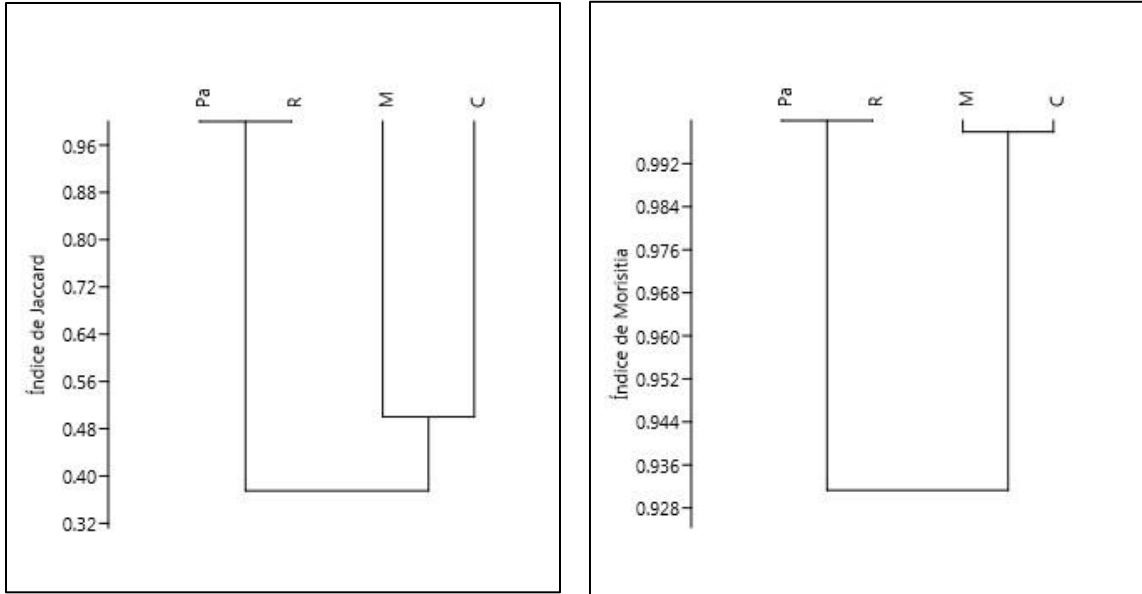
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 26. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	0.4506	0.65	0.294
Cortadera	0.673	0.971	0.3107
Cerro Calvario	0.4101	0.5917	0.3285
Río Capillune	0.6211	0.896	0.3607
Pampa Tolar	0.3768	0.5436	0.3607
Tala	0.4101	0.5917	0.3789
Cerro Caracoles	0.6172	0.8905	0.3899
Quebrada Calacaja	0.639	0.5817	0.8686
Cerro Samanape	0.4101	0.5917	0.5139
Quebrada Lloquene	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO



Pa= Pajonal; R= Ríos, M= Matorral; C= Cactáceas

Figura 116. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

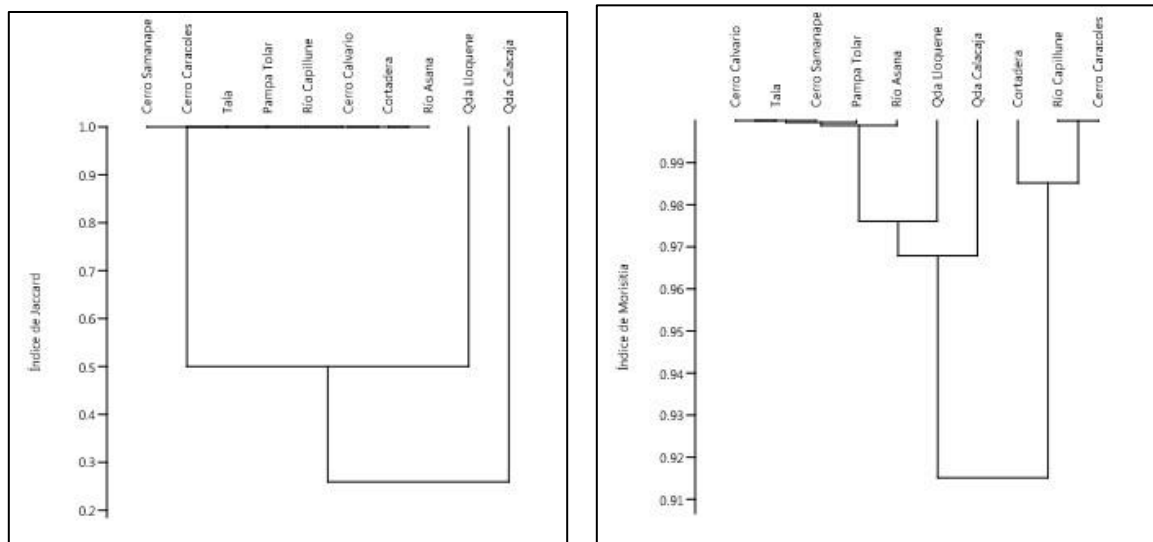


Figura 117. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.3.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Durante la evaluación en campo se registró 11 especies distribuidas en cuatro familias y tres órdenes taxonómicos. El orden Rodentia fue el que presentó mayor riqueza mientras que el orden Canivora y Cetartiodactyla presentaron una especie.

En los transectos evaluados se registró 8 especies del orden Rodentia de la familia Cricetidae. Los géneros Phyllotis y Auliscomys presentaron la mayor cantidad de registros (7 individuos).

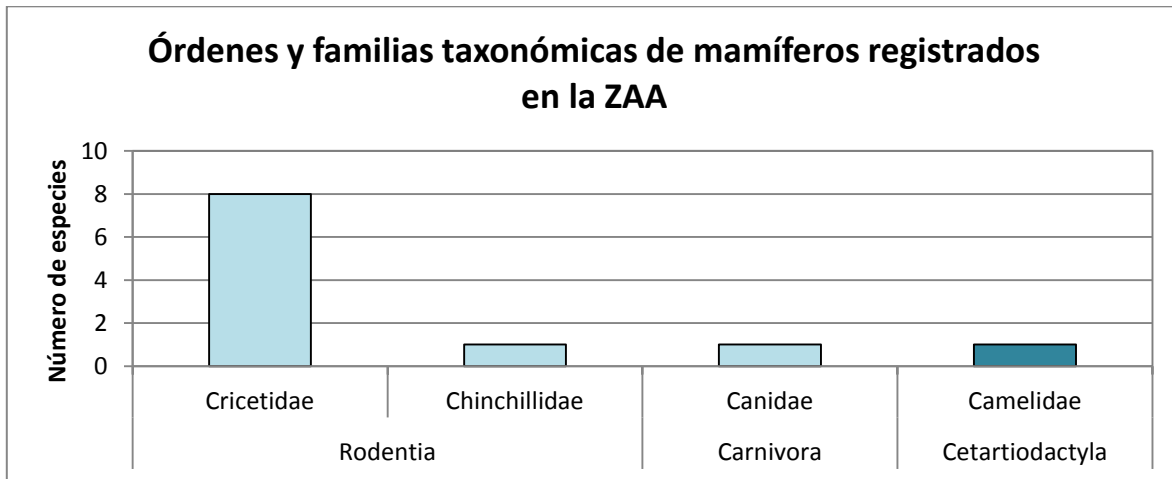


Figura 118. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época seca 2015)

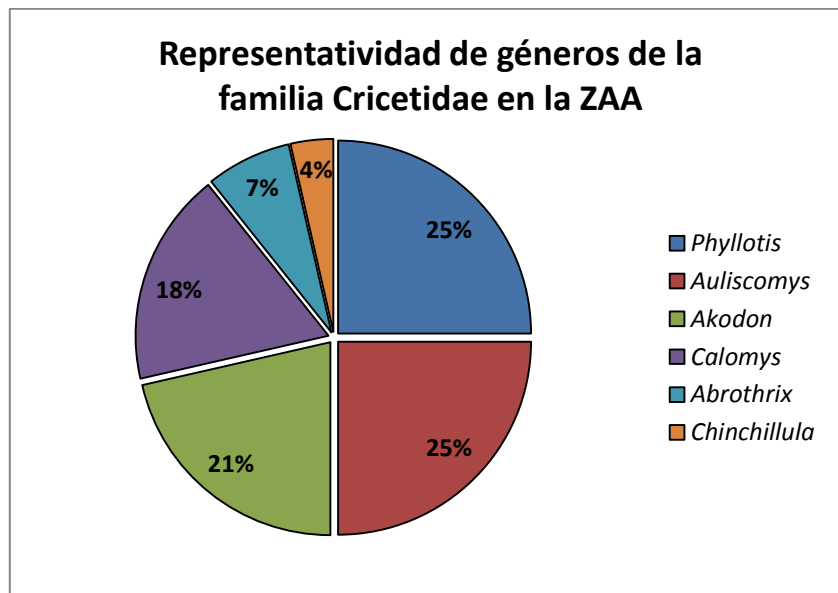


Figura 119. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época seca 2015)

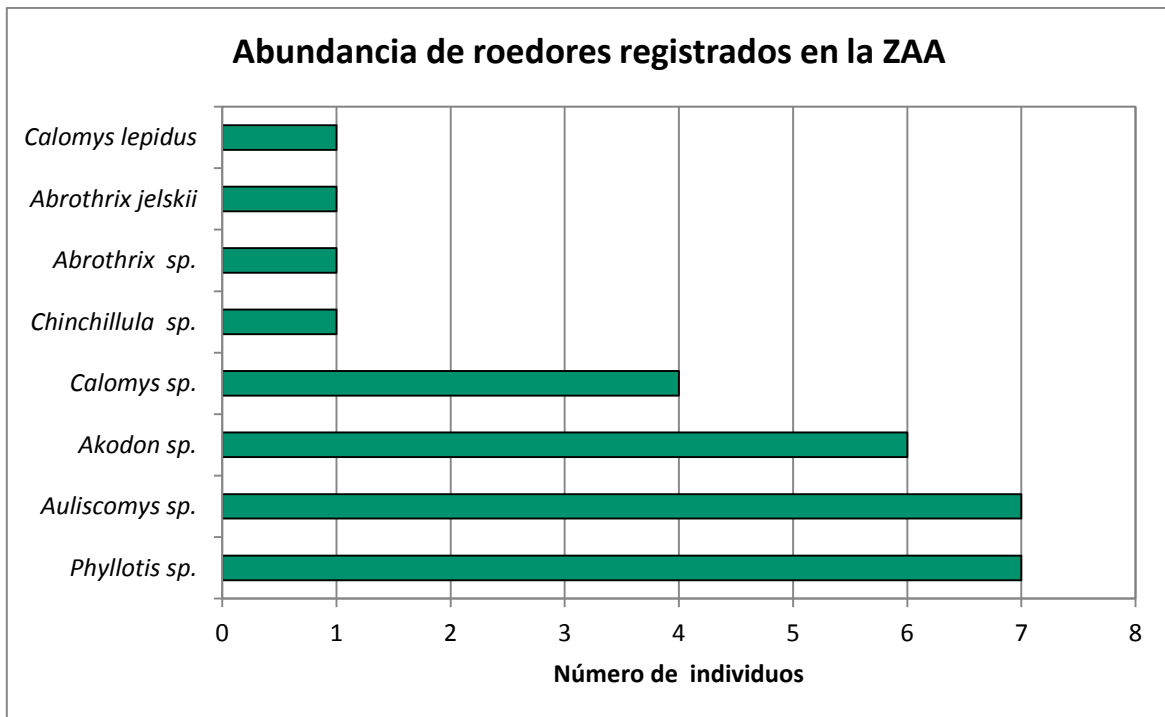


Figura 120. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época seca 2015)

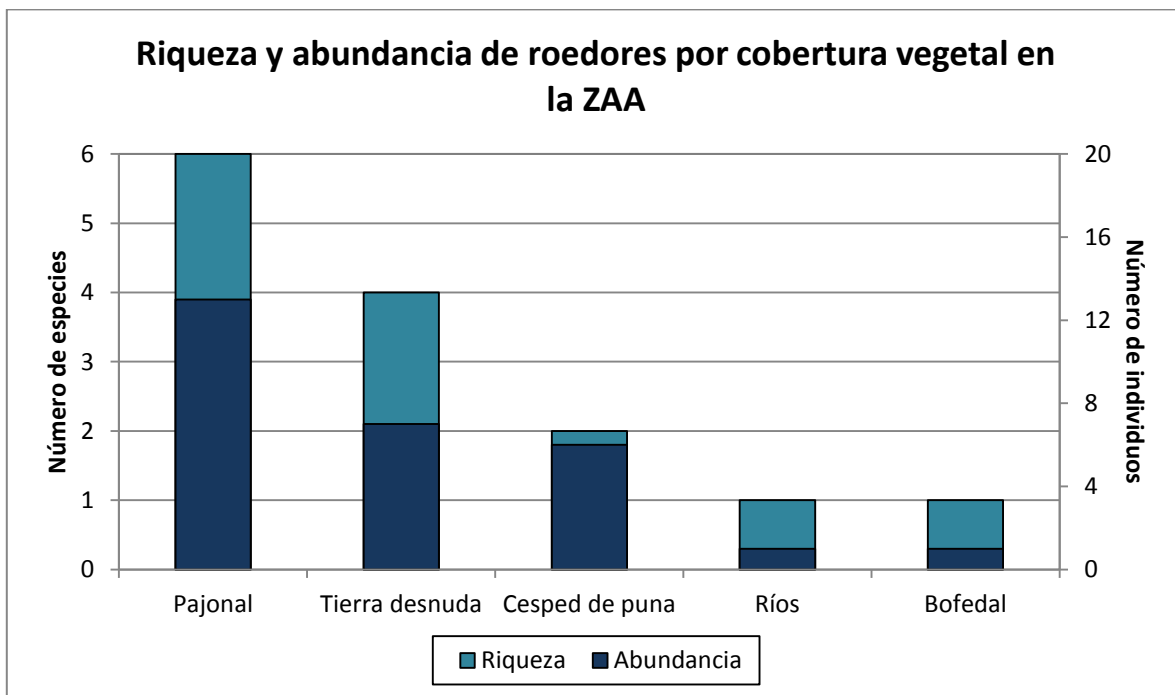


Figura 121. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

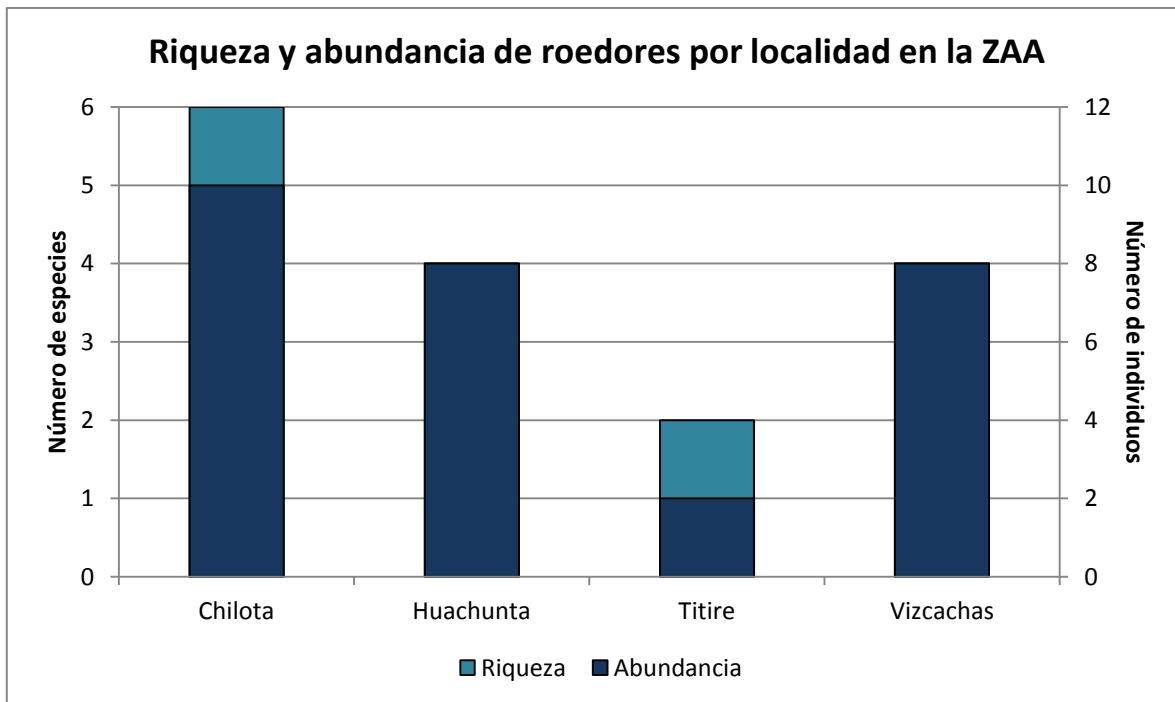


Figura 122. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 27. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Pajonal	1.631	0.9105	1.949
Tierra desnuda	1.154	0.8322	1.542
Césped de puna	0.6365	0.9183	0.5581
Ríos	0	-	0
Bofedal	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

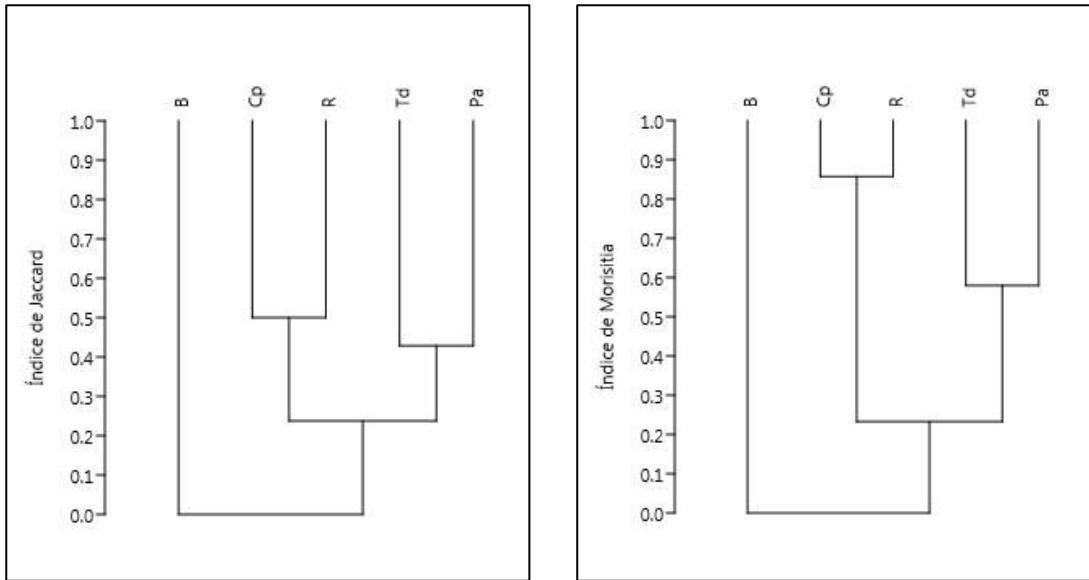
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 28. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.609	0.8982	2.171
Huachunta	1.213	0.875	1.443
Titire	0.6931	1	1.443
Vizcachas	1.321	0.9528	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Cp= Césped de puna; R= Ríos; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal

Figura 123. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

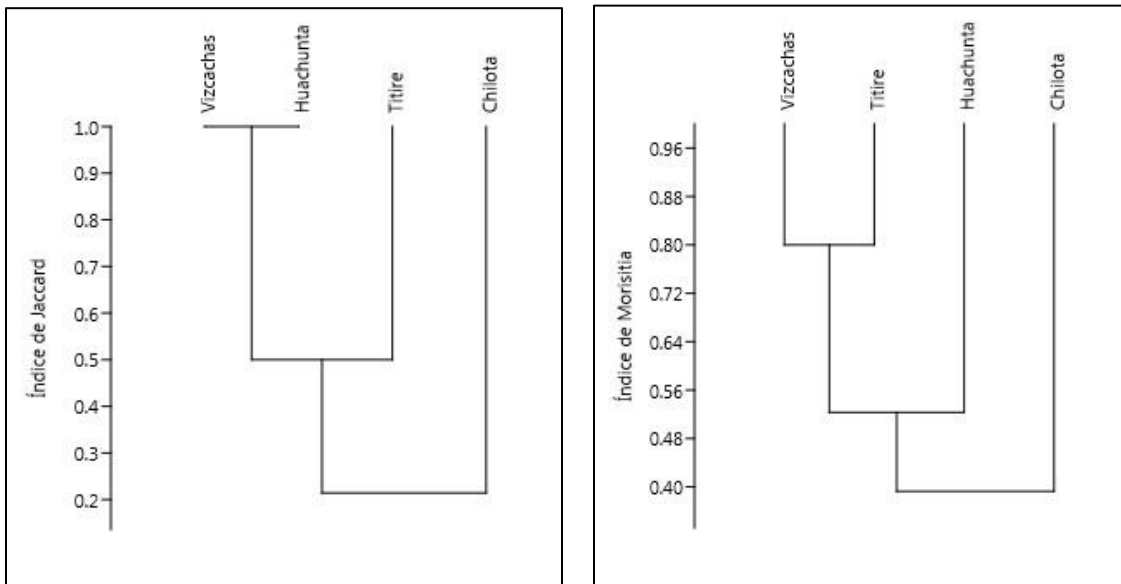


Figura 124. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)

2.4. Componente: HERPETOFAUNA

2.4.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

Las evaluaciones corresponden al monitoreo de la época seca se realizaron entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Para la presente evaluación el método de muestreo utilizado fue el Visual Encounter Survey (VES) (Crump y Scott, 1994), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Cada uno de los recorridos VES corresponde a una unidad de muestreo, estos fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro área de estudio y se realizaron durante el día (entre 08:00 y 16:00 Hrs.). Cada recorrido VES tuvo una duración de 30 minutos. Para cada VES se tomó nota de las coordenadas de inicio y final del recorrido, las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, el número de especies e individuos registrados, hora de registro, y otros datos relevantes (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

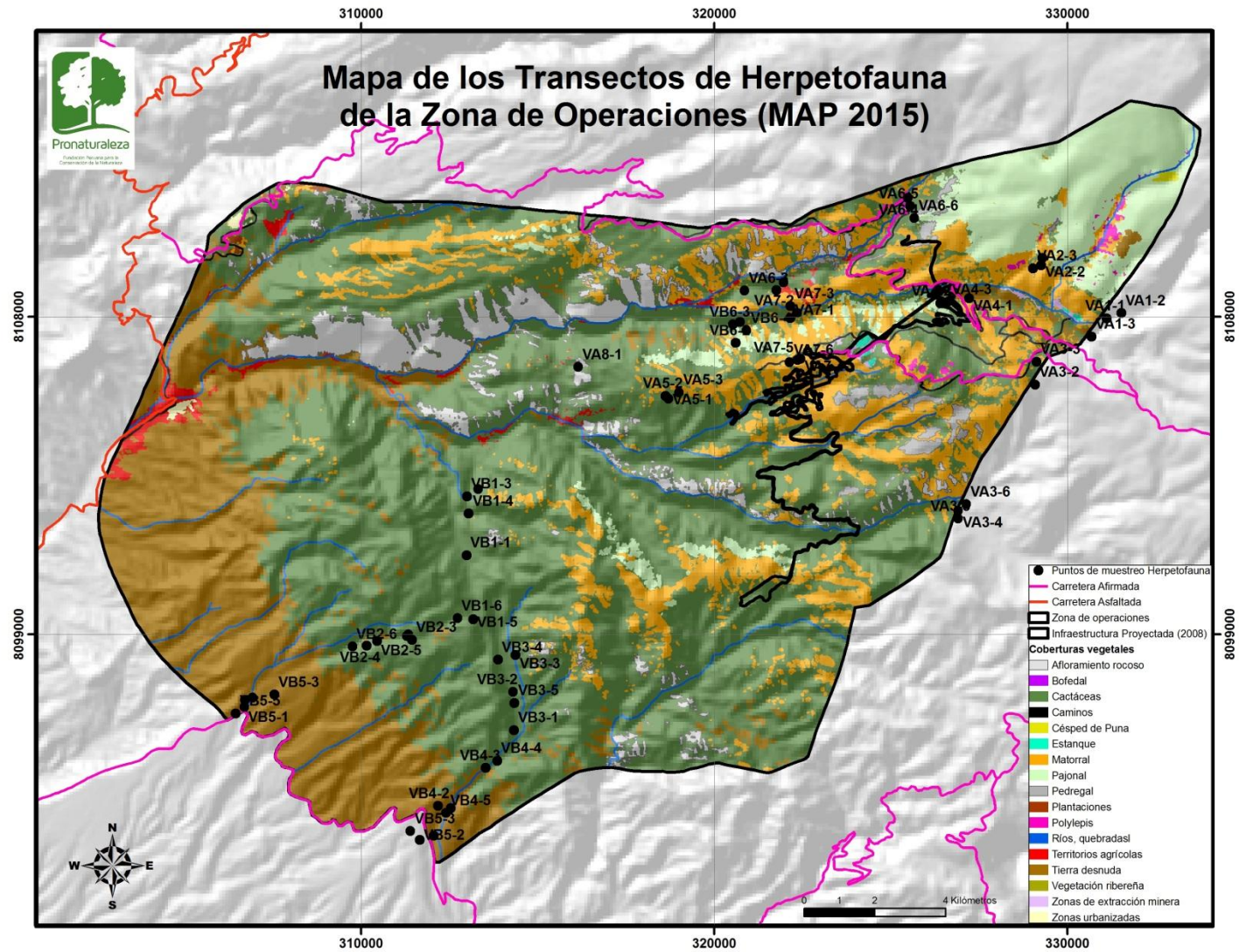


Figura 125. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

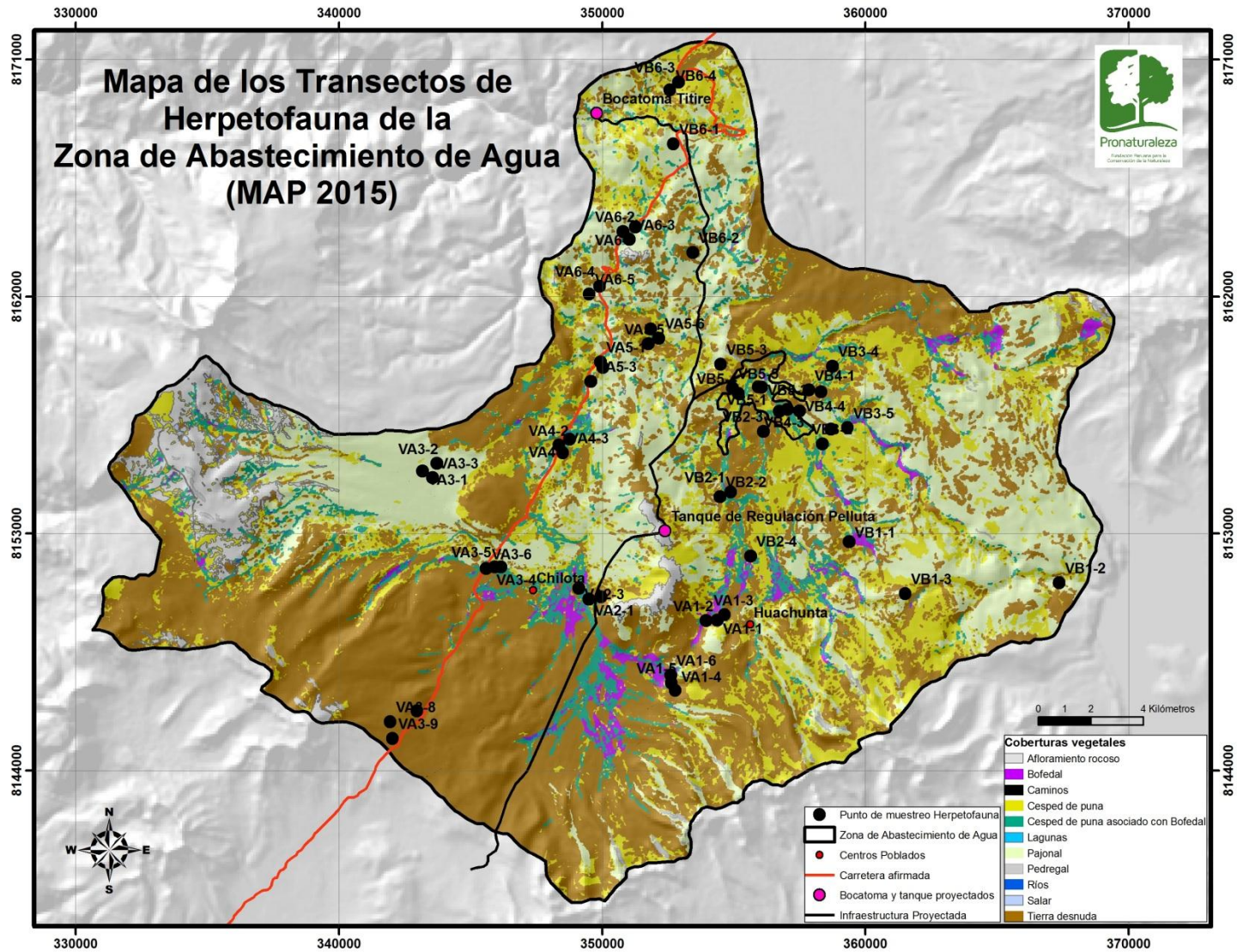


Figura 126. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.4.2. Resultados del Componente Herpetofauna

2.4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para el área de operaciones se registró un total de seis especies, cuatro reptiles y dos anfibios. Las cuatro especies de la clase Reptilia se distribuyen en un orden, tres familias y tres géneros. Las dos especies de la clase Amphibia se distribuyen en un orden, dos familias y dos géneros. El anfibio con mayor abundancia registrada fue *Telmatobius peruvianus* (21 individuos). De la clase Reptilia, la especie con mayor número de individuos registrados fue *Microlophus yanezi* (38 individuos).

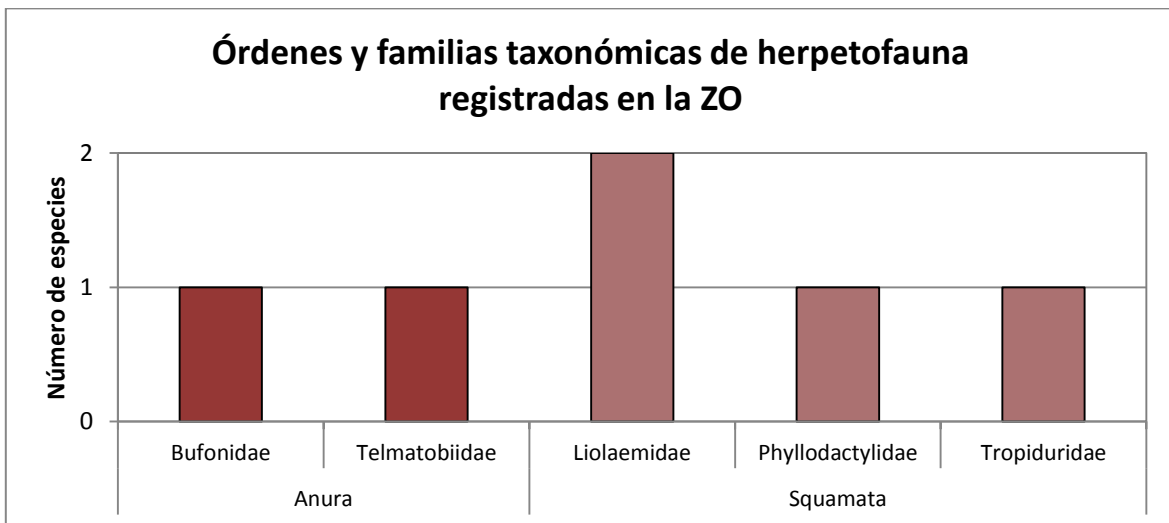


Figura 127. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)

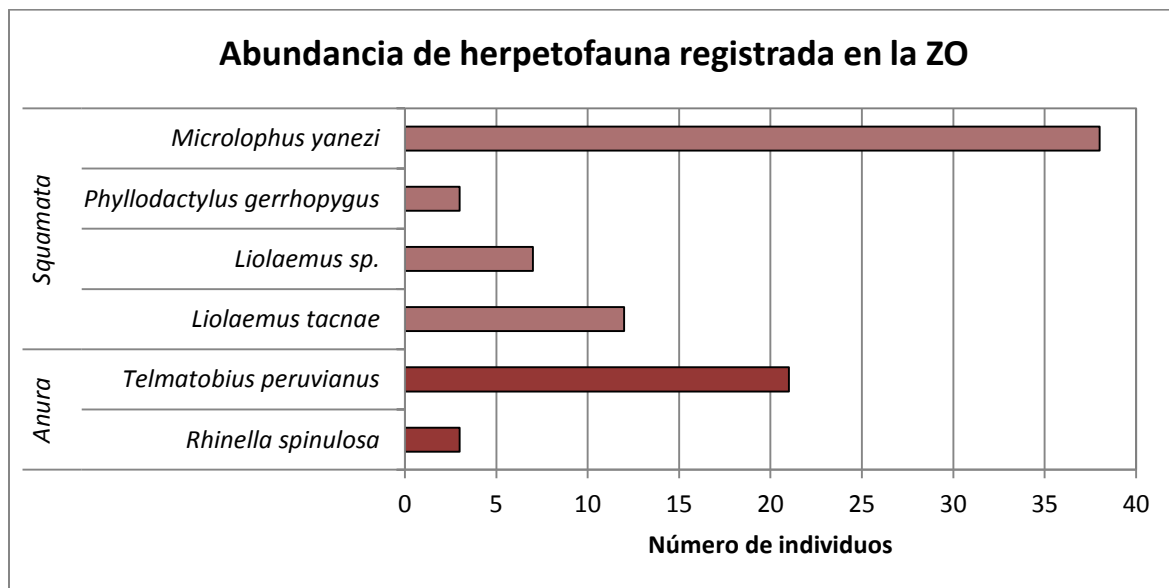


Figura 128. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)

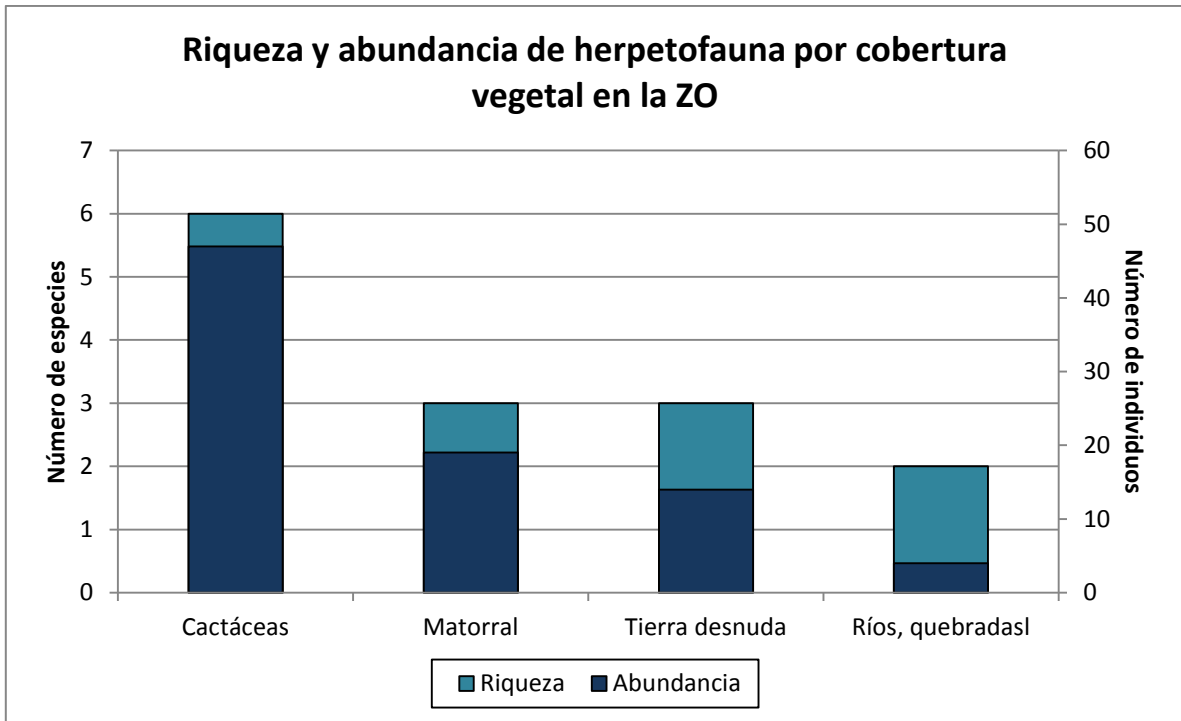


Figura 129. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

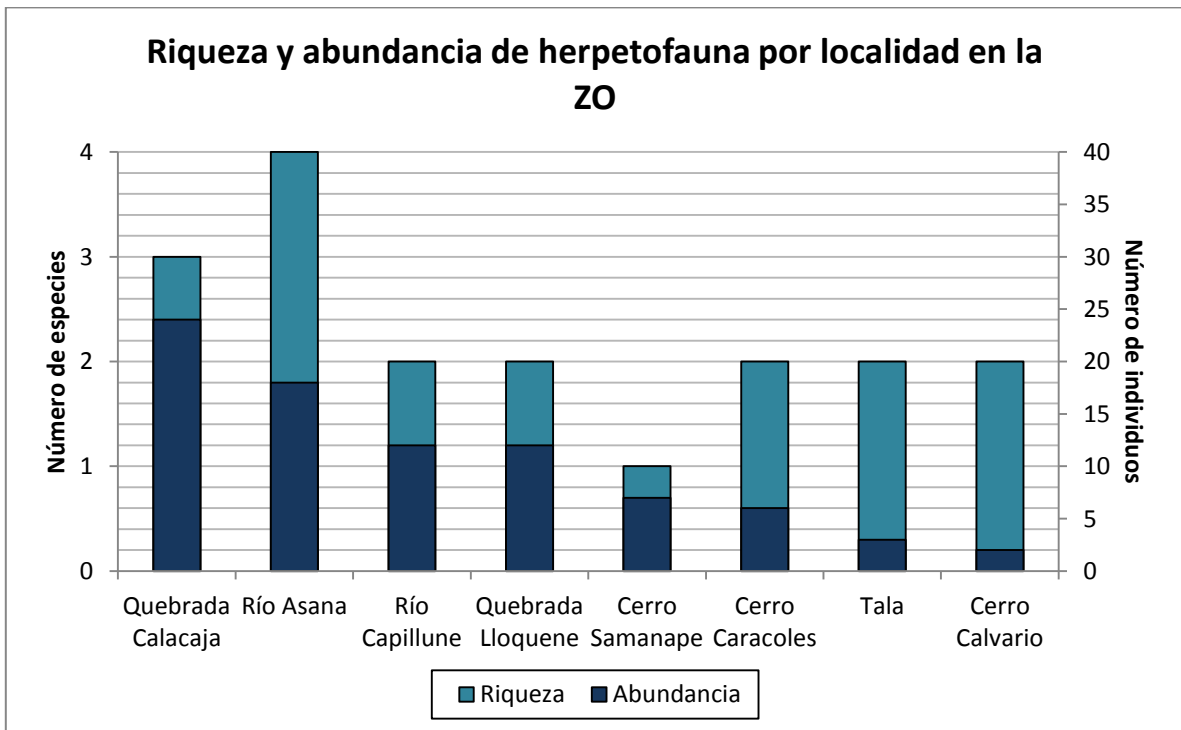


Figura 130. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 29. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	1.508	0.8414	1.299
Matorral	0.9592	0.8731	0.6792
Tierra desnuda	0.656	0.5971	0.7578
Ríos, quebradas	0.6931	1	0.7213

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

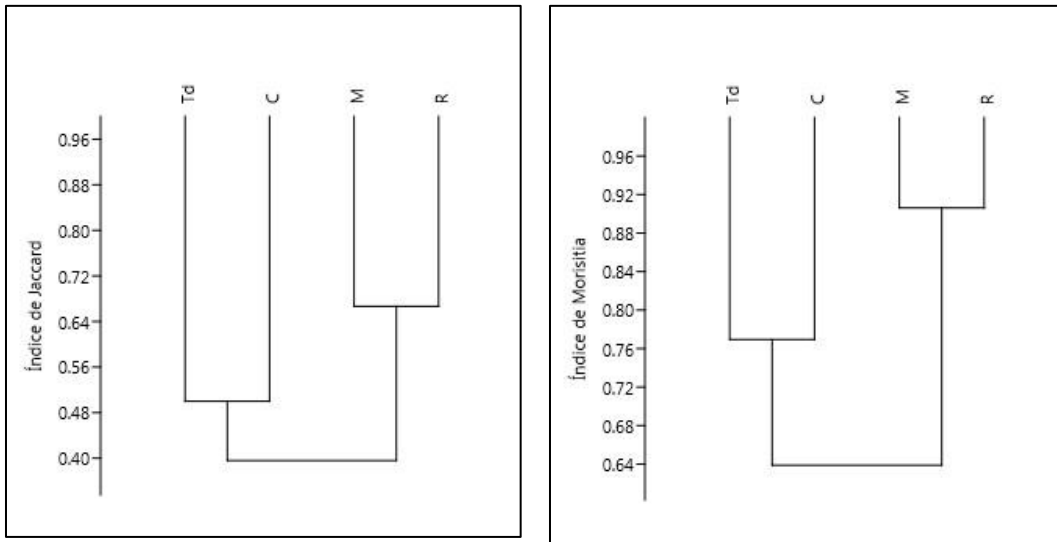
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 30. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Quebrada Calacaja	0.5661	0.5153	0.6293
Río Asana	1.292	0.9319	1.038
Río Capillune	0.2868	0.4138	0.4024
Quebrada Lloquene	0.4506	0.65	0.4024
Cerro Samanape	0	-	0
Cerro Caracoles	0.6365	0.9183	0.5581
Tala	0.6365	0.9183	0.9102
Cerro Calvario	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO



Td= Tierra desnuda; C= Cactáceas; M= Matorral; R= Ríos

Figura 131. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

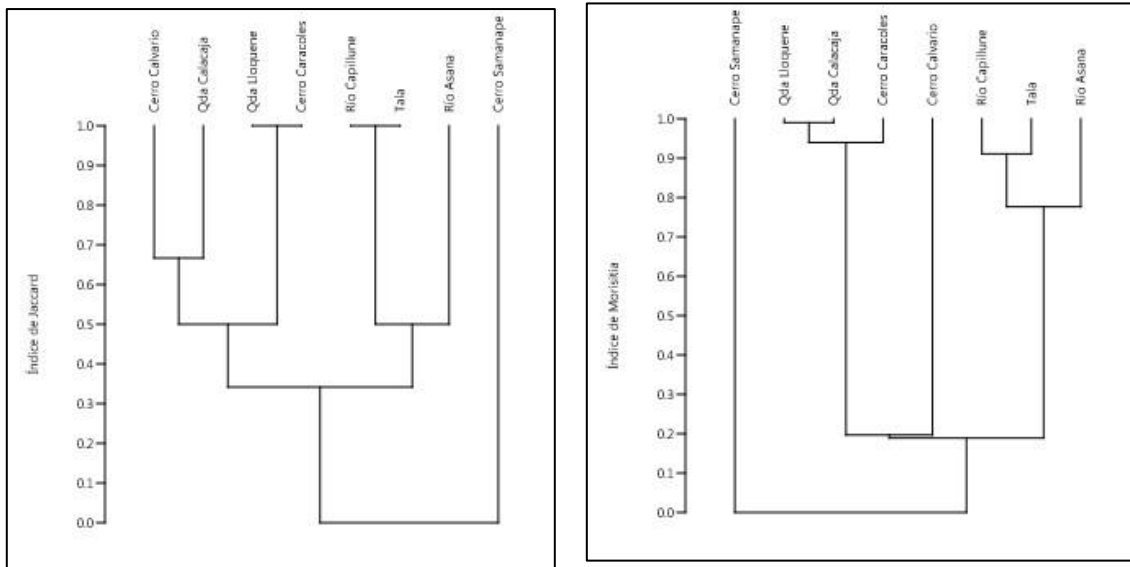


Figura 132. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Durante las evaluaciones de campo se registró una especie de reptil (*Liolaemus signifer*) perteneciente al orden Squamata y familia Liolaemidae.

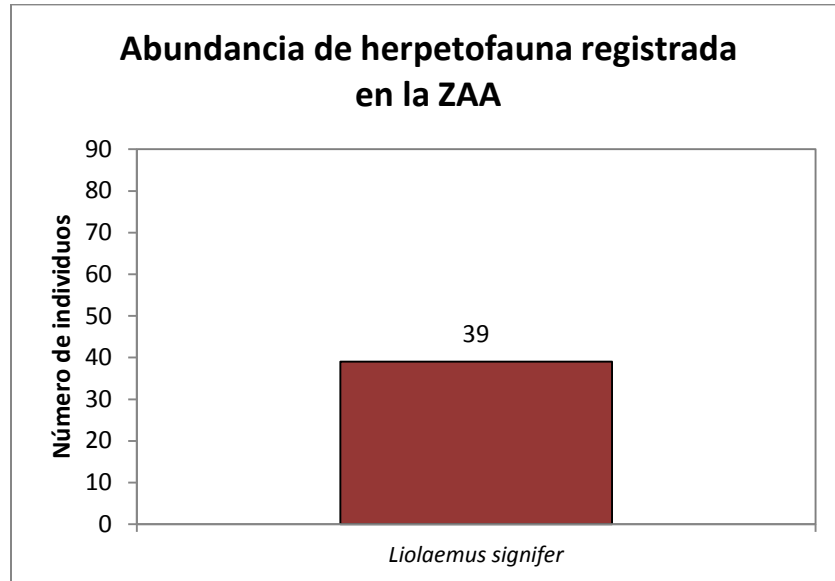


Figura 133. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca 2015)

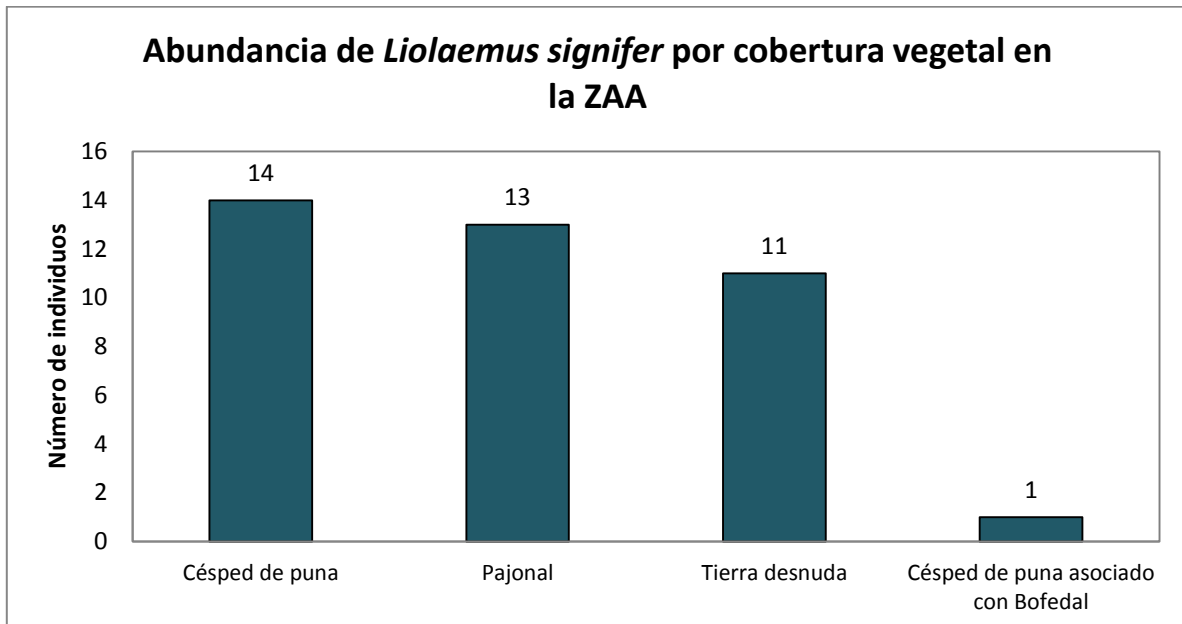


Figura 134. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

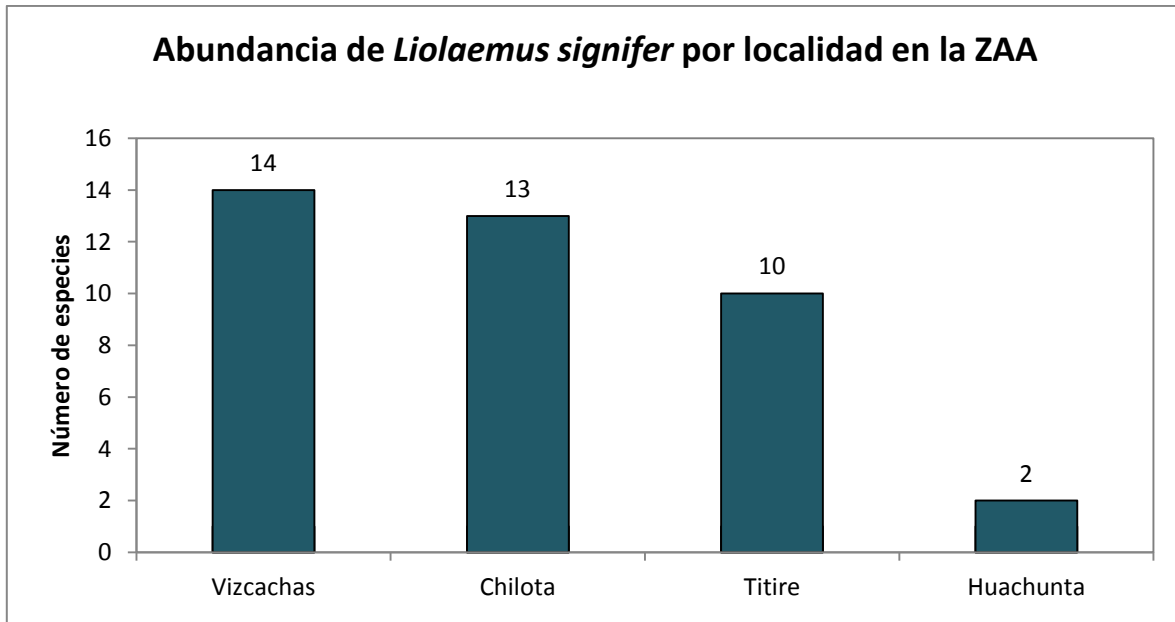


Figura 135. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

**Capítulo III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados
de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época
húmeda y seca**

III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca

3.1. Flora silvestre

3.1.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente flora silvestre para la época húmeda se registró 241 especies, donde las familias más diversas fueron las Asteraceae y Poaceae. De ellas 172 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 41 familias botánicas y 122 géneros. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 83 especies, agrupadas en 18 familias botánicas y 48 géneros.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 146 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el pajonal con 55 especies registradas.
- *Plantago macbridei* y *Ambrosia artemisioides* son las especies con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y en la zona de abastecimiento de agua lo son *Festuca orthophylla* y *Distichia muscoides*.
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los Índices de diversidad son: cactáceas (3.742) y matorral (3.412). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: tierra desnuda (2.878) y césped de puna (2.852).
- En la zona de operaciones se registró 18 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 9 están protegidas según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG), 11 en IUCN y 9 en los listados CITES. Se registró 3 especies endémicas, principalmente de las familias Cactaceae y Plantaginaceae. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie protegida según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG).

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente flora silvestre para la época seca se registró 171 especies, donde las familias más diversas fueron

las Asteraceae y Poaceae. De ellas 115 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 34 familias botánicas y 90 géneros. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 65 especies, agrupadas en 17 familias botánicas y 39 géneros.

- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 98 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el pajonal con 42 especies registradas.
- *Ambrosia artemisioides* y *Vulpia sp.* son las especies con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y en la zona de abastecimiento de agua lo son *Festuca orthophylla* y *Parastrephia lucida*.
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los Índices de diversidad son: cactáceas (3.103) y matorral (2.655). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (2.579) y tierra desnuda (2.483).
- En la zona de operaciones se registró 15 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 7 están protegidas según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG), 11 en IUCN y 9 en los listados CITES. Se registró 5 especies endémicas. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie protegida según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG).

3.2. Avifauna

3.2.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente avifauna para la época húmeda se registró 82 especies. De ellas 54 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 16 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Columbidae. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 48 especies agrupadas en 18 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Anatidae.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 45 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el césped de puna con 39 especies registradas.

- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (159 individuos), *Phrygilus fruticeti* (159 individuos), y *Sporagra magellanica* (62 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phrygilus plebejus* (183 individuos), *Sicalis uropygialis* (161 individuos), *Metriopelia aymara* (99 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los Índices de diversidad son: cactáceas (2.853) y matorral (2.994). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (3.013) y pajonal (2.866).
- En la zona de operaciones se registró 51 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 51 se encuentran en IUCN y 8 en los listados CITES. Se registró una especie endémica. En la zona de abastecimiento de agua se registró 42 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 4 están protegidas según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 42 en IUCN y 4 en los listados CITES.
- Se considera que este estudio sobre la avifauna aporta información importante sobre la diversidad biológica del departamento de Moquegua, que históricamente es considerado un departamento escasamente conocido en este sentido.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente avifauna para la época seca se registró 88 especies. De ellas, 60 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 15 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Columbidae y Furnariidae. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 54 especies agrupadas en 23 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Thinocoridae.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 45 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el césped de puna con 42 especies registradas.
- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (474 individuos), *Phrygilus fruticeti* (180 individuos), y *Metriopelia melanoptera* (99 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Sicalis uropygialis* (1018 individuos), *Thinocorus orbignyianus* (190 individuos) y *Phrygilus plebejus* (145 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (2.514) y matorral (2.509). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: pajonal (2.884) y tierra desnuda (2.825).

- En la zona de operaciones se registró 56 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 56 en IUCN y 8 en los listados CITES. Se registró una especie endémica. En la zona de abastecimiento de agua se registró 50 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 3 están protegidas según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 50 en IUCN y 4 en los listados CITES. Se registró una especie endémica.
- Se considera que este estudio sobre la avifauna aporta importante información sobre la diversidad biológica del departamento de Moquegua, que históricamente es considerado un departamento escasamente conocido en este sentido.

3.2.2. Recomendaciones:

Es importante realizar esfuerzos para asegurar las poblaciones del suri (*Rhea pennata*) y el cóndor andino (*Vultur gryphus*), que pueden considerarse como especies sombrillas, es decir que su conservación favorece la conservación de otras especies altoandinas de flora y fauna asociadas. Dichos esfuerzos pueden concentrarse, por ejemplo, en la conservación de coberturas vegetales como los matorrales (sobre todo los tolares), así como los afloramientos rocosos, que constituyen zonas de descanso y posible anidamiento para el cóndor andino.

3.3. Mamíferos

3.3.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente mamíferos para la época húmeda se registró 15 especies. De ellas 9 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 4 familias. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 13 especies agrupadas en 6 familias. Siendo los roedores (orden Rodentia) el componente principal para ambas zonas; destacando la familia Cricetidae.
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el césped de puna.

- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Phyllotis xanthopygus* (13 individuos) y *Akodon albiventer* (5 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phyllotis xanthopygus* (4 individuos), *Calomys lepidus* (2 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (0.965) y pajonal (0.8532). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (1.242) y césped de puna asociado al bofedal (1.099).
- En la zona de operaciones se registró 6 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 6 en IUCN y 2 en los listados CITES. En la zona de abastecimiento de agua se registró 12 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 12 en IUCN y 3 en los listados CITES. Siendo el guanaco y la taruka las especies más amenazadas.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente mamíferos para la época húmeda se registró 13 especies. De ellas 7 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 6 familias. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 11 especies agrupadas en 4 familias. Siendo los roedores (orden Rodentia) el componente principal para ambas zonas; destacando la familia Cricetidae.
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal.
- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Phyllotis sp.* (121 individuos) y *Akodon sp.* (32 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phyllotis sp.* (7 individuos), y *Auliscomys sp.* (7 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (0.658) y matorral (0.525). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: pajonal (1.631) y tierra desnuda (1.154).
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 3 en IUCN y 2 en los listados CITES. En la zona de abastecimiento de agua se registró 5 especies en alguna categoría de

protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 5 en IUCN y 2 en los listados CITES. Siendo el guanaco y la taruka las especies más amenazadas.

3.4. Herpetofauna

3.4.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente herpetofauna para la época húmeda se registró 9 especies, de ellas 5 reptiles y 4 anfibios. En la zona de operaciones se encuentran 6 especies (4 reptiles y 2 anfibios). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 4 especies (1 reptiles y 3 anfibios).
- Durante el presente monitoreo se registró una abundancia total de 27 anfibios y 199 reptiles. En la zona de operaciones se contabilizó 7 anfibios y 112 reptiles y en la zona de abastecimiento de agua, 20 anfibios y 87 reptiles. Las especies más abundantes en la evaluación fueron: *Microlophus yanezi* (56), *Liolaemus tacnae* (48) y *Liolaemus signifer* (87).
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal.
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI) y 3 en IUCN. En la zona de abastecimiento de agua se registró 3 especies que se encuentran en IUCN.
- Se identificó como sitios de importancia para la conservación de la herpetofauna a las microcuencas de los ríos Charaque y Asana, en la zona de operaciones, y a los bofedales en la zona de abastecimiento de agua.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente herpetofauna para la época seca se registró 7 especies, de ellas 5 reptiles y 2 anfibios. En la zona de operaciones se encuentran 6 especies (4 reptiles y 2 anfibios). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentra 1 especie (1 reptil).

- Durante el presente monitoreo se registró una abundancia total de 24 anfibios y 99 reptiles. En la zona de operaciones se contabilizó 24 anfibios y 60 reptiles y en la zona de abastecimiento de agua, 39 reptiles. Las especies de reptiles más abundantes fueron *Microlophus yanezi* (38) y *Liolaemus signifer* (39) y en anfibios: *Telmatobius peruvianus* (21).
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactácea. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies es el césped de puna.
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI) y 3 en IUCN. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie que se encuentra en IUCN.
- Se identificó como sitios de importancia para la conservación de la herpetofauna a las microcuencas de los ríos Charaque y Asana, en la zona de operaciones, y a los bofedales en la zona de abastecimiento de agua.



Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final - Comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre de la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015 - época húmeda y seca



Mayo, 2016

Contenido

IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda..... 11

4.1.	Comparación del componente: FLORA SILVESTRE	11
4.1.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época húmeda	11
4.1.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época húmeda	15
4.2.	Comparación del componente: AVIFAUNA	20
4.2.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	20
4.2.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	26
4.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	32
4.3.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	32
4.3.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	38
4.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	44
4.4.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	44
4.4.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	49

Capítulo V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca..... 54

V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca 55

5.1.	Comparación del componente: FLORA SILVESTRE	55
5.1.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época seca.....	55
5.1.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época seca	59
5.2.	Comparación del componente: AVIFAUNA	64

5.2.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	64
5.2.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	70
5.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	76
5.3.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	76
5.3.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	82
5.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	88
5.4.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	88
5.4.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	93
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015.		95
VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015		96
6.1.	Flora silvestre.....	96
6.1.1.	Conclusiones.....	96
6.2.	Avifauna	97
6.2.1.	Conclusiones.....	97
6.3.	Mamíferos.....	98
6.3.1.	Conclusiones.....	98
6.4.	Herpetofauna.....	100
6.4.1.	Conclusiones.....	100
6.5.	Recomendaciones.....	102

Listado de Figuras

<i>Figura 1. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época húmeda)</i>	11
<i>Figura 2. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época húmeda)</i>	12
<i>Figura 3. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	12
<i>Figura 4. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	13
<i>Figura 5. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época húmeda)</i>	13
<i>Figura 6. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	14
<i>Figura 7. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	14
<i>Figura 8. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época húmeda)</i>	15
<i>Figura 9. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	15
<i>Figura 10. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	16
<i>Figura 11. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	16
<i>Figura 12. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	17
<i>Figura 13. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	17
<i>Figura 14. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época húmeda)</i> ...	18
<i>Figura 15. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	18
<i>Figura 16. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época húmeda)</i>	19
<i>Figura 17. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	20
<i>Figura 18. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	20
<i>Figura 19. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época húmeda)</i>	21
<i>Figura 20. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época húmeda)</i>	21
<i>Figura 21. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	22
<i>Figura 22. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	22
<i>Figura 23. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	23
<i>Figura 24. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	23

<i>Figura 25. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época húmeda)</i>	24
<i>Figura 26. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	24
<i>Figura 27. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	25
<i>Figura 28. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	26
<i>Figura 29. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	26
<i>Figura 30. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época húmeda)</i>	27
<i>Figura 31. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época húmeda)</i>	27
<i>Figura 32. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	28
<i>Figura 33. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	28
<i>Figura 34. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	29
<i>Figura 35. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)</i> ..	29
<i>Figura 36. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época húmeda)</i>	30
<i>Figura 37. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	30
<i>Figura 38. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época húmeda)</i>	31
<i>Figura 39. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época húmeda)</i>	32
<i>Figura 40. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	32
<i>Figura 41. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	33
<i>Figura 42. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época húmeda)</i>	33
<i>Figura 43. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	34
<i>Figura 44. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	34
<i>Figura 45. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de géneros, por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	35
<i>Figura 46. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	35
<i>Figura 47. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época húmeda)</i>	36
<i>Figura 48. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	36
<i>Figura 49. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	37
<i>Figura 50. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda)</i>	38

<i>Figura 51. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	38
<i>Figura 52. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	39
<i>Figura 53. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época húmeda)</i>	39
<i>Figura 54. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	40
<i>Figura 55. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	40
<i>Figura 56. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	41
<i>Figura 57. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época húmeda)</i> ..	41
<i>Figura 58. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época húmeda)</i>	42
<i>Figura 59. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	42
<i>Figura 60. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	43
<i>Figura 61. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	44
<i>Figura 62. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	44
<i>Figura 63. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época húmeda)</i>	45
<i>Figura 64. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época húmeda)</i>	45
<i>Figura 65. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	46
<i>Figura 66. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	46
<i>Figura 67. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)</i>	47
<i>Figura 68. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)</i>	47
<i>Figura 69. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época húmeda)</i>	48
<i>Figura 70. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	48
<i>Figura 71. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	49
<i>Figura 72. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	49
<i>Figura 73. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZAA (época húmeda)</i>	50
<i>Figura 74. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZAA (época húmeda)</i>	50
<i>Figura 75. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	51
<i>Figura 76. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	51

<i>Figura 77. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)</i>	52
<i>Figura 78. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)</i>	52
<i>Figura 79. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZAA (época húmeda) ..</i>	53
<i>Figura 80. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	53
<i>Figura 81. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época seca).....</i>	55
<i>Figura 82. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época seca)</i>	56
<i>Figura 83. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca).....</i>	56
<i>Figura 84. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca).....</i>	57
<i>Figura 85. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época seca).....</i>	57
<i>Figura 86. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época seca).....</i>	58
<i>Figura 87. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época seca)</i>	58
<i>Figura 88. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época seca).....</i>	59
<i>Figura 89. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época seca)</i>	59
<i>Figura 90. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	60
<i>Figura 91. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca).....</i>	60
<i>Figura 92. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca).....</i>	61
<i>Figura 93. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)</i>	61
<i>Figura 94. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época seca).....</i>	62
<i>Figura 95. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)</i>	62
<i>Figura 96. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época seca)</i>	63
<i>Figura 97. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época seca)</i>	64
<i>Figura 98. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época seca)</i>	64
<i>Figura 99. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época seca)</i>	65
<i>Figura 100. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época seca)</i>	65
<i>Figura 101. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)..</i>	66
<i>Figura 102. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	66

<i>Figura 103. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época seca)</i>	67
<i>Figura 104. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época seca)</i>	67
<i>Figura 105. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época seca)</i>	68
<i>Figura 106. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	68
<i>Figura 107. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época seca)</i>	69
<i>Figura 108. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	70
<i>Figura 109. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	70
<i>Figura 110. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época seca)</i>	71
<i>Figura 111. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época seca)</i>	71
<i>Figura 112. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	72
<i>Figura 113. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	72
<i>Figura 114. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)</i>	73
<i>Figura 115. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)</i>	73
<i>Figura 116. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época seca)</i>	74
<i>Figura 117. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)</i>	74
<i>Figura 118. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época seca)</i>	75
<i>Figura 119. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época seca)</i>	76
<i>Figura 120. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i>	76
<i>Figura 121. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i>	77
<i>Figura 122. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época seca)</i>	77
<i>Figura 123. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	78
<i>Figura 124. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	78
<i>Figura 125. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZO (época seca)</i>	79
<i>Figura 126. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época seca)</i>	79
<i>Figura 127. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época seca)</i>	80
<i>Figura 128. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	80
<i>Figura 129. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)</i>	81
<i>Figura 130. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época seca)</i>	82

<i>Figura 131. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)</i>	82
<i>Figura 132. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)</i>	83
<i>Figura 133. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época seca)</i>	83
<i>Figura 134. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	84
<i>Figura 135. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	84
<i>Figura 136. Comparación de riqueza, a nivel de género, de roedores por localidad en la ZAA (época seca)</i>	85
<i>Figura 137. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época seca)</i>	85
<i>Figura 138. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época seca)</i>	86
<i>Figura 139. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	86
<i>Figura 140. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)</i>	87
<i>Figura 141. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca)</i>	88
<i>Figura 142. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i>	88
<i>Figura 143. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época seca)</i>	89
<i>Figura 144. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época seca)</i>	89
<i>Figura 145. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	90
<i>Figura 146. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	90
<i>Figura 147. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)</i>	91
<i>Figura 148. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)</i>	91
<i>Figura 149. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época seca)</i>	92
<i>Figura 150. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	92
<i>Figura 151. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	93
<i>Figura 152. Comparación de la abundancia de herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	93
<i>Figura 153. Comparación de abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	94
<i>Figura 154. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época seca)</i>	94

Capítulo IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda

IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda

4.1. Comparación del componente: FLORA SILVESTRE

4.1.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.1.1.1. Comparación de resultados de la composición florística

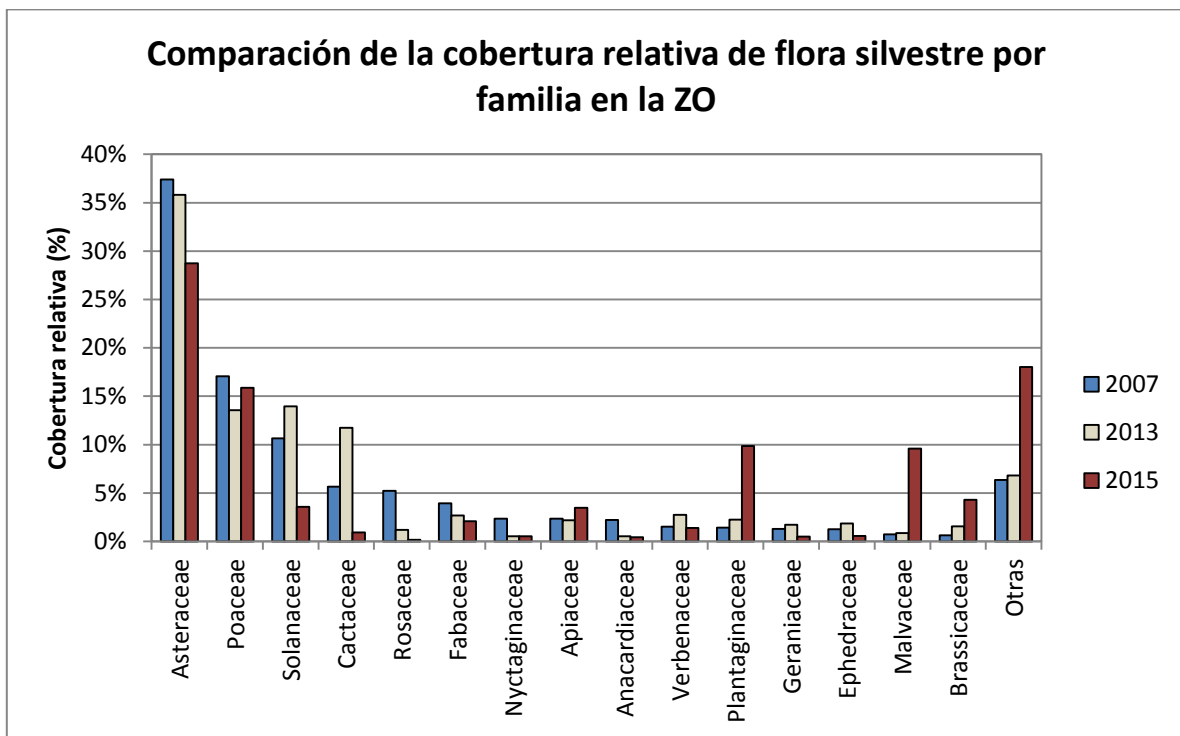


Figura 1. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época húmeda)

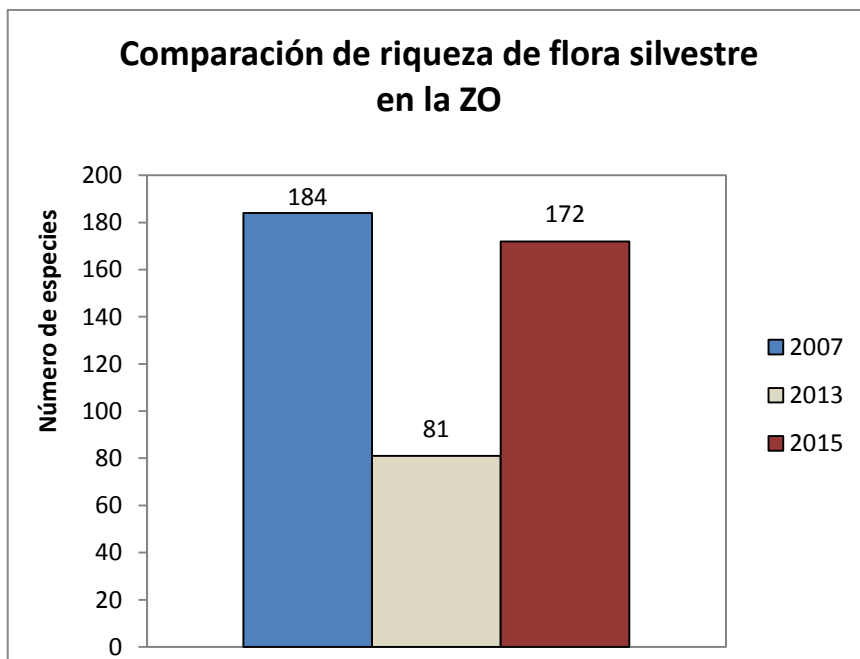


Figura 2. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época húmeda)

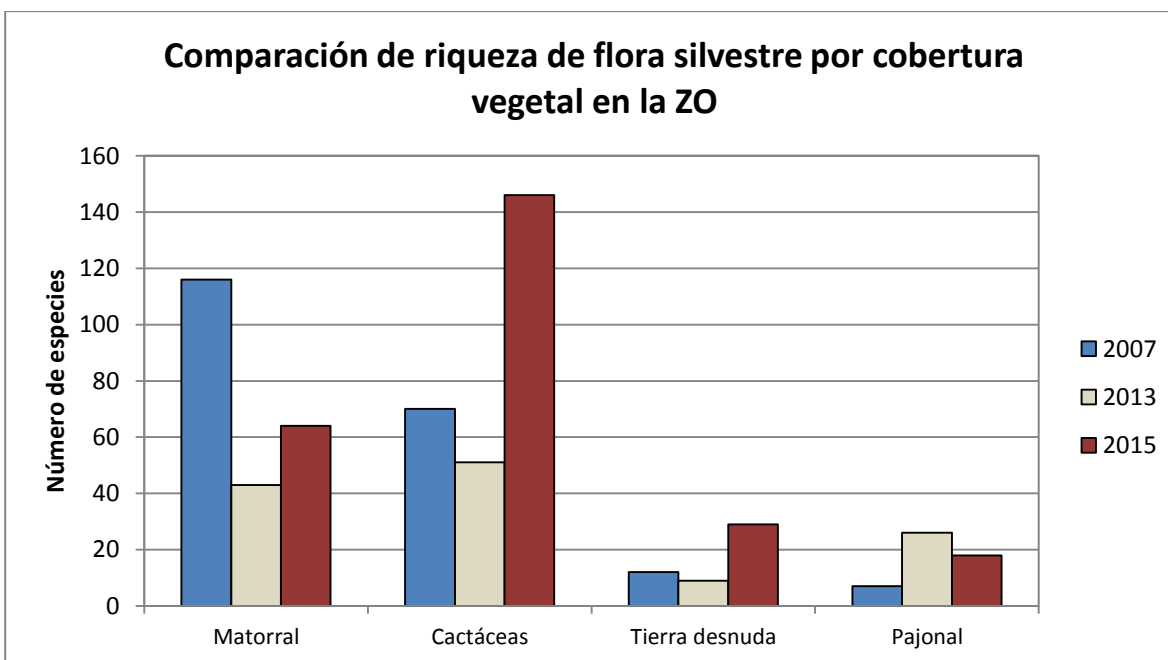


Figura 3. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

4.1.1.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

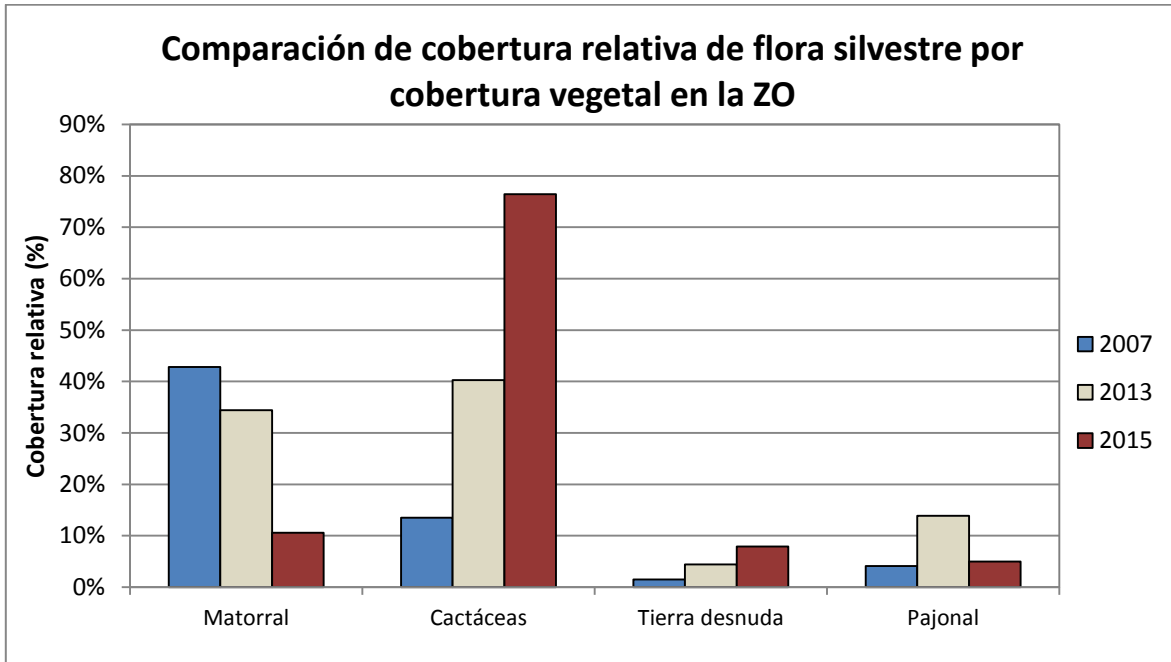
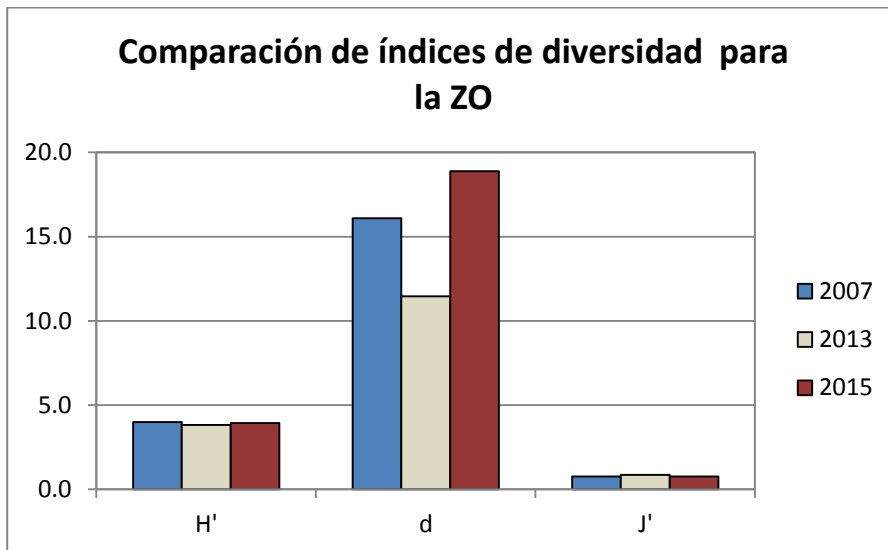


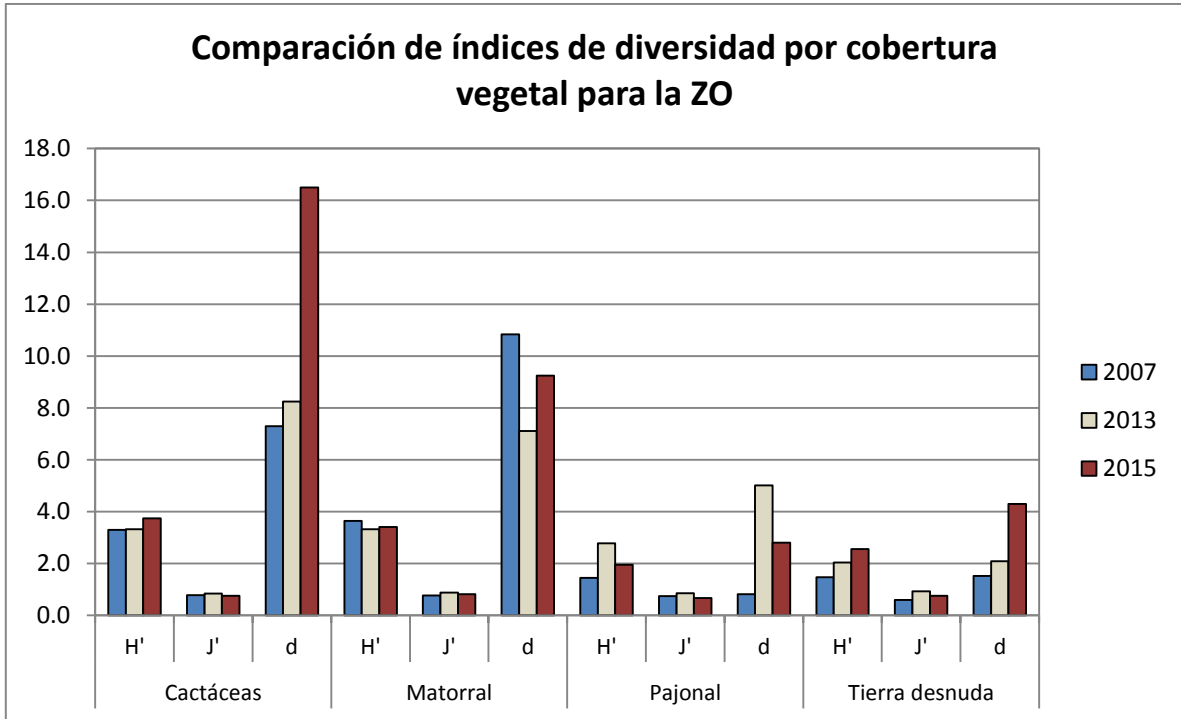
Figura 4. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

4.1.1.3. Comparación de índices de diversidad



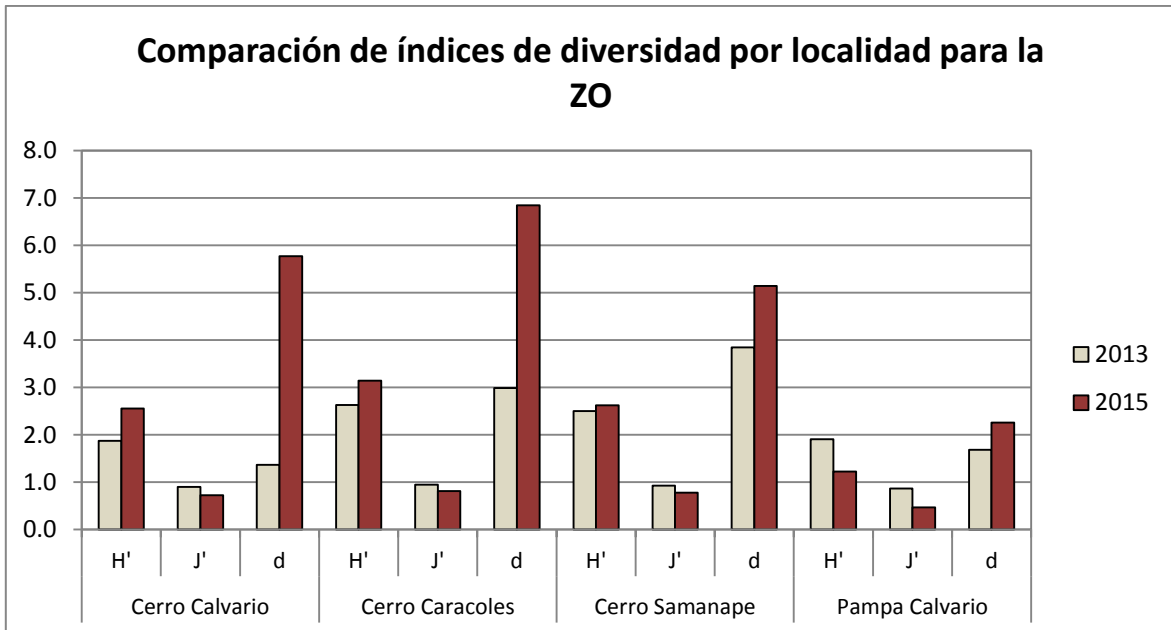
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 5. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 6. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 7. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época húmeda)

4.1.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época húmeda

4.1.2.1. Comparación de resultados de composición florística

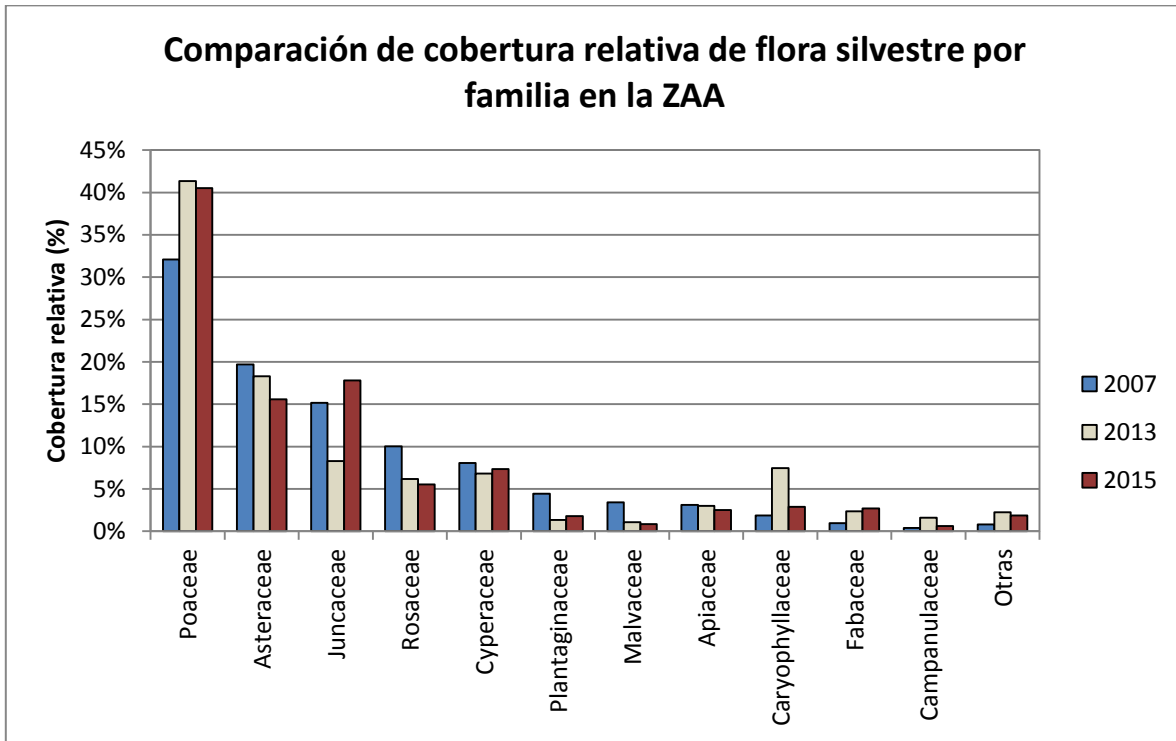


Figura 8. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época húmeda)

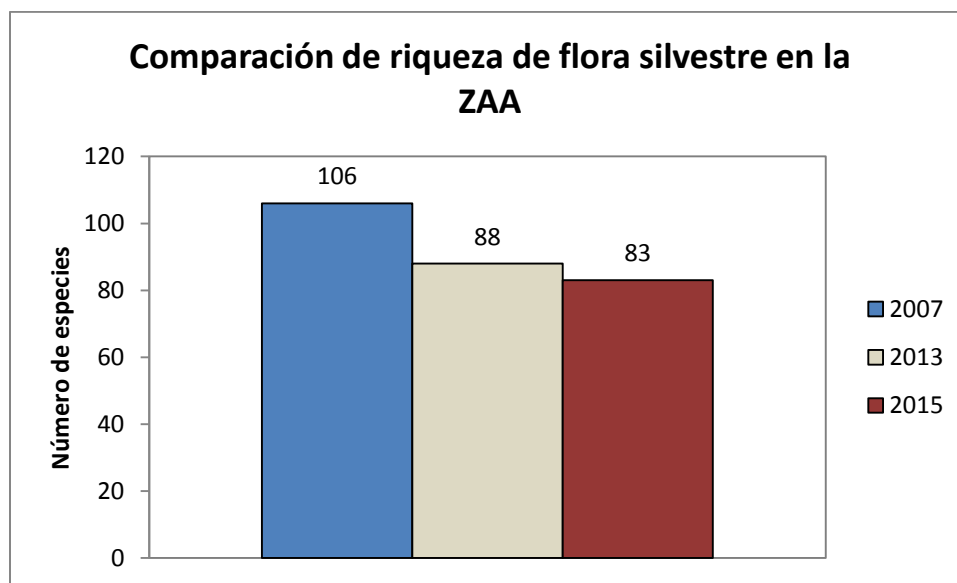


Figura 9. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época húmeda)

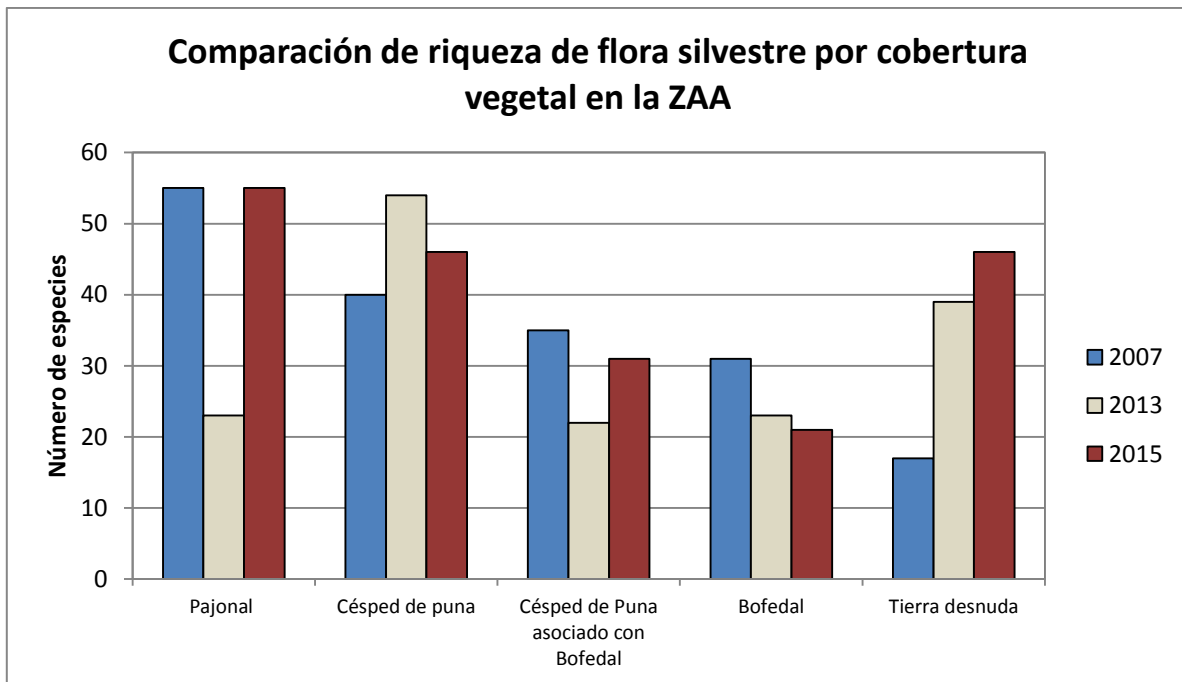


Figura 10. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

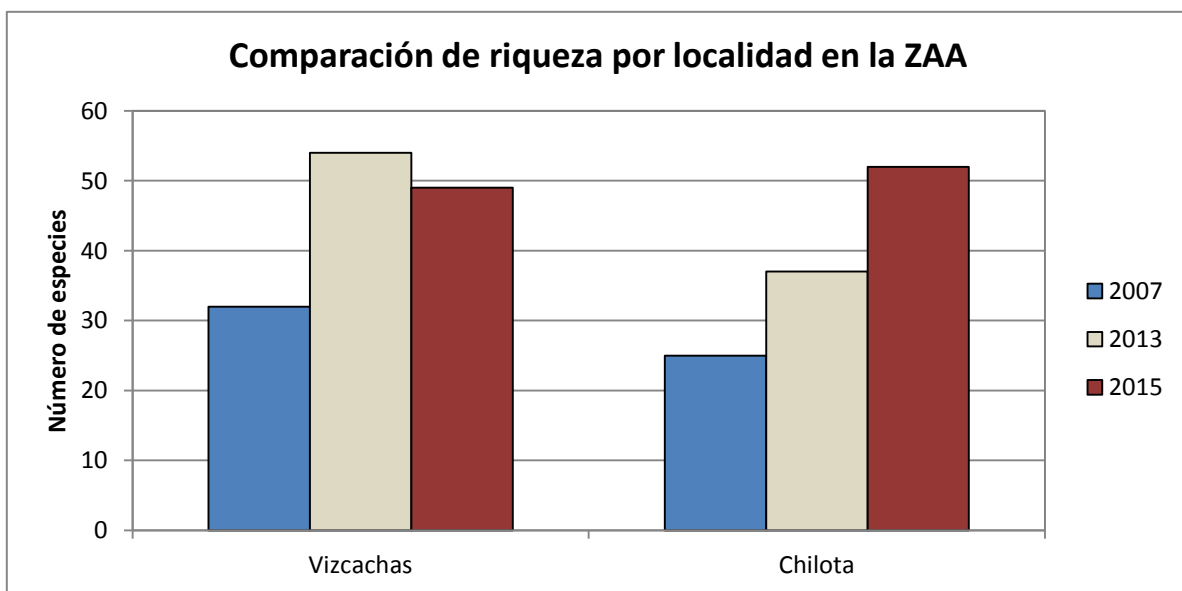


Figura 11. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.1.2.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

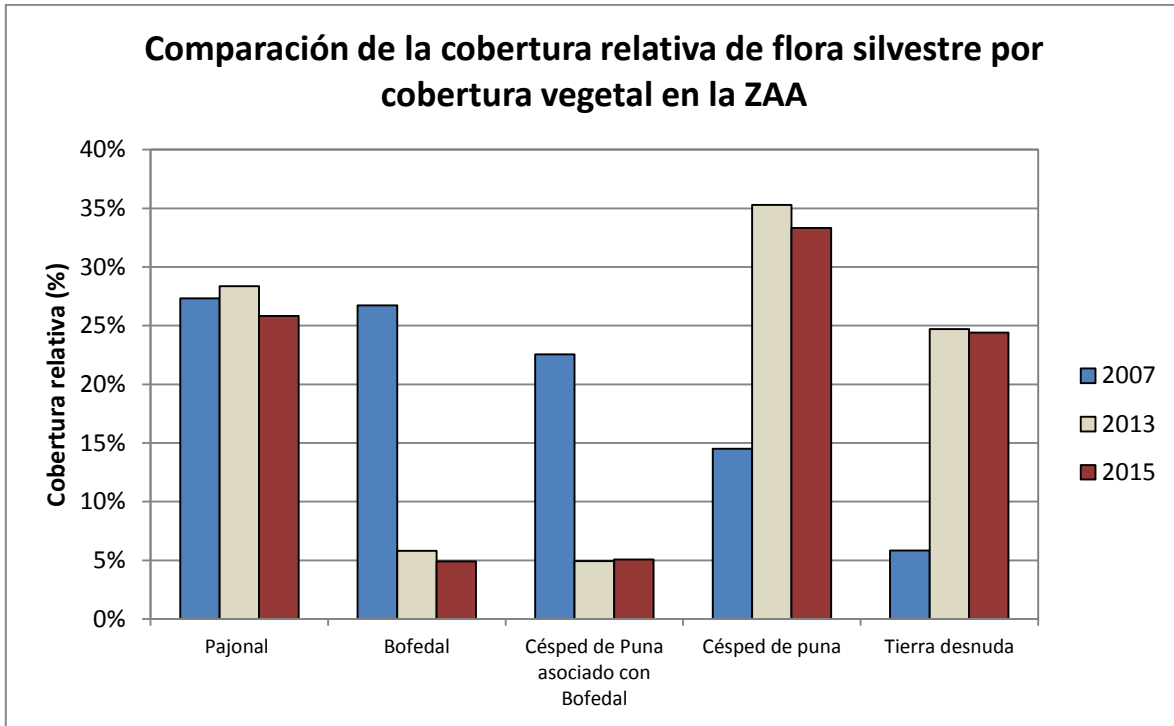


Figura 12. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

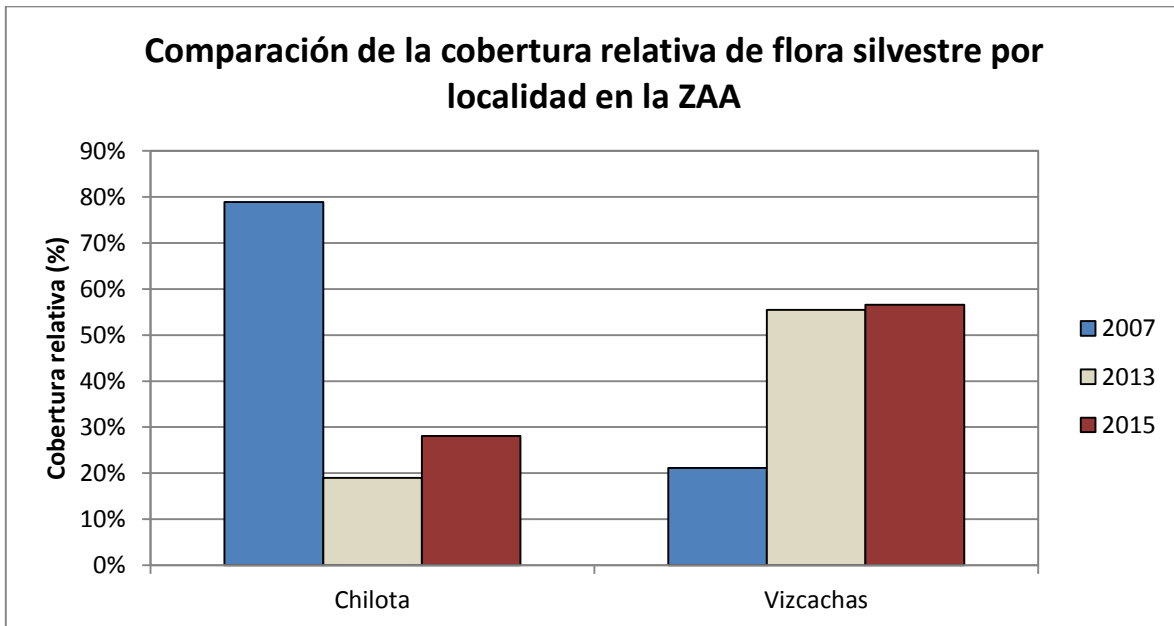
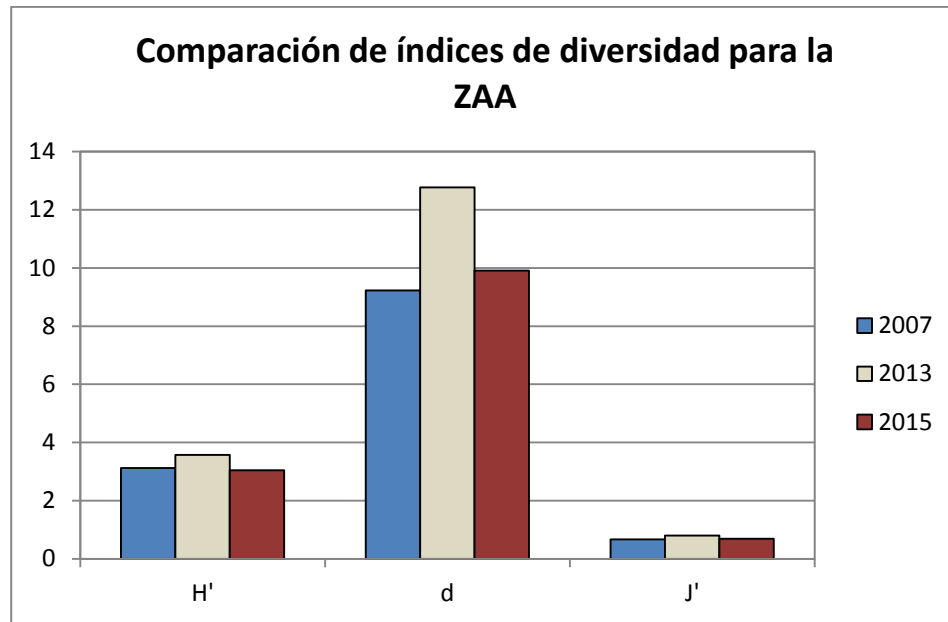


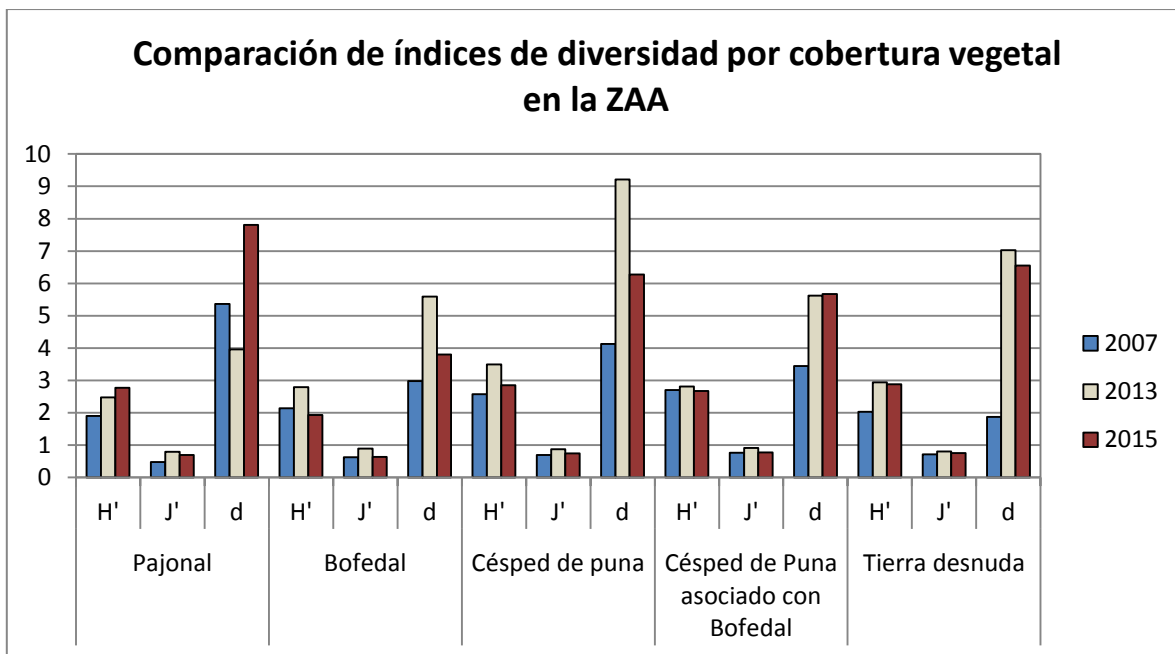
Figura 13. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.1.2.3. Comparación de índices de diversidad



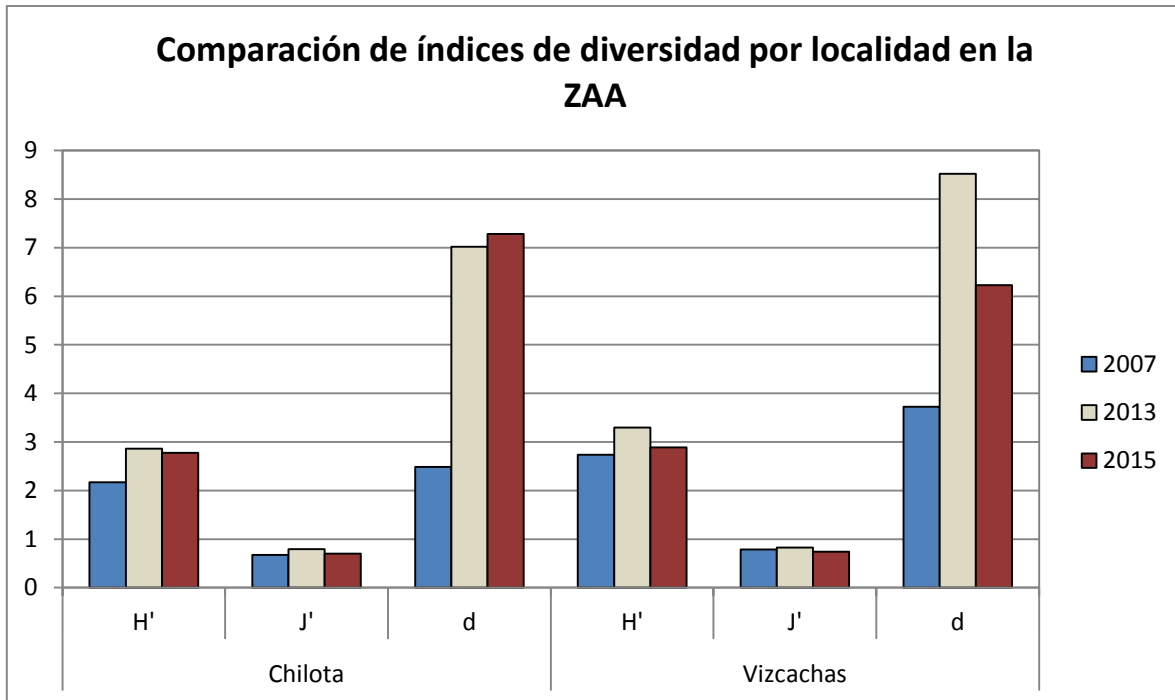
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 14. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 15. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 16. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época húmeda)

4.2. Comparación del componente: AVIFAUNA

4.2.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.2.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

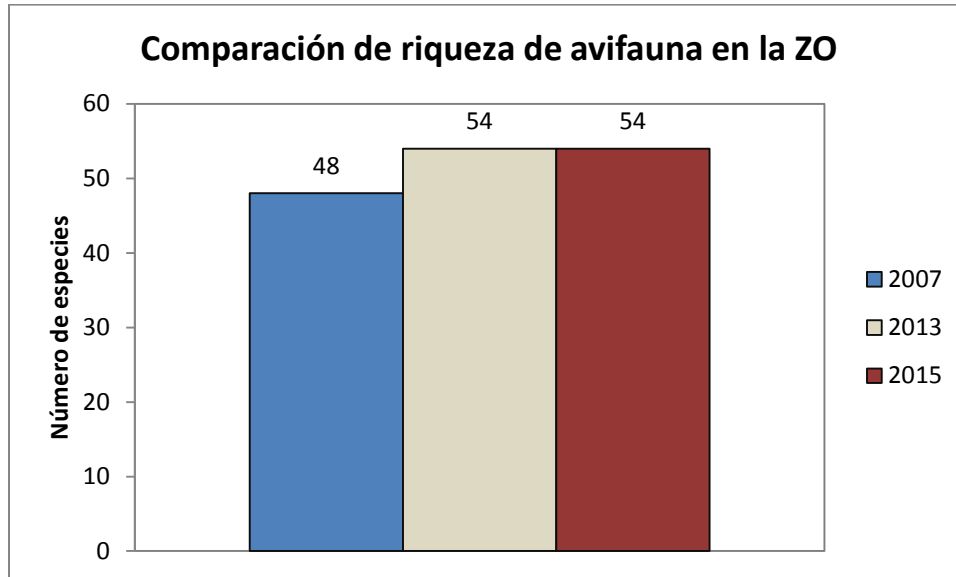


Figura 17. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)

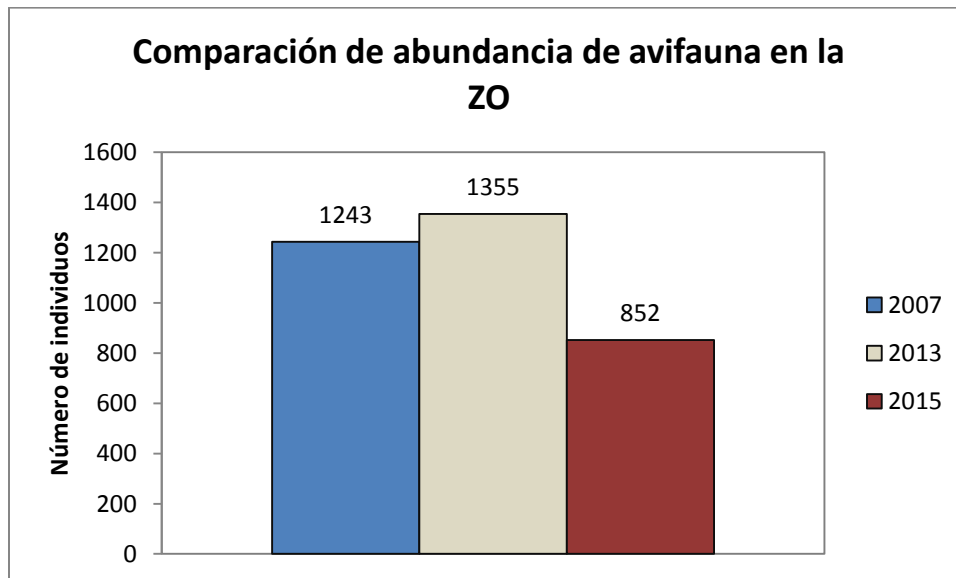


Figura 18. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)

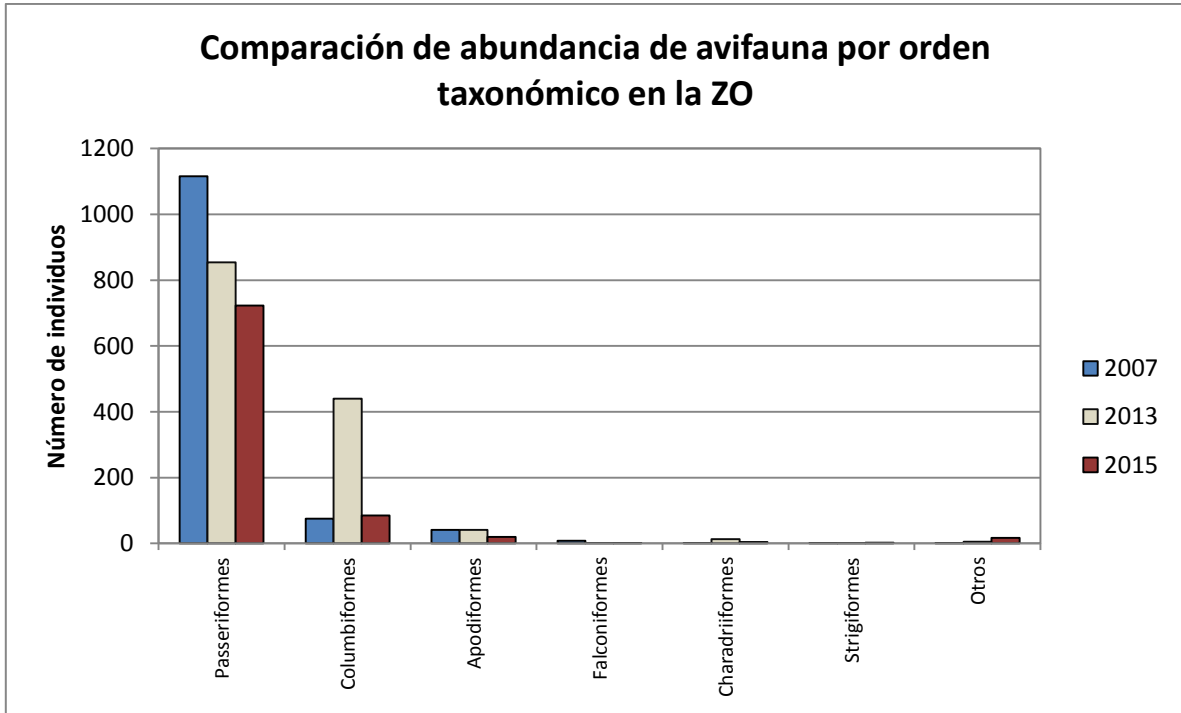


Figura 19. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época húmeda)

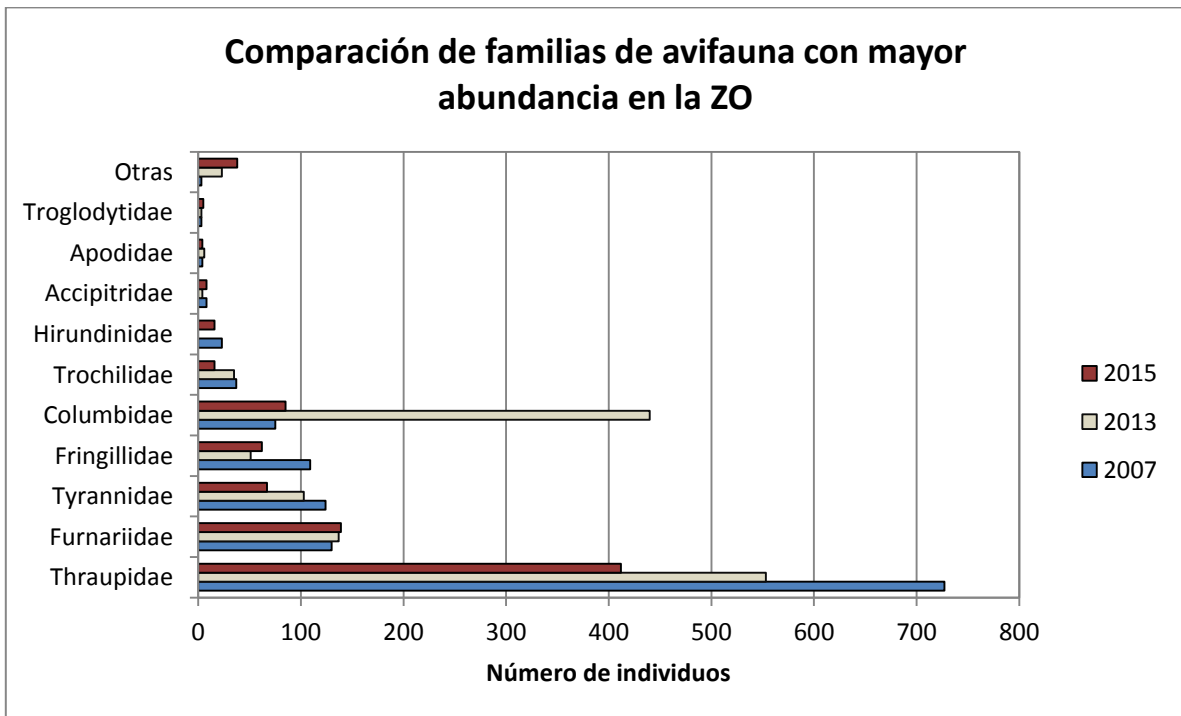


Figura 20. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época húmeda)

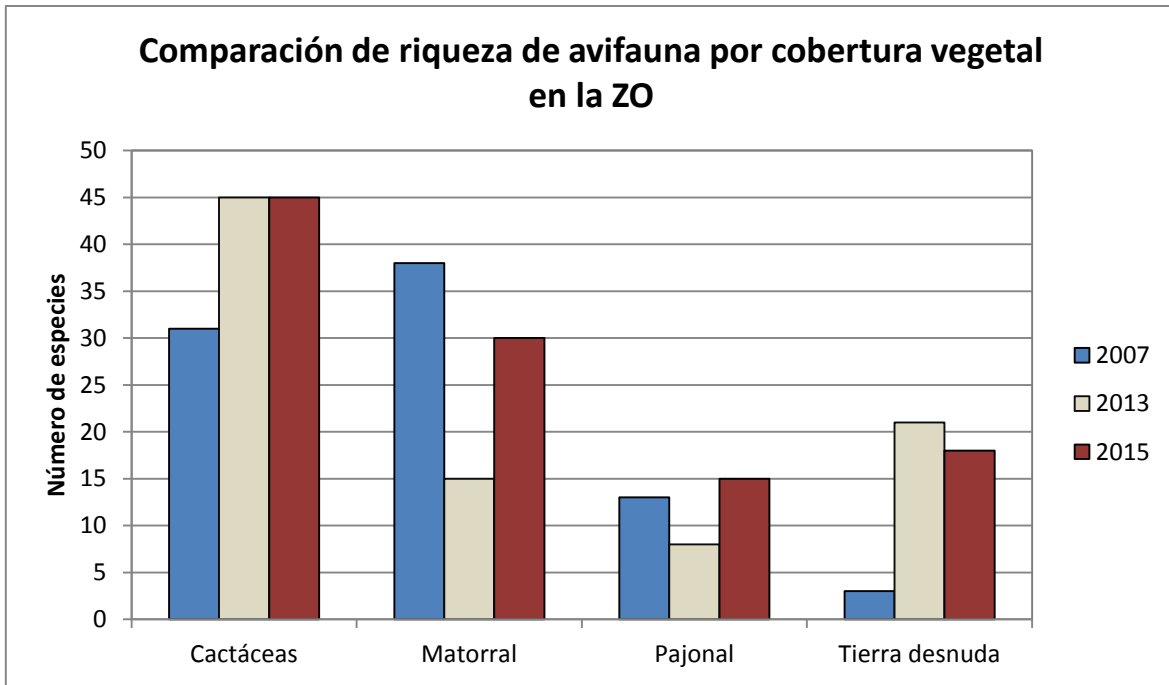


Figura 21. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

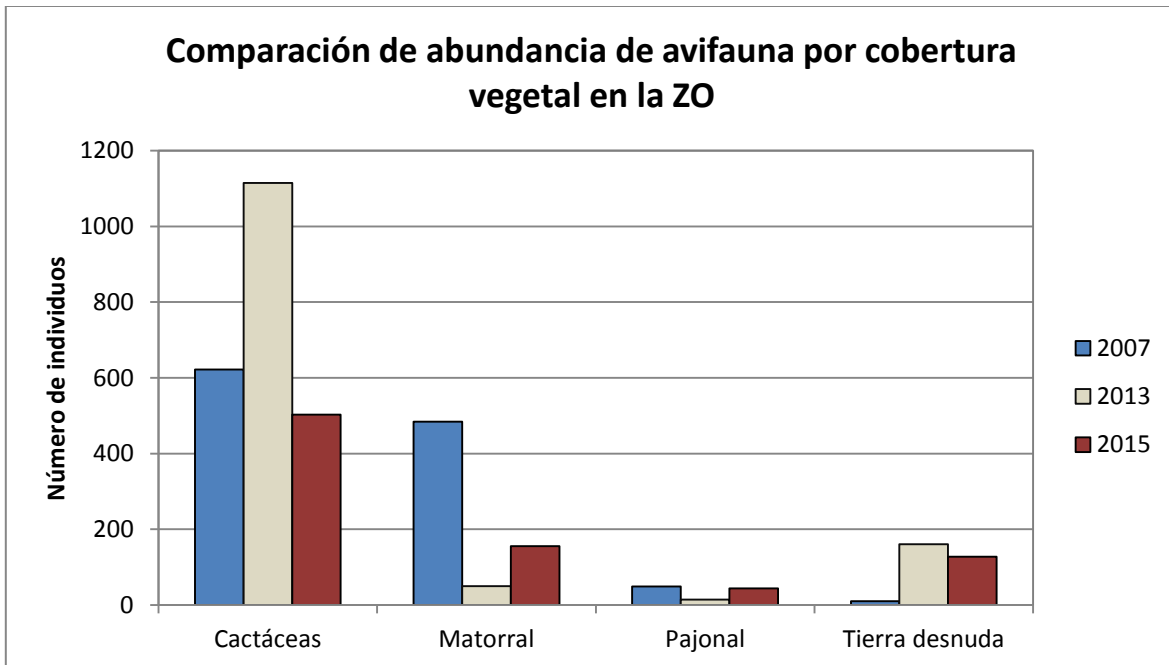


Figura 22. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

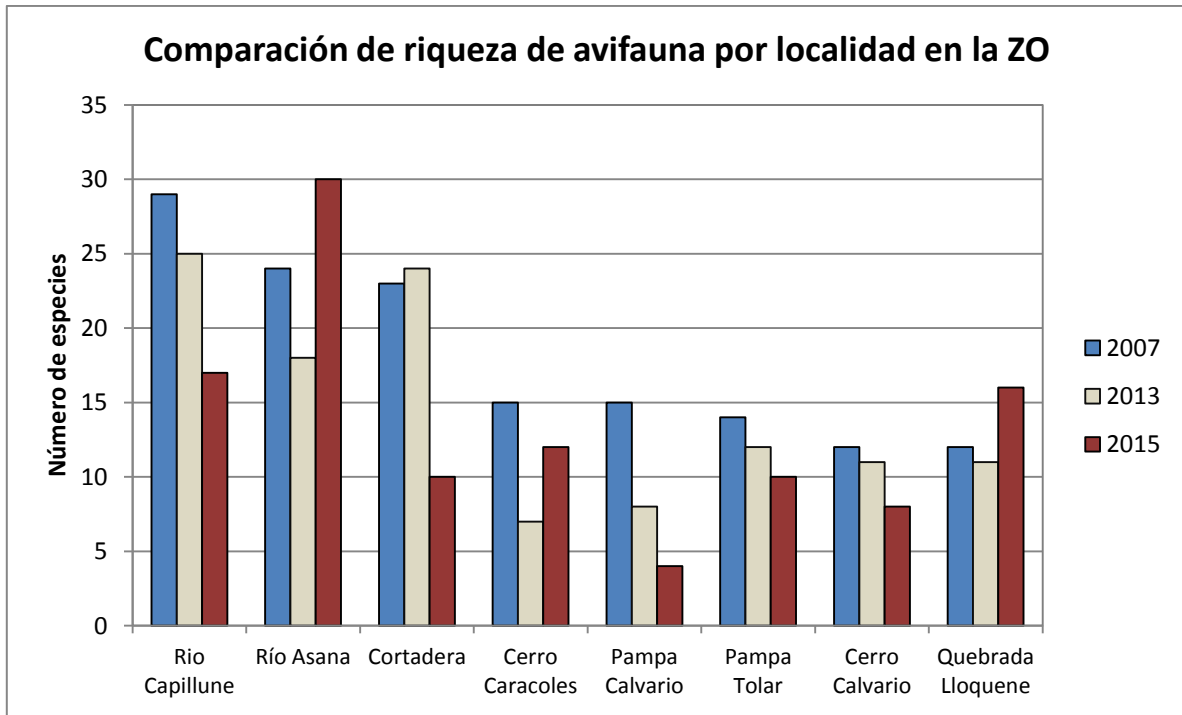


Figura 23. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)

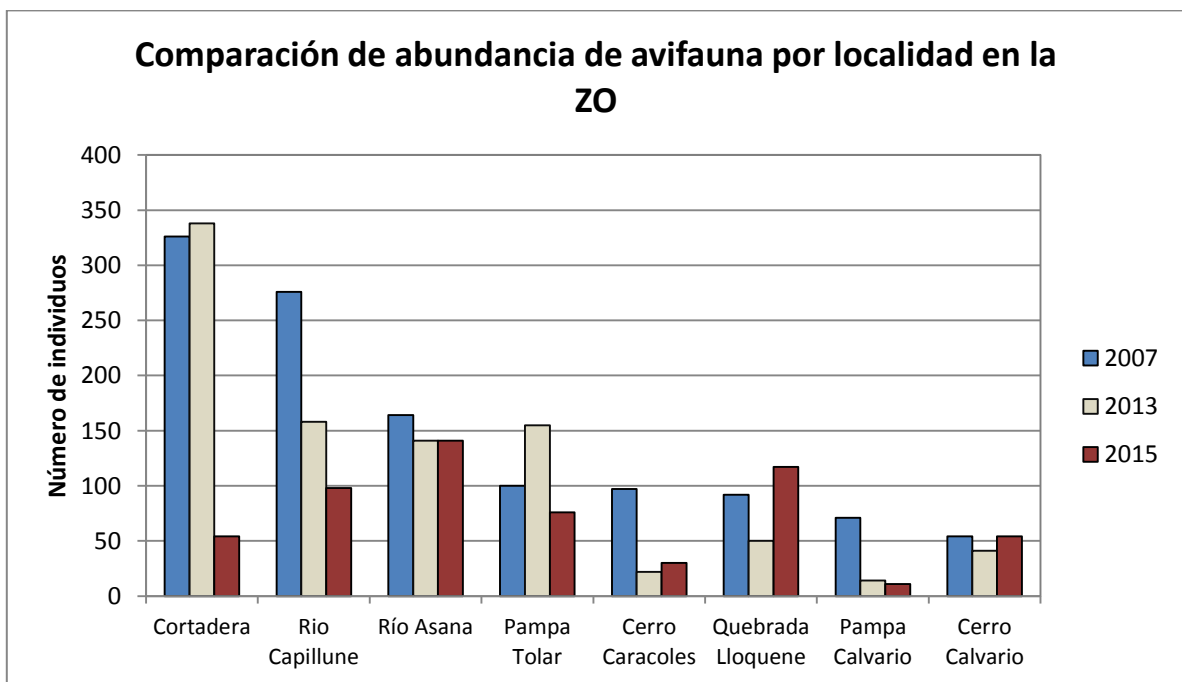


Figura 24. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)

4.2.1.2. Comparación de índices de diversidad

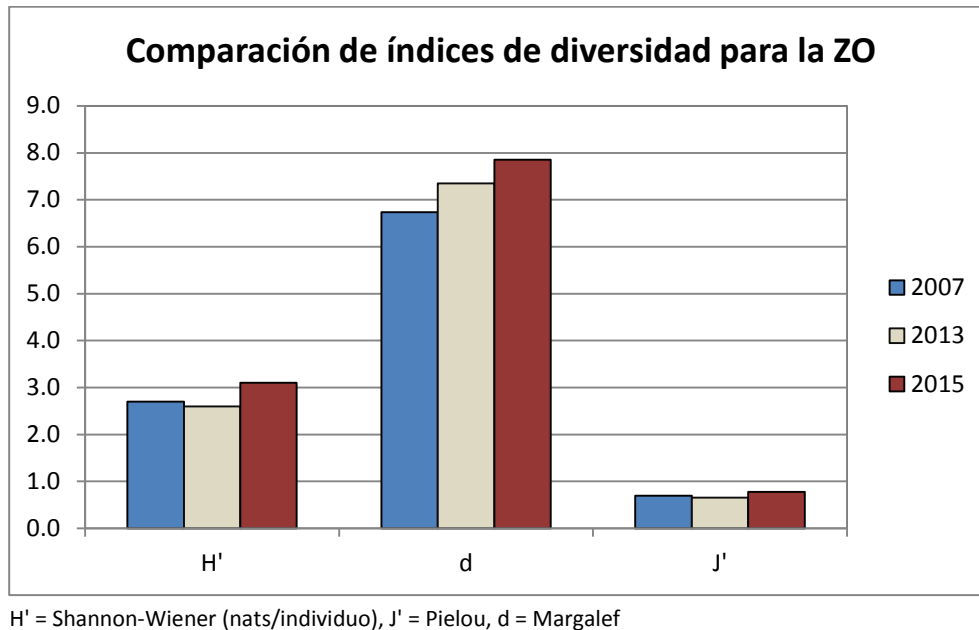


Figura 25. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época húmeda)

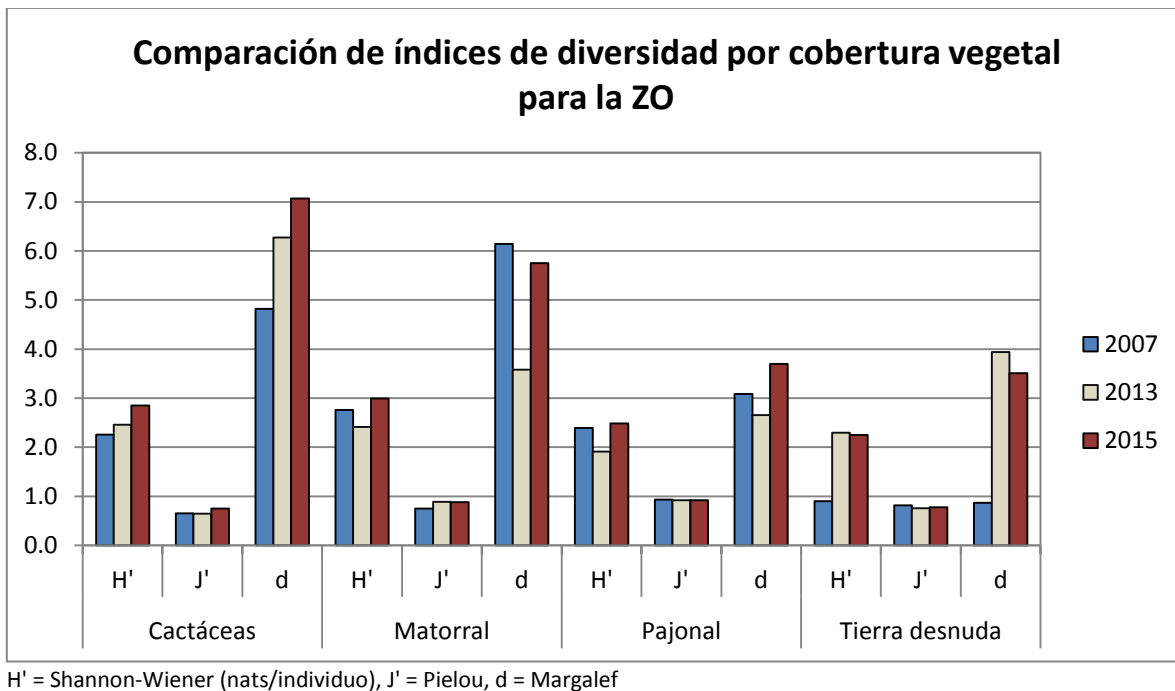
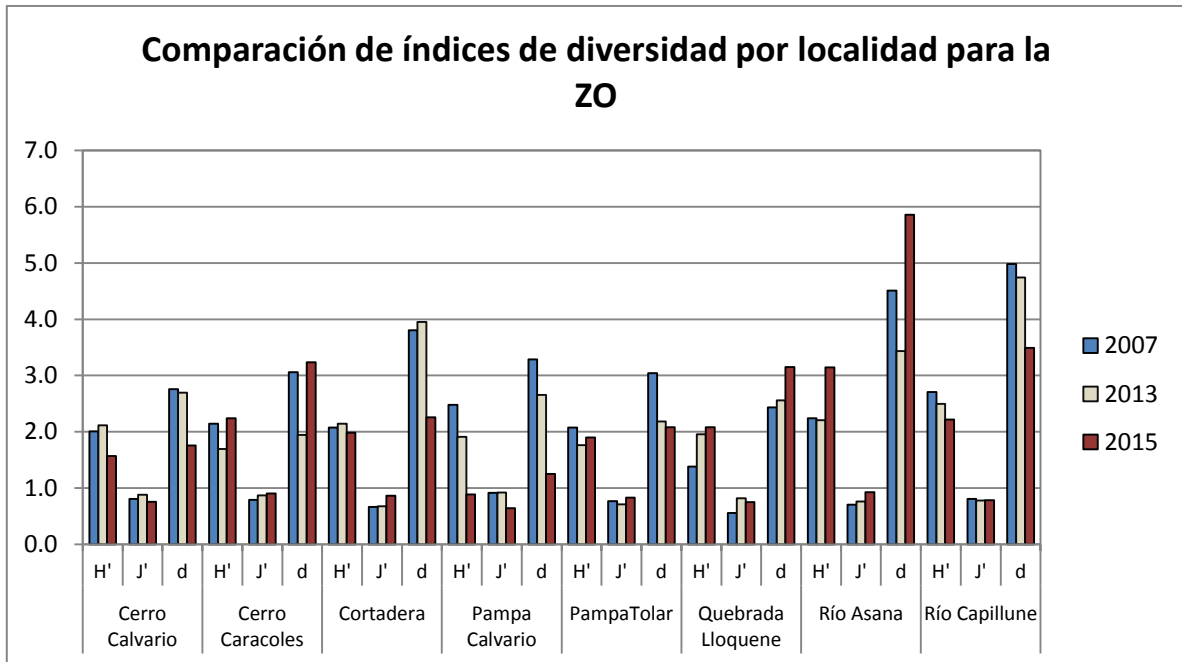


Figura 26. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 27. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época húmeda)

4.2.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.2.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

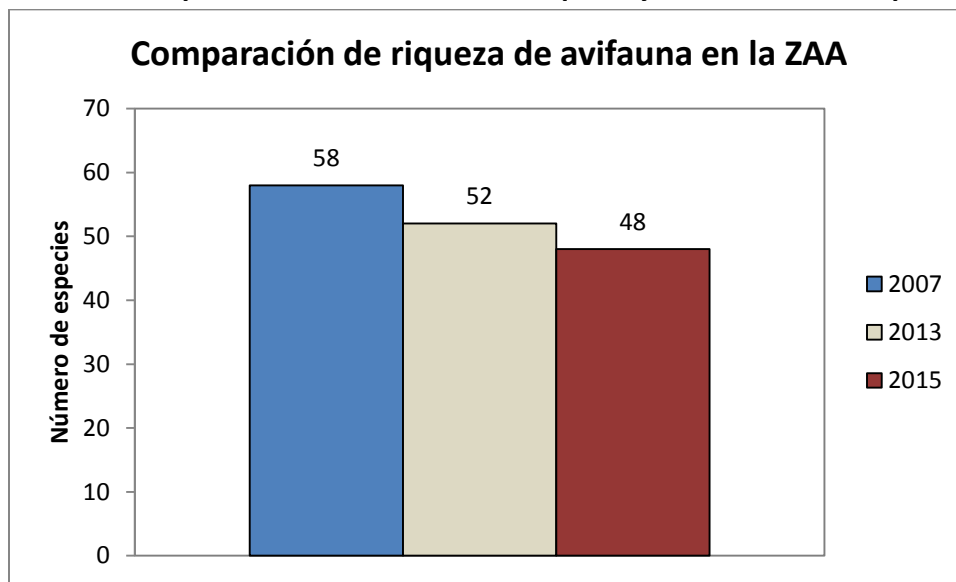


Figura 28. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)

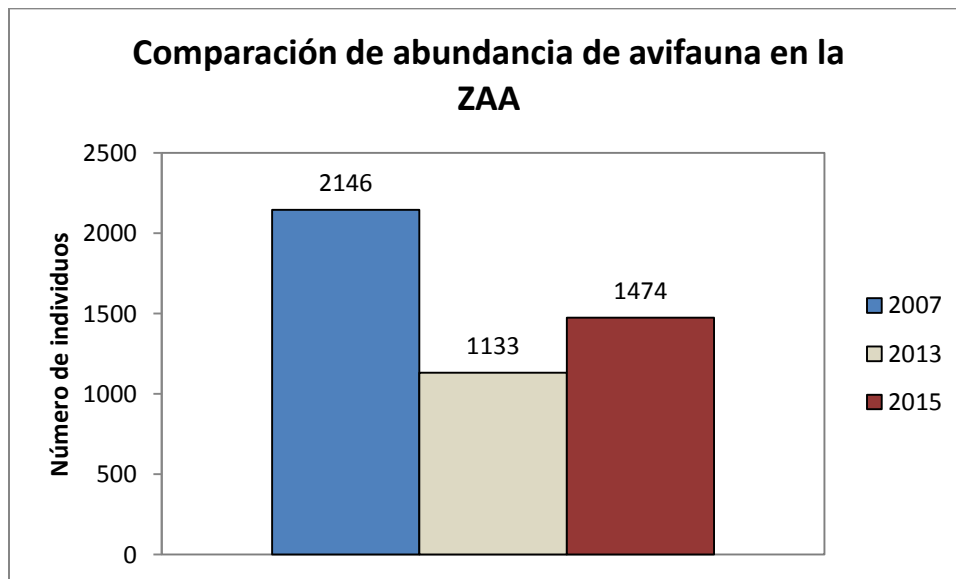


Figura 29. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)

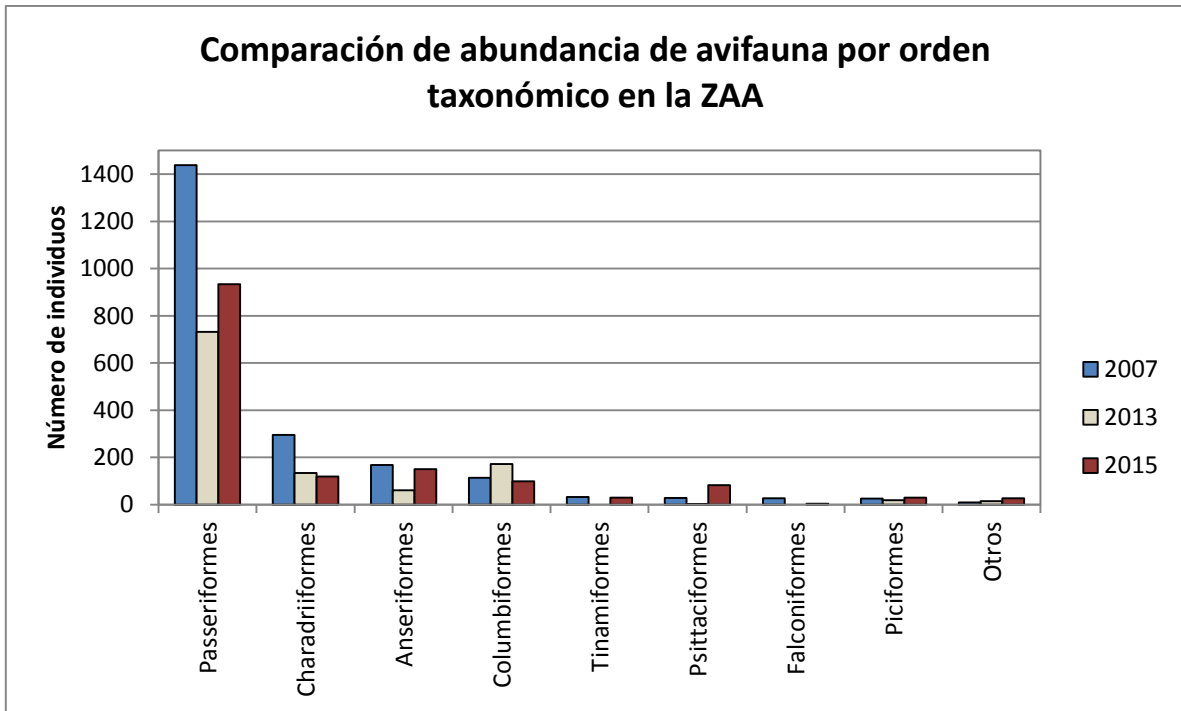


Figura 30. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época húmeda)

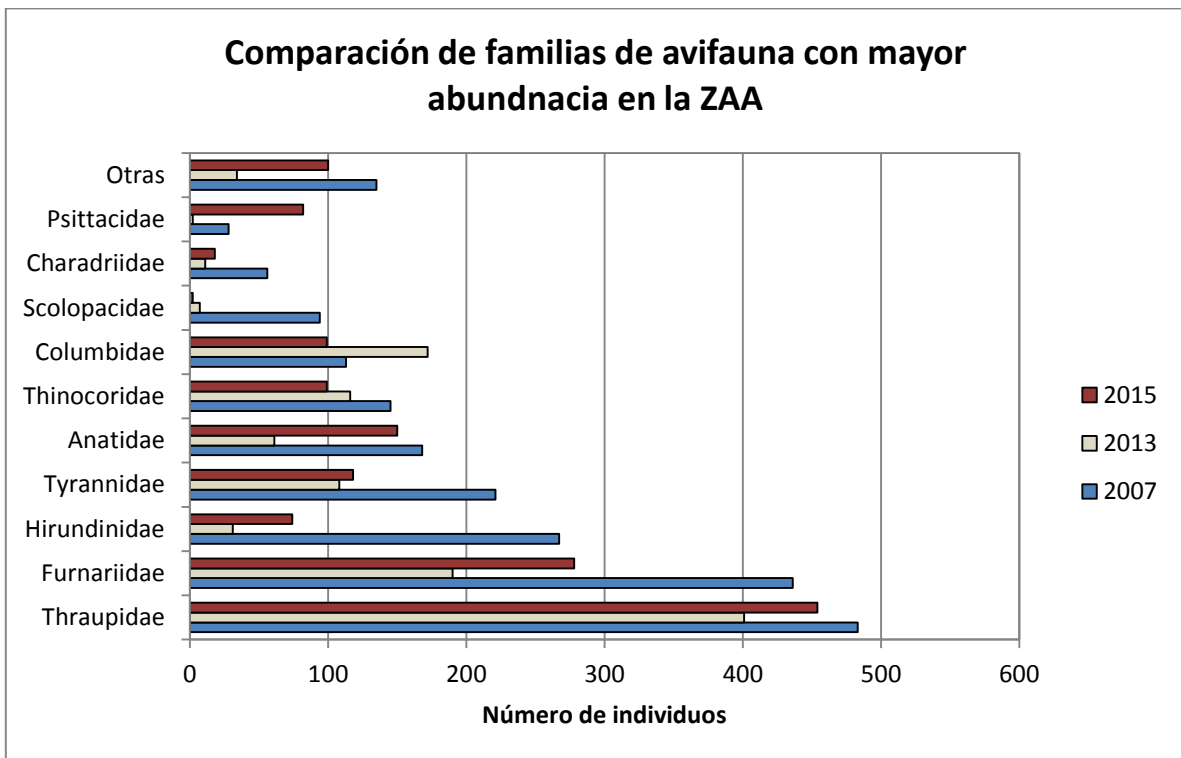


Figura 31. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época húmeda)

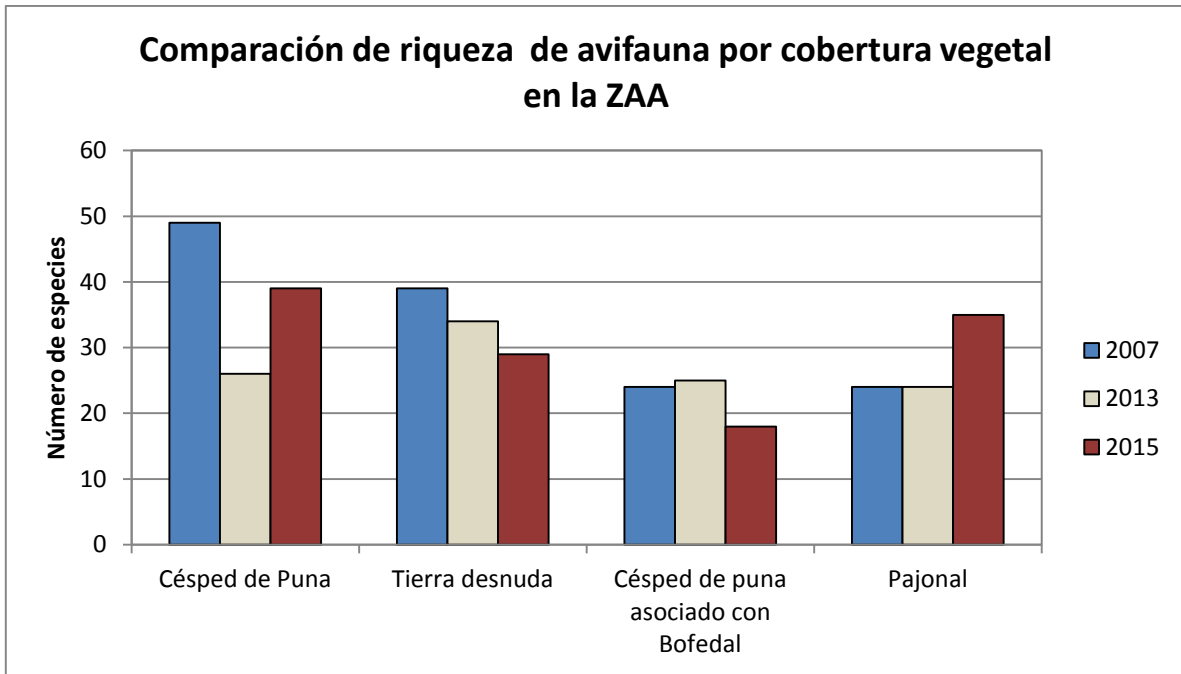


Figura 32. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

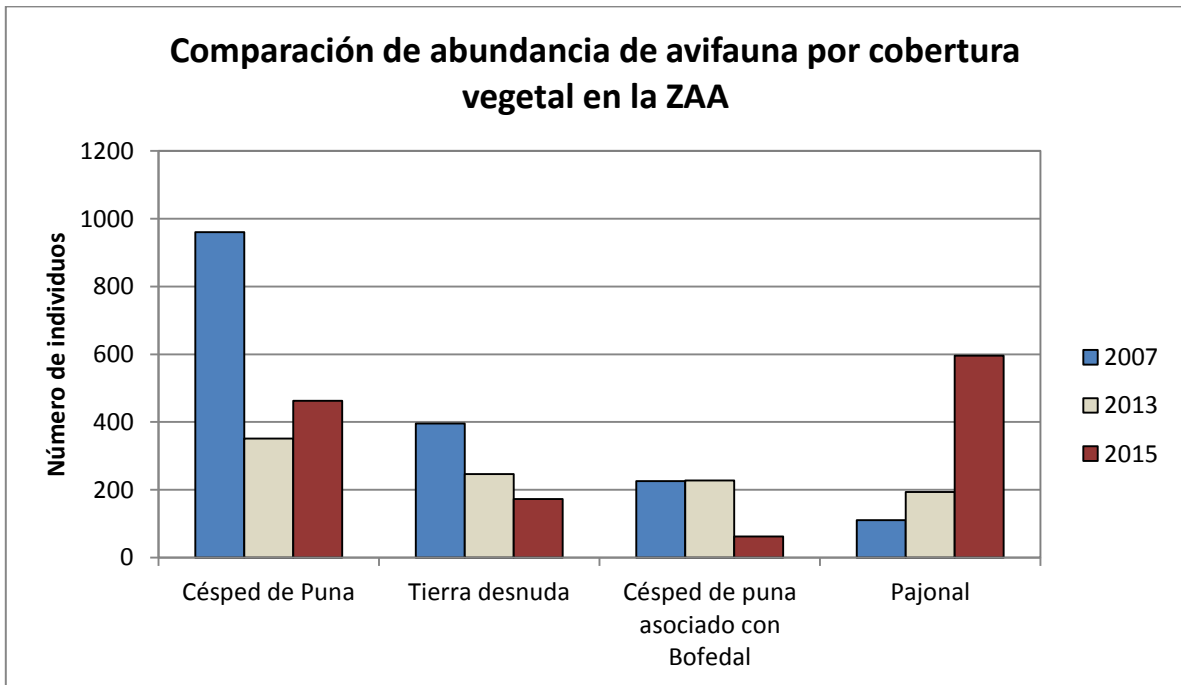


Figura 33. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

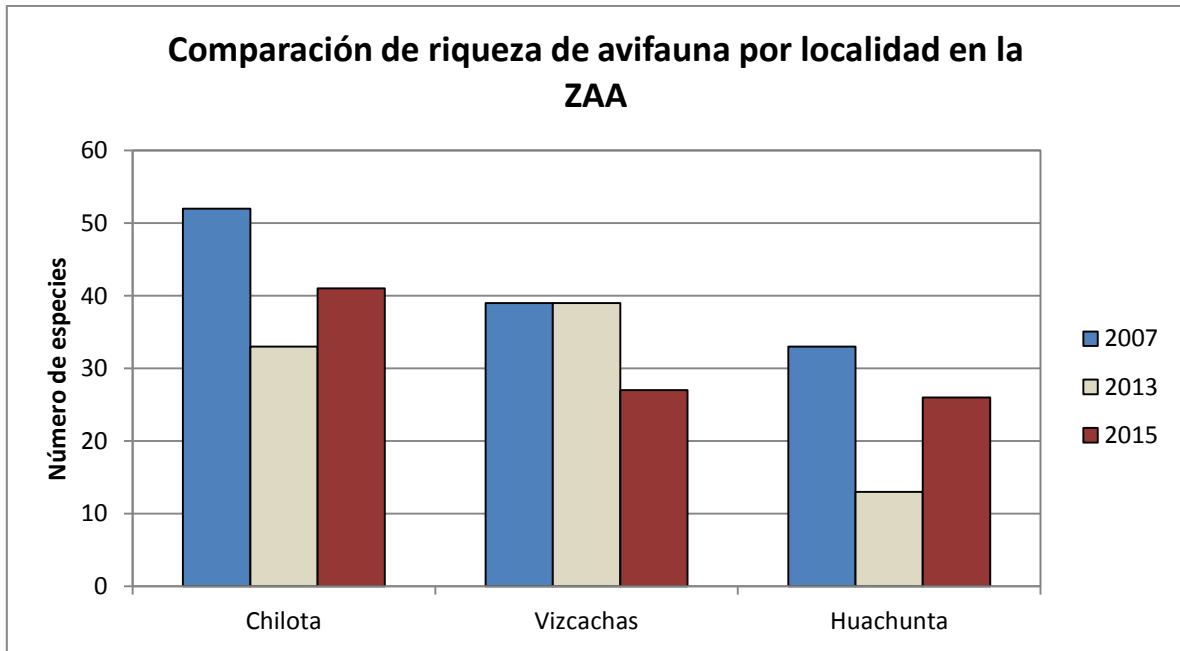


Figura 34. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)

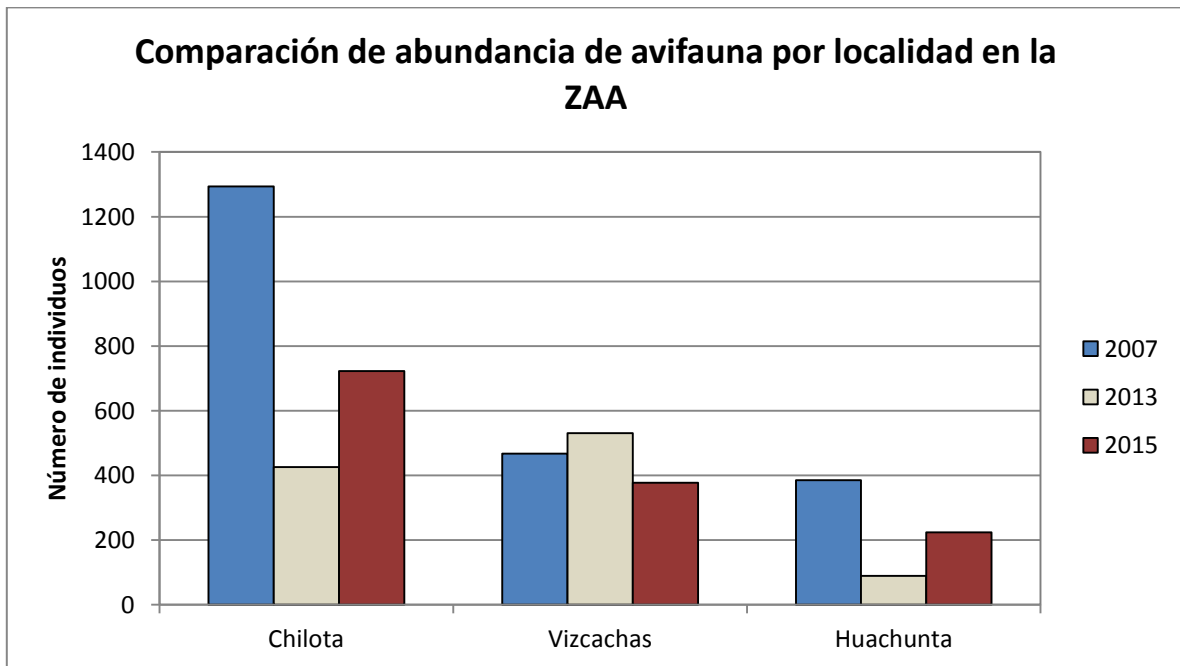
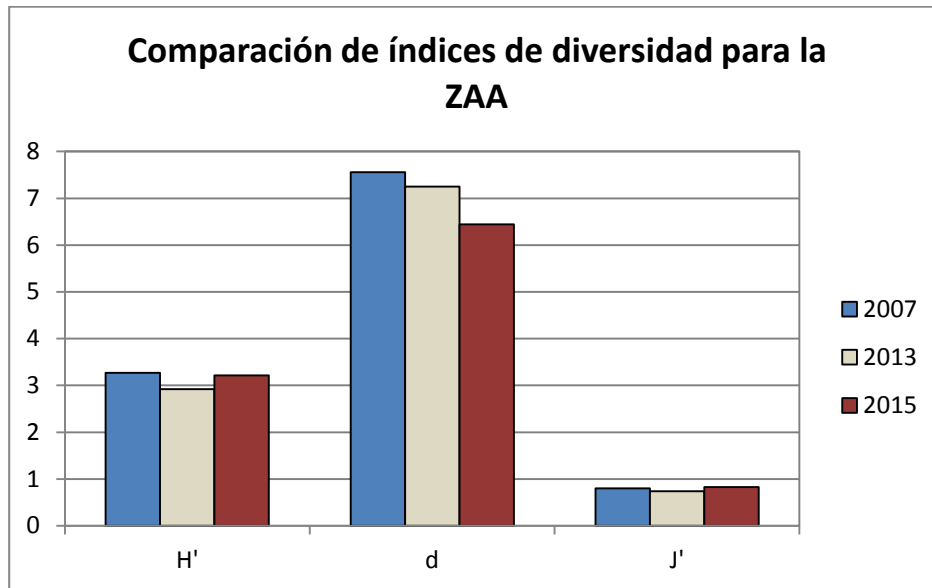


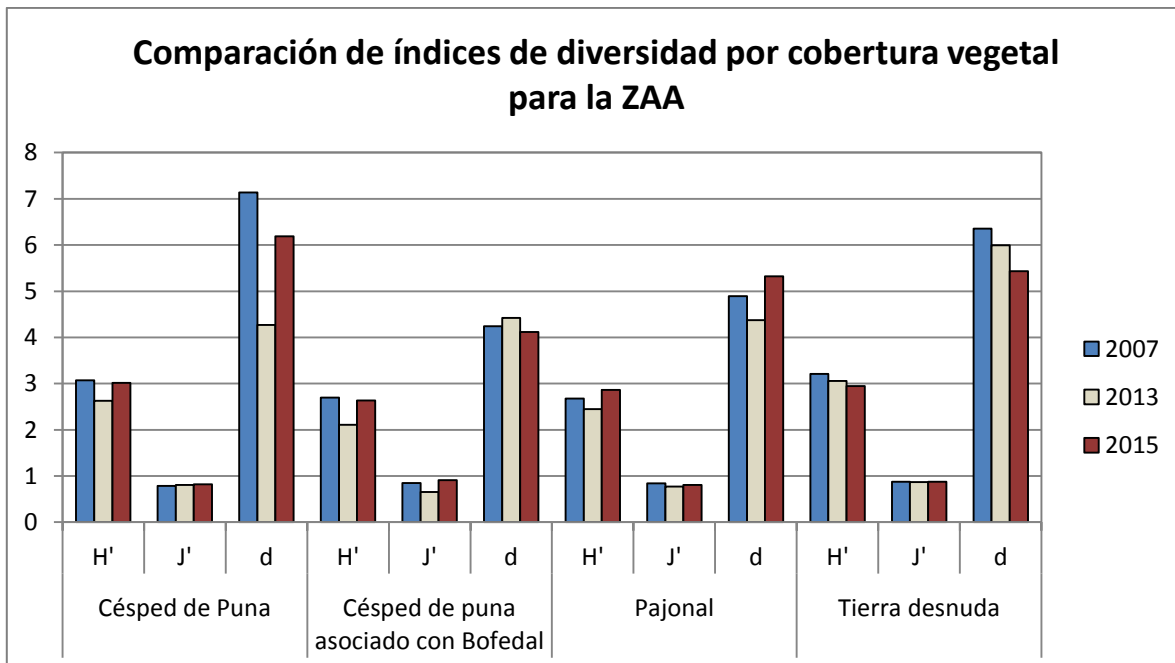
Figura 35. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.2.2.2. Comparación de índices de diversidad



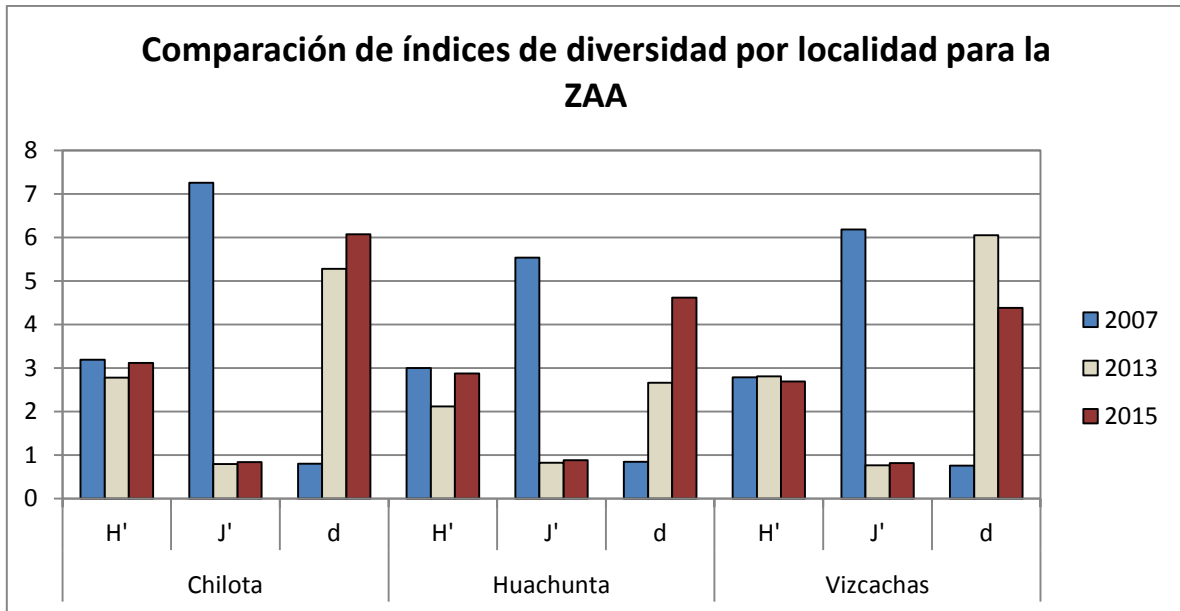
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 36. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 37. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 38. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época húmeda)

4.3. Componente: MAMÍFEROS

4.3.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.3.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

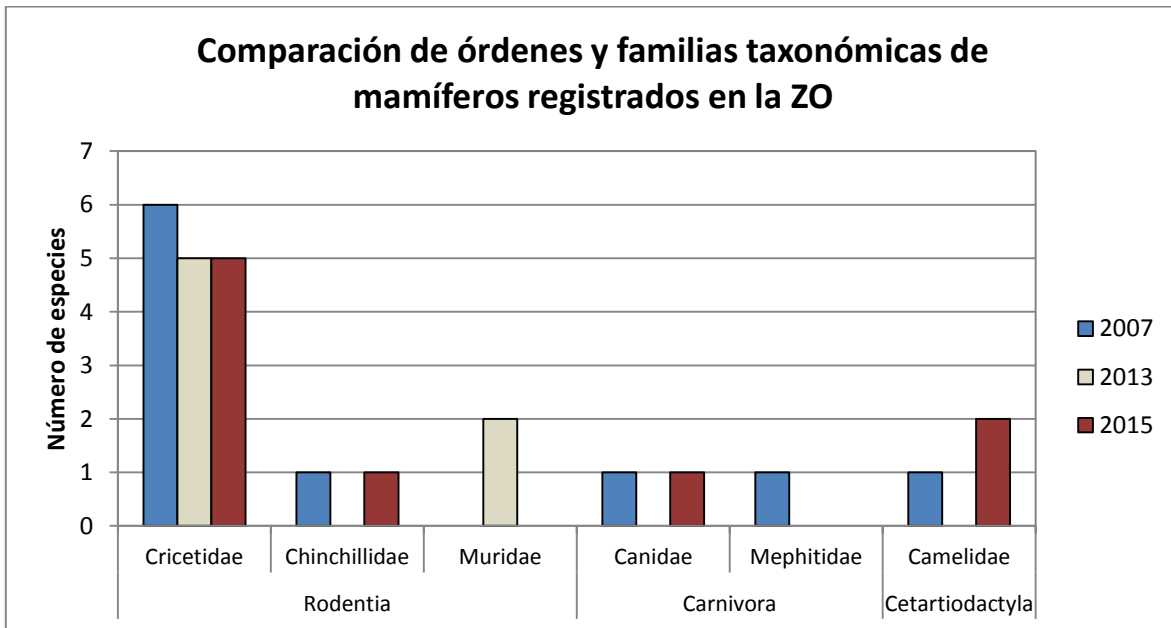


Figura 39. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época húmeda)

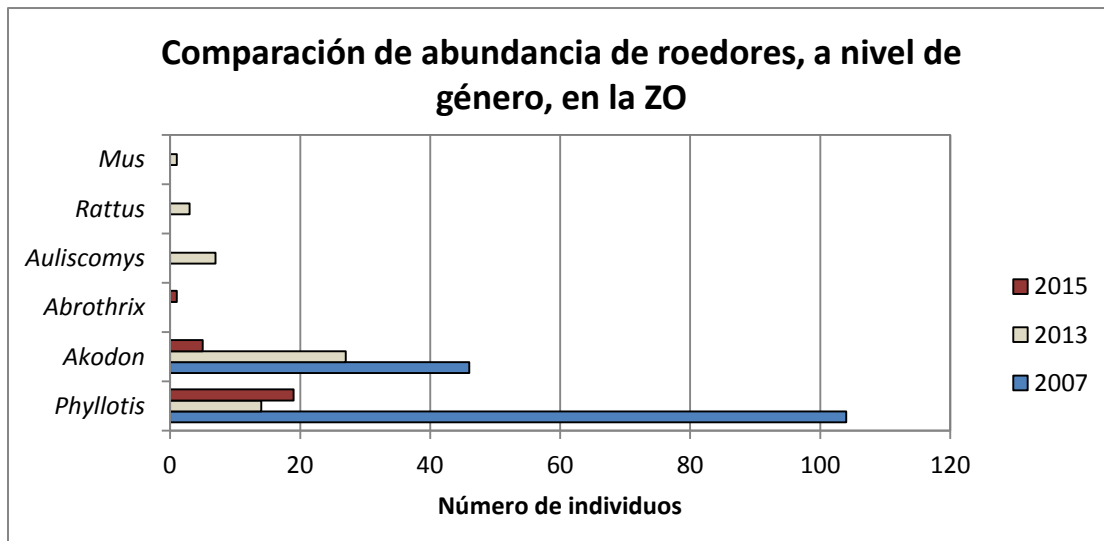


Figura 40. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

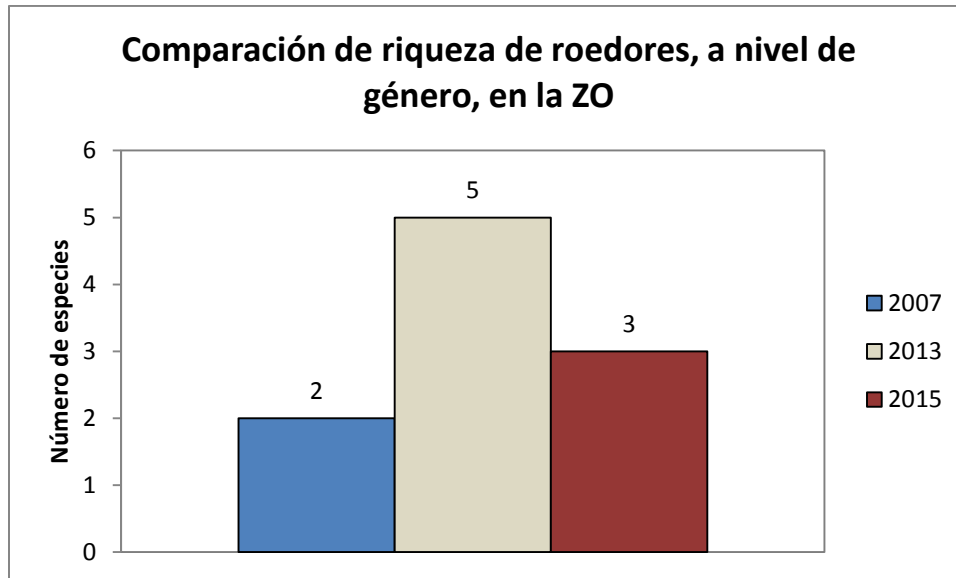


Figura 41. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

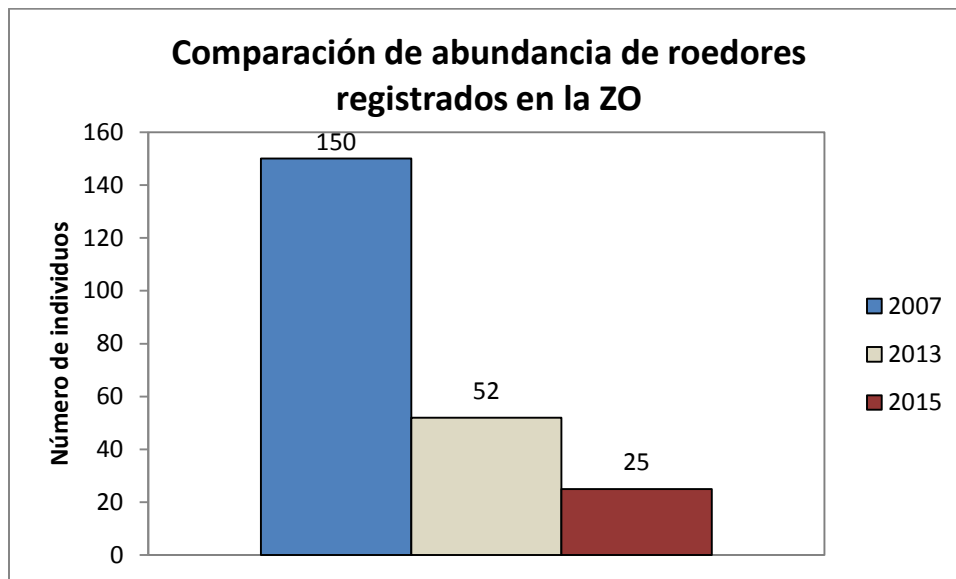


Figura 42. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época húmeda)

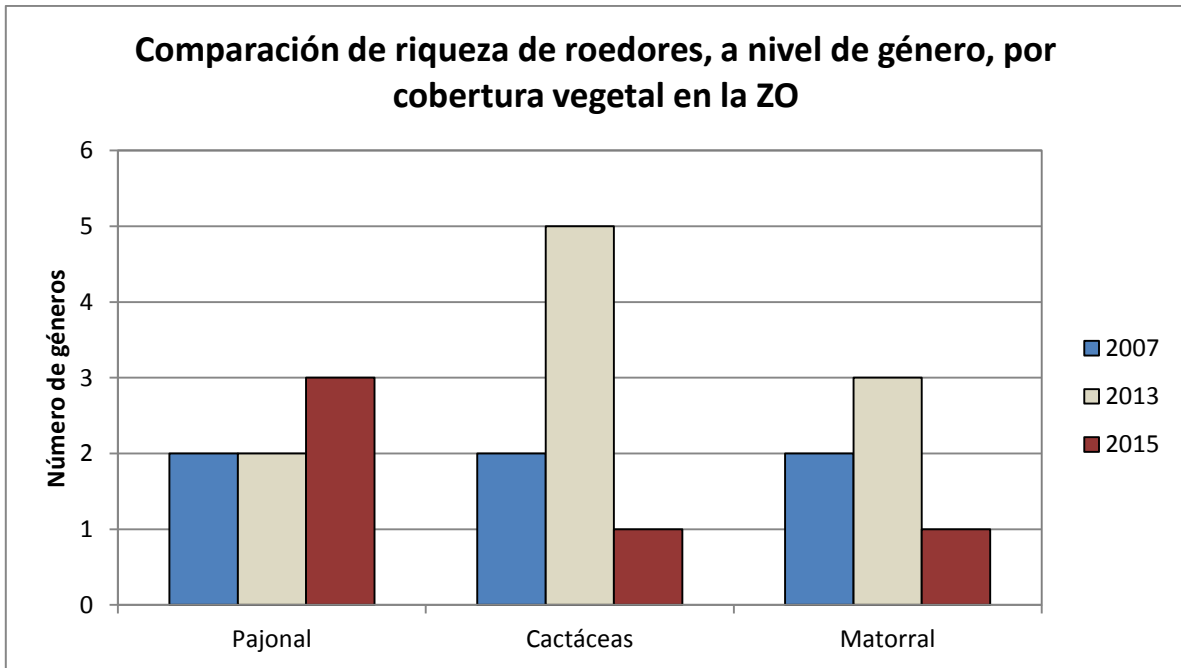


Figura 43. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

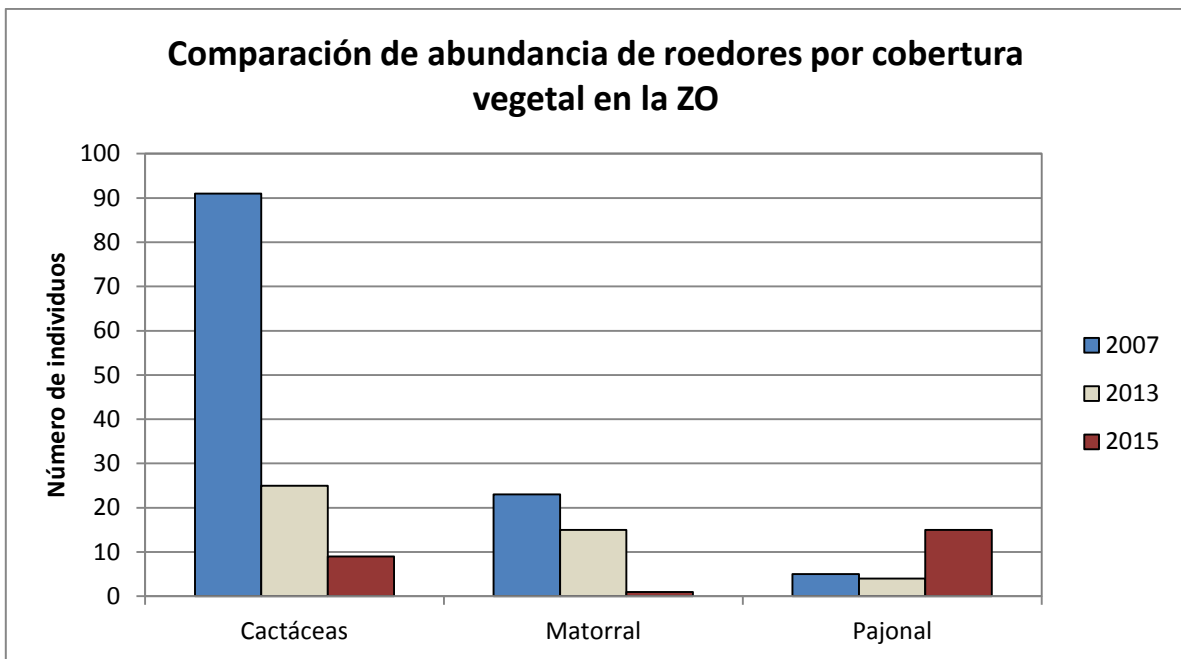


Figura 44. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

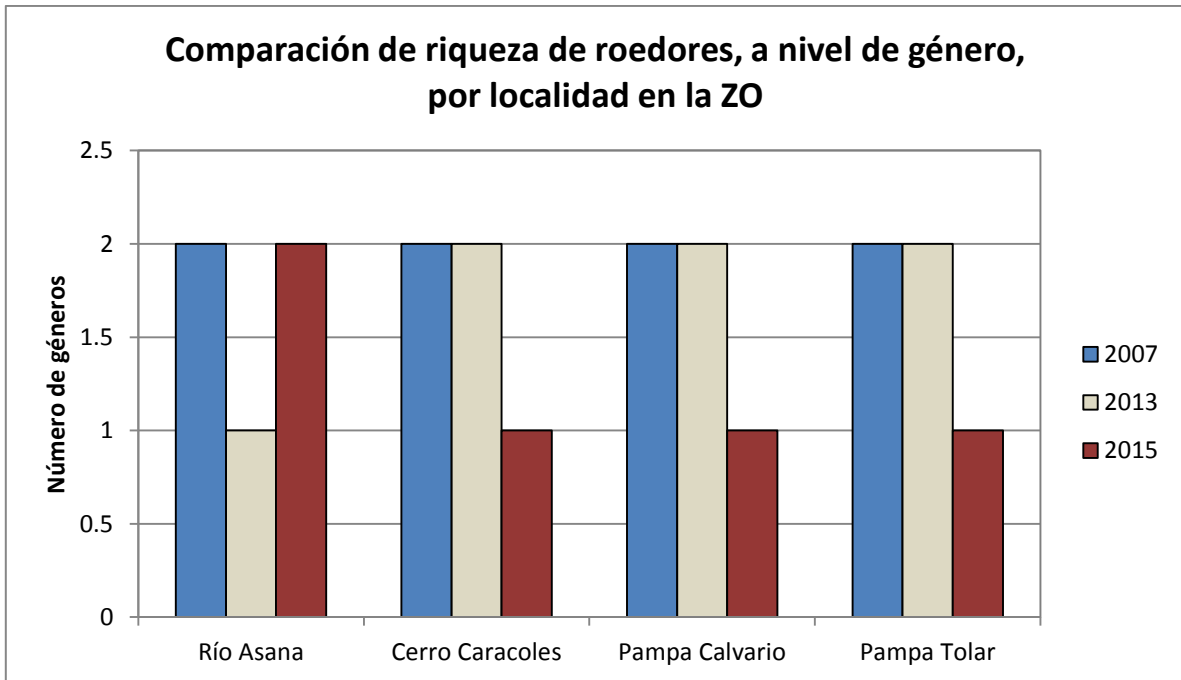


Figura 45. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de géneros, por localidad en la ZO (época húmeda)

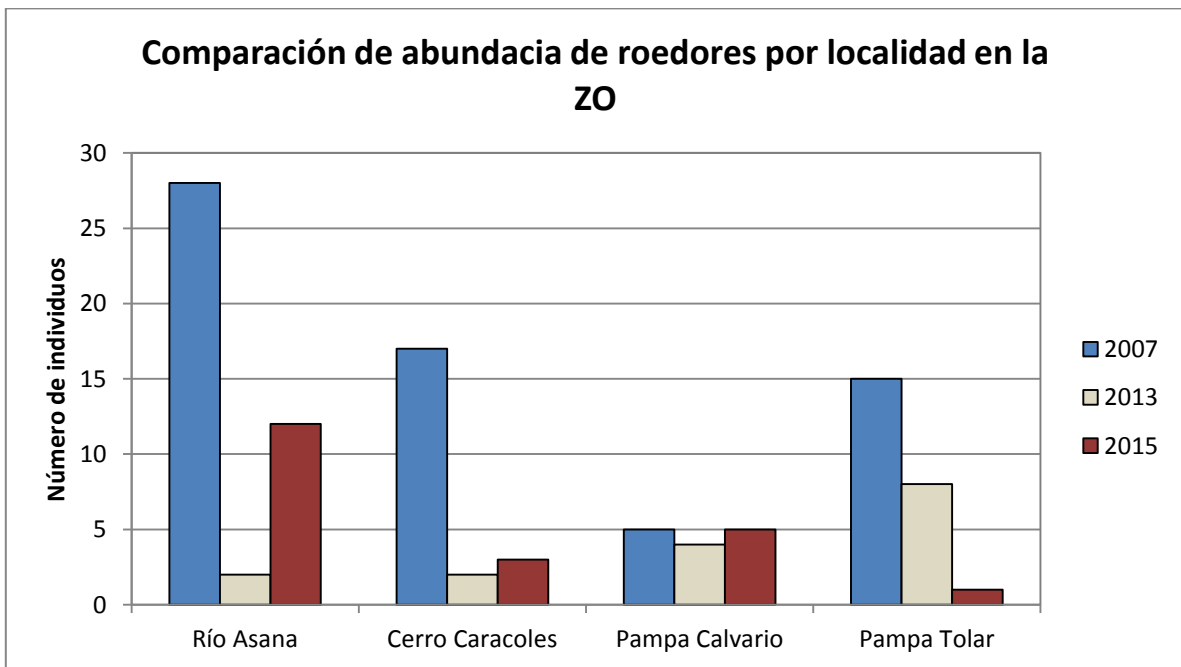
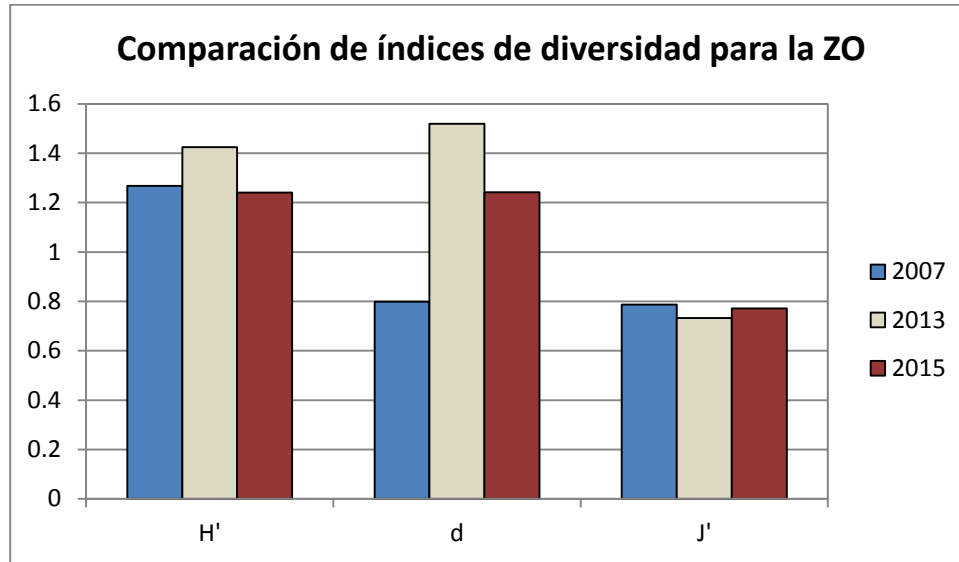


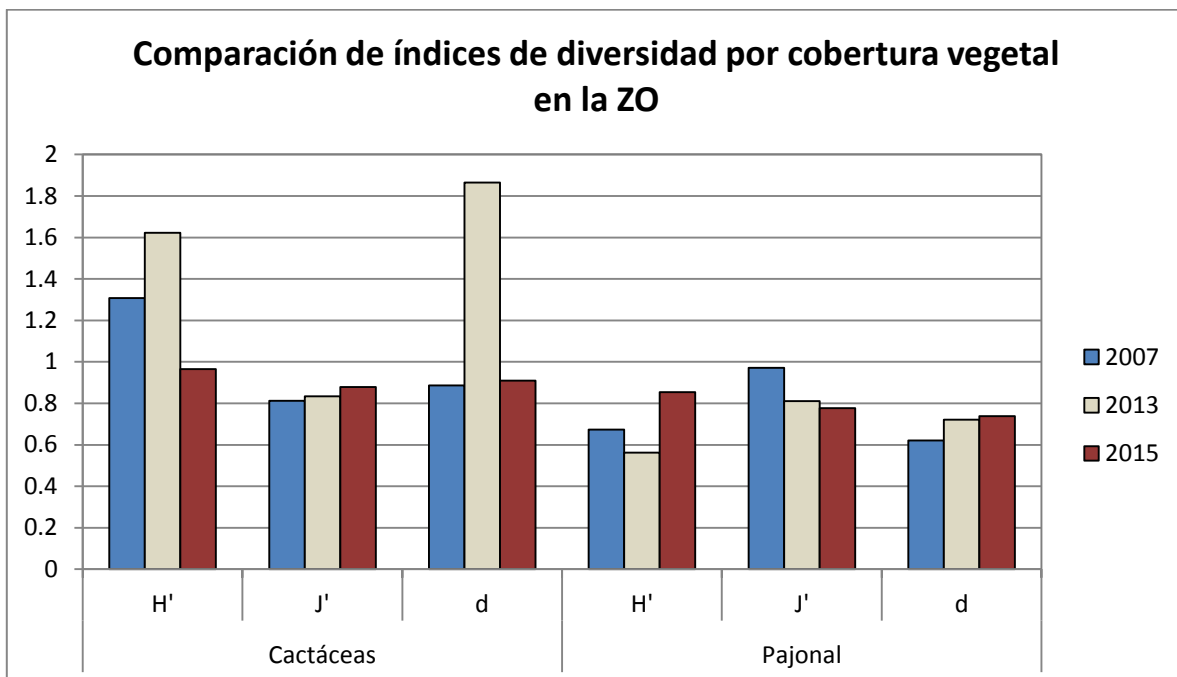
Figura 46. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época húmeda)

4.3.1.2. Comparación de índices de diversidad



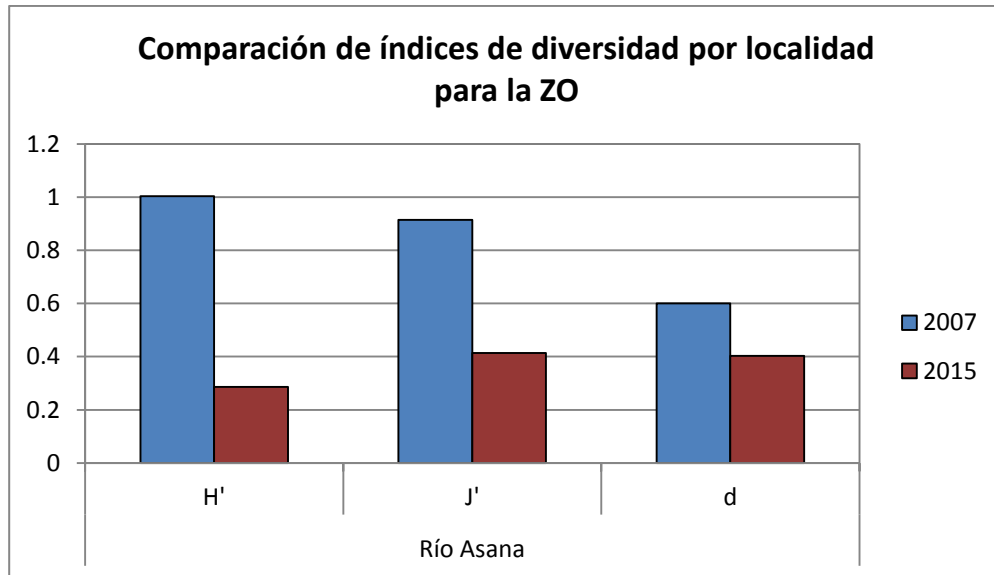
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 47. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 48. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 49. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)

4.3.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.3.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

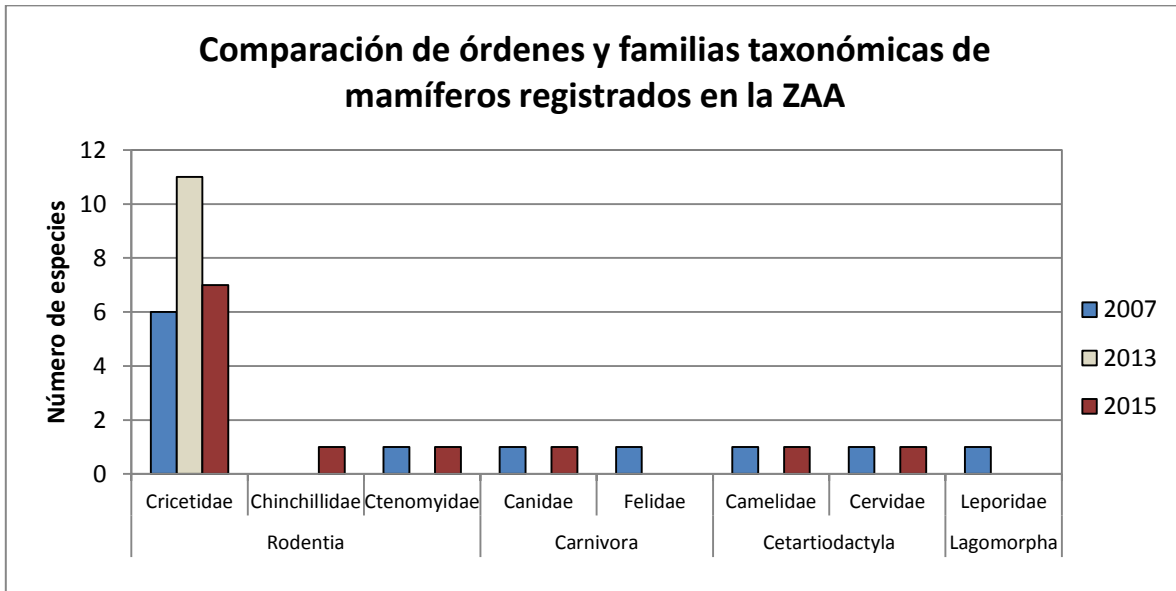


Figura 50. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda)

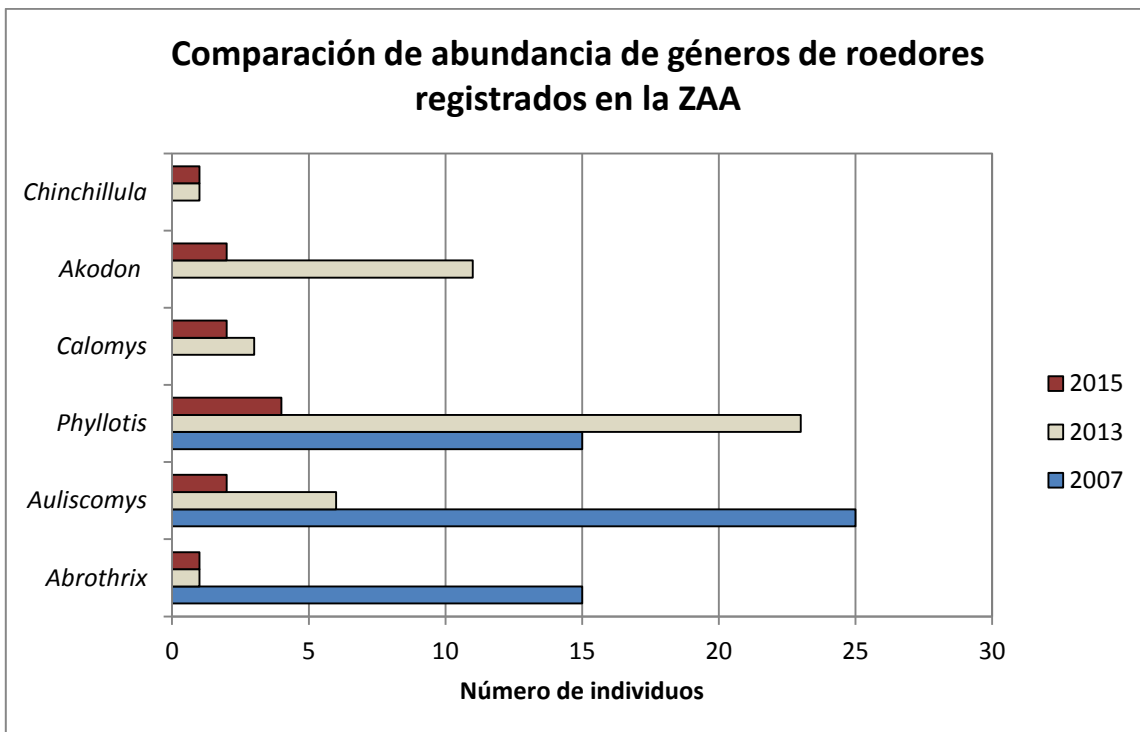


Figura 51. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

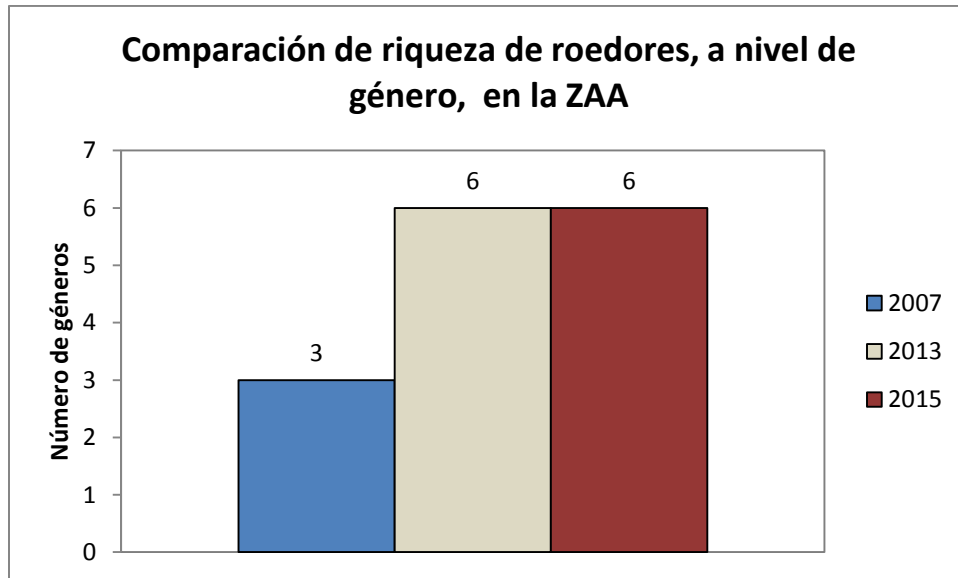


Figura 52. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

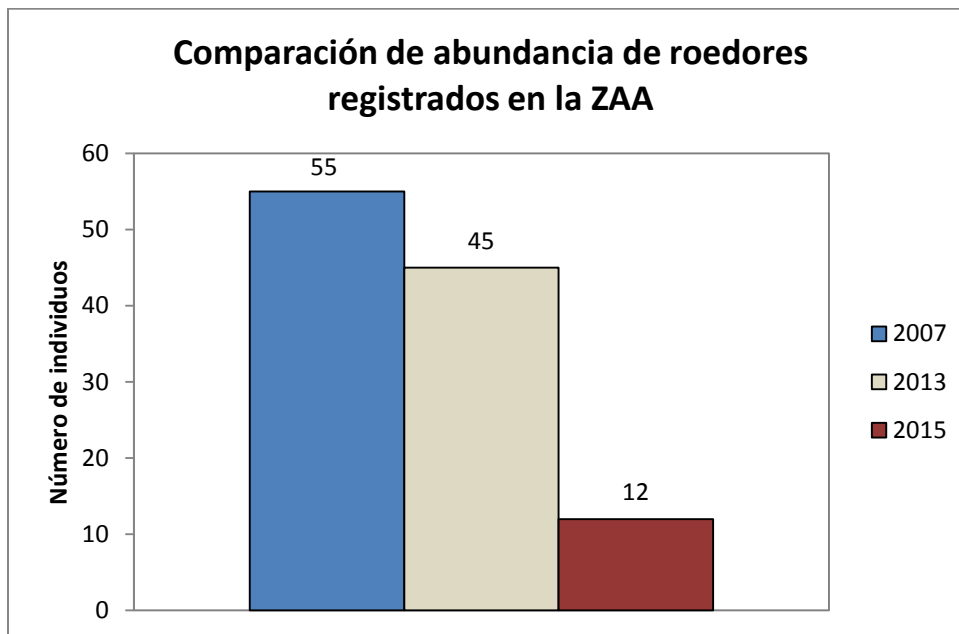


Figura 53. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época húmeda)

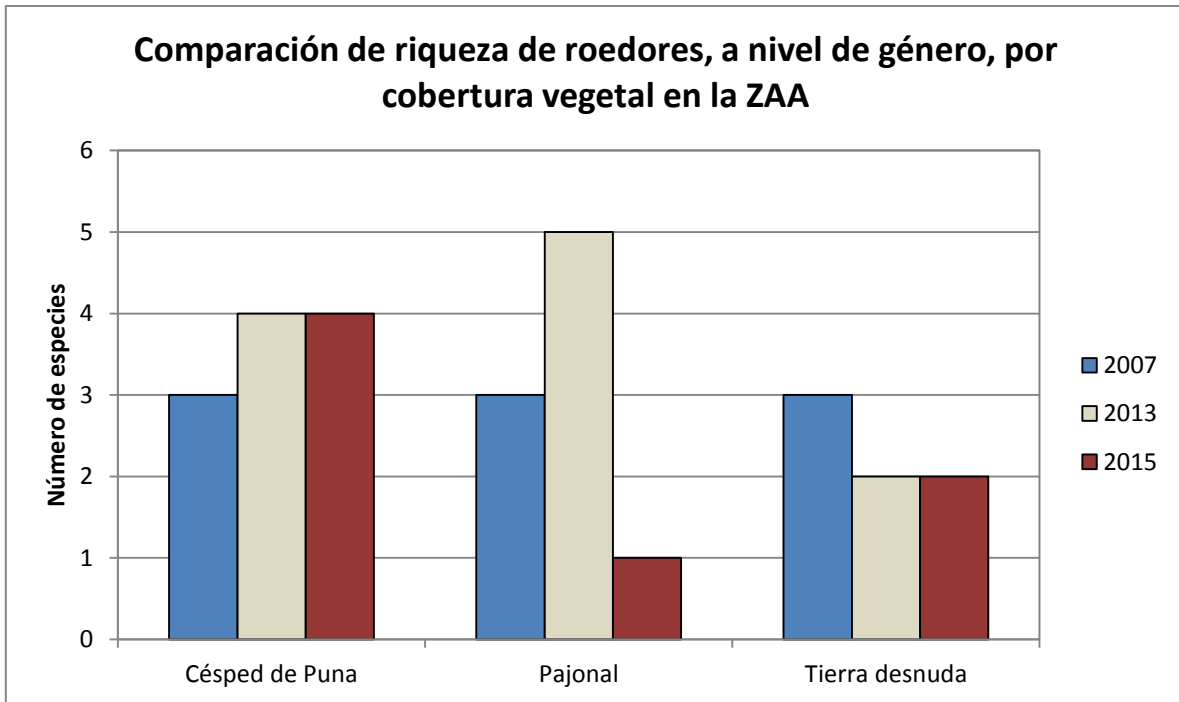


Figura 54. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

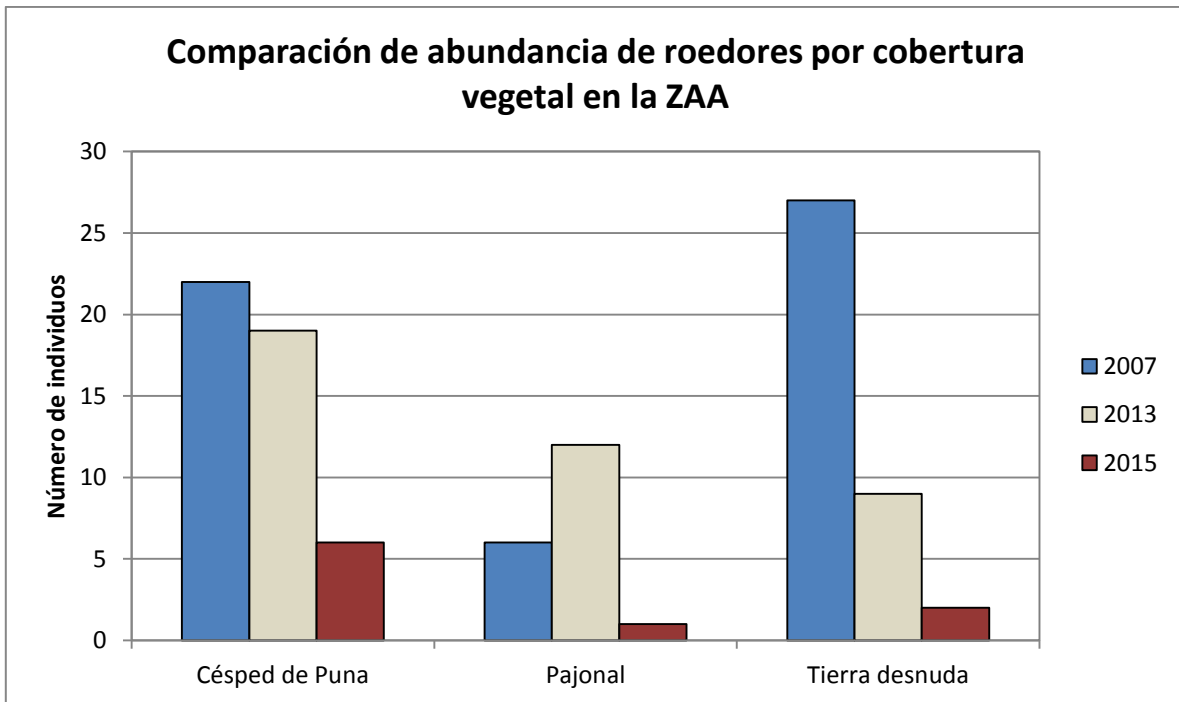


Figura 55. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

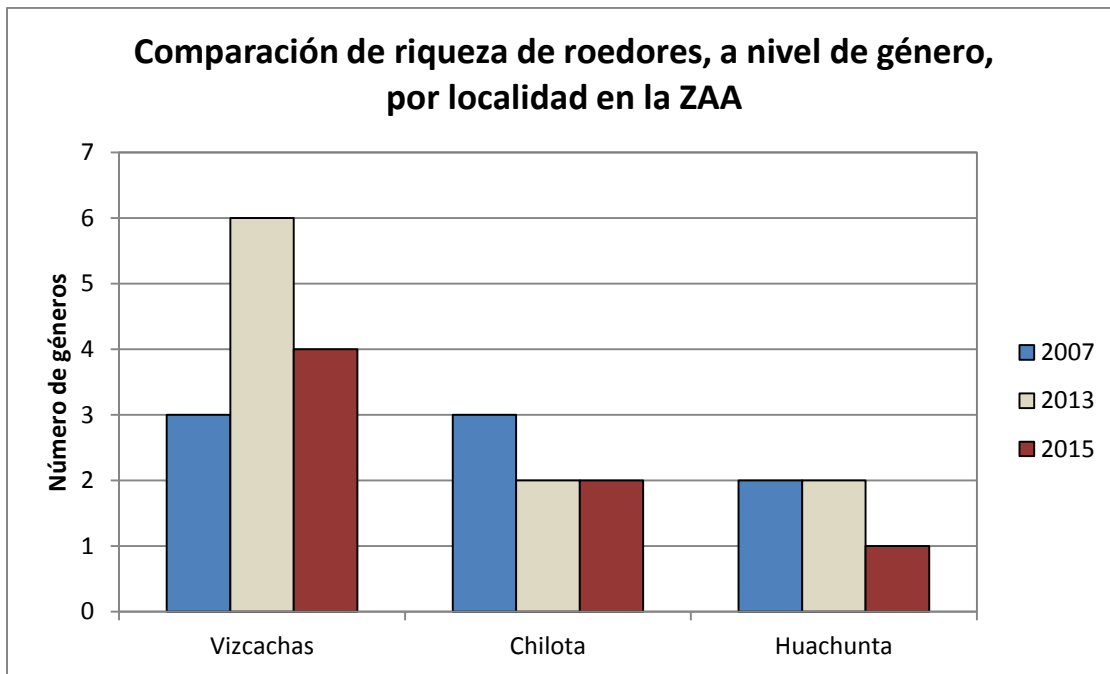


Figura 56. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZAA (época húmeda)

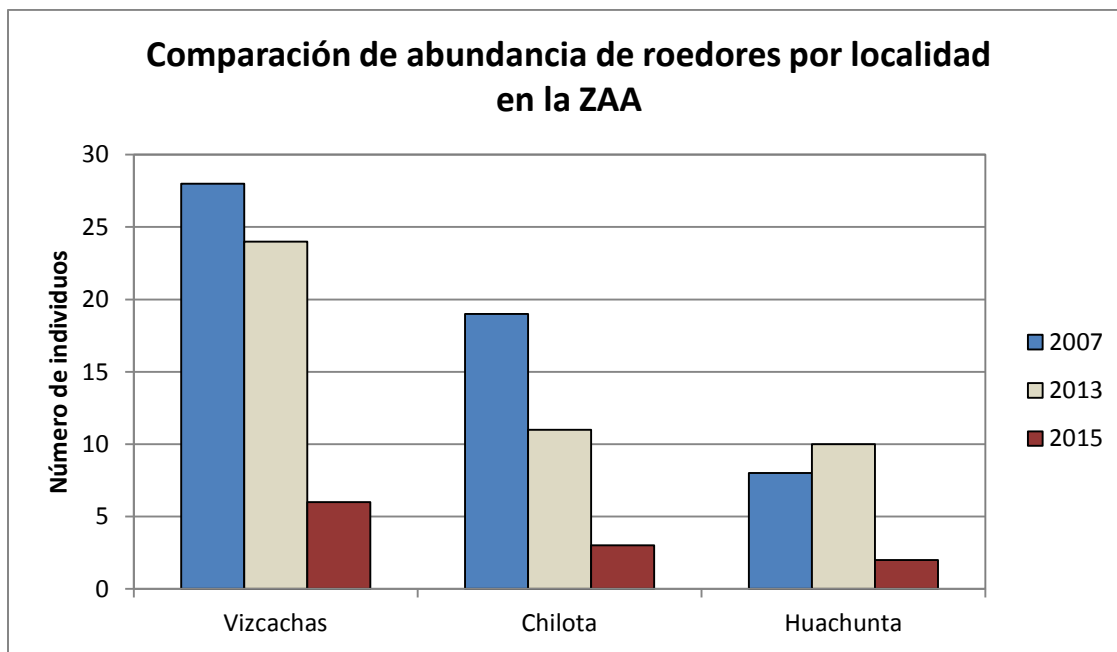
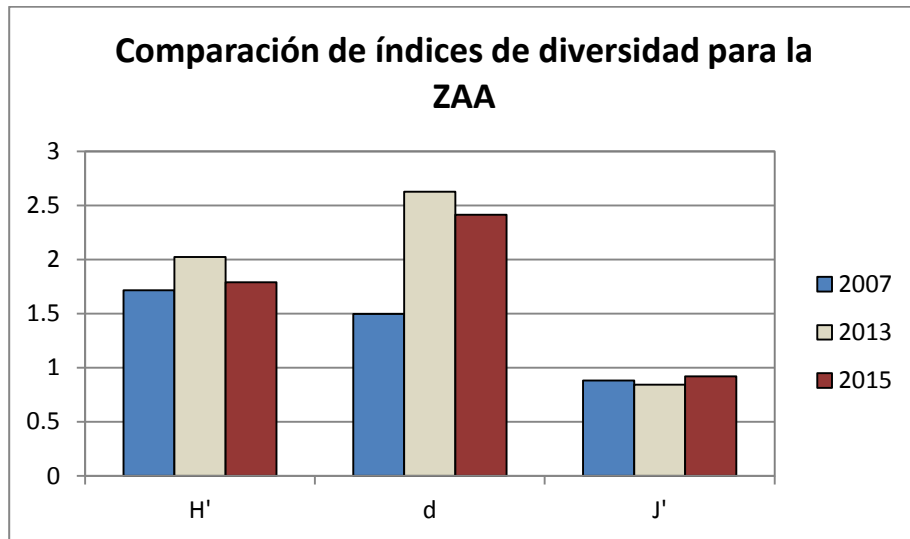


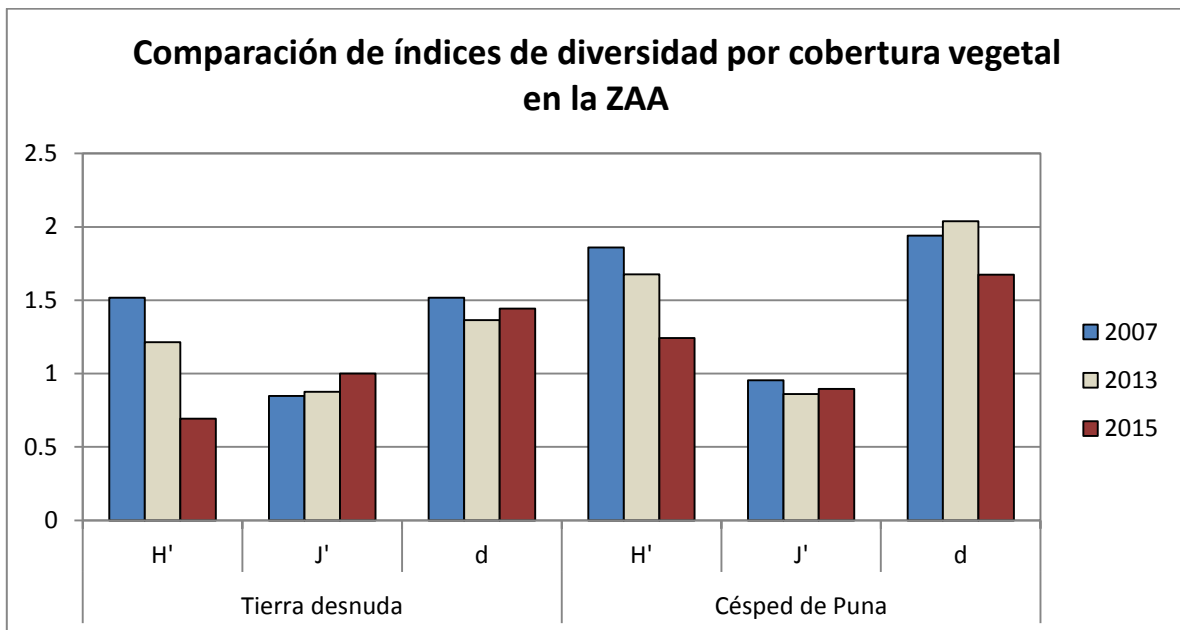
Figura 57. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.3.2.2. Comparación de índices de diversidad



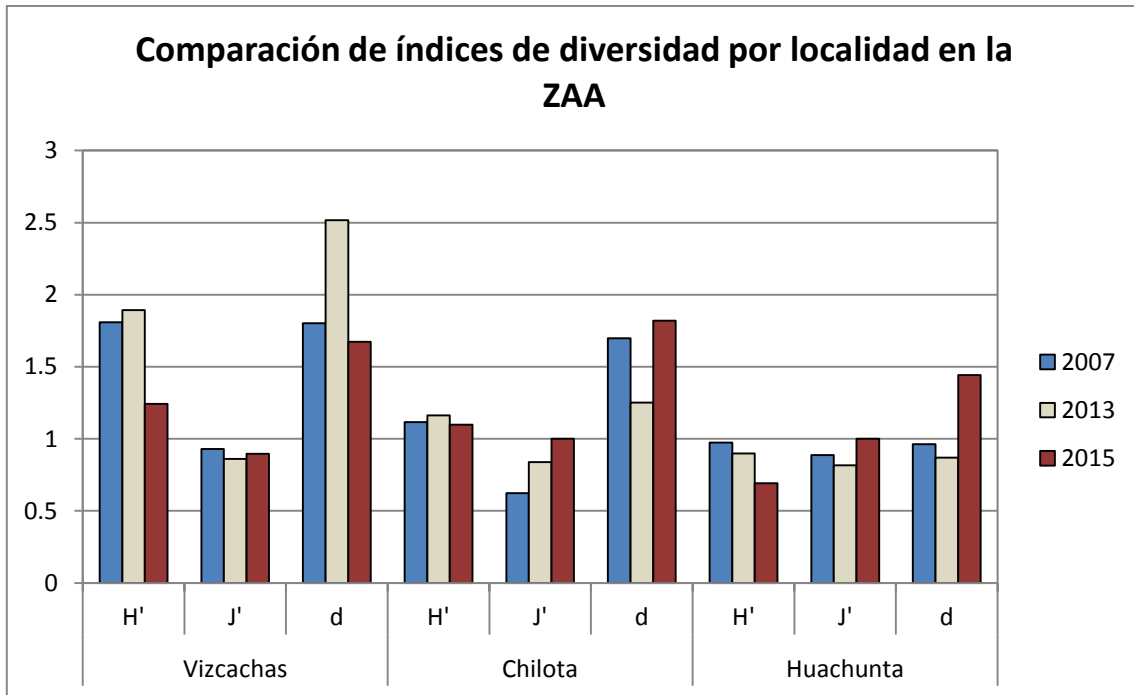
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 58. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 59. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 60. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)

4.4. Componente: HERPETOFAUNA

4.4.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.4.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

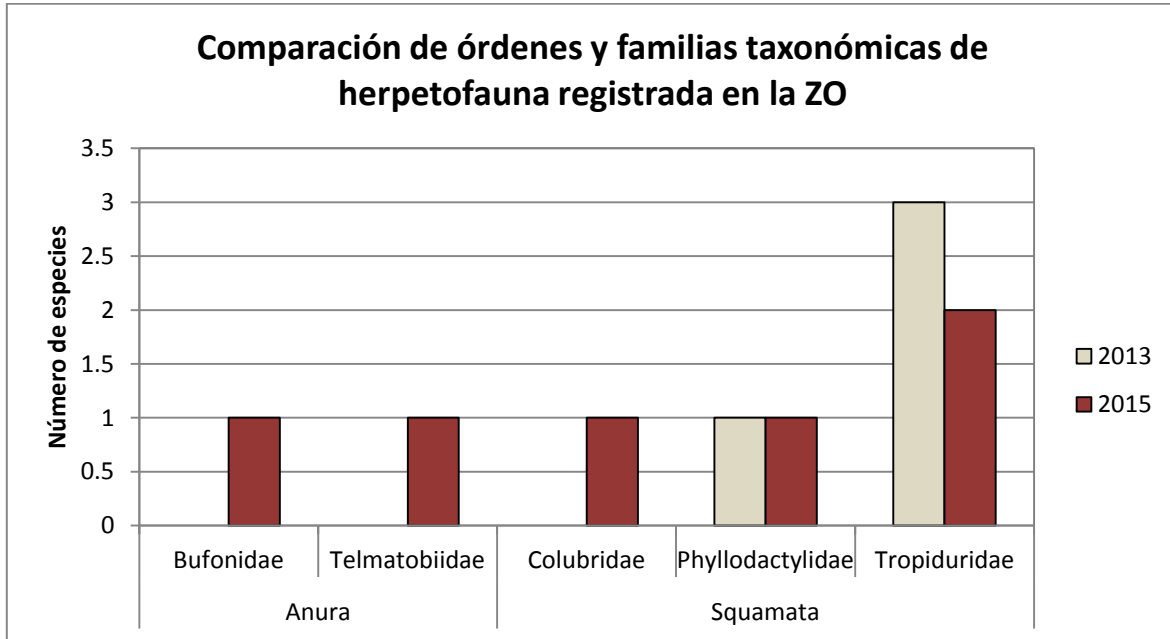


Figura 61. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda)

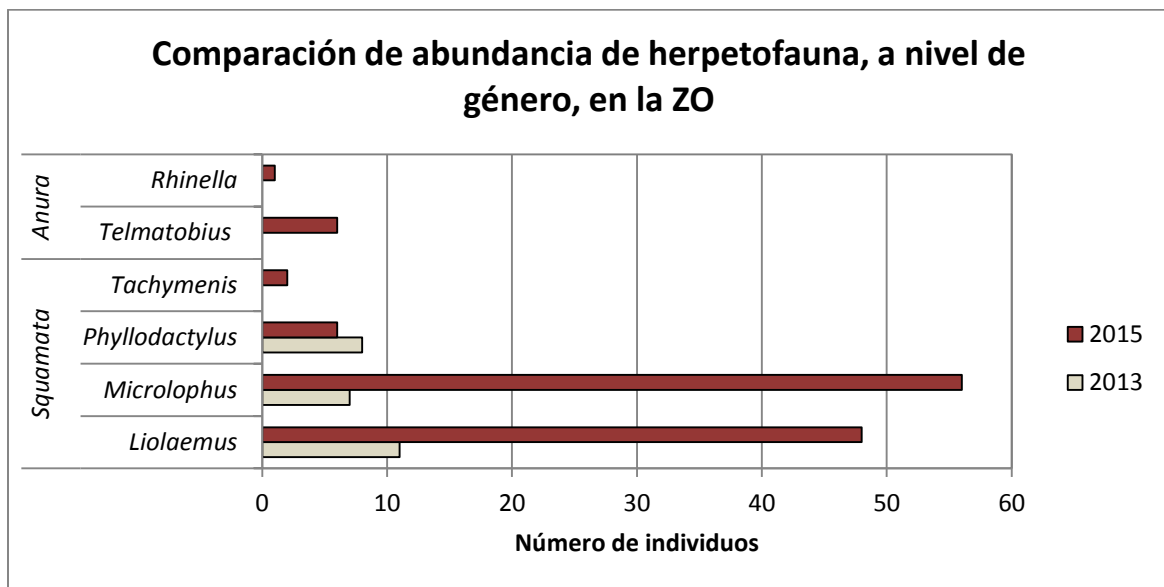


Figura 62. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

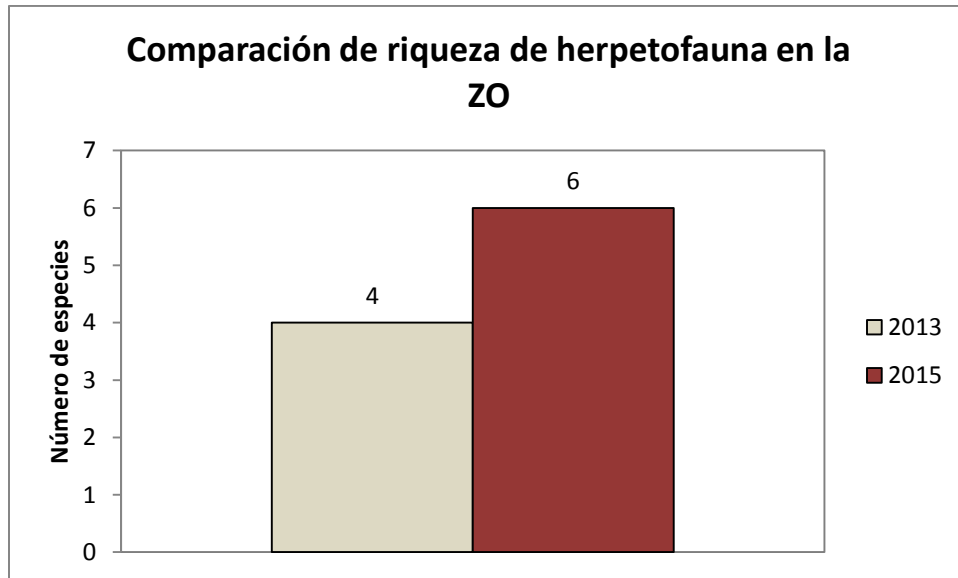


Figura 63. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época húmeda)

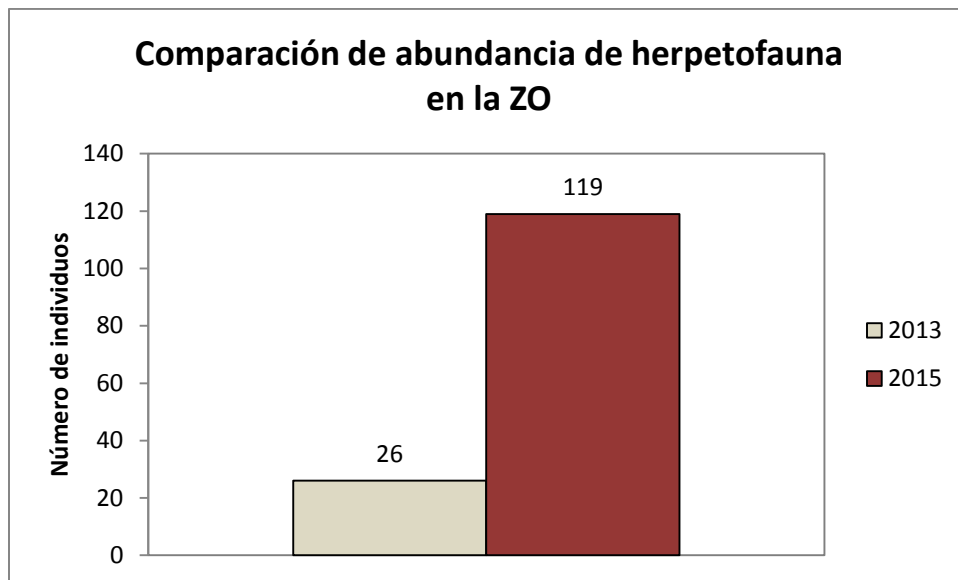


Figura 64. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época húmeda)

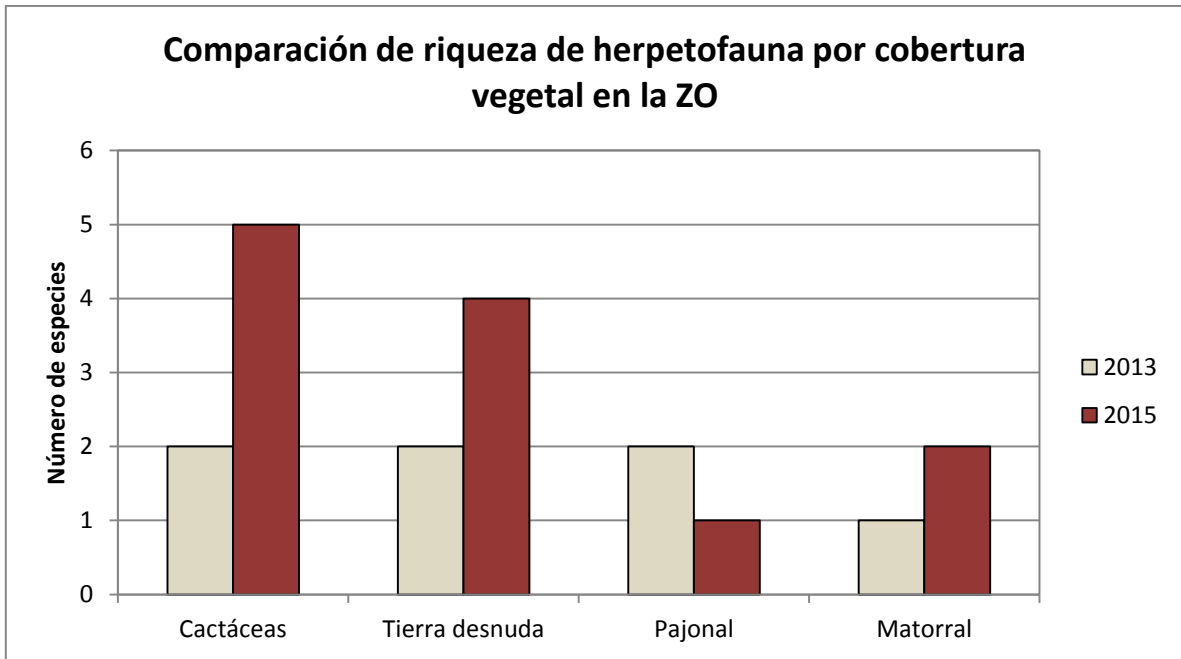


Figura 65. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

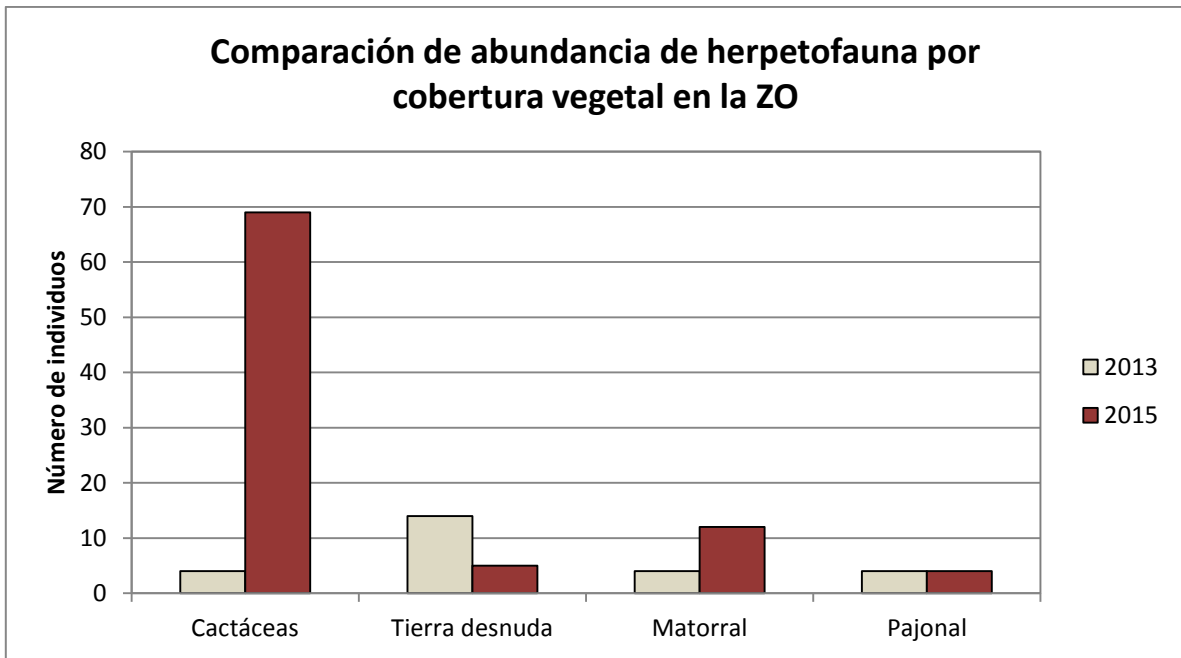


Figura 66. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

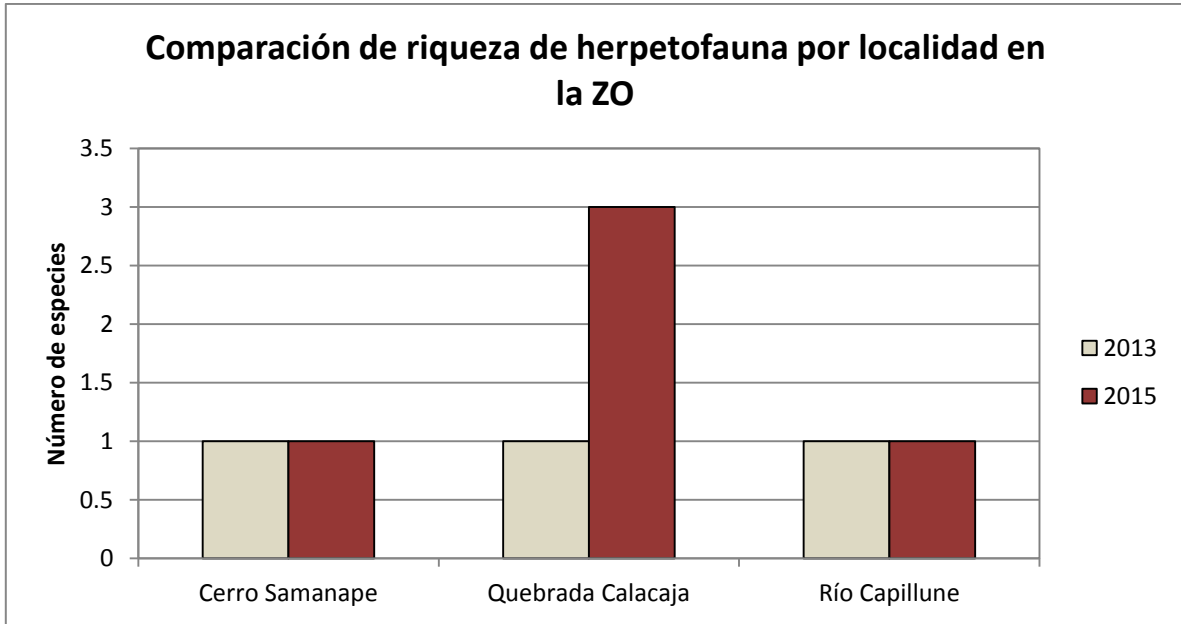


Figura 67. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)

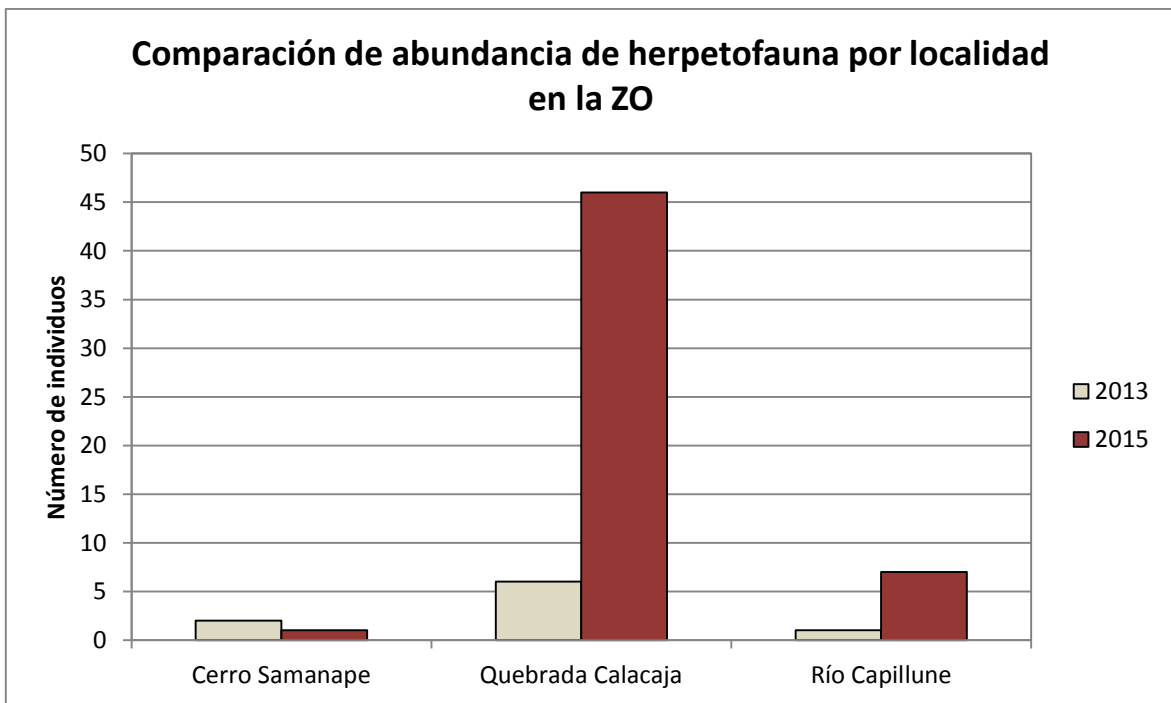
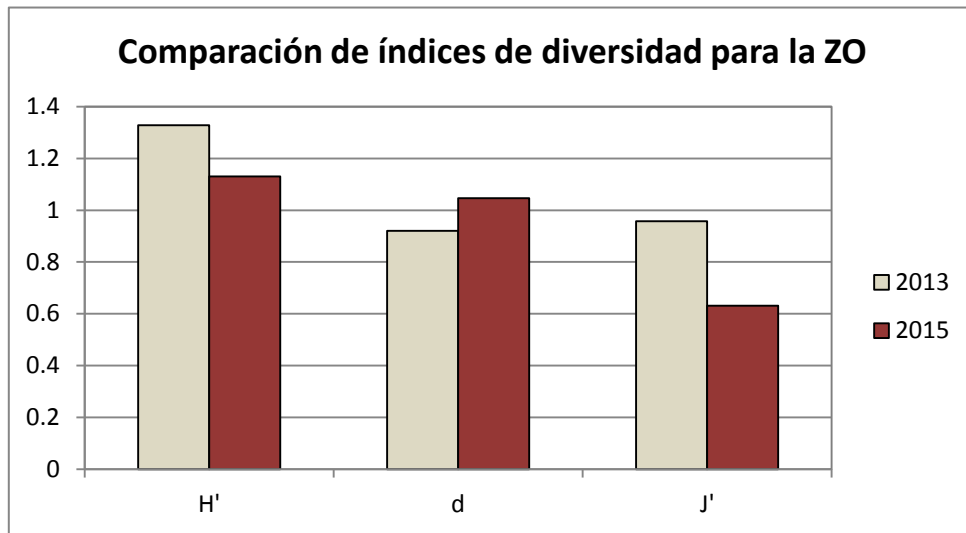


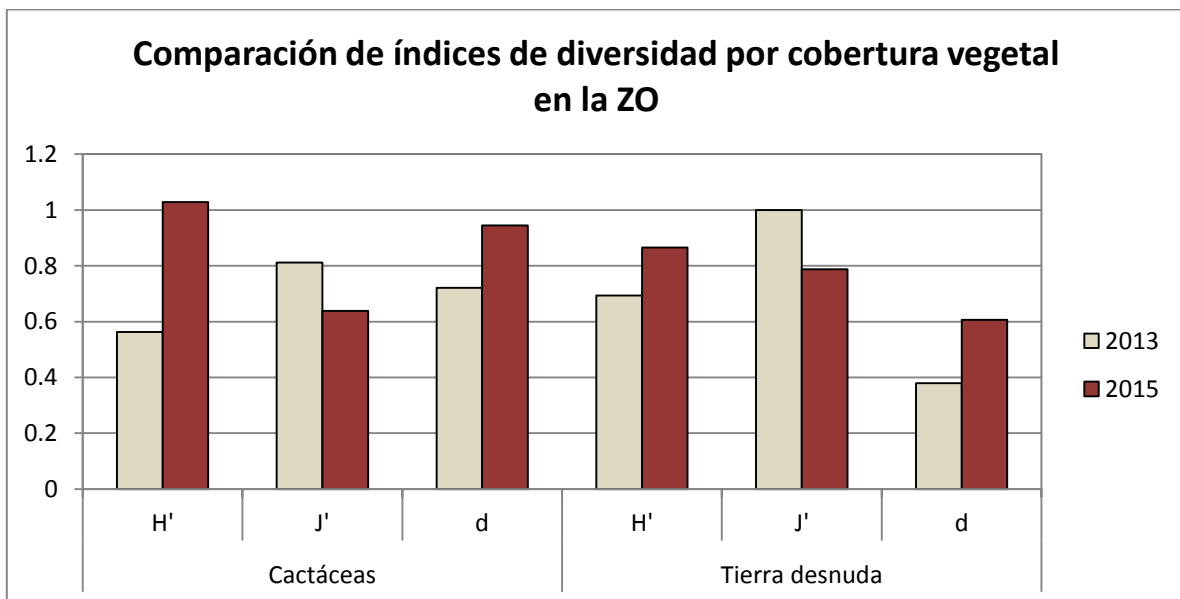
Figura 68. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)

4.4.1.2. Comparación de índices de diversidad



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 69. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 70. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)

4.4.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.4.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

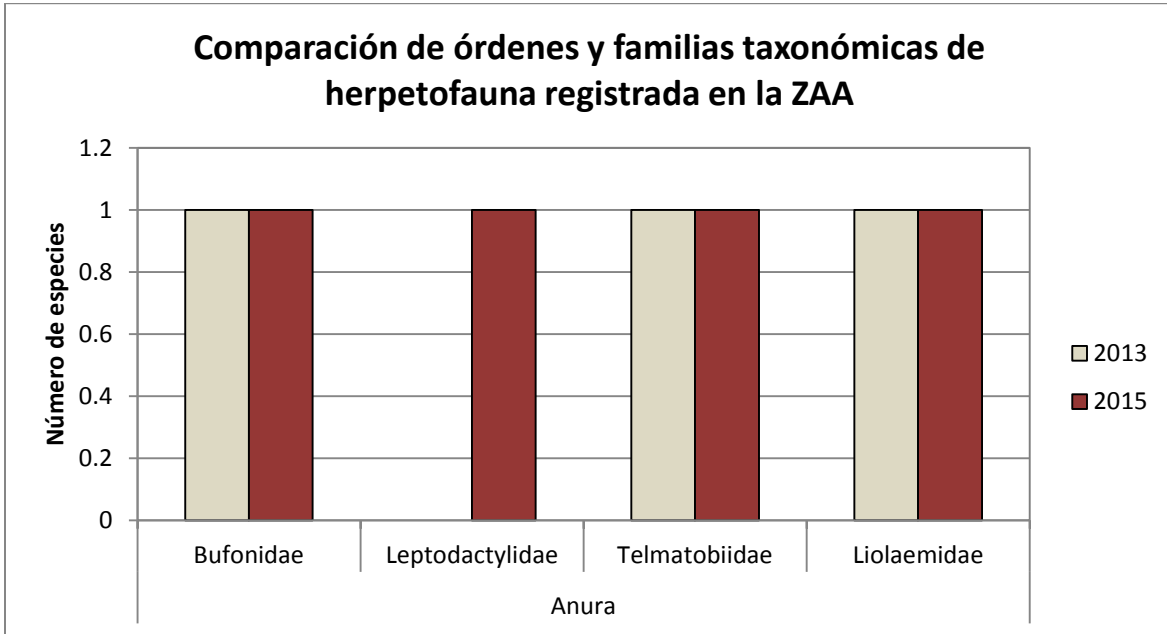


Figura 71. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda)

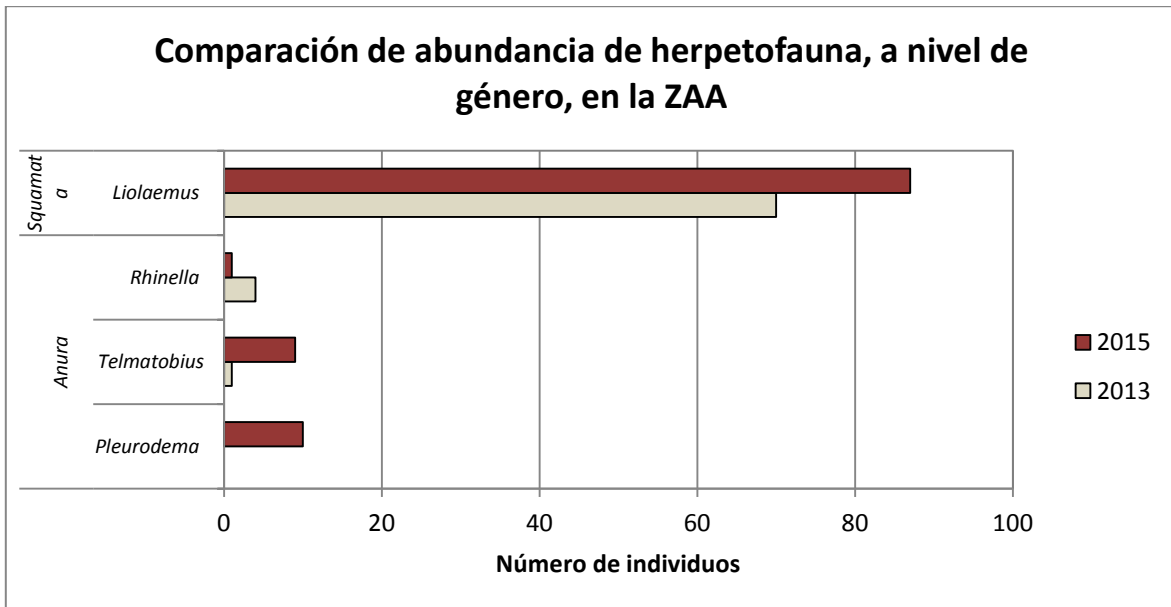


Figura 72. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

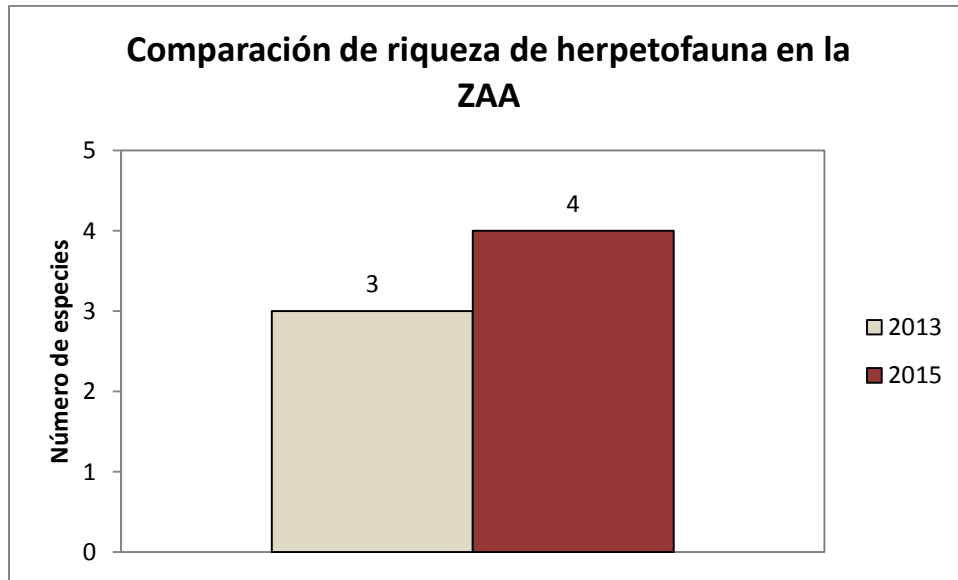


Figura 73. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZAA (época húmeda)

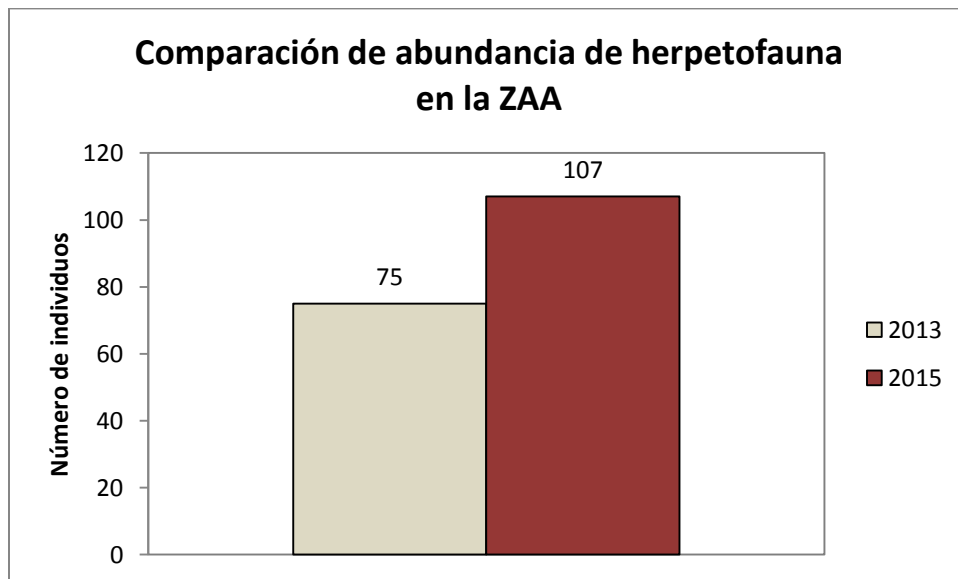


Figura 74. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZAA (época húmeda)

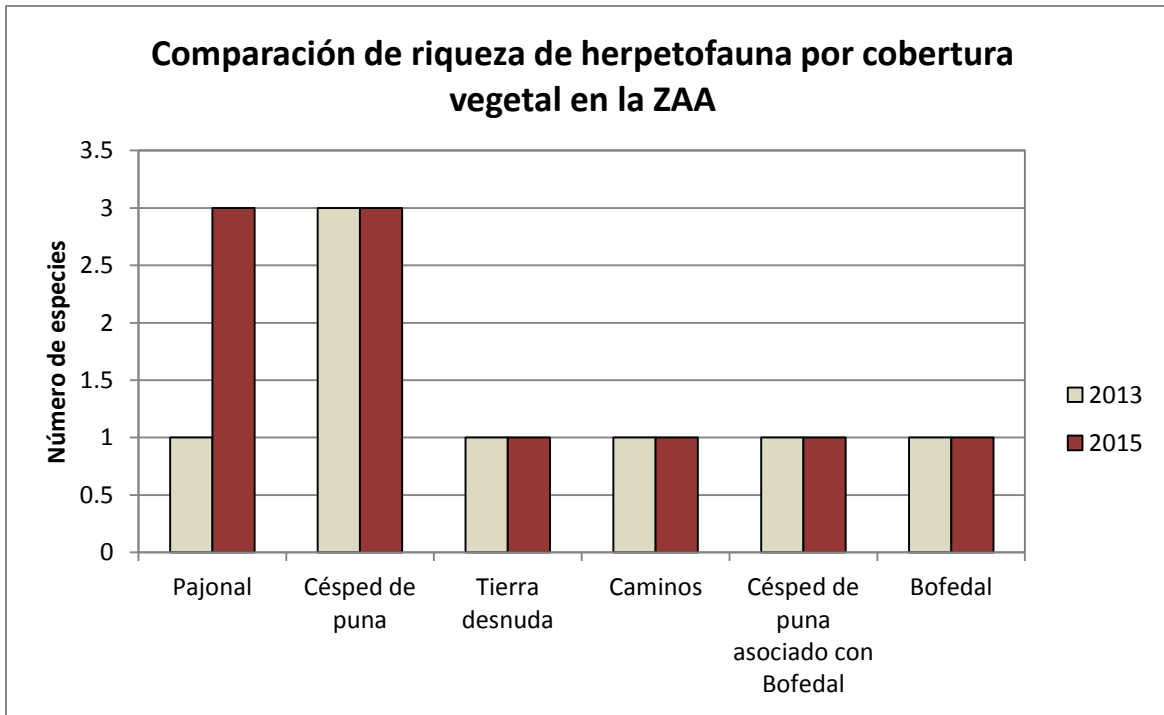


Figura 75. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

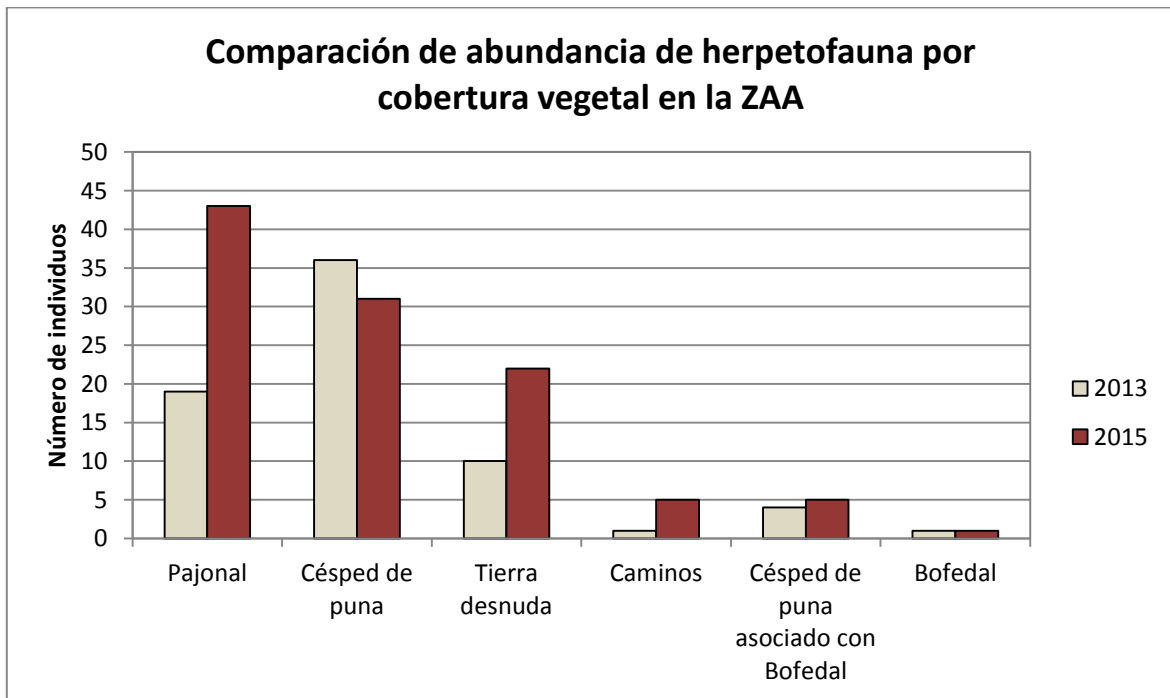


Figura 76. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

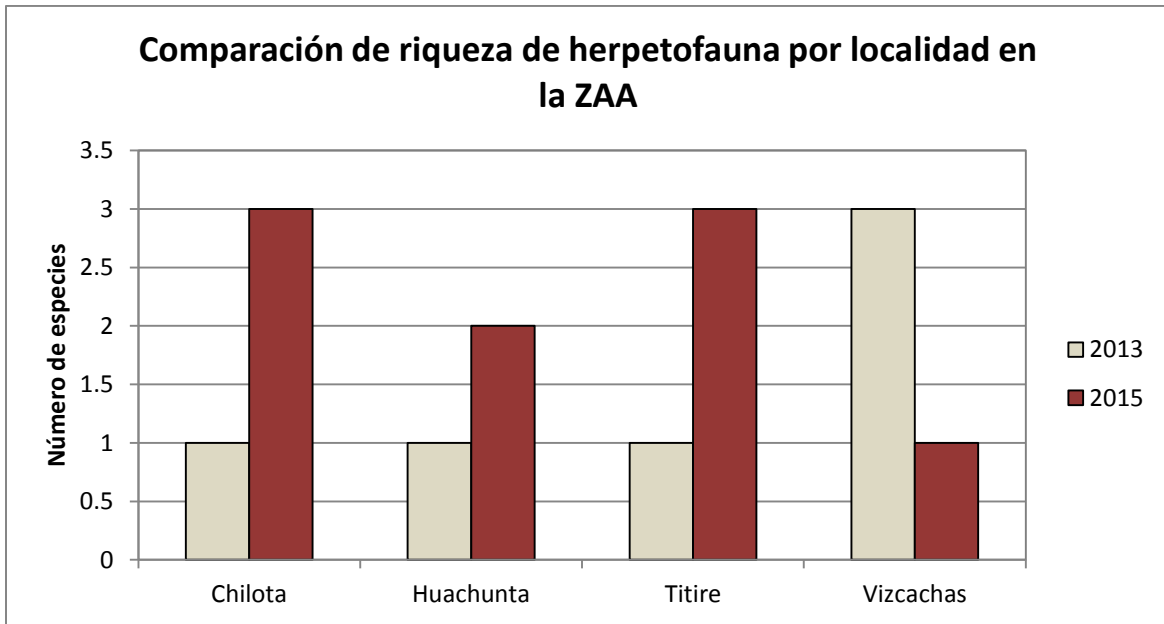


Figura 77. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)

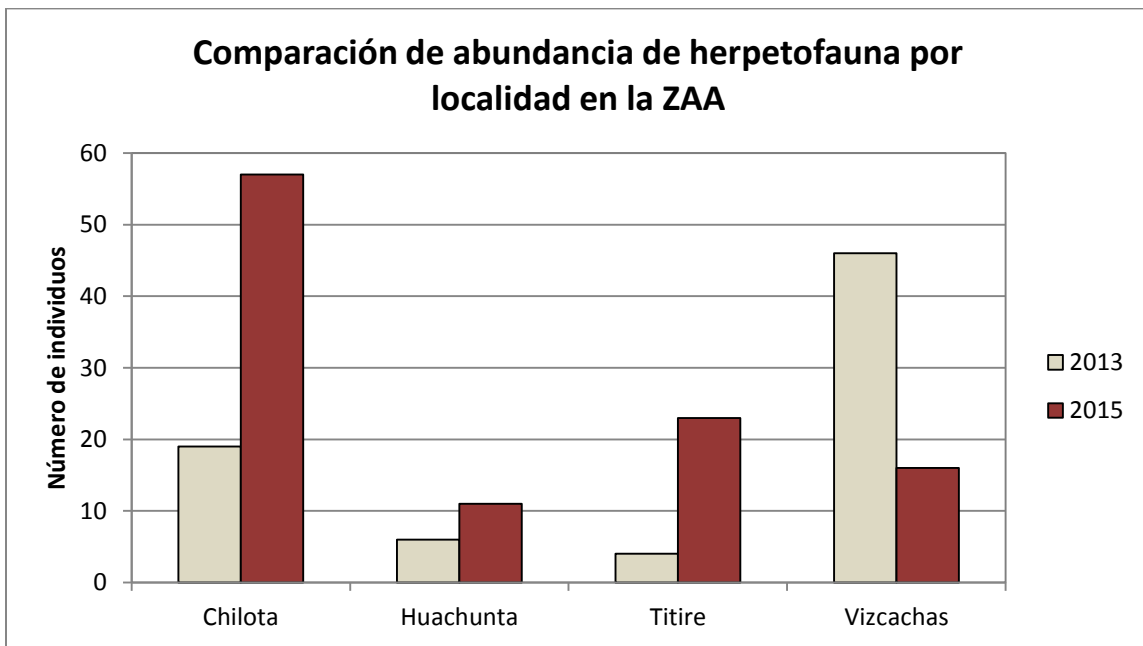
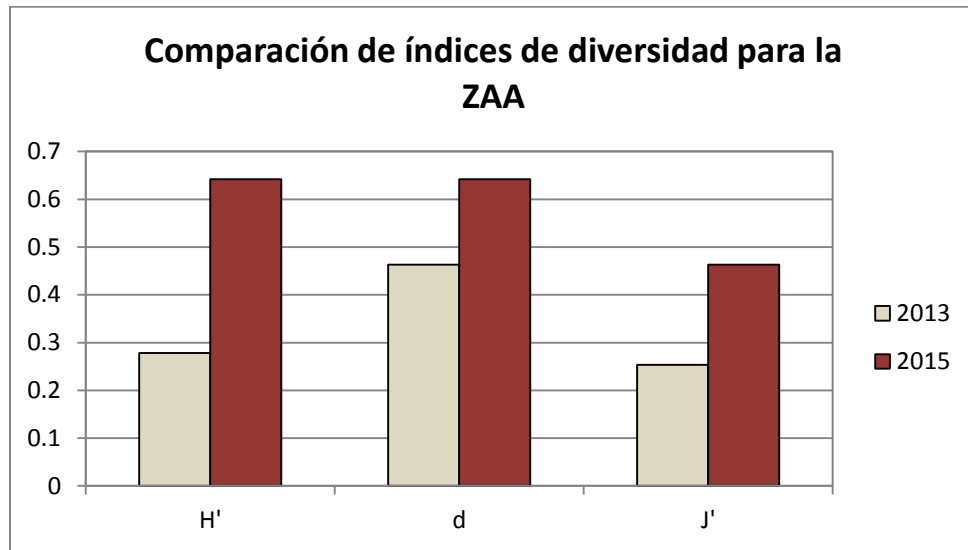


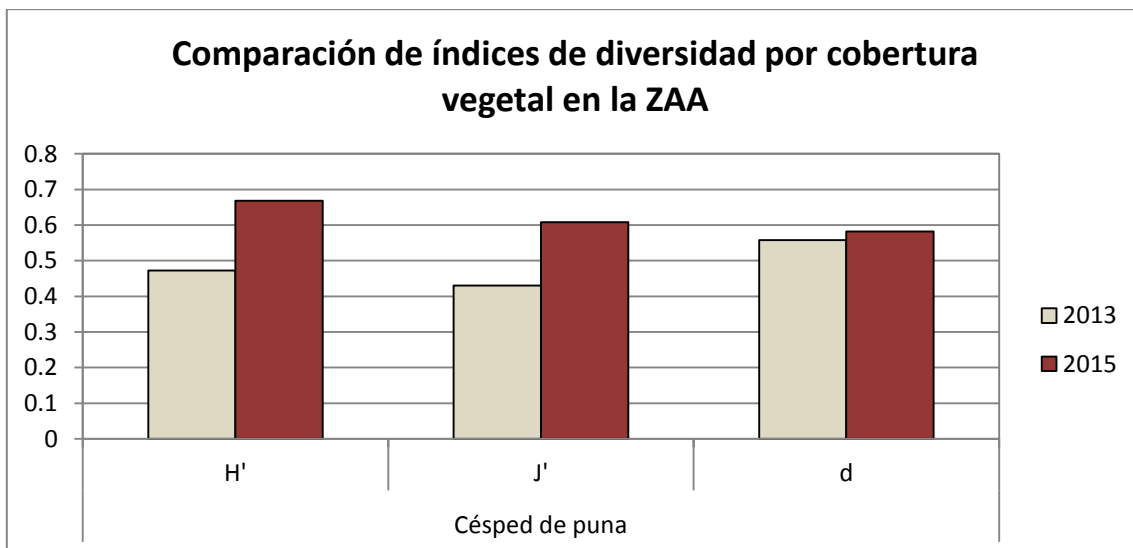
Figura 78. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)

4.4.2.1. Comparación de índices de diversidad



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 79. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 80. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)

Capítulo V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca

V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca

5.1. Comparación del componente: FLORA SILVESTRE

5.1.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época seca

5.1.1.1. Comparación de resultados de la composición florística

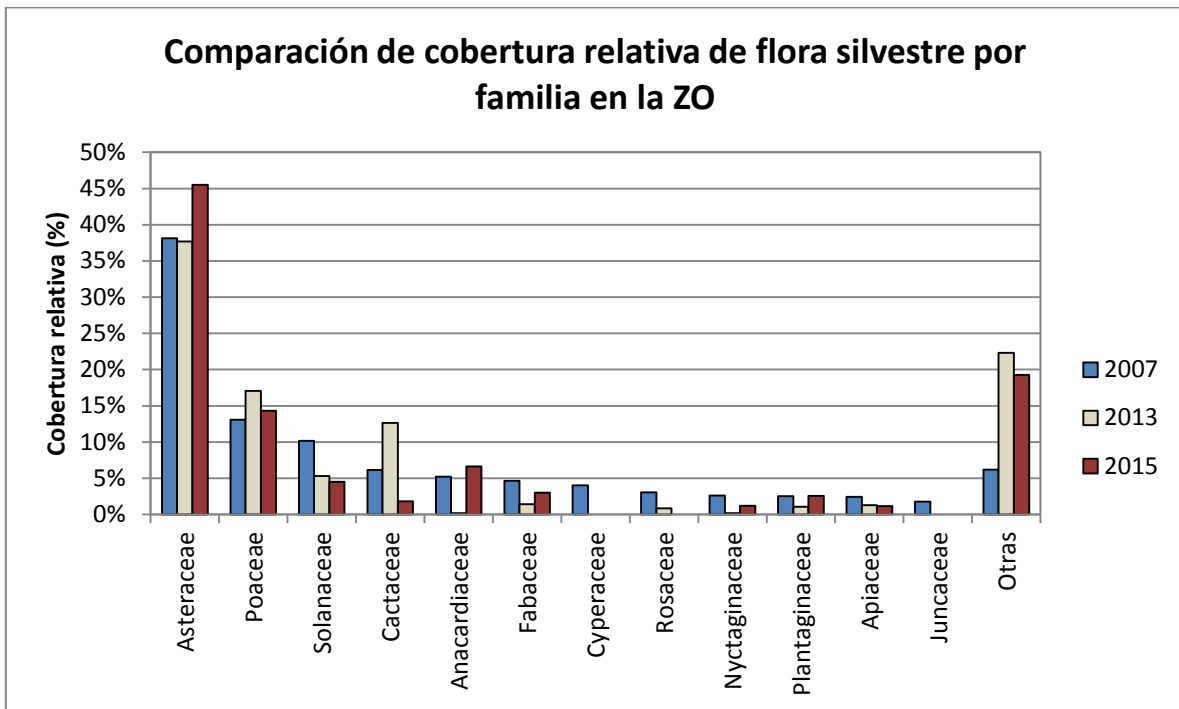


Figura 81. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época seca)

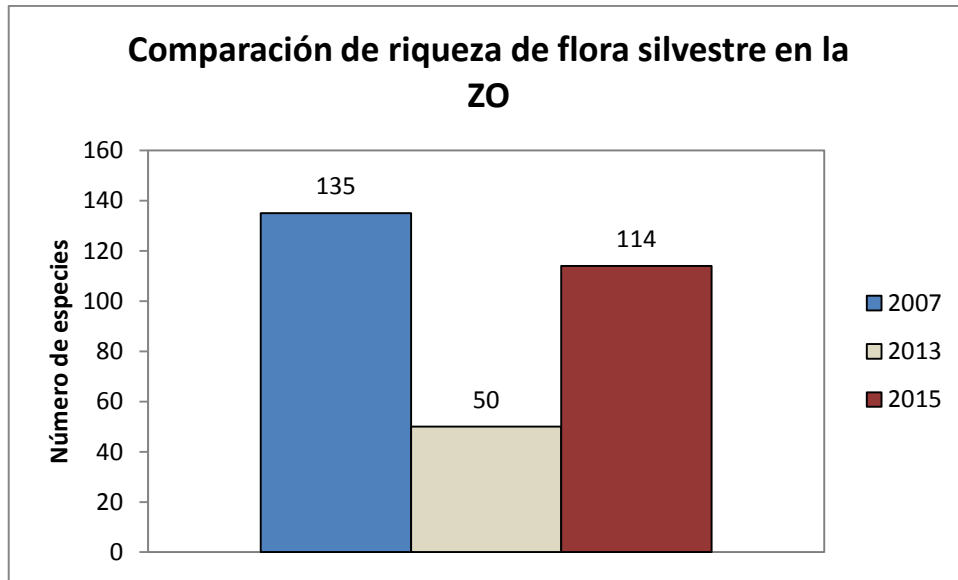


Figura 82. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época seca)

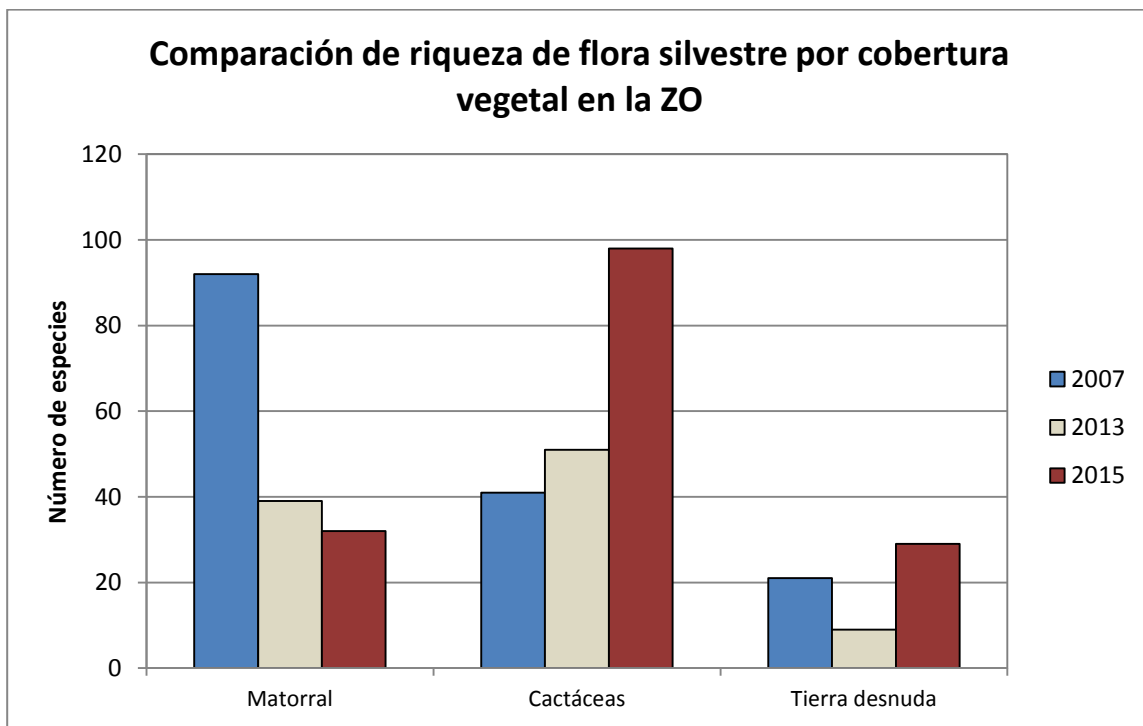


Figura 83. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

5.1.1.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

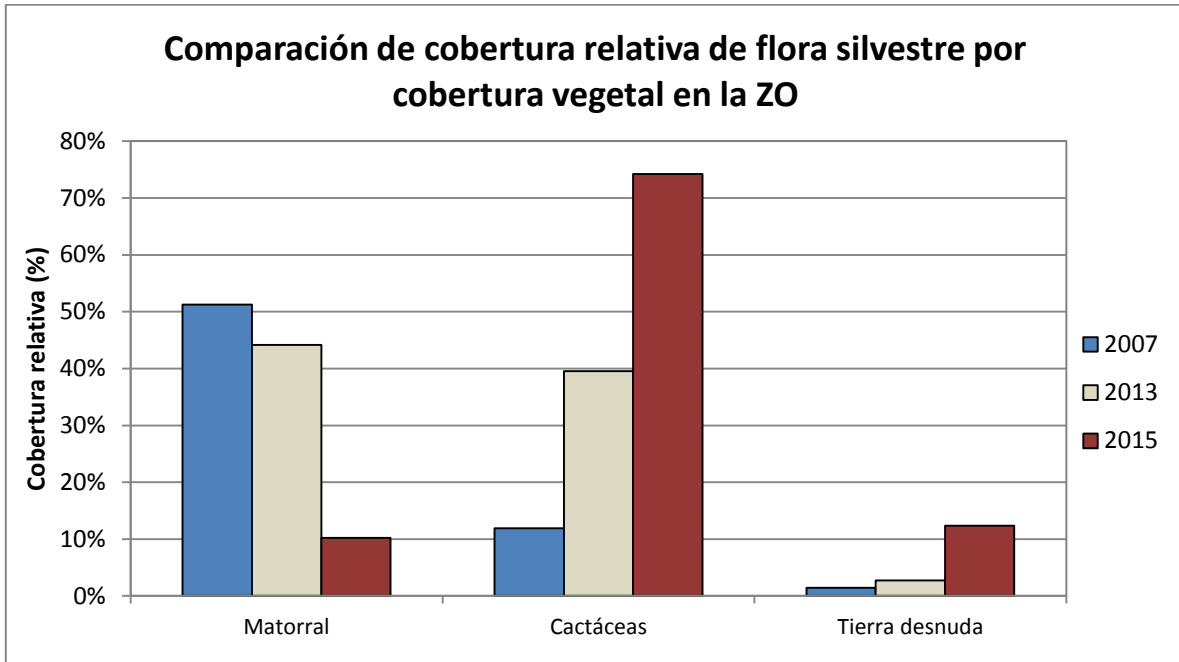
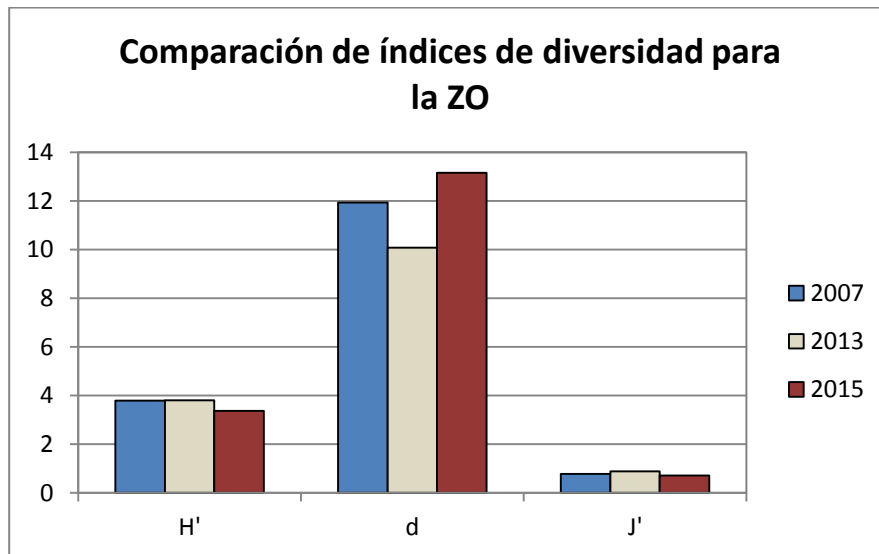


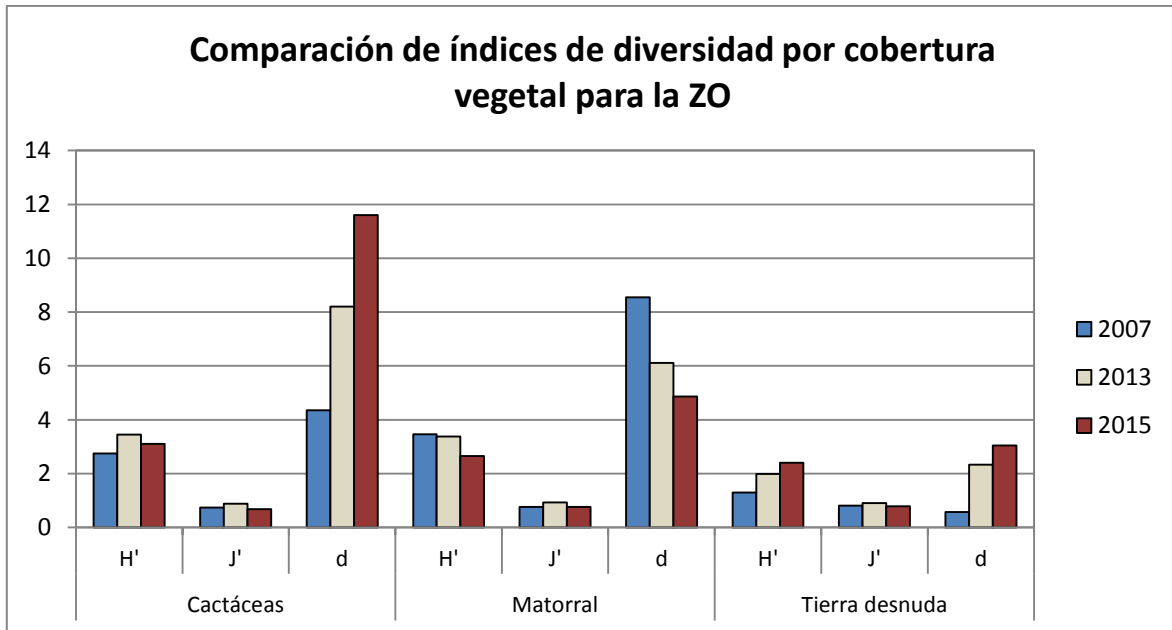
Figura 84. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

5.1.1.3. Comparación de índices de diversidad



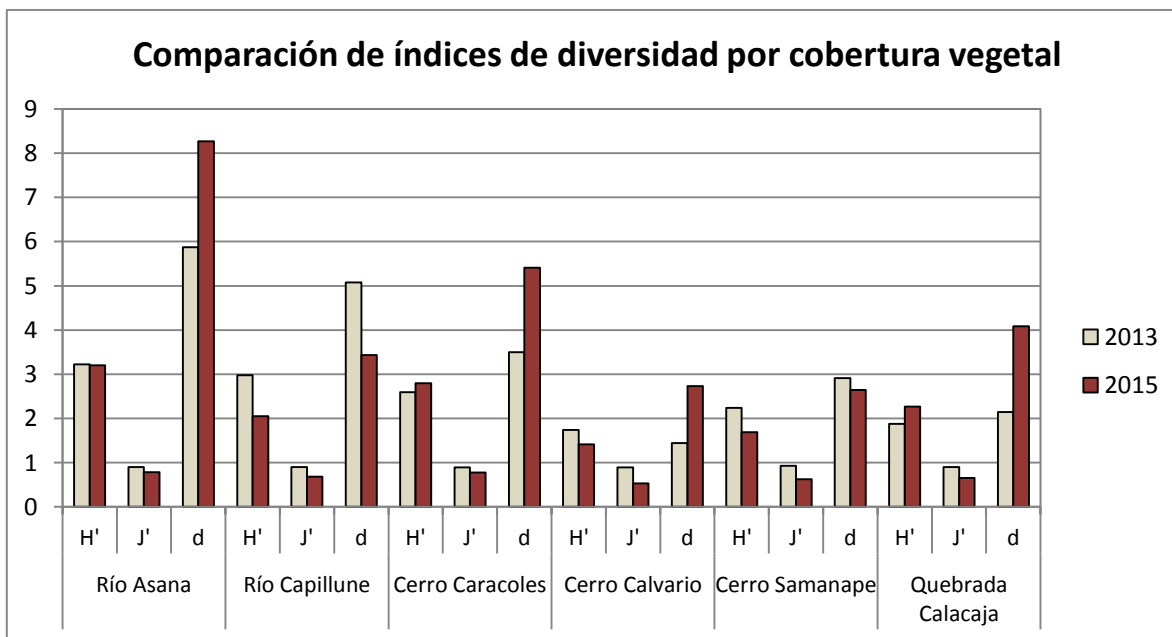
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 85. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 86. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 87. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época seca)

5.1.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época seca

5.1.2.1. Comparación de resultados de composición florística

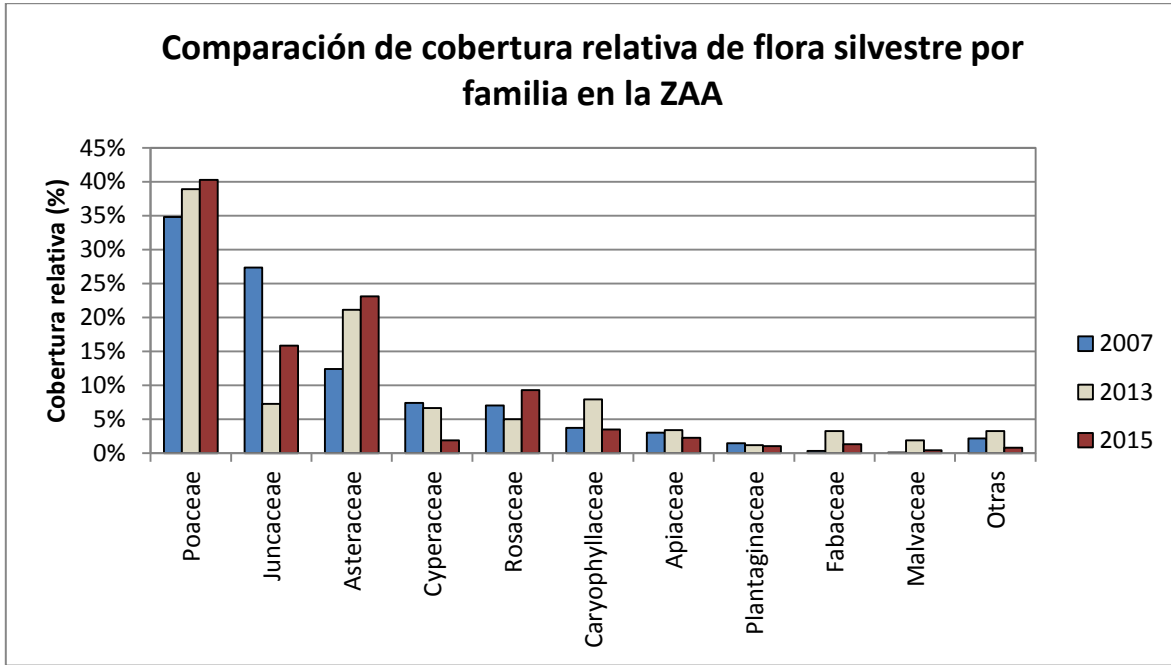


Figura 88. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época seca)

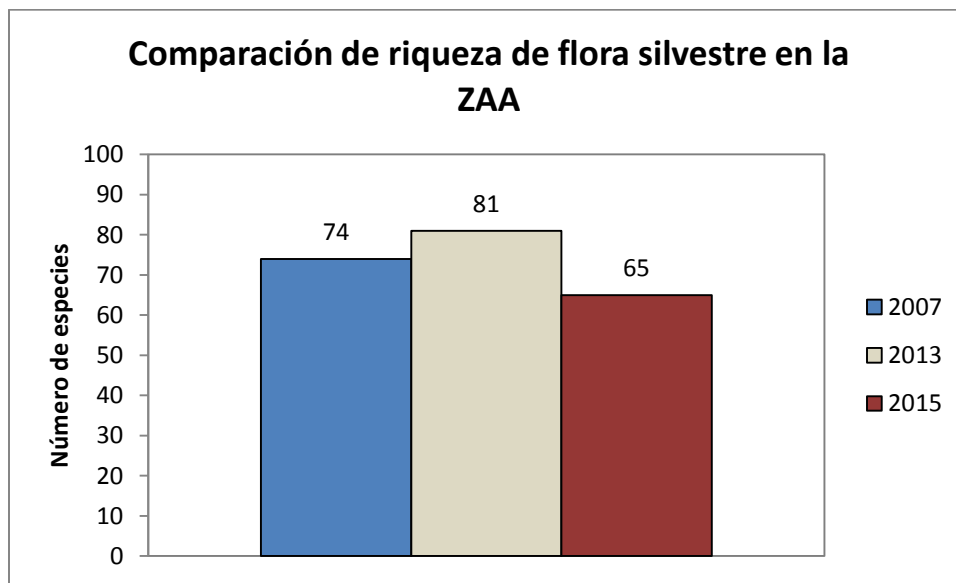


Figura 89. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época seca)

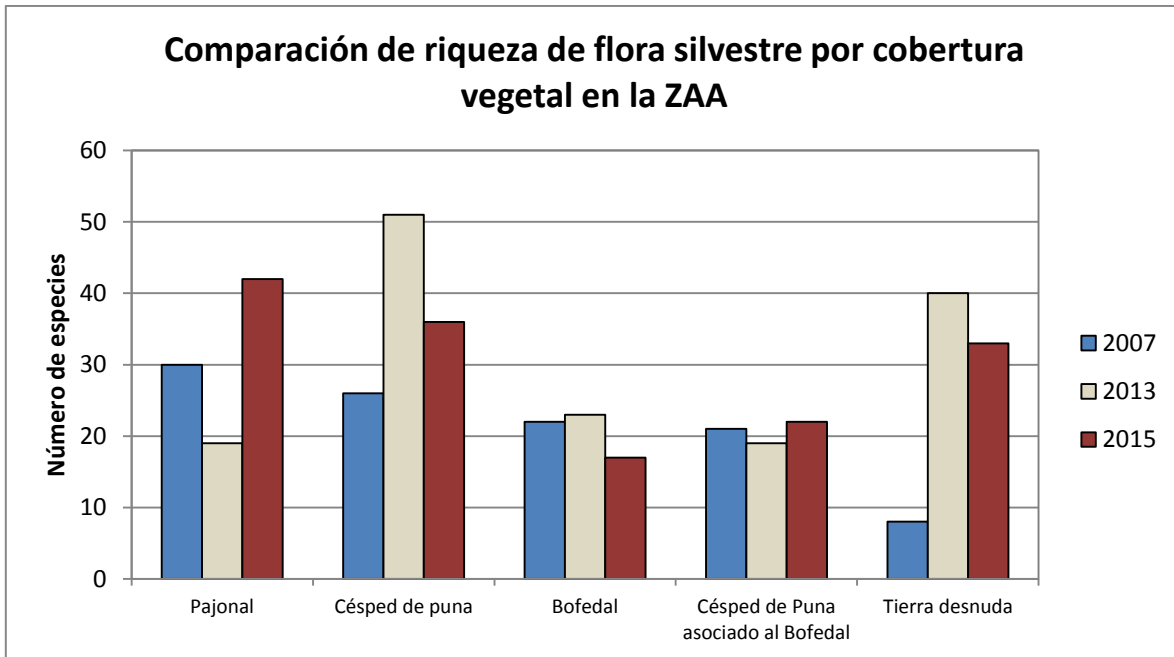


Figura 90. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

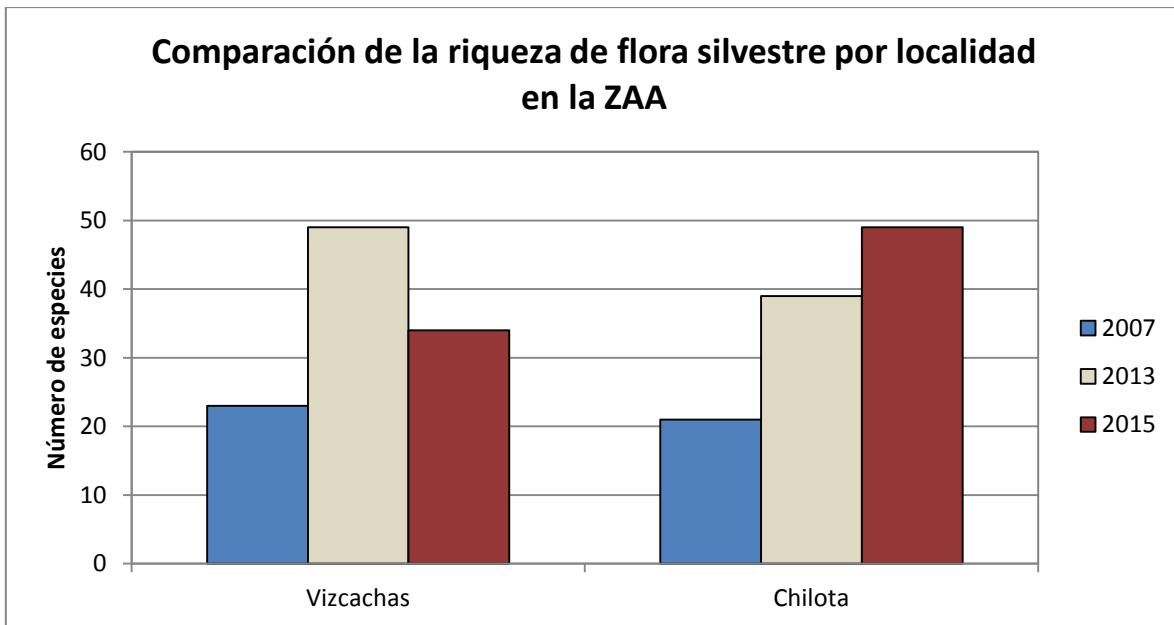


Figura 91. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)

5.1.2.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

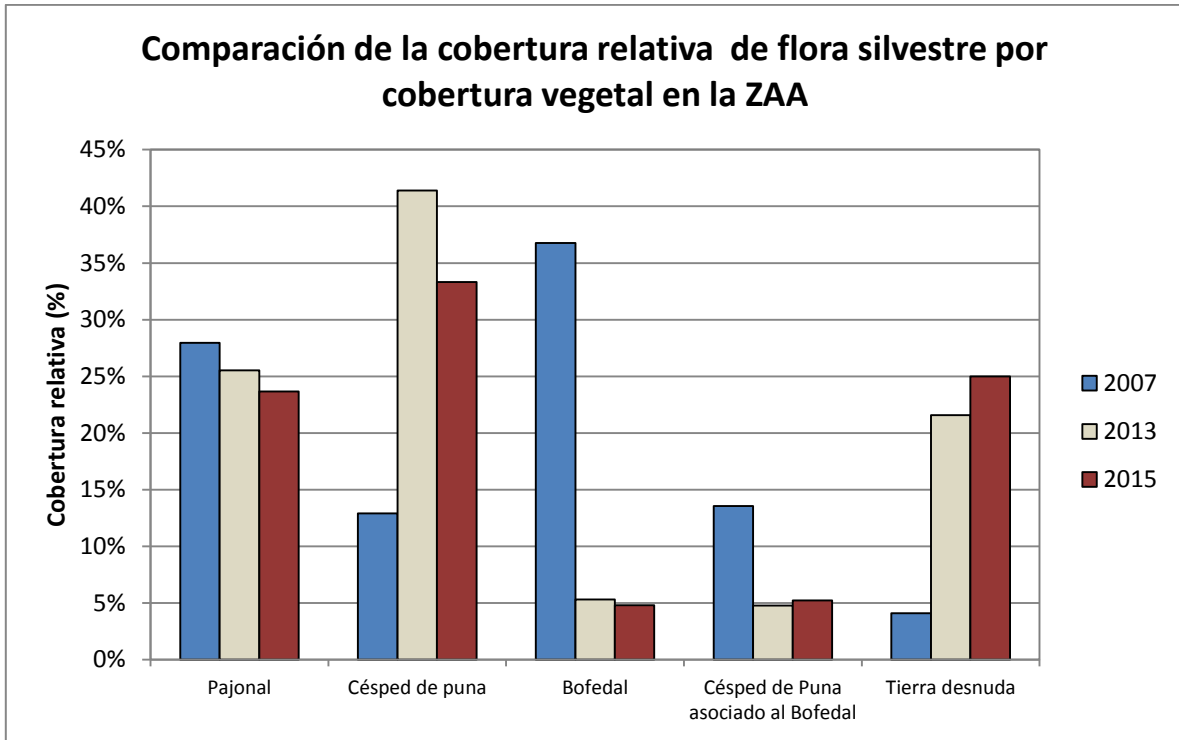


Figura 92. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

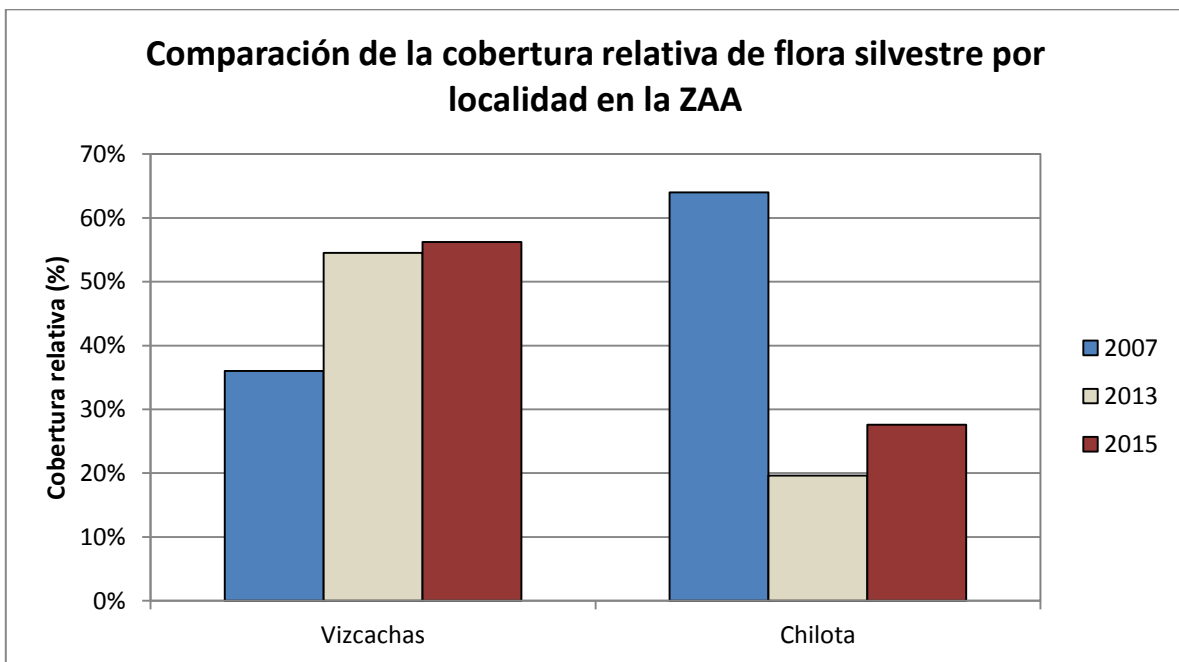
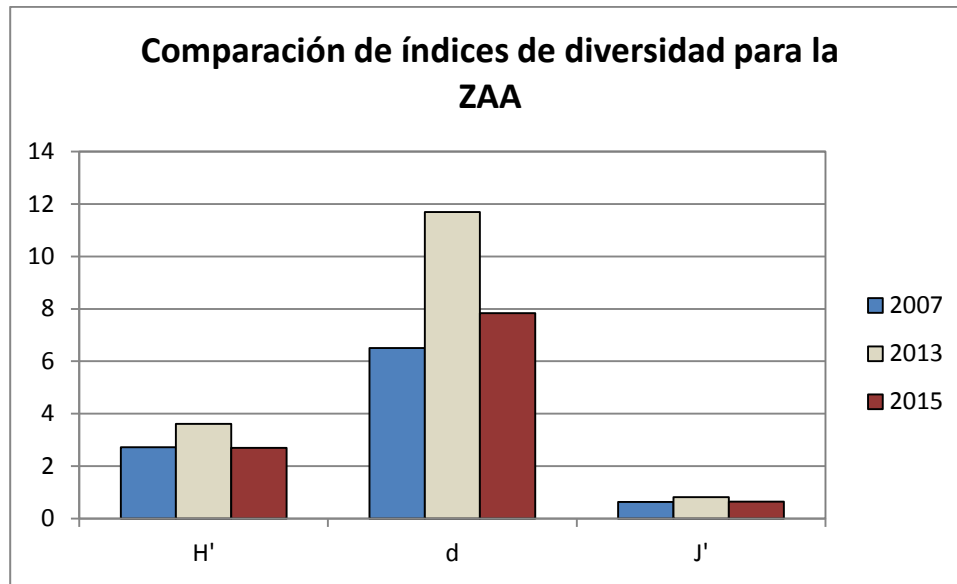


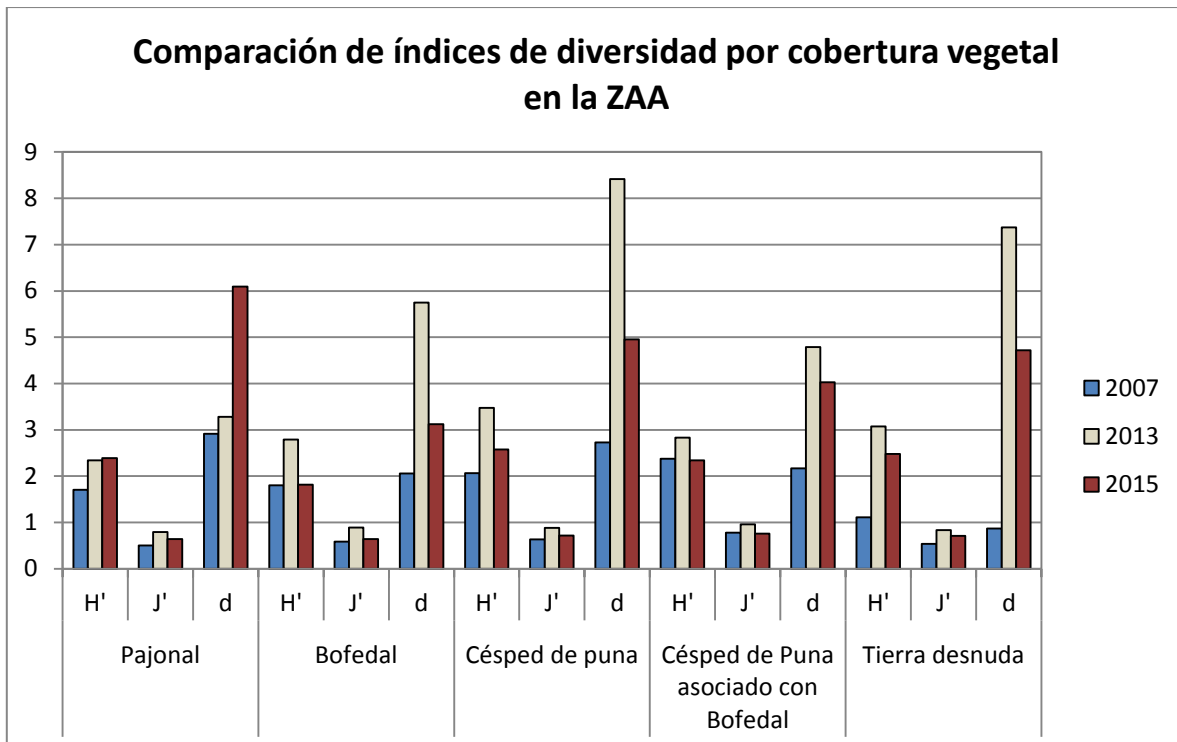
Figura 93. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)

5.1.2.3. Comparación de índices de diversidad



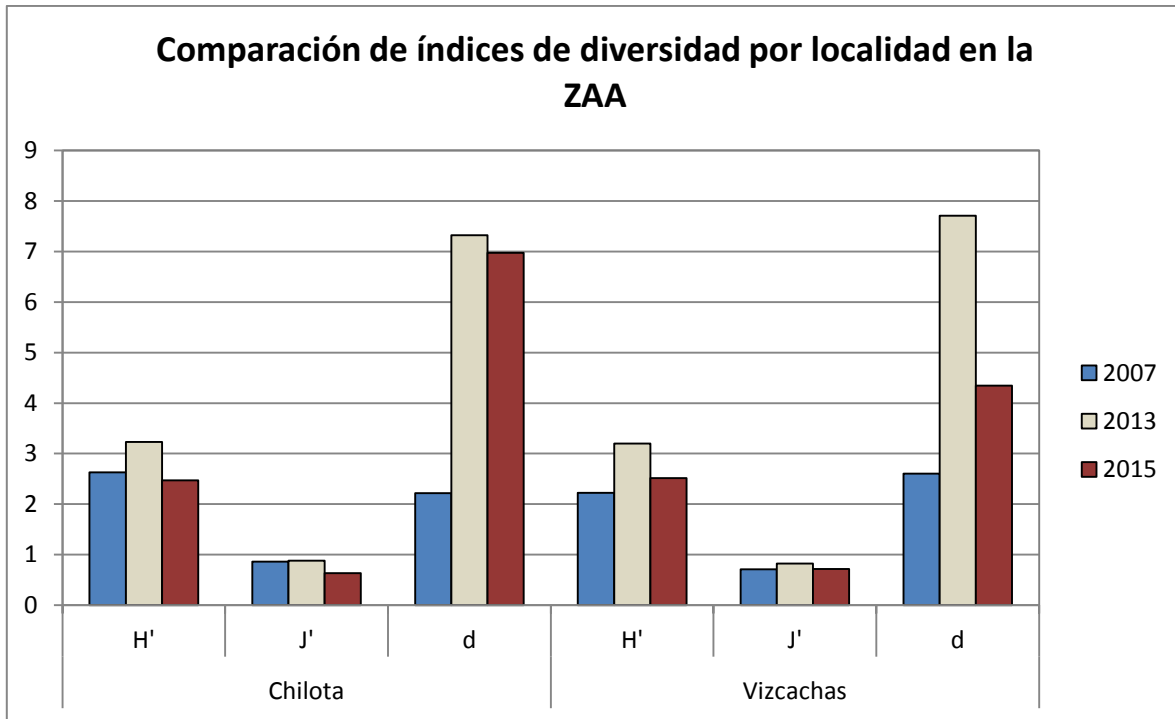
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 94. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 95. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 96. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época seca)

5.2. Comparación del componente: AVIFAUNA

5.2.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.2.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

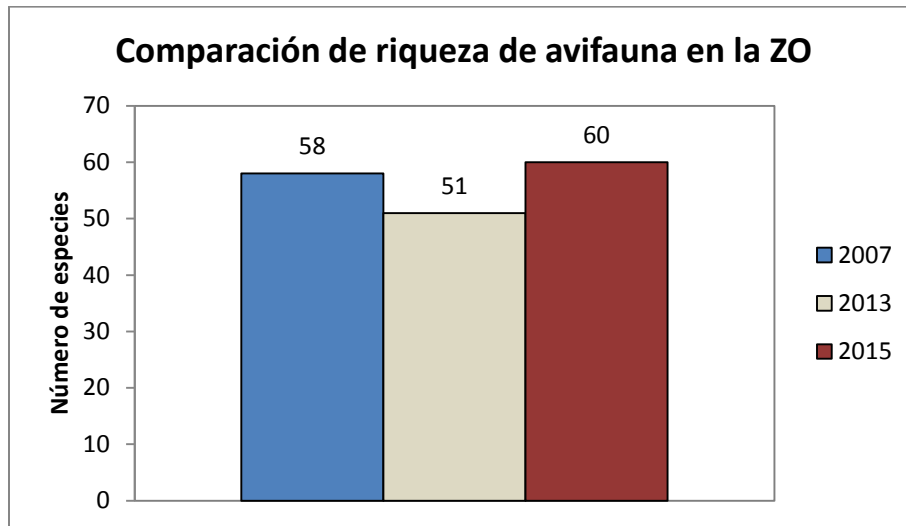


Figura 97. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época seca)

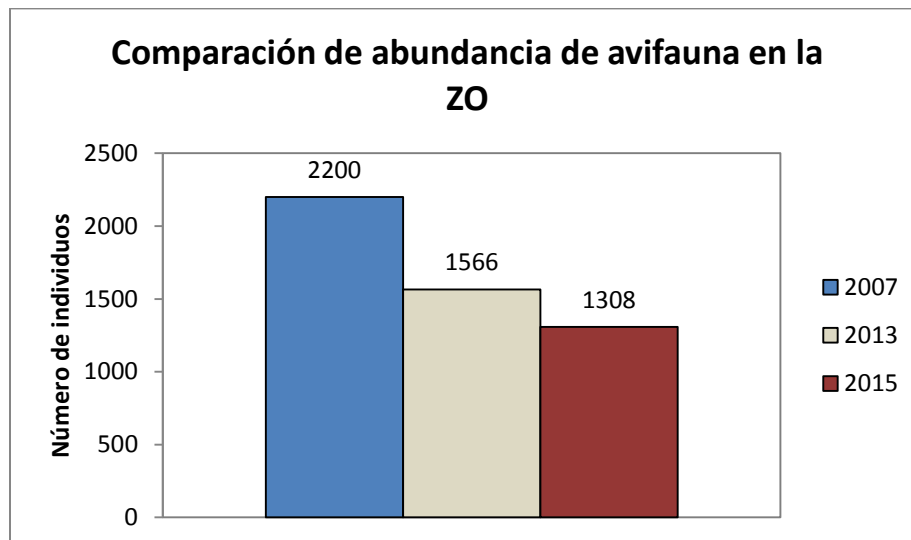


Figura 98. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época seca)

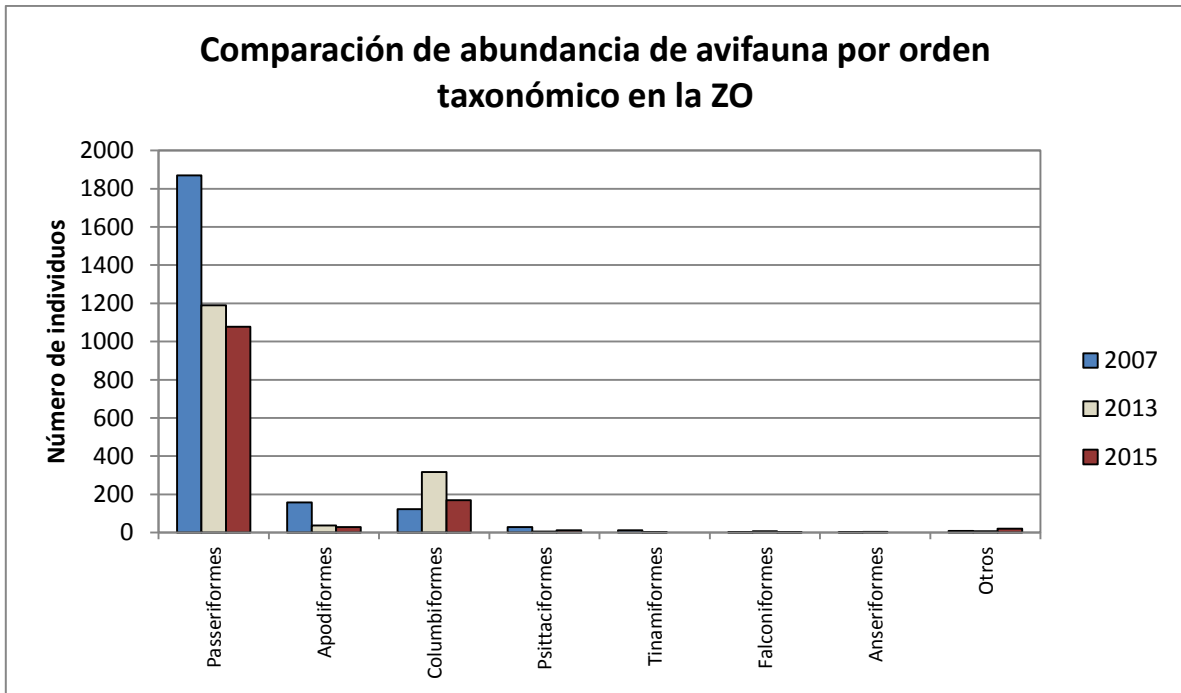


Figura 99. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época seca)

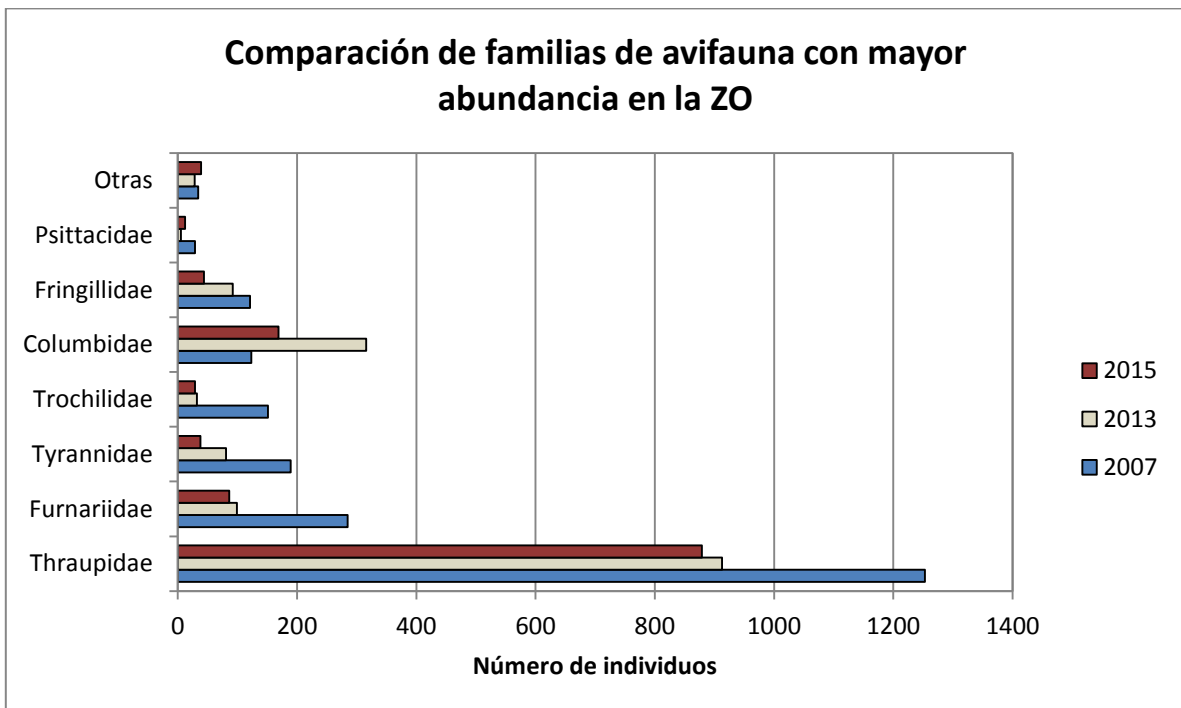


Figura 100. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época seca)

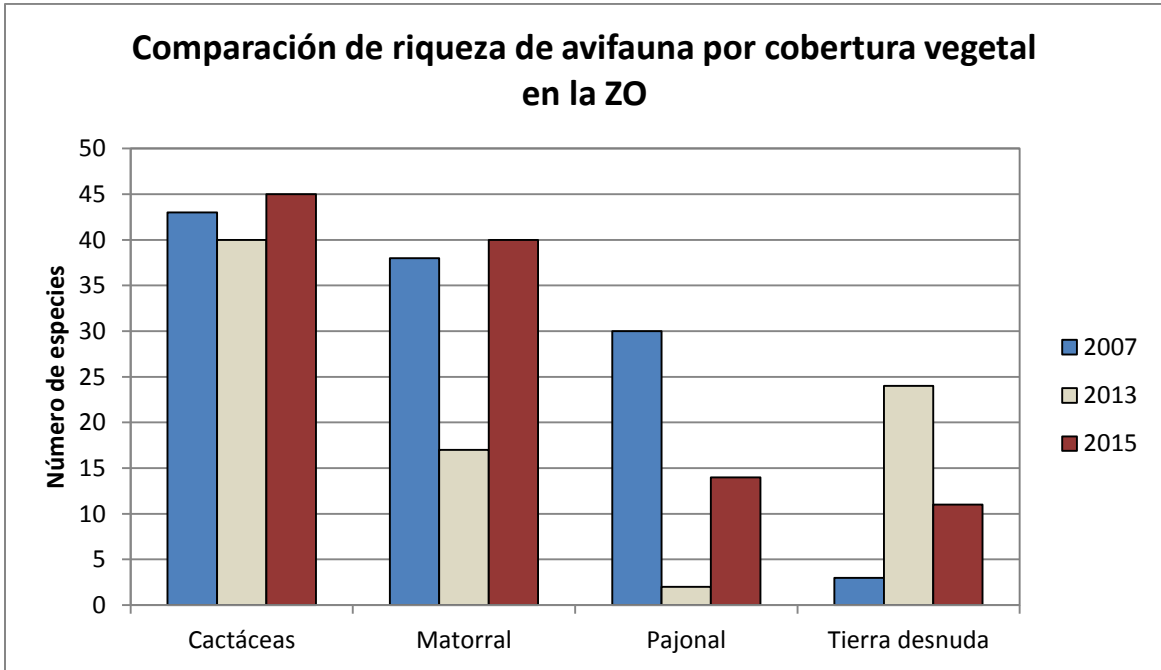


Figura 101. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

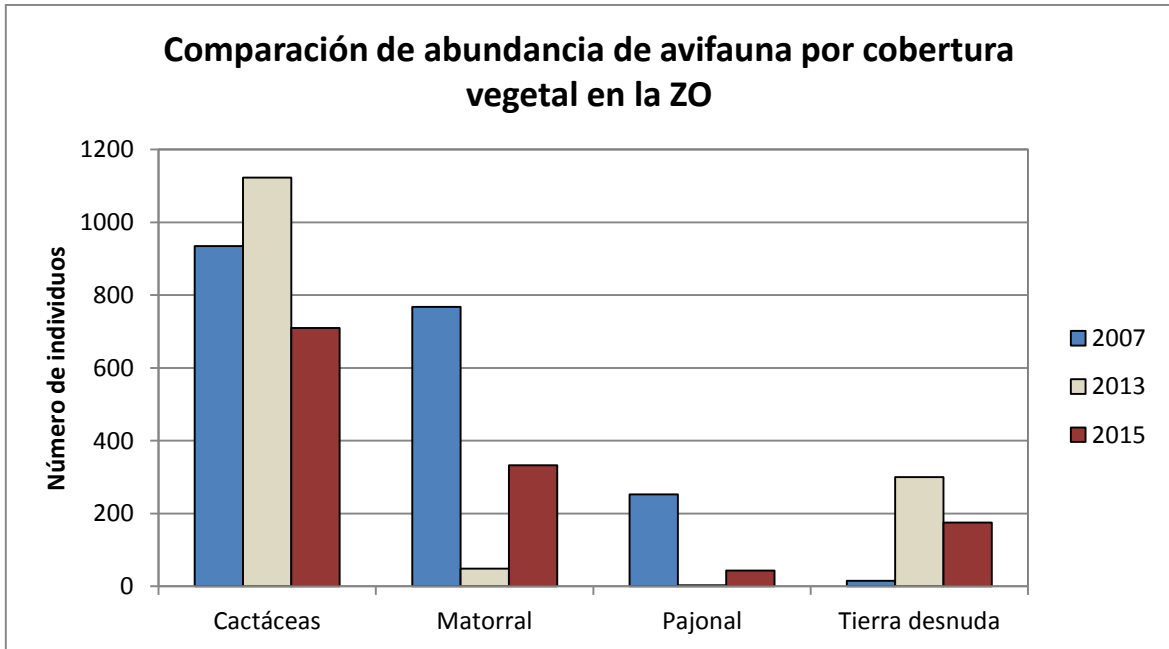


Figura 102. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

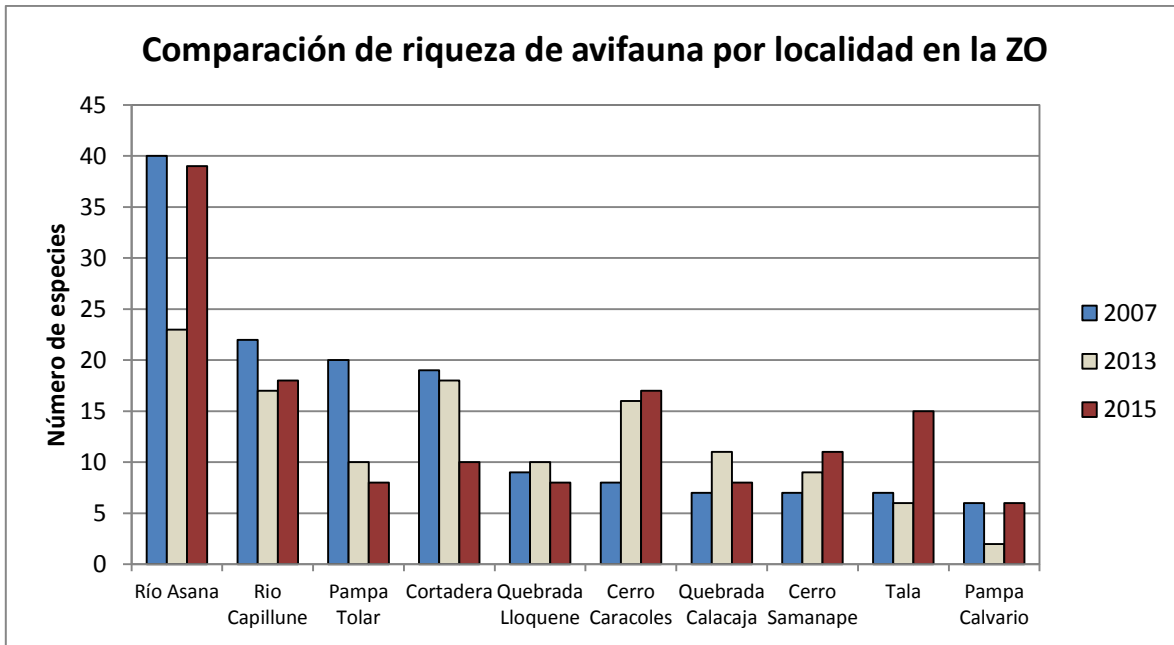


Figura 103. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época seca)

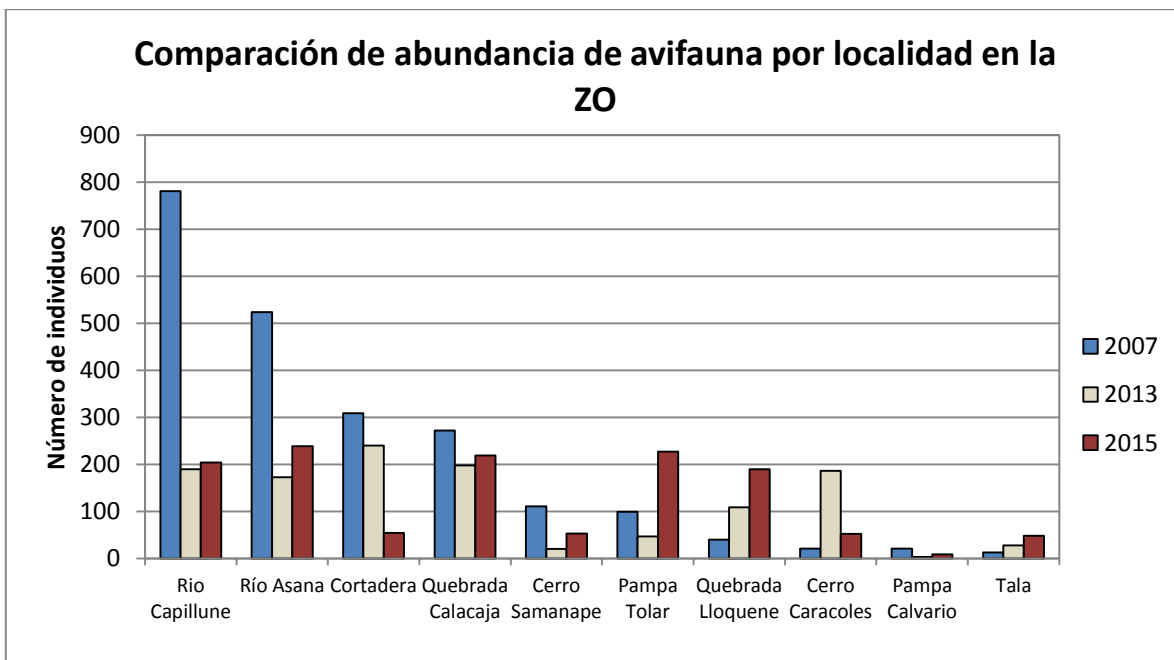
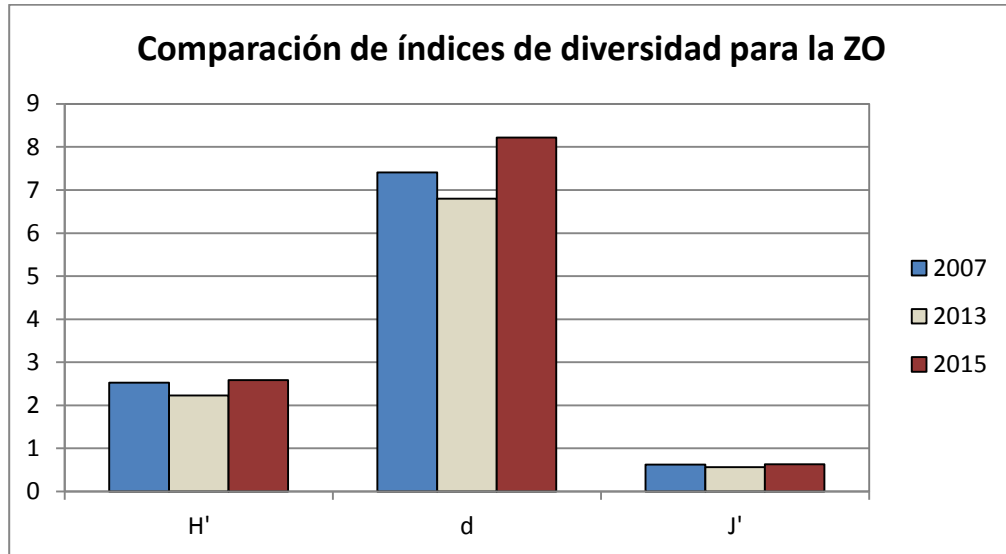


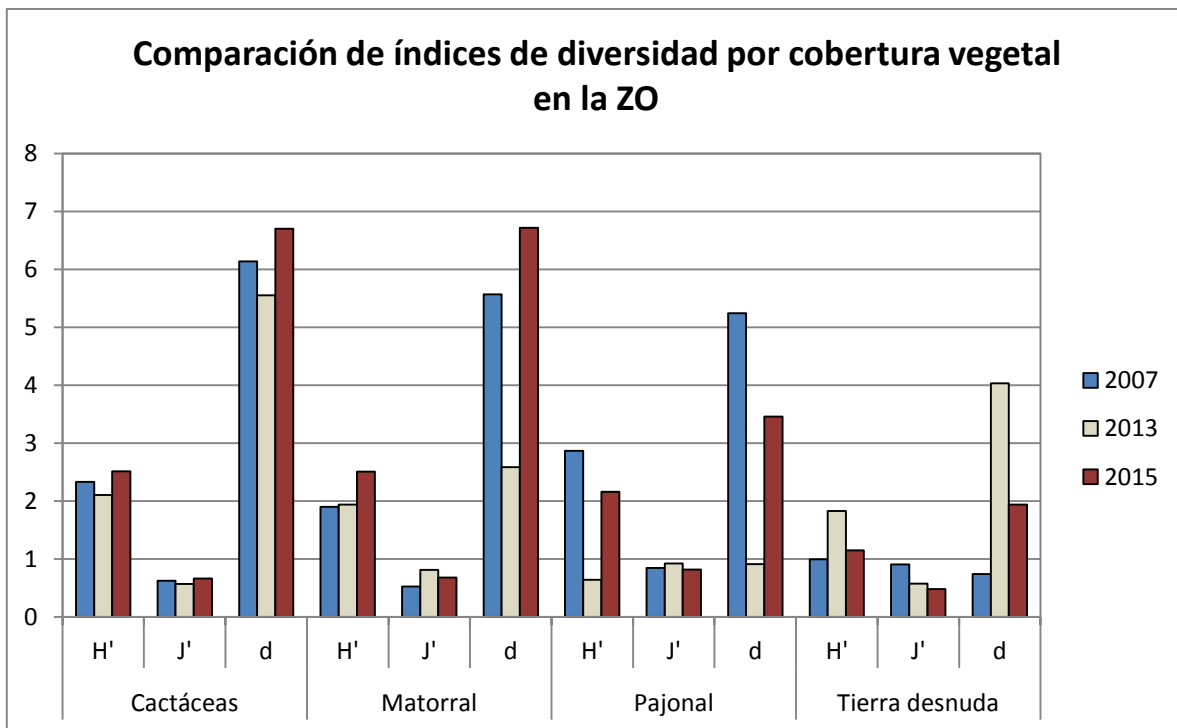
Figura 104. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época seca)

5.2.1.2. Comparación de índices de diversidad



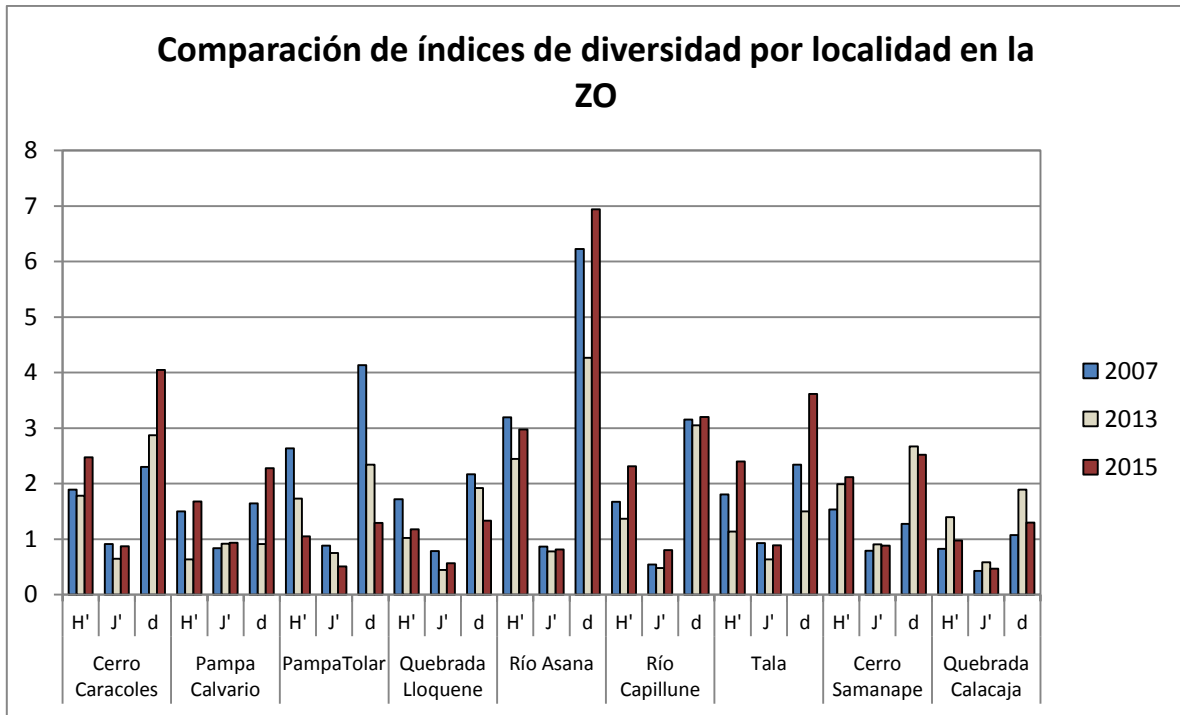
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 105. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 106. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 107. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época seca)

5.2.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.2.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

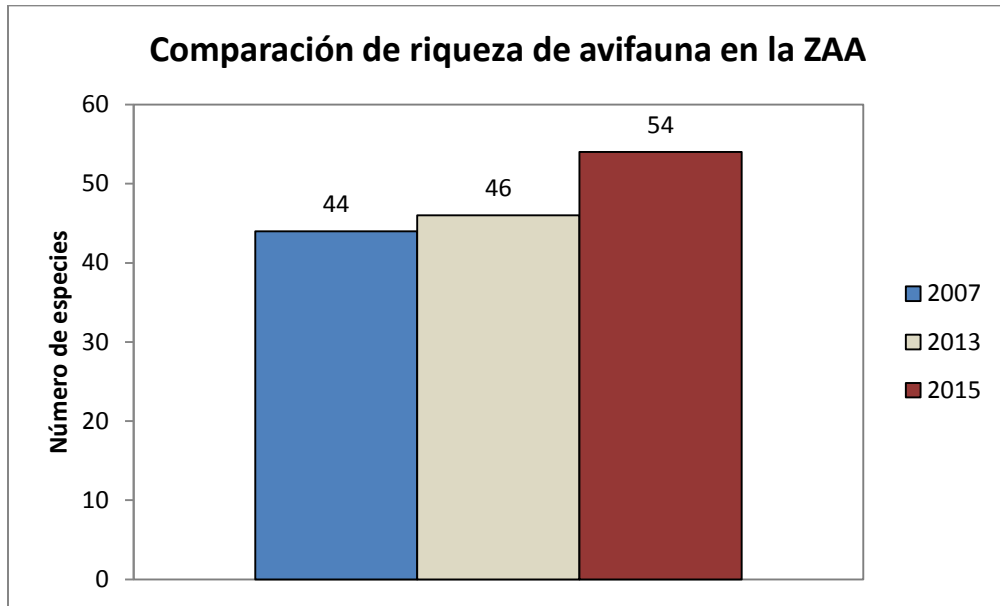


Figura 108. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época seca)

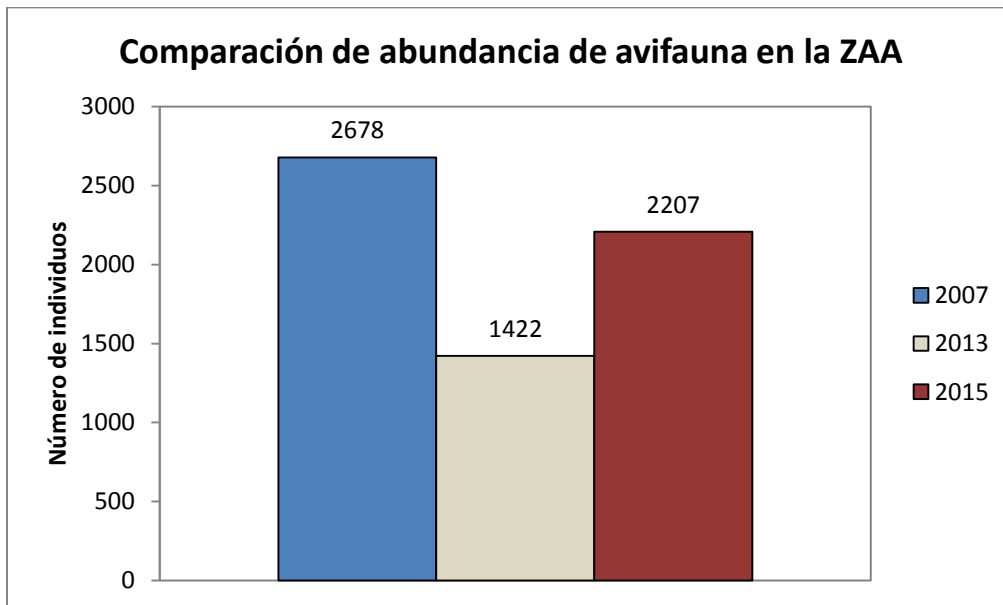


Figura 109. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época seca)

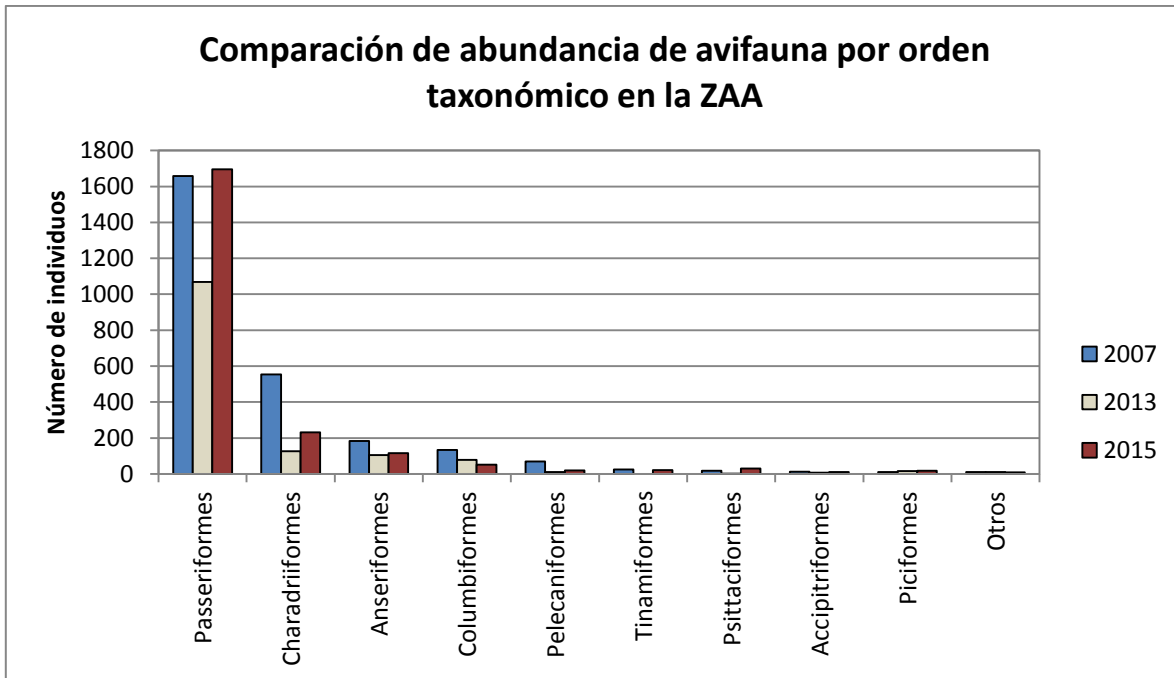


Figura 110. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época seca)

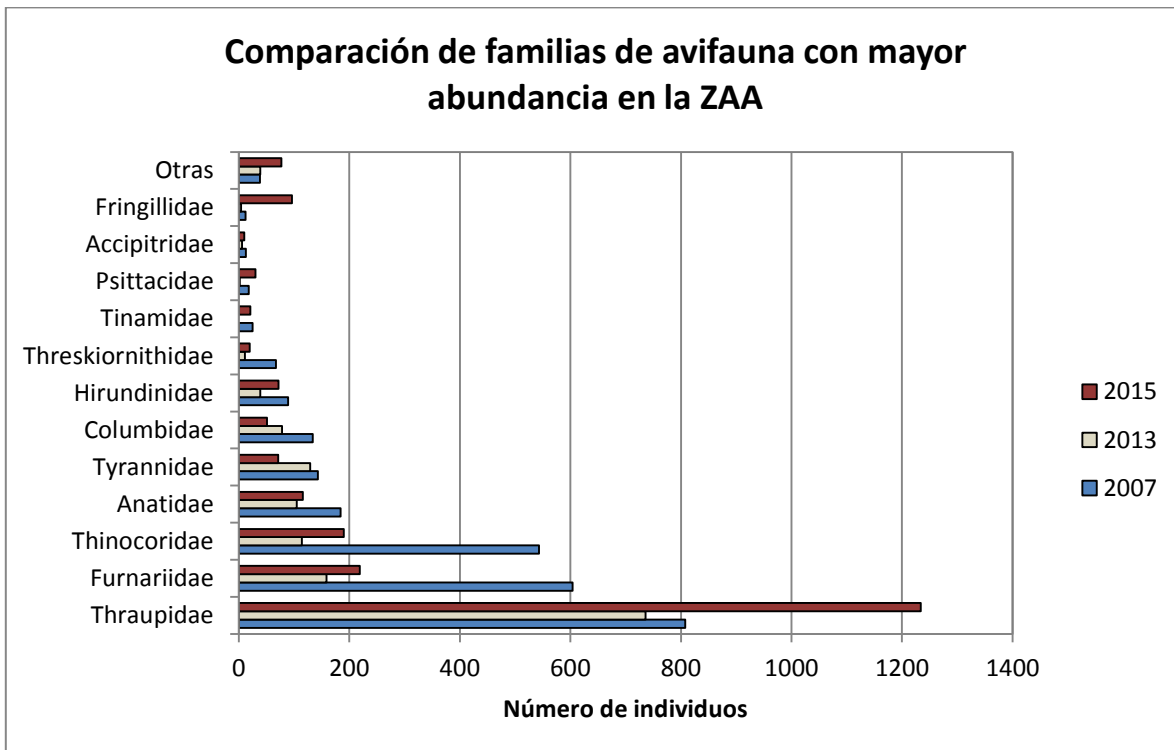


Figura 111. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época seca)

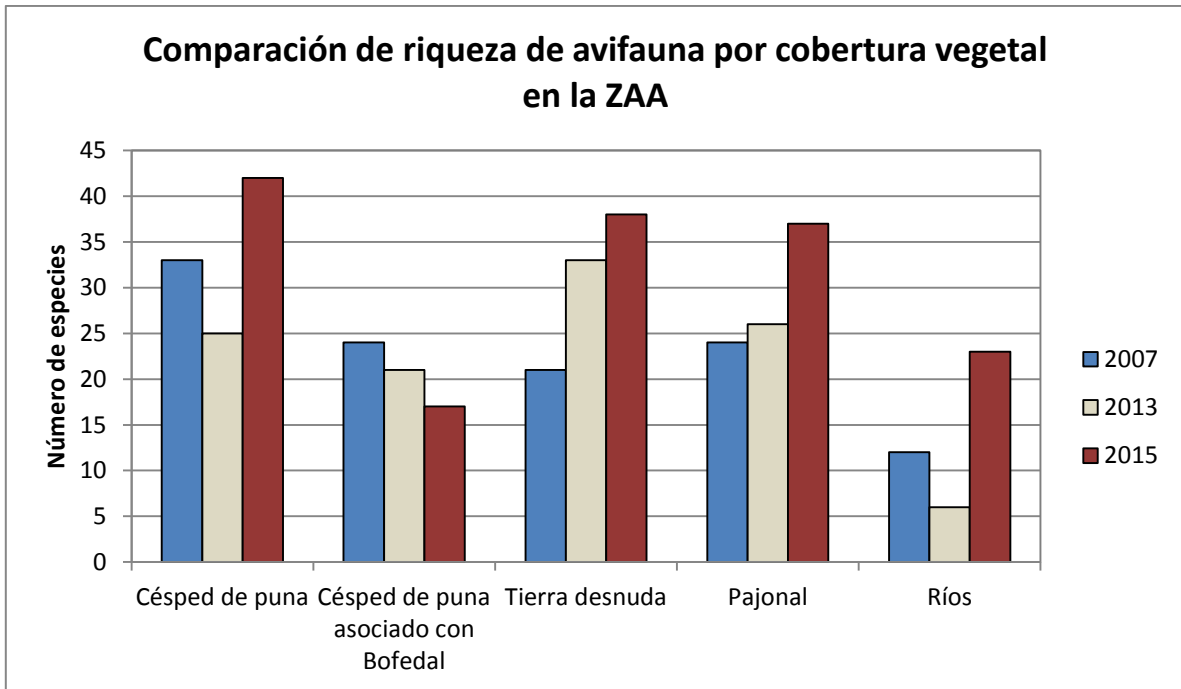


Figura 112. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

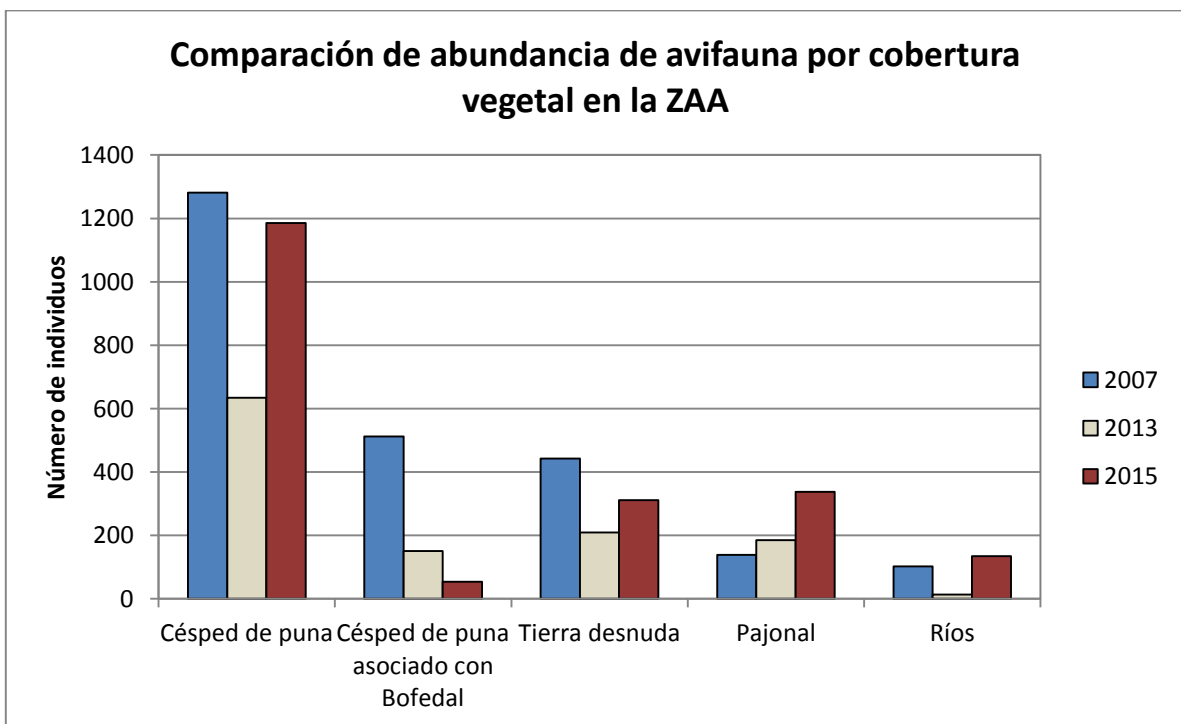


Figura 113. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

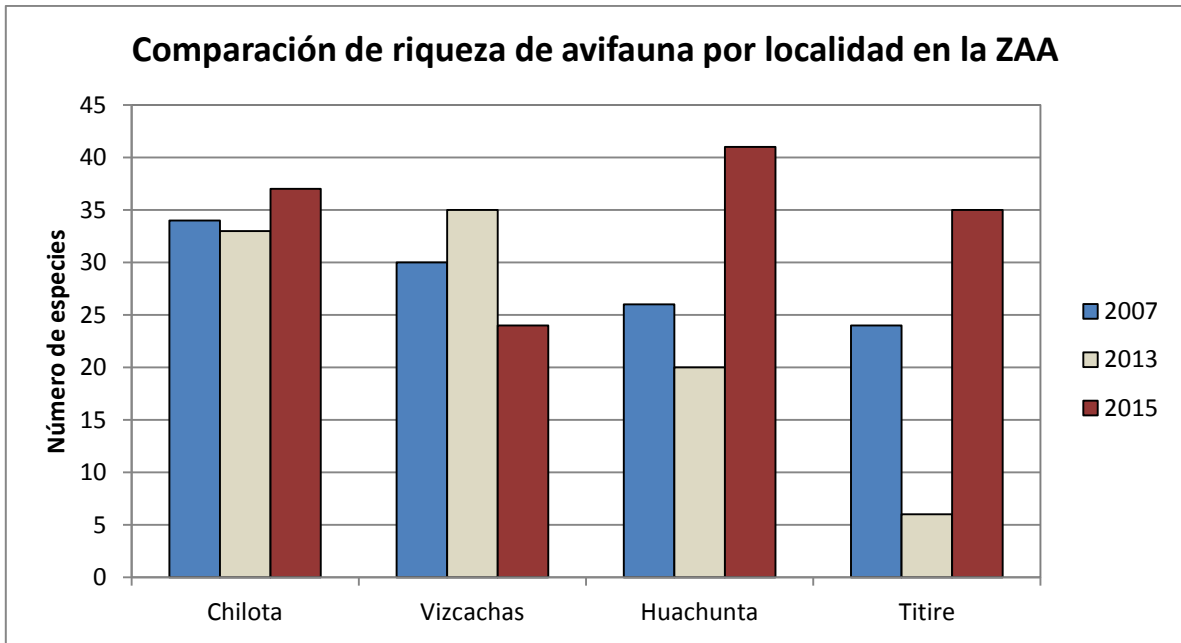


Figura 114. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)

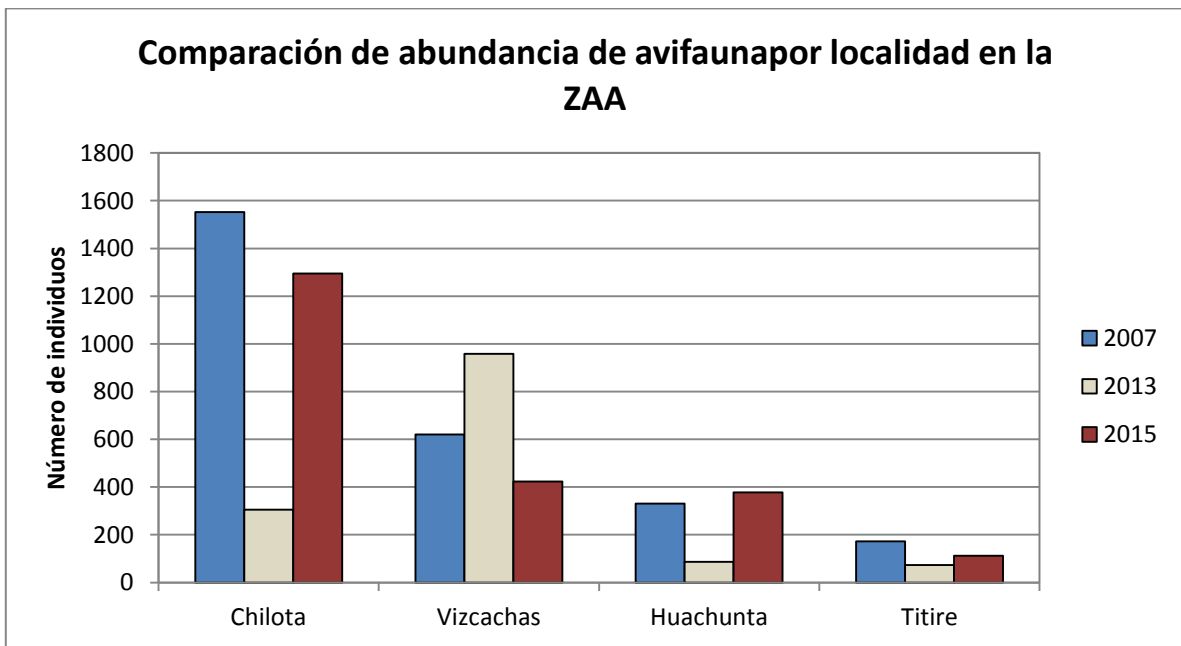
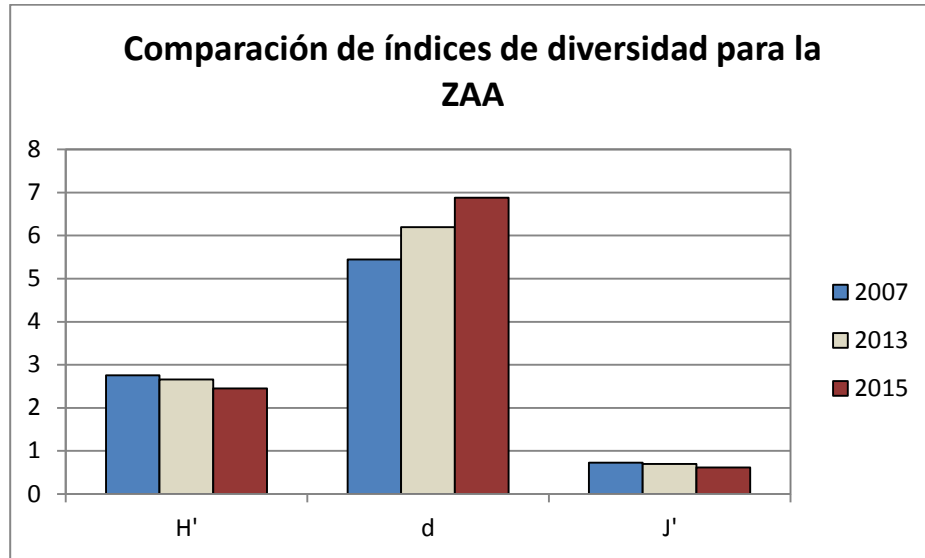


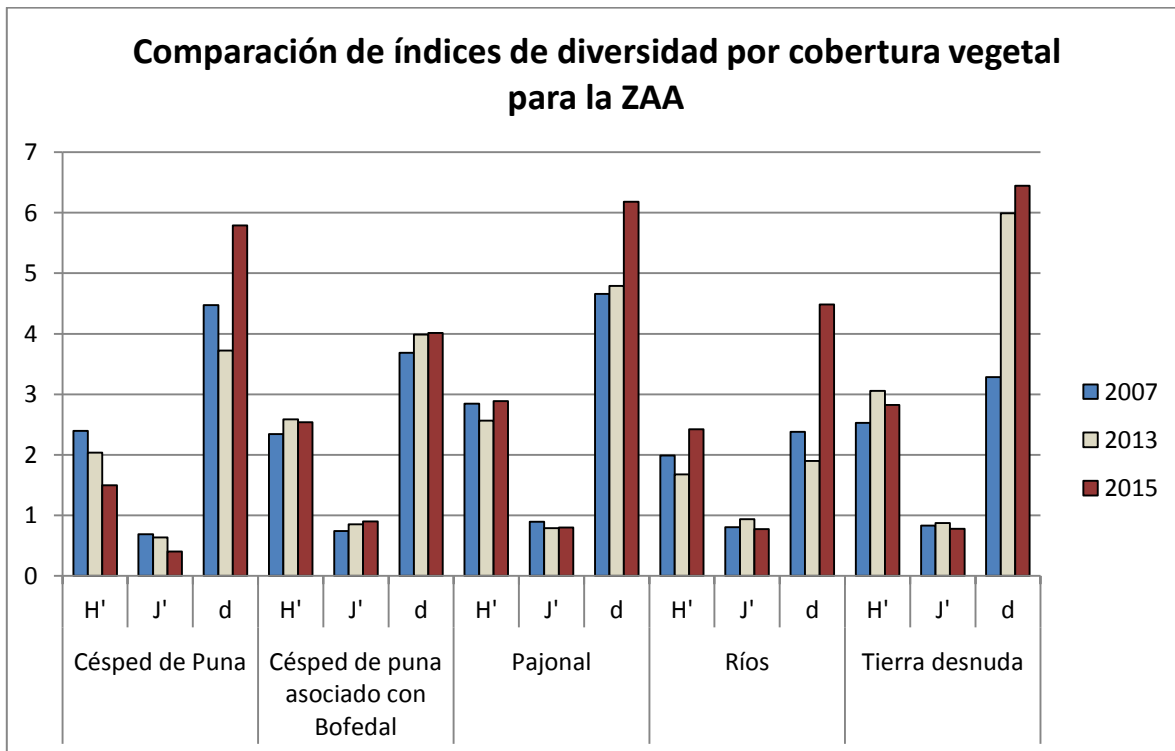
Figura 115. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)

5.2.2.2. Comparación de índices de diversidad



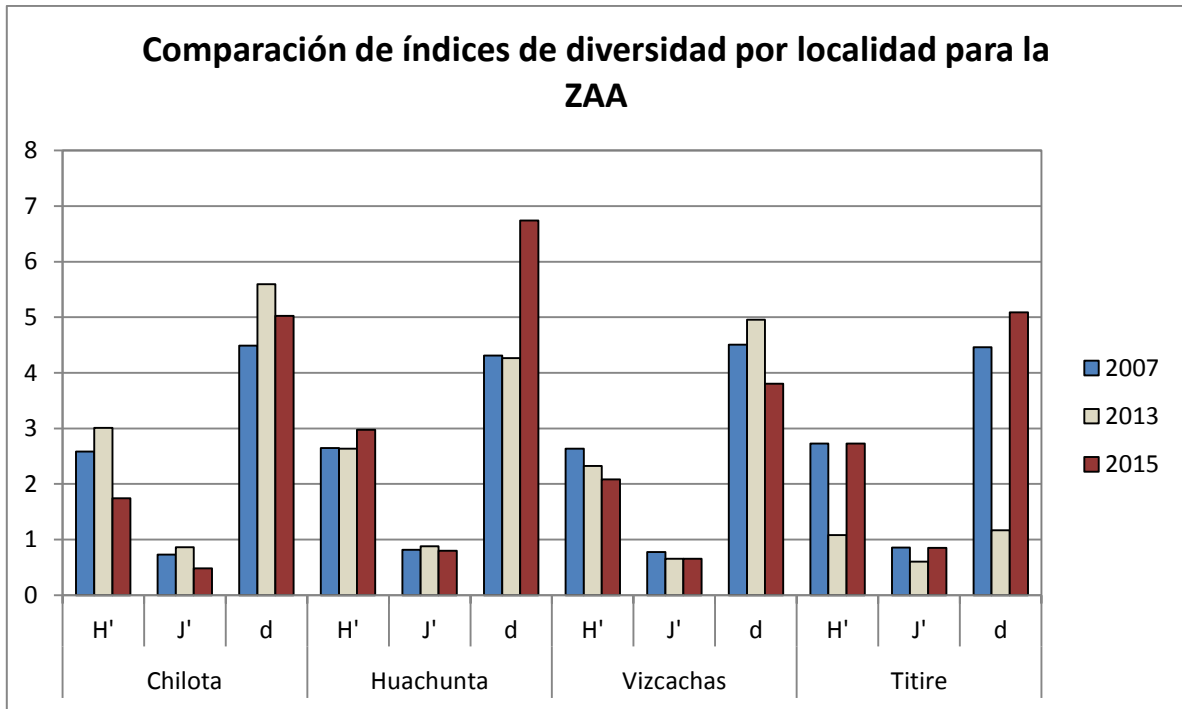
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 116. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 117. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 118. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época seca)

5.3. Componente: MAMÍFEROS

5.3.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.3.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

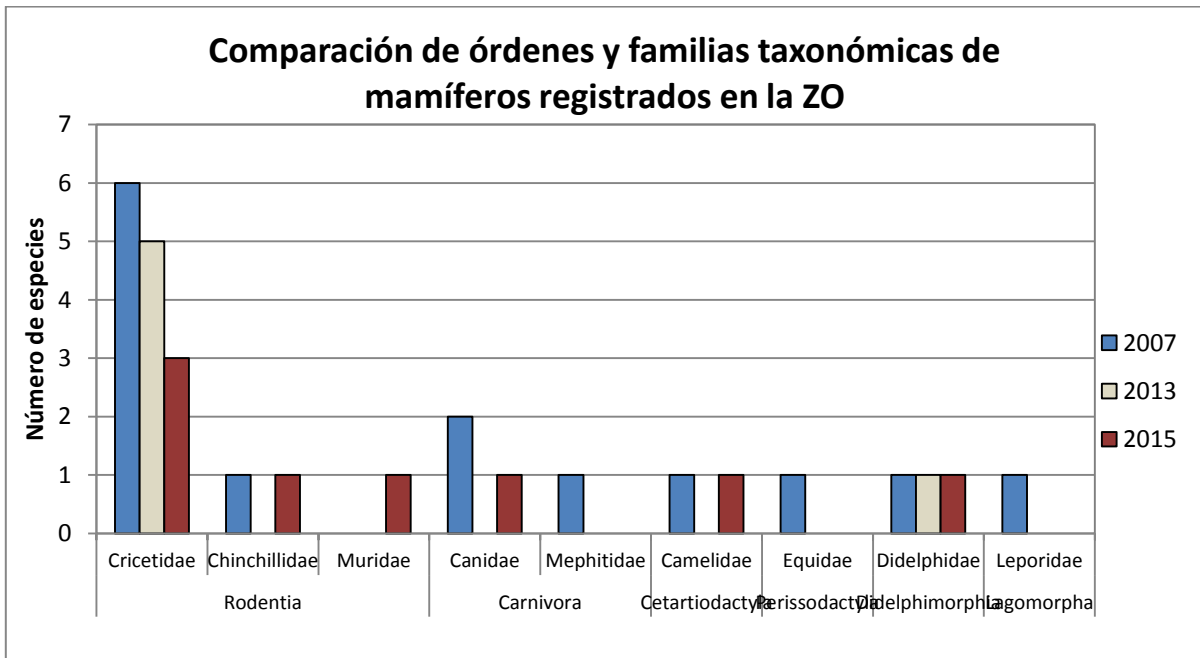


Figura 119. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época seca)

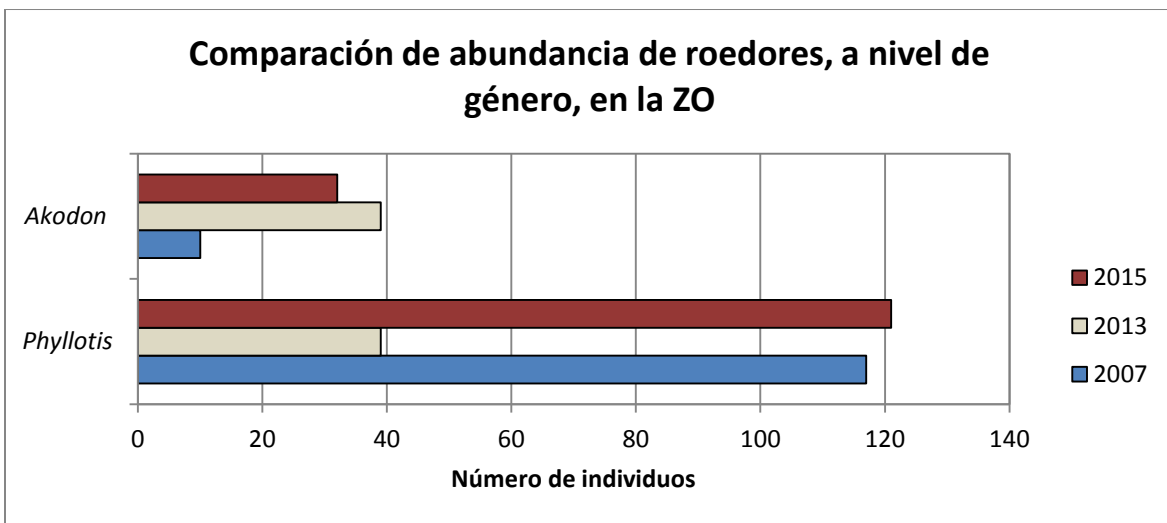


Figura 120. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)

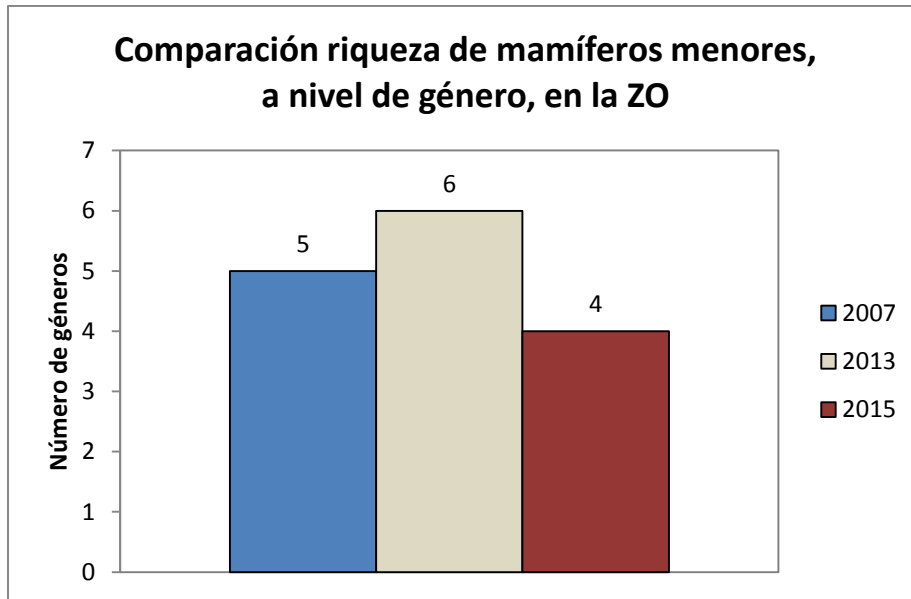


Figura 121. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)

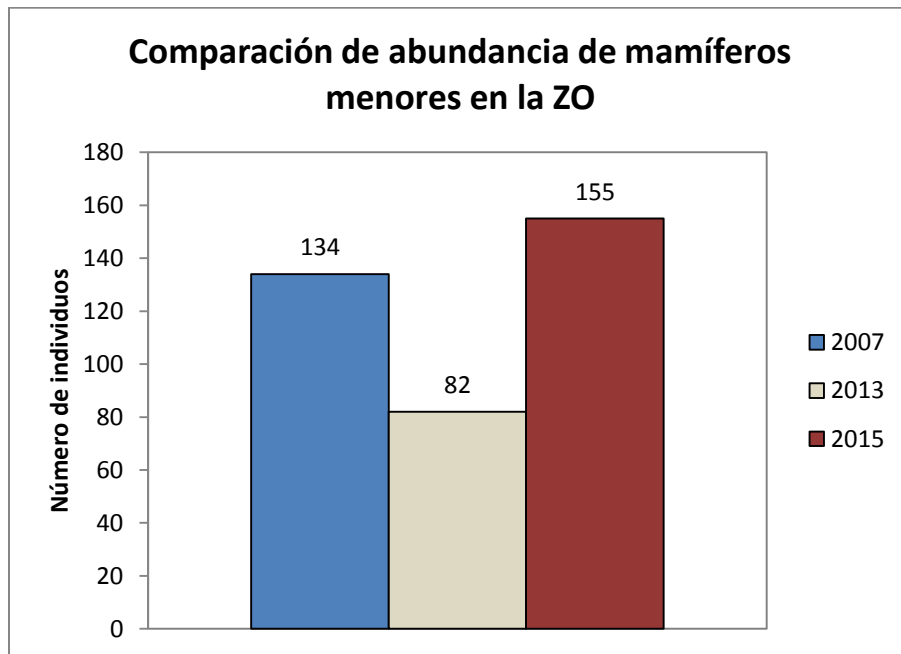


Figura 122. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época seca)

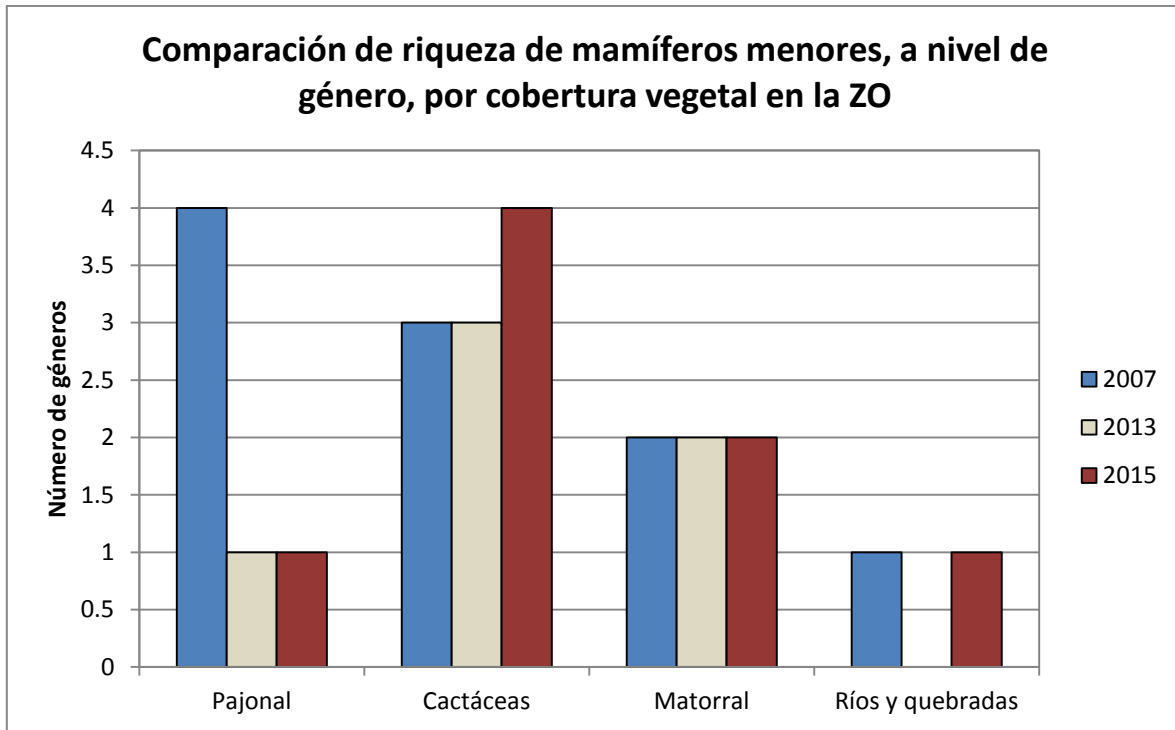


Figura 123. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

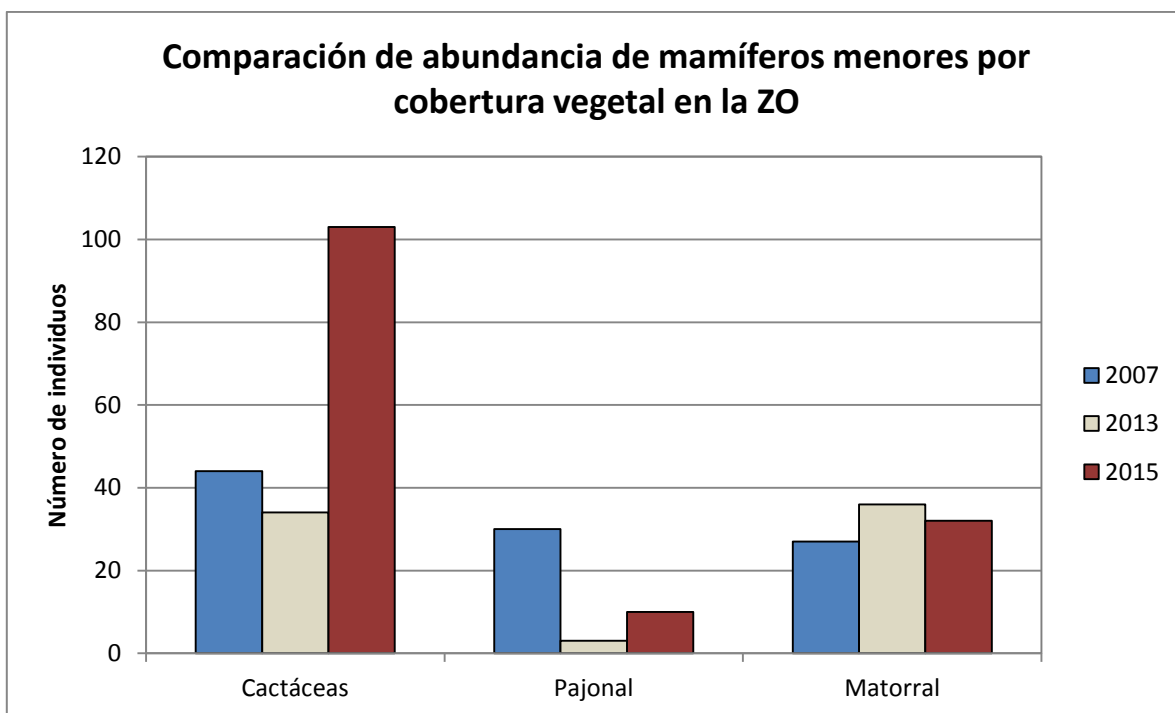


Figura 124. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

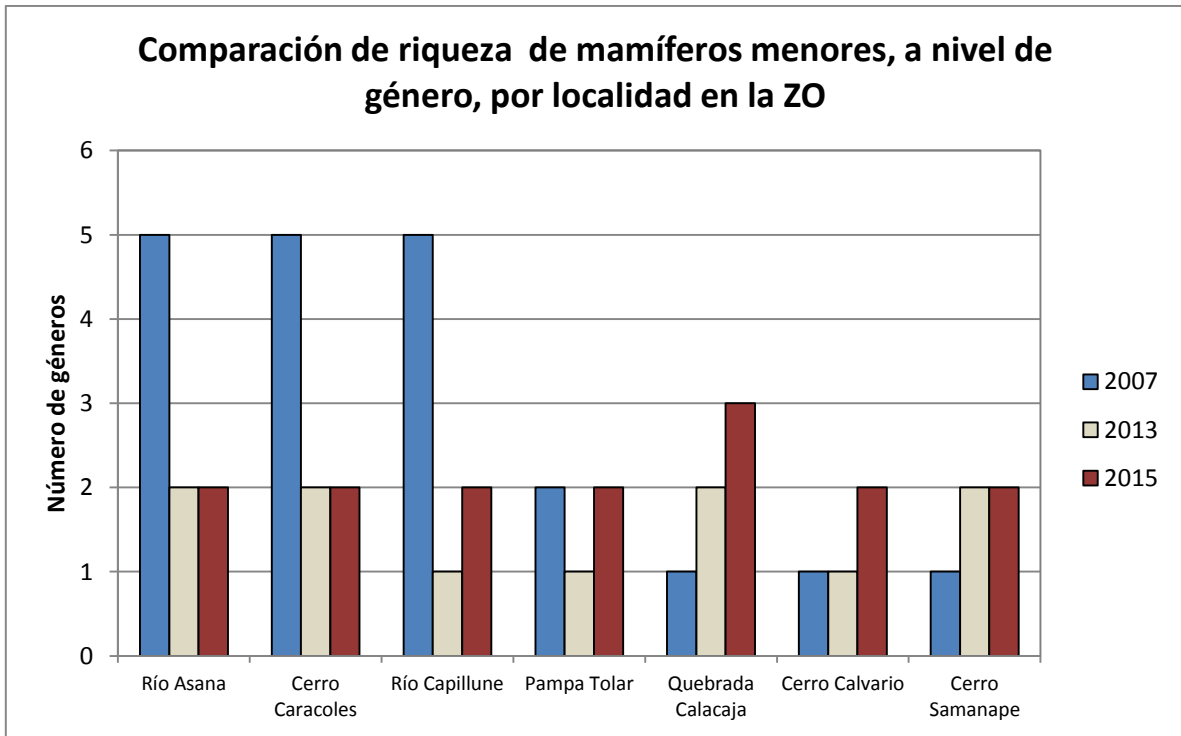


Figura 125. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZO (época seca)

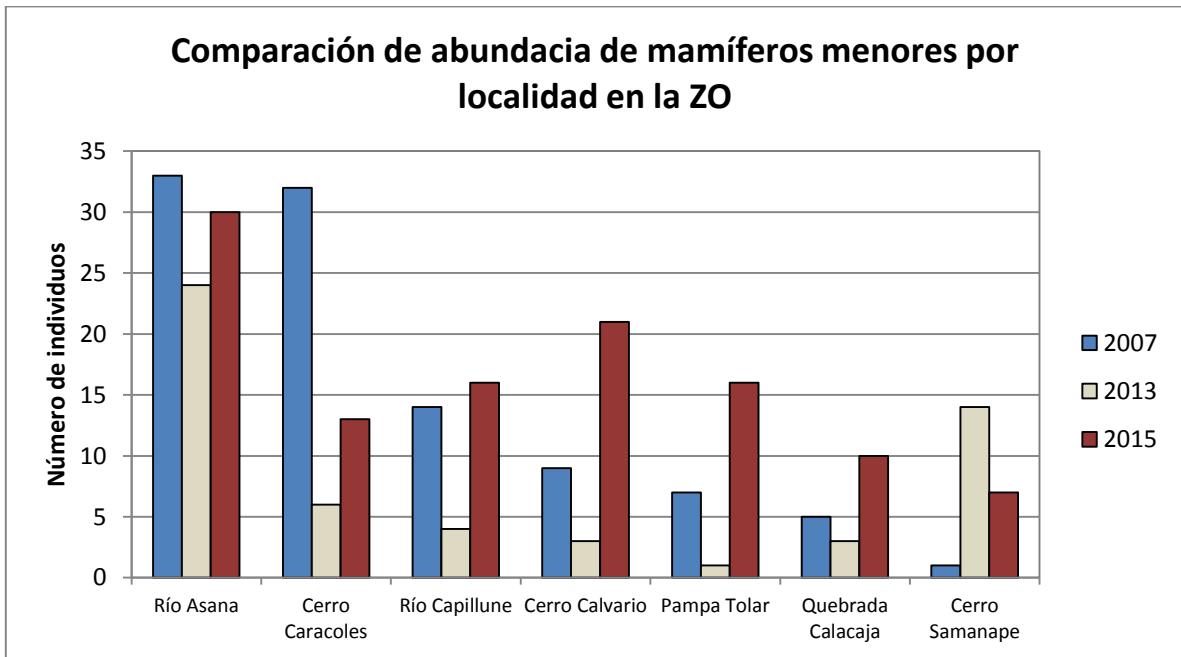
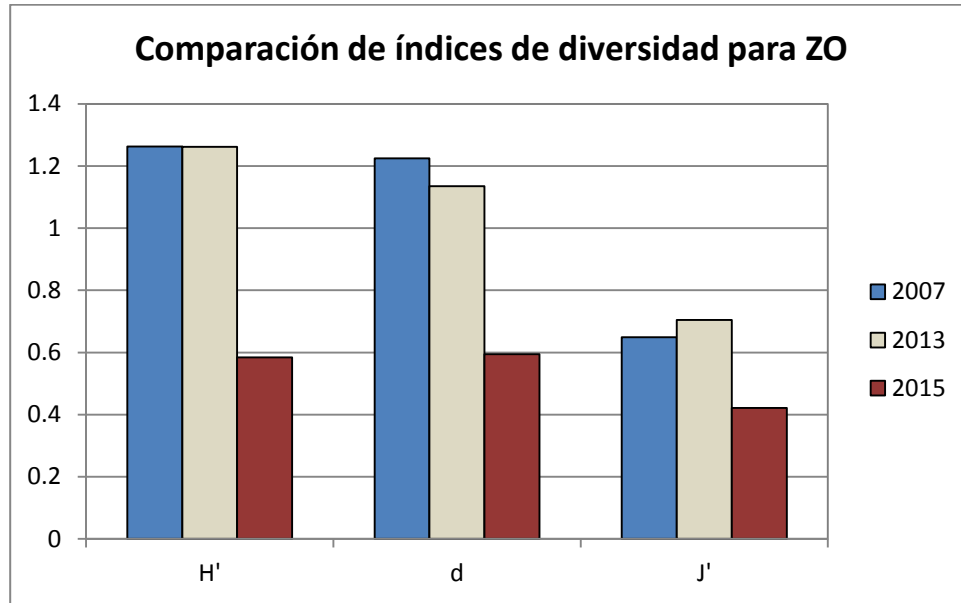


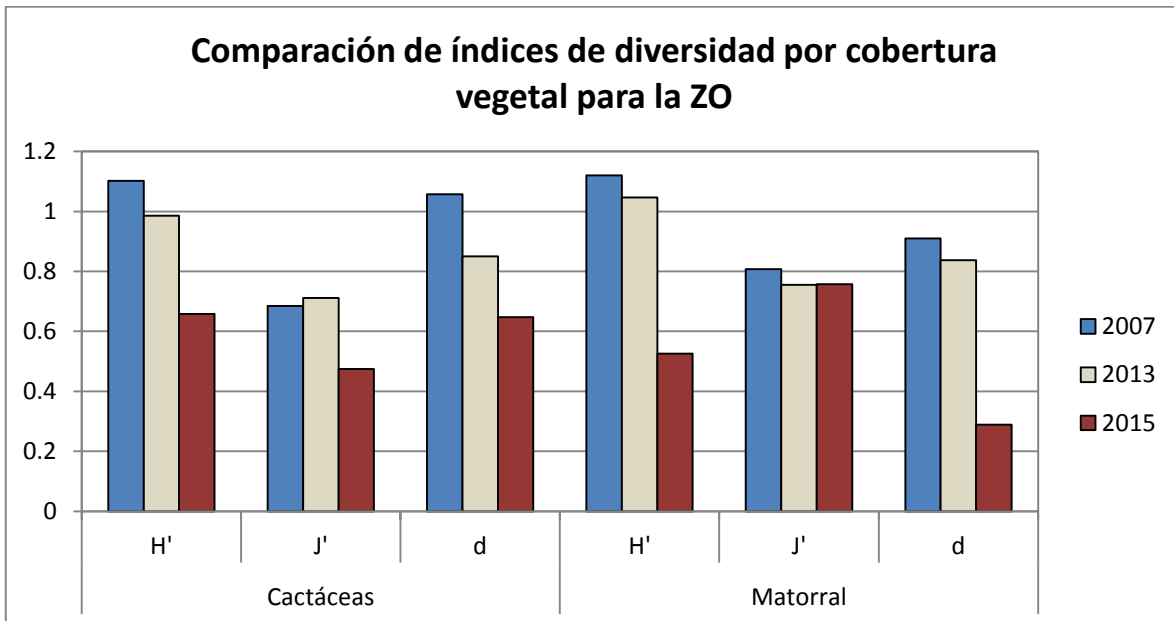
Figura 126. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época seca)

5.3.1.2. Comparación de índices de diversidad



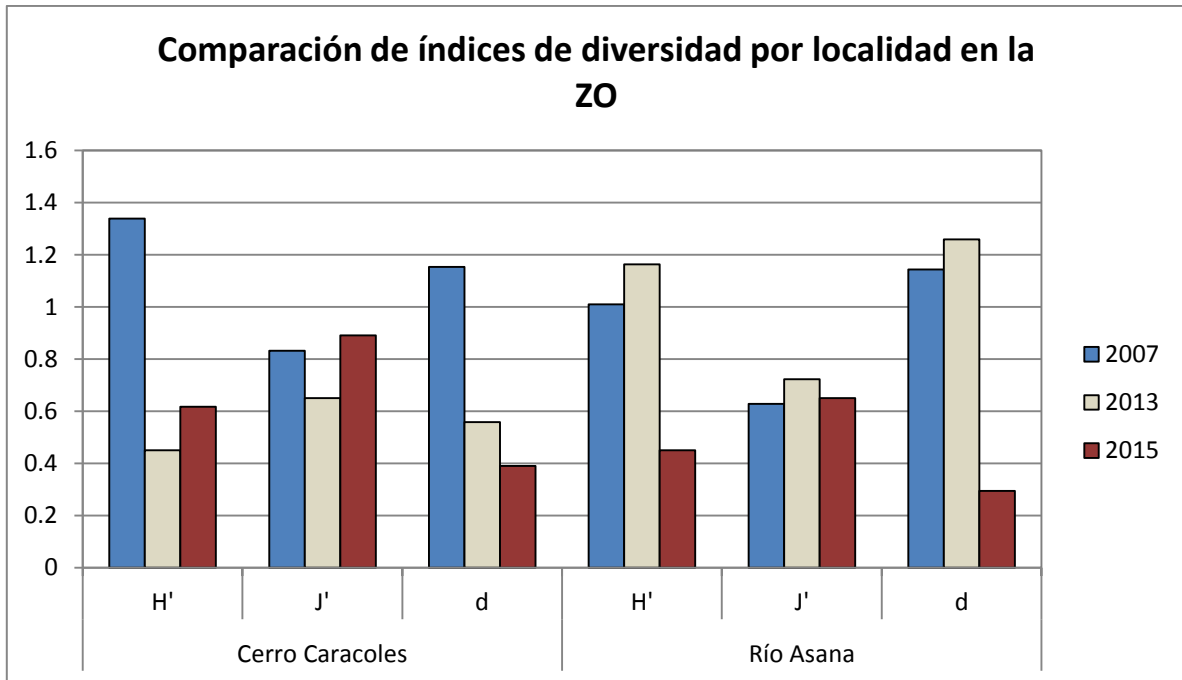
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 127. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 128. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 129. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)

5.3.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.3.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

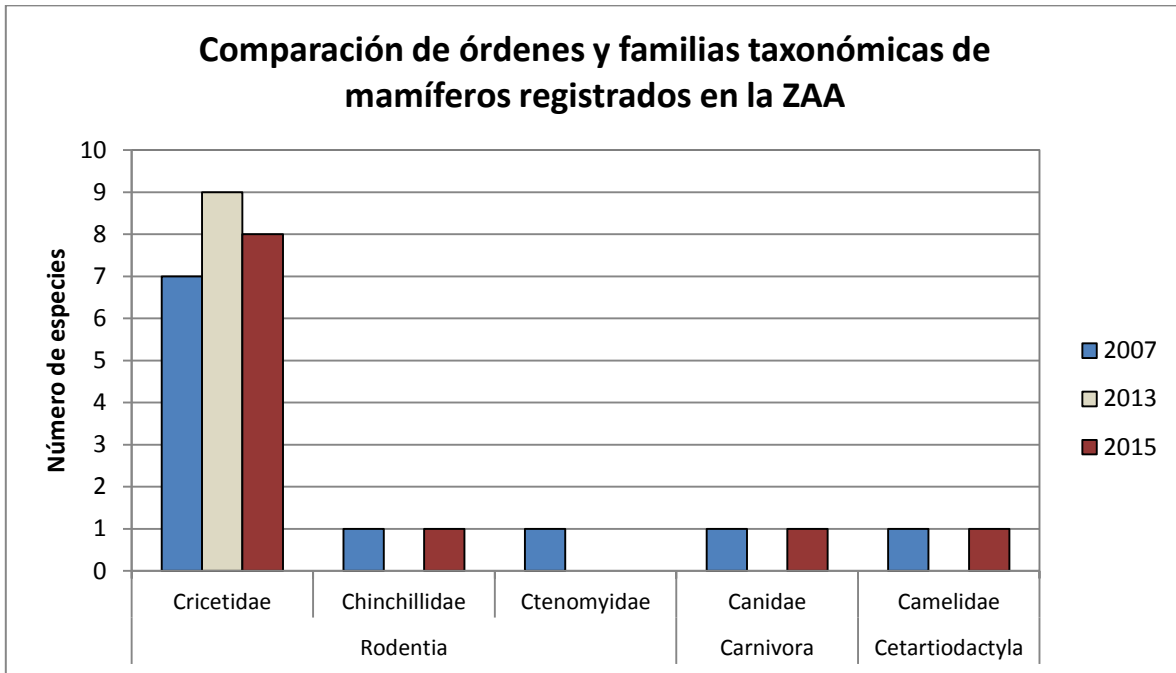


Figura 130. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época seca)

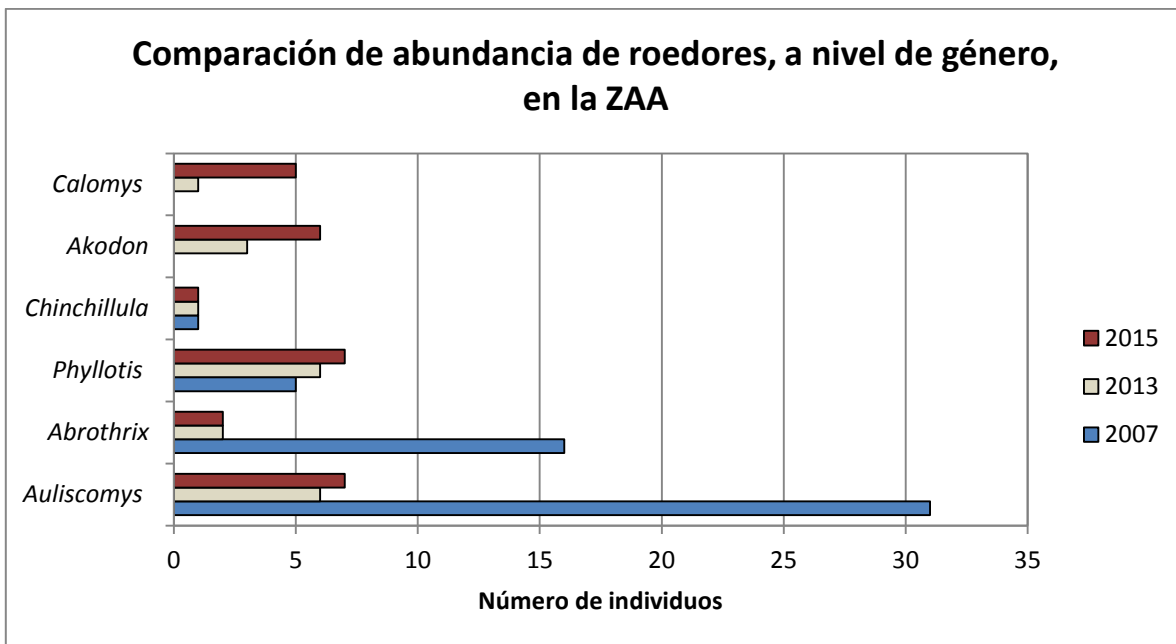


Figura 131. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)

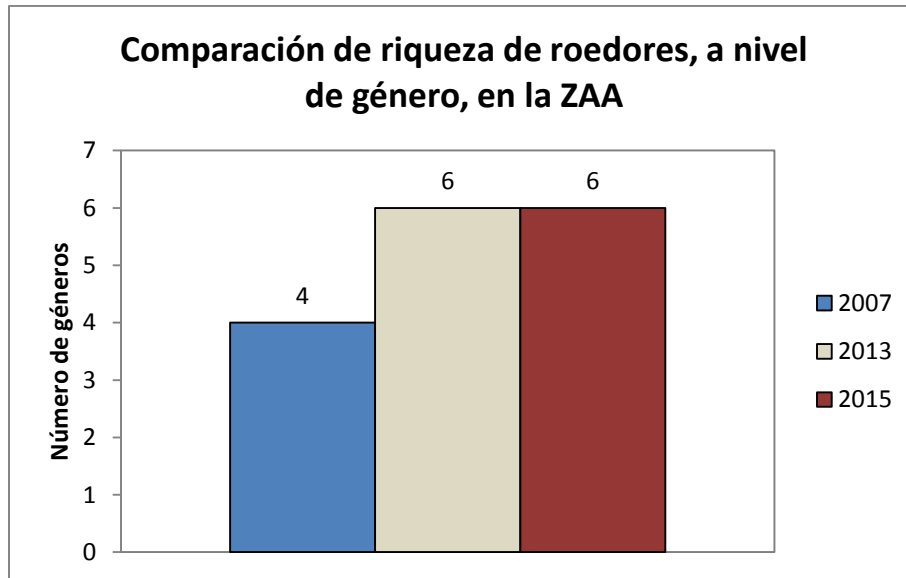


Figura 132. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)

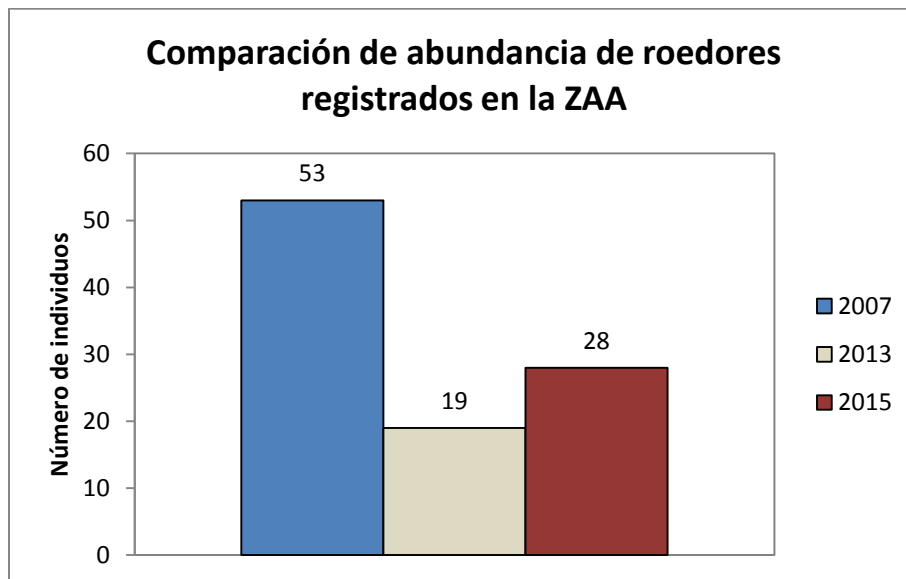


Figura 133. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época seca)

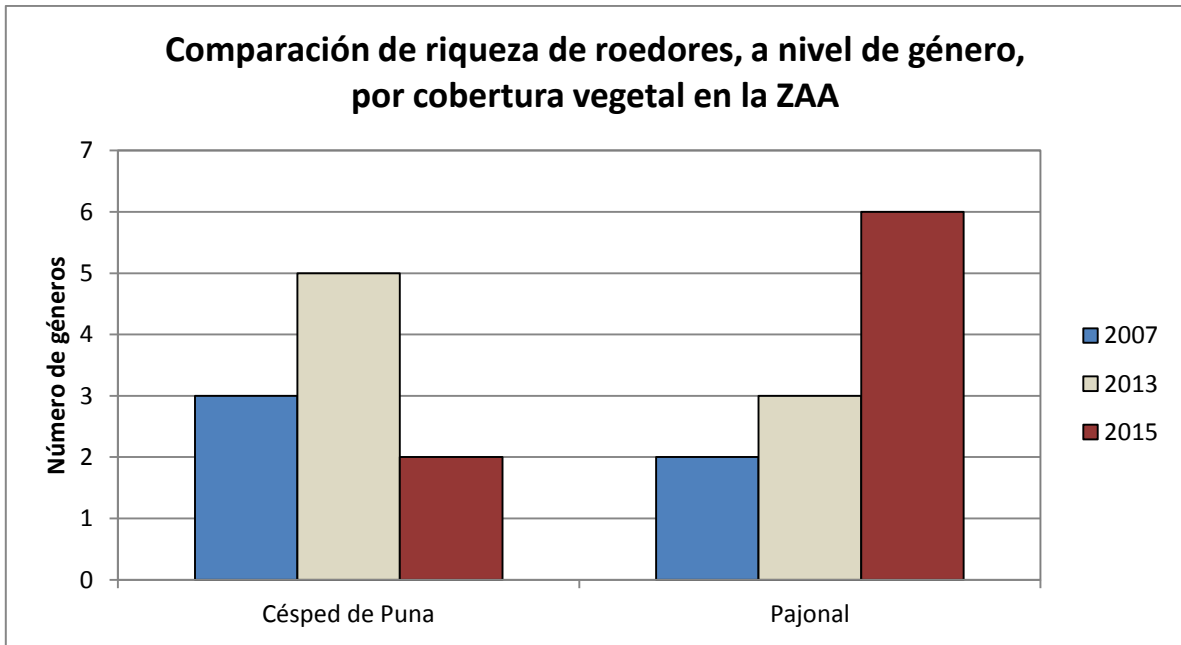


Figura 134. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

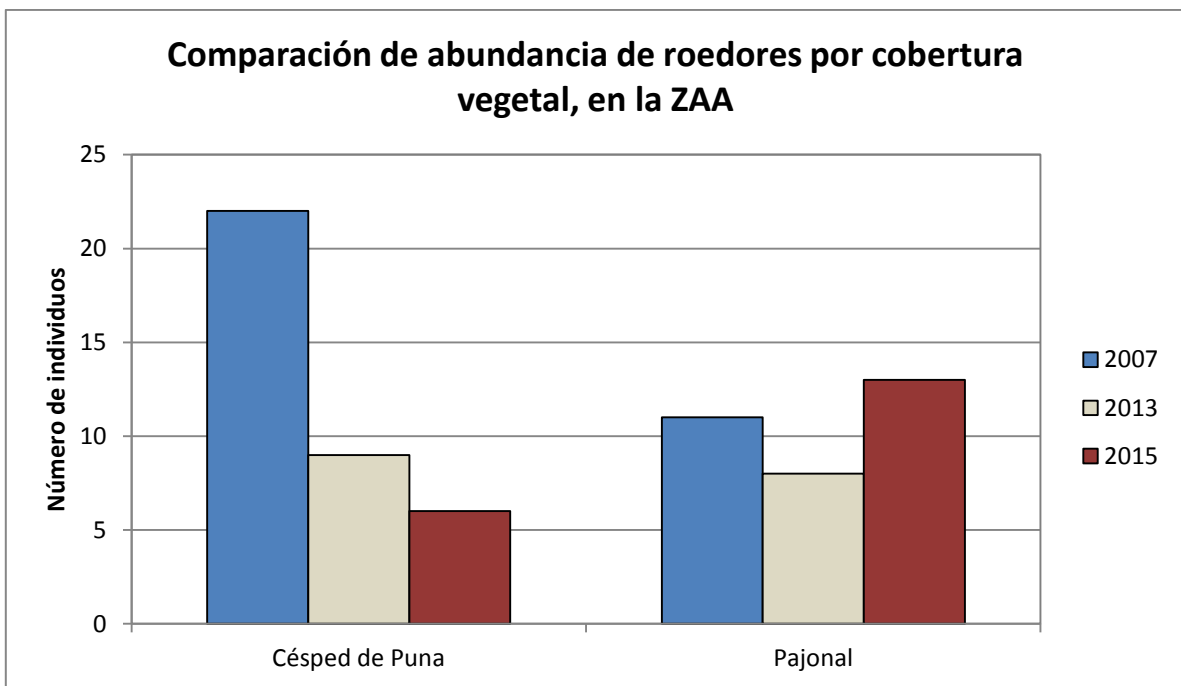


Figura 135. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

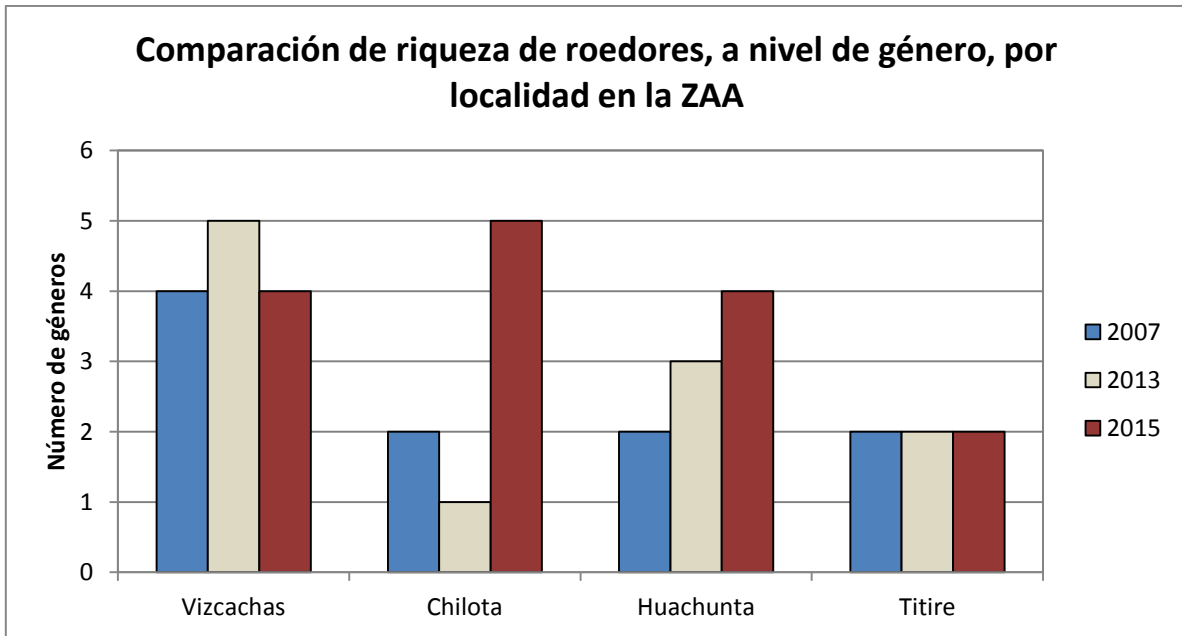


Figura 136. Comparación de riqueza, a nivel de género, de roedores por localidad en la ZAA (época seca)

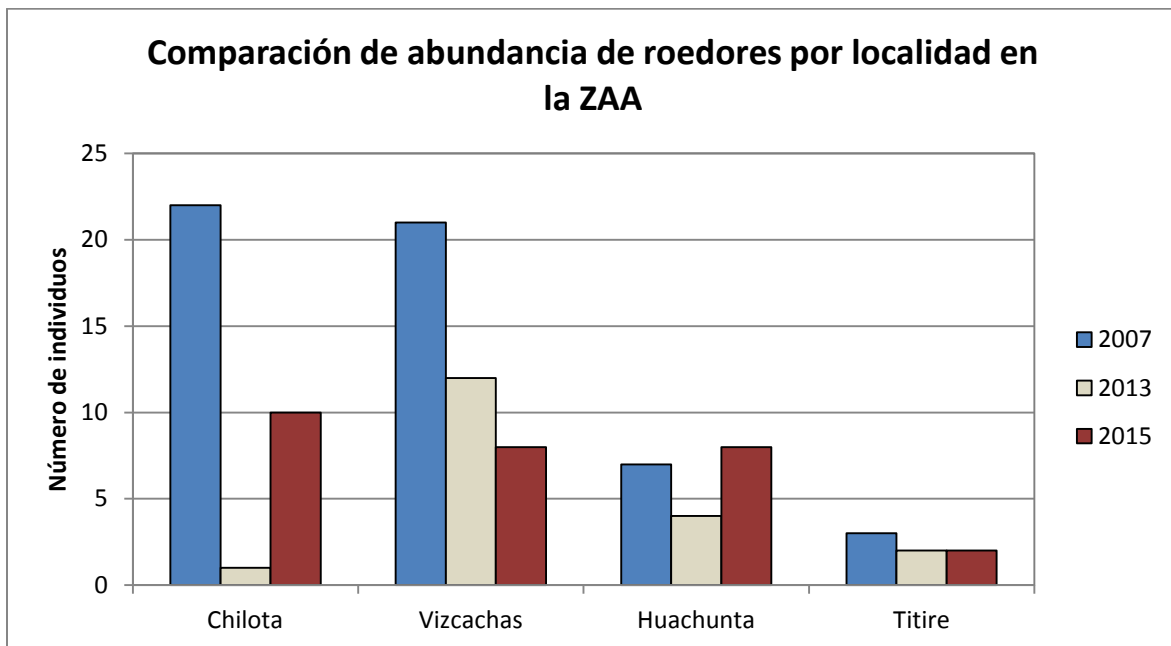
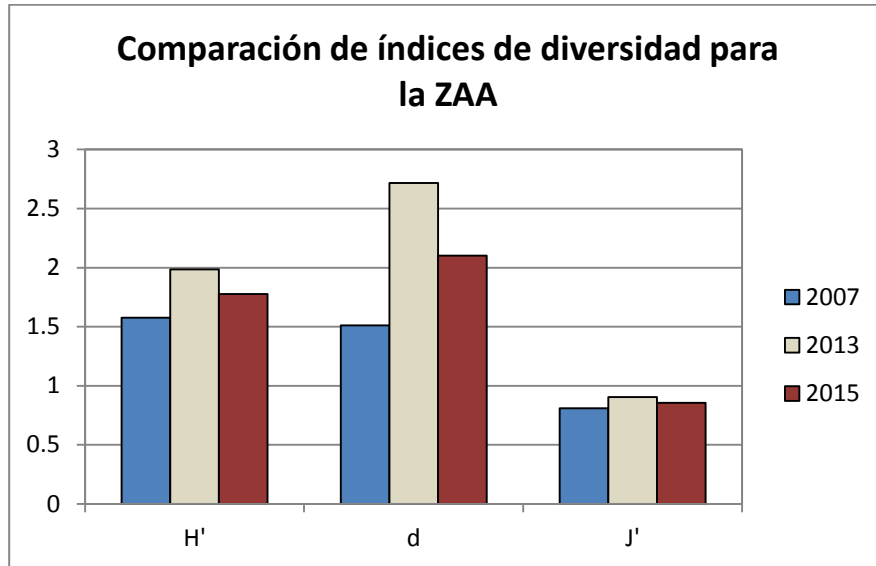


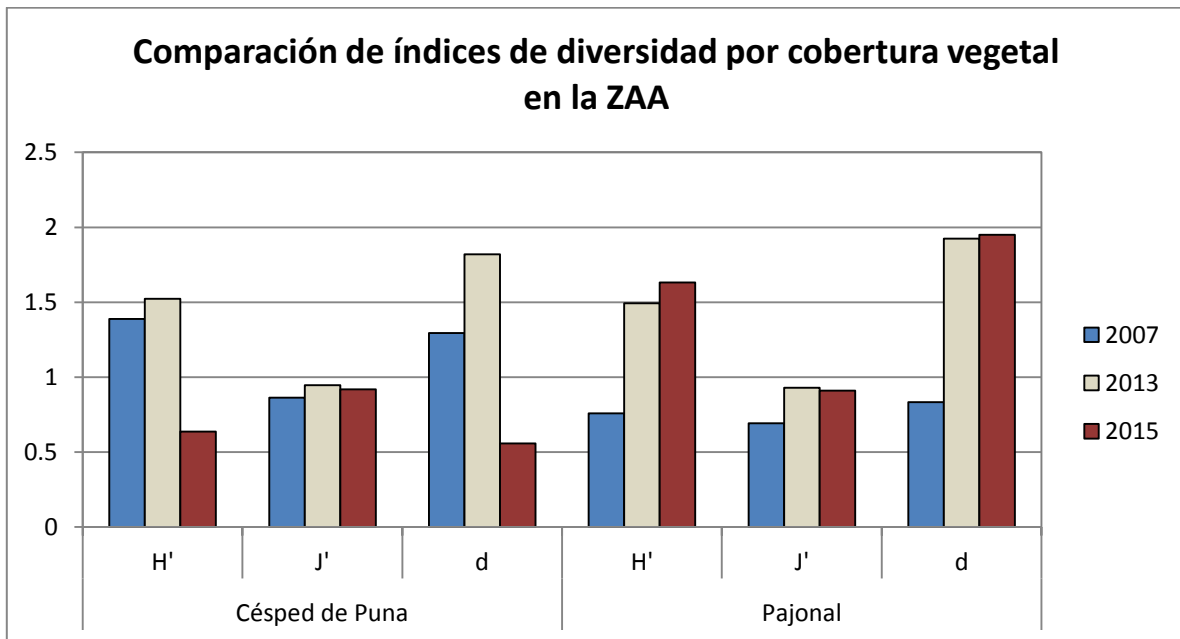
Figura 137. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época seca)

5.3.2.2. Comparación de índices de diversidad



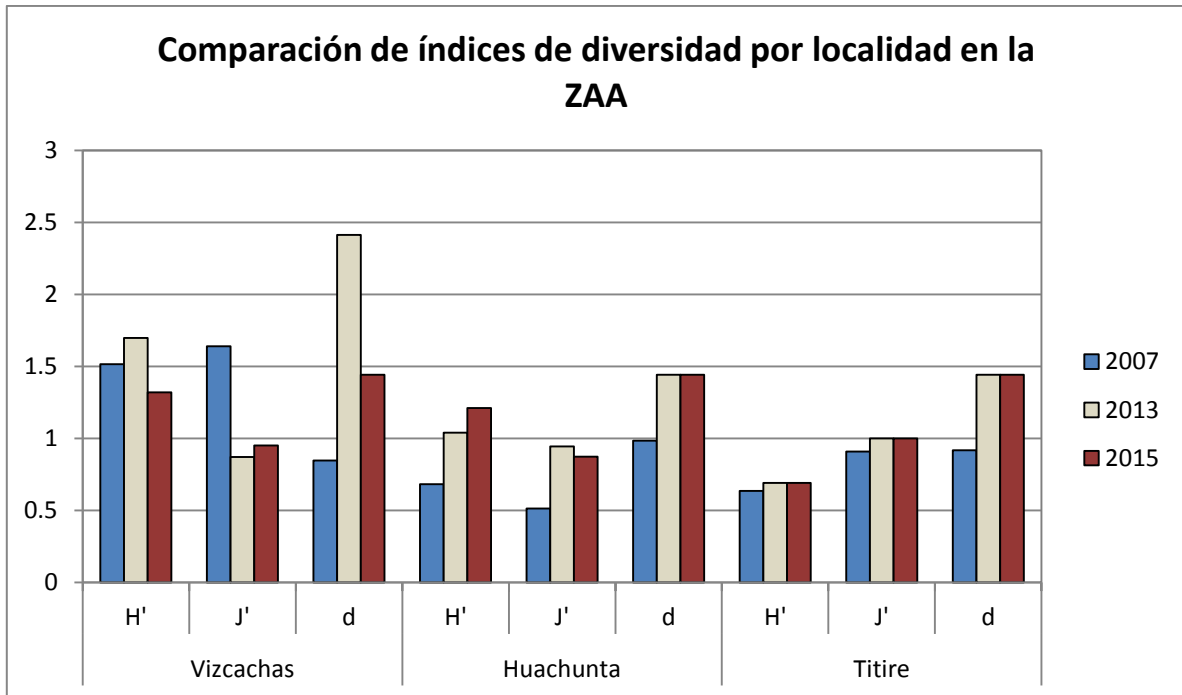
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 138. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 139. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 140. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)

5.4. Componente: HERPETOFAUNA

5.4.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.4.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

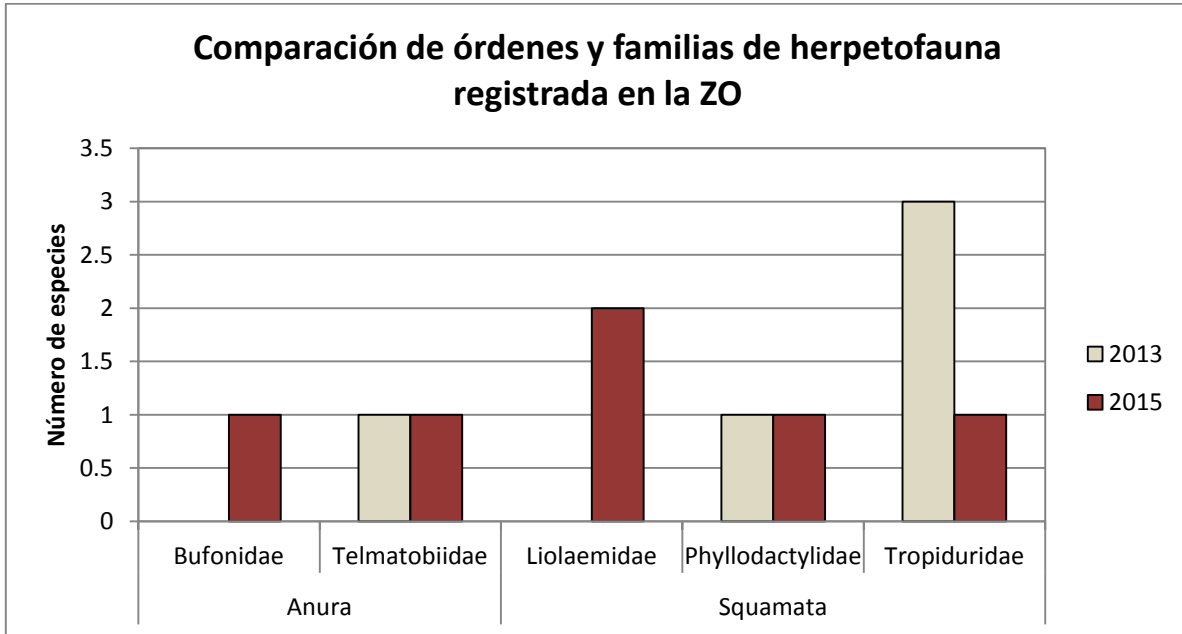


Figura 141. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca)

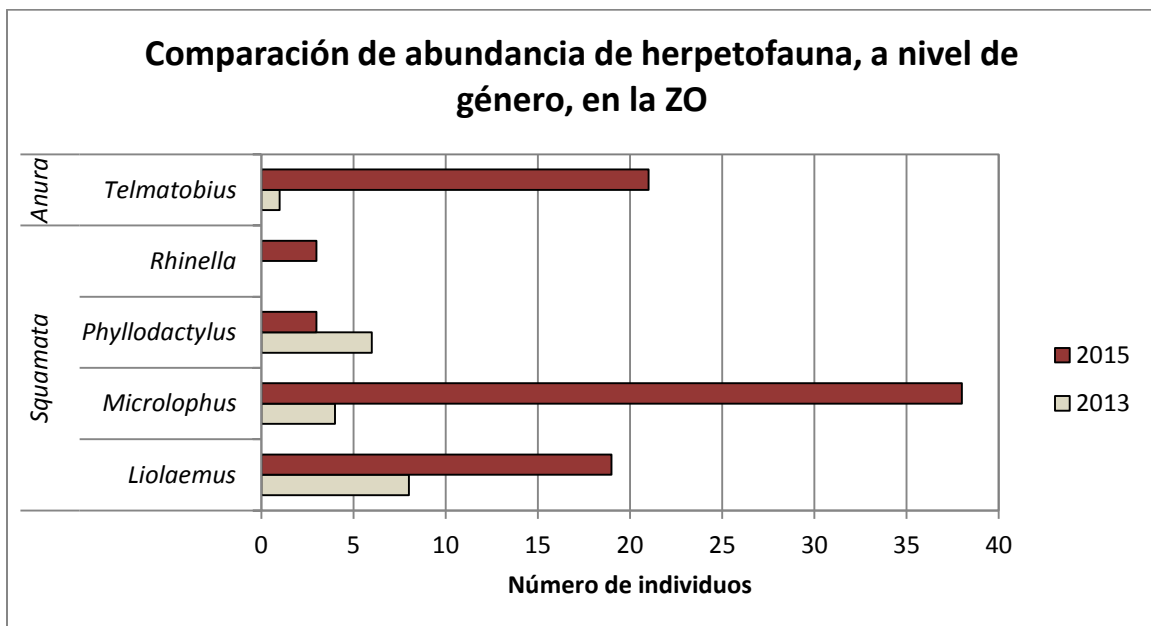


Figura 142. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época seca)

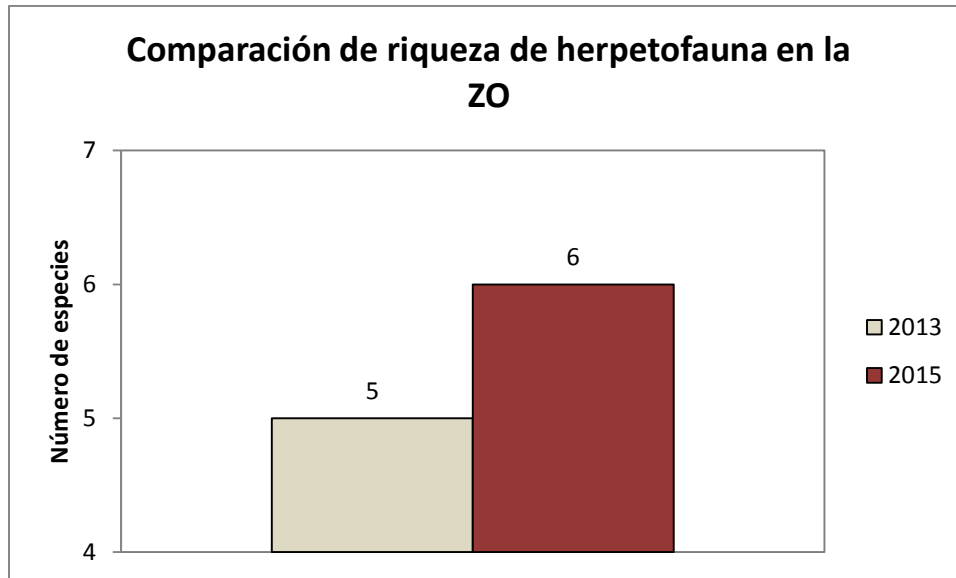


Figura 143. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época seca)

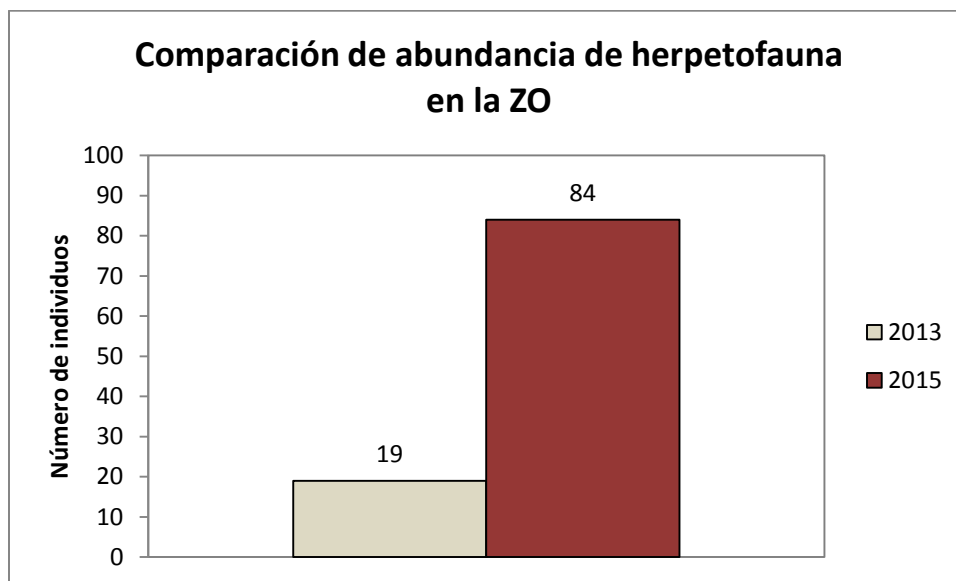


Figura 144. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época seca)

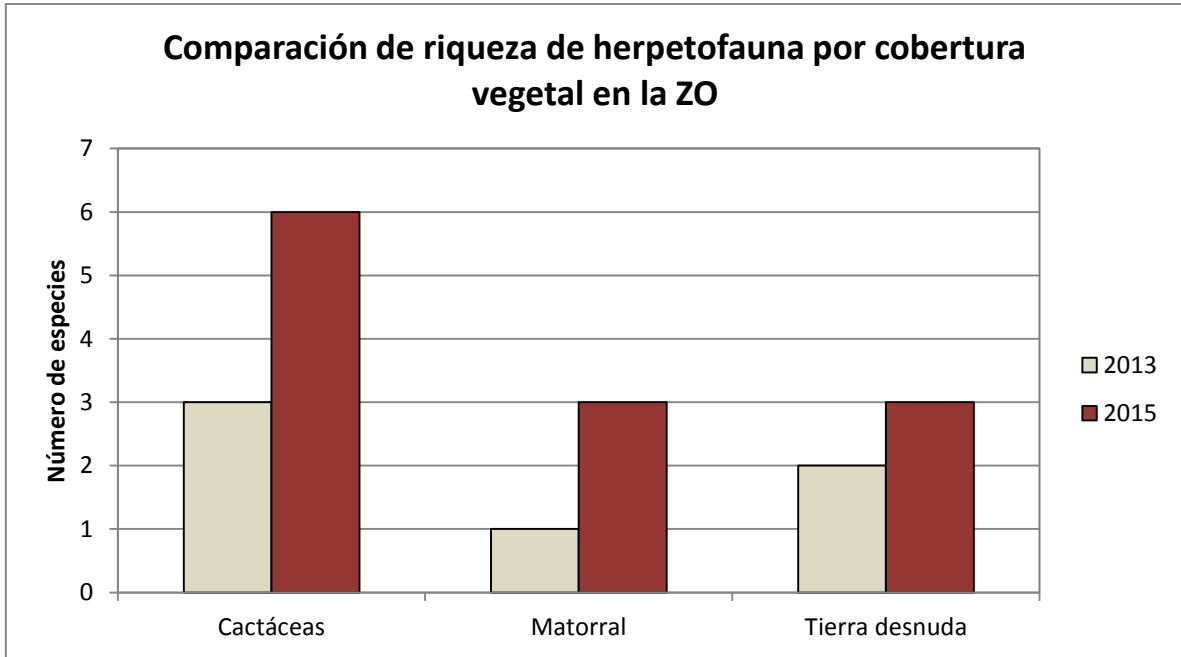


Figura 145. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

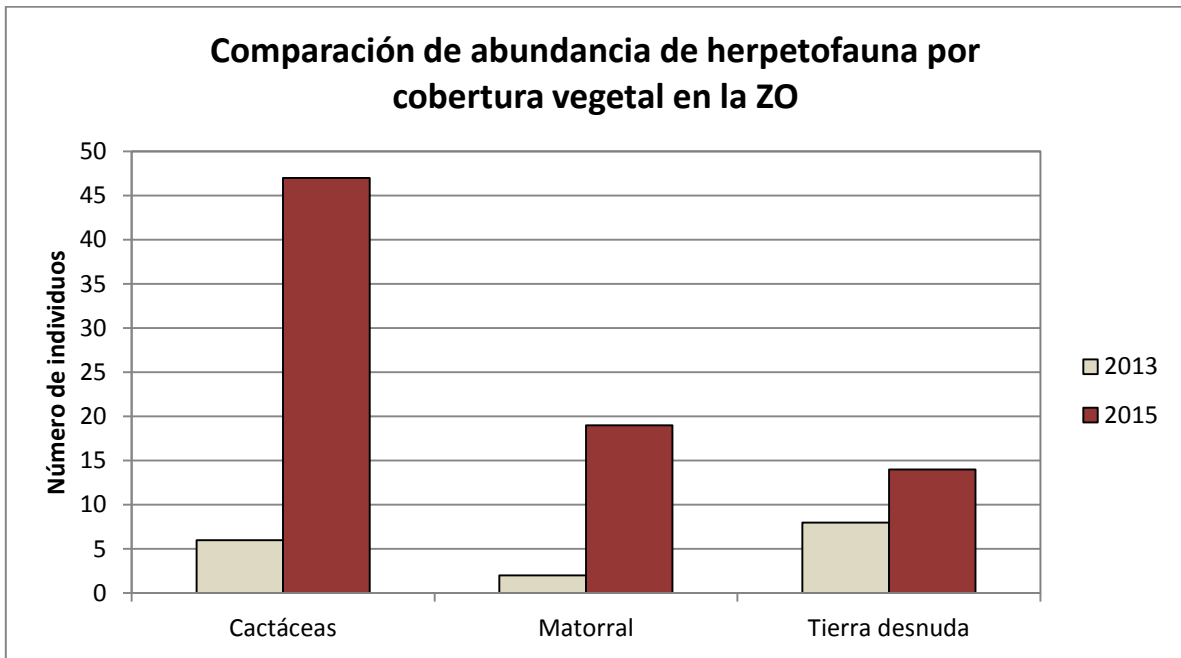


Figura 146. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

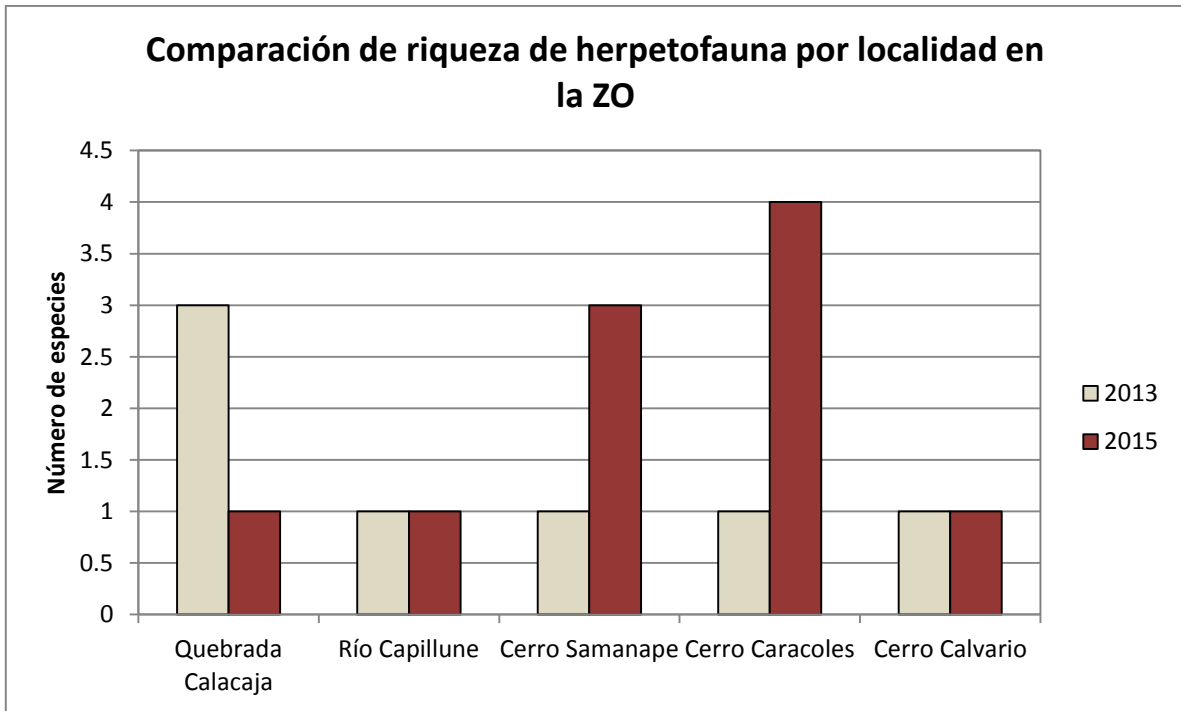


Figura 147. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)

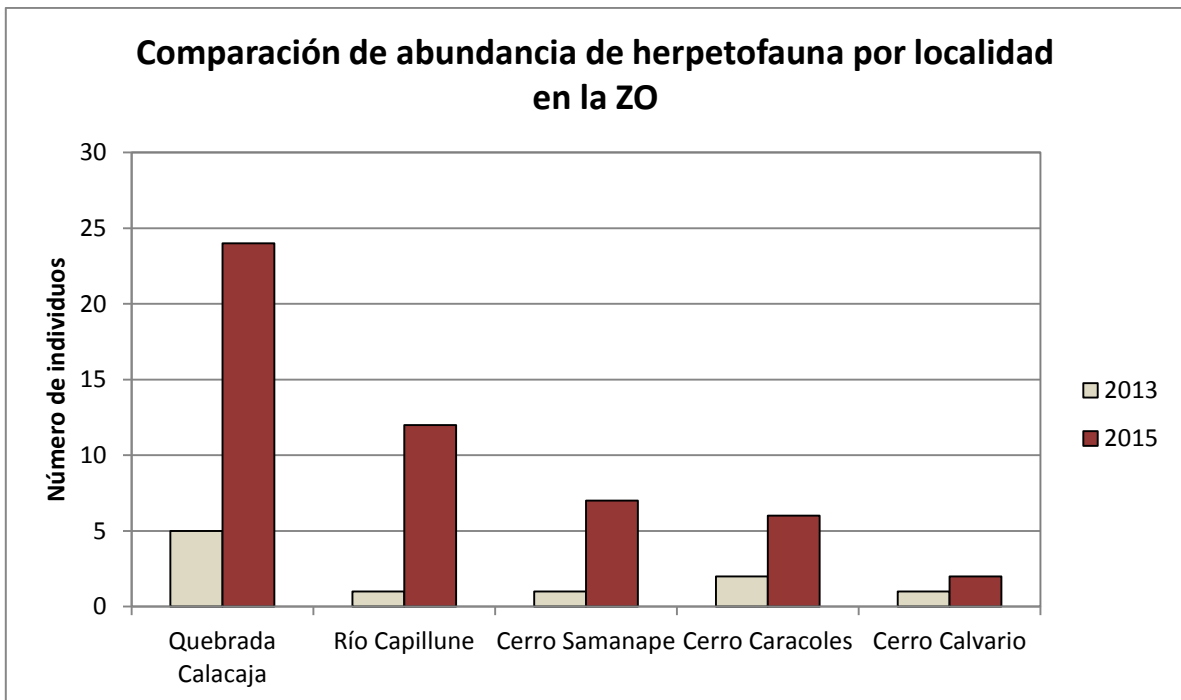
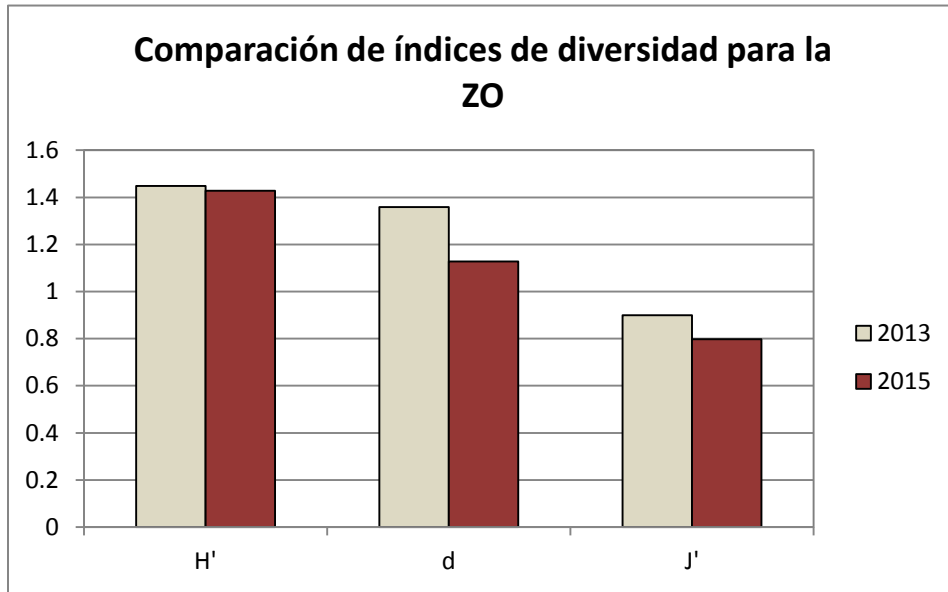


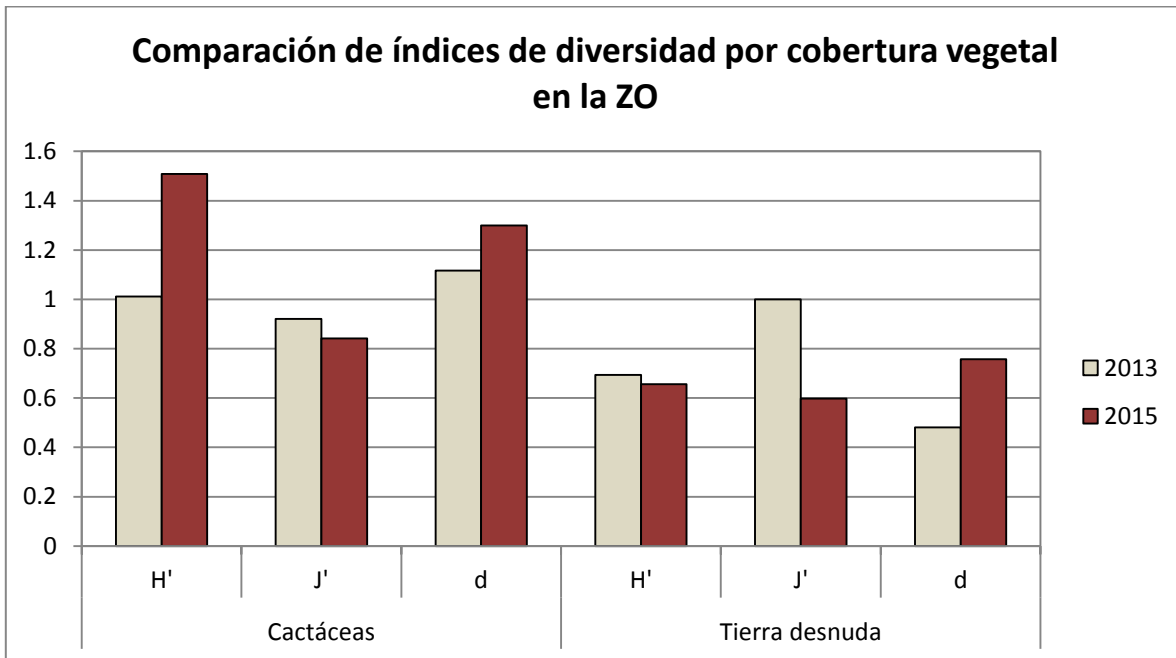
Figura 148. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)

5.4.1.2. Comparación de índices de diversidad



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 149. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 150. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)

5.4.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.4.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

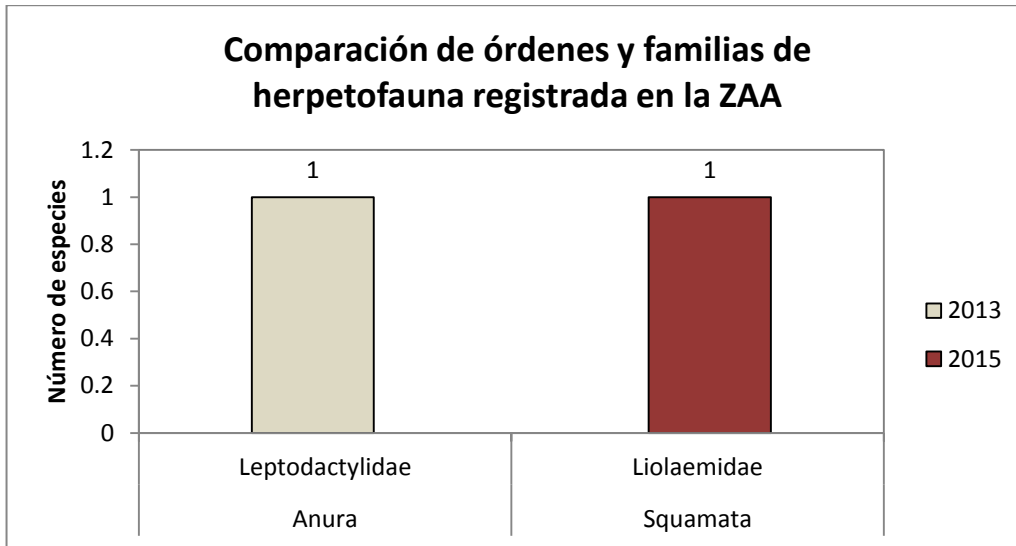


Figura 151. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)

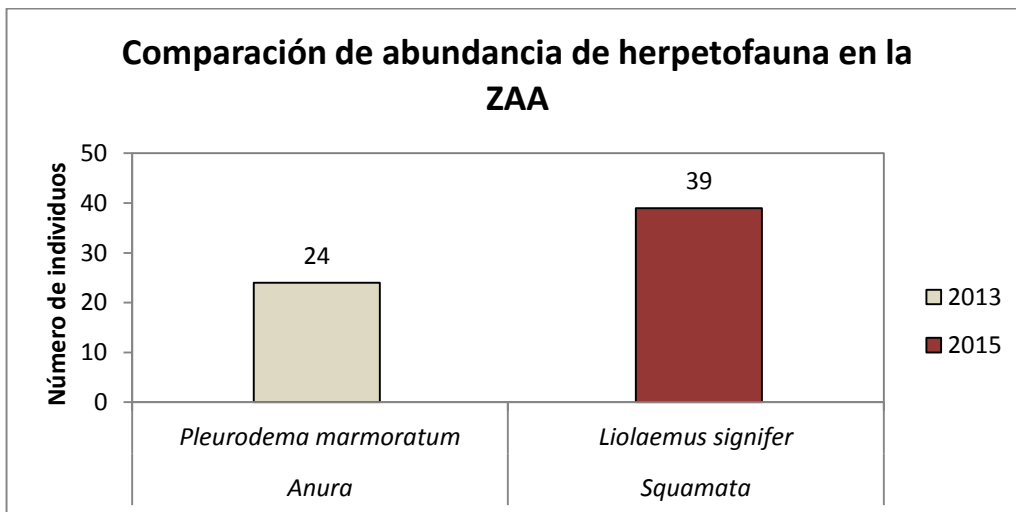


Figura 152. Comparación de la abundancia de herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)

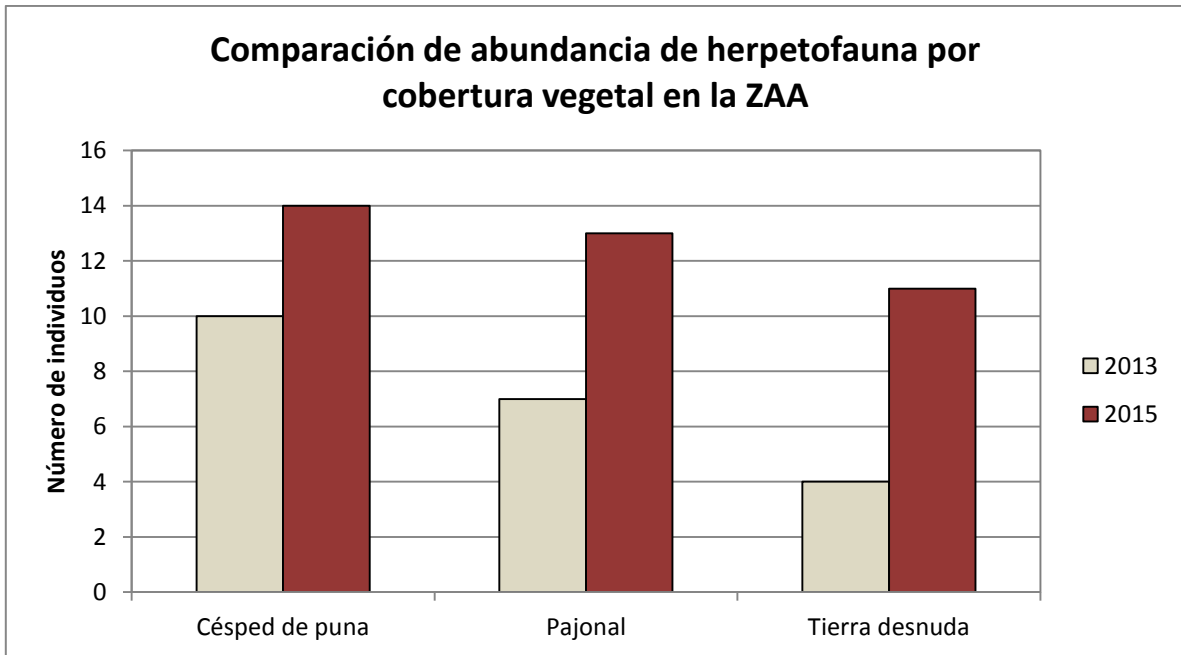


Figura 153. Comparación de abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

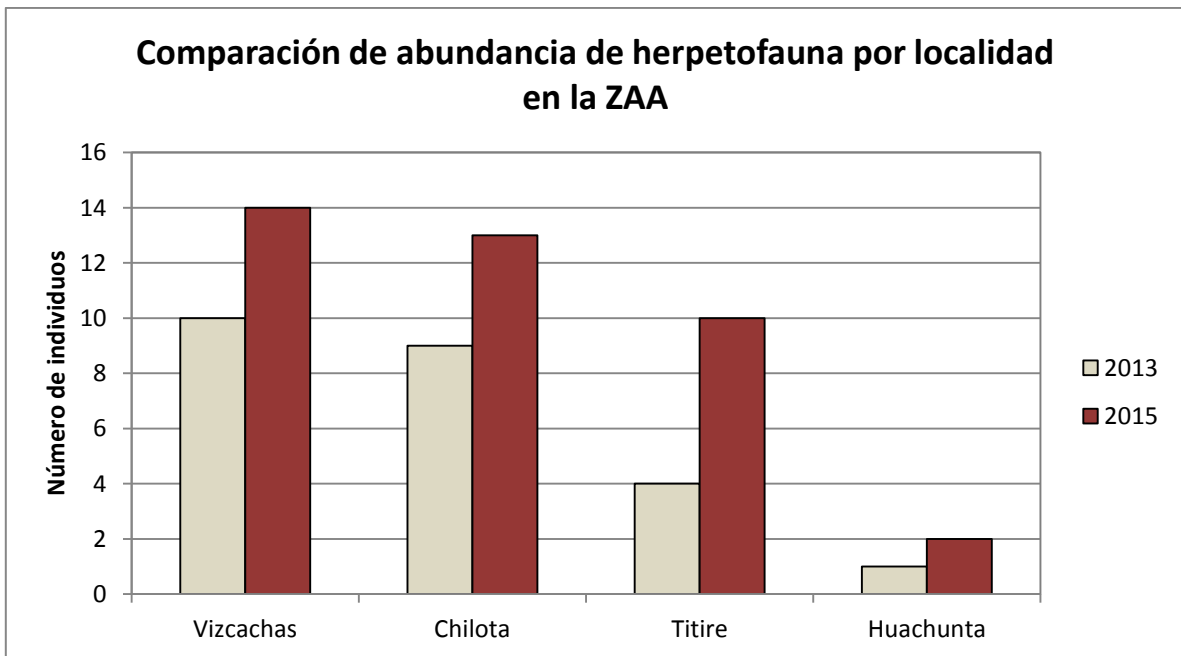


Figura 154. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época seca)

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015.

VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015

6.1. Flora silvestre

6.1.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para los tres años de evaluación (2007, 2013 y 2015), Asteraceae es la familia botánica con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones. En la zona de abastecimiento de agua la familia con mayor cobertura relativa es Poaceae.
- En la zona de operaciones se registra una riqueza de 184 especies de flora silvestre para el año 2007, 81 especies para el año 2013 y 172 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua se tiene una riqueza de 106 especies de flora para el año 2007, 88 especies para el año 2013 y 83 especies para el año 2015.
- En la zona de operaciones, las coberturas vegetales matorral y cactáceas son las que presentan mayor diversidad y cobertura relativa de flora silvestre para los tres años de evaluación. En el año 2007 se registró la mayor riqueza en el matorral, con 116 especies y una cobertura relativa de 43%. En el año 2013, las cactáceas presentan la mayor riqueza con 51 especies y 40% de cobertura relativa. Para el año 2015, las cactáceas también presentan la mayor riqueza con 146 especies y 76% de cobertura relativa.
- En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2015 el pajonal es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (55 especies), mientras que en el año 2013 el césped de puna es la cobertura vegetal más diversa (54 especies). En cuanto a la cobertura relativa, para el año 2007 el pajonal presenta el mayor valor con 27%, mientras que el césped de puna presenta la mayor cobertura relativa en los años 2013 y 2015 con 35% y 33% respectivamente.

Época seca

- Para los tres años de evaluación, Asteraceae y Poaceae son las familias botánicas con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y para la zona de abastecimiento de agua la familia con mayor cobertura relativa es Poaceae.
- En la zona de operaciones se registra una riqueza de 135 especies de flora silvestre para el año 2007, 50 especies para el año 2013 y 114 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua se tiene una riqueza de 74 especies de flora

silvestre para el año 2007, 81 especies para el año 2013 y 65 especies para el año 2015.

- En la zona de operaciones, para el año 2007 el matorral es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (92 especies), mientras que para los años 2013 y 2015 la mayor diversidad se presenta en las cactáceas, con 51 especies y 98 especies respectivamente. El matorral presenta la mayor cobertura relativa para los años 2007 (51%) y 2013 (44%). Para el 2015, las cactáceas presentan la mayor cobertura relativa (74%) mientras que el matorral es la cobertura vegetal con menor valor (10%).
- En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2015 el pajonal es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (30 especies y 42 especies respectivamente), mientras que en el año 2013 el césped de puna es la cobertura vegetal más diversa (51 especies). En cuanto a la cobertura relativa, para el año 2007 el bofedal presenta el mayor valor con 37%, mientras que el césped de puna presenta la mayor cobertura relativa en los años 2013 y 2015 con 41% y 33% respectivamente.

6.2. Avifauna

6.2.1. Conclusiones

Época húmeda

- En la zona de operaciones la riqueza de avifauna es de 48 especies para el año 2007 y 54 especies para las evaluaciones de los siguientes años. En la zona de abastecimiento de agua la riqueza de avifauna registrada en el año 2007 es de 58 especies, en el año 2013 es de 52 especies y en el año 2015 se registra 48 especies.
- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de aves se registra en el 2013 y corresponde a 1355 individuos. Para la zona de abastecimiento de agua el mayor registro de individuos se da en el 2007 con 2146 aves. Para los tres años de evaluación y las dos zonas de estudio, el orden Passeriforme y la familia Thraupidae presentan la mayor abundancia de avifauna.
- Para los tres años de evaluación la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor riqueza de aves en la zona de operaciones. En el año 2007 se registró la menor riqueza y abundancia para esta cobertura vegetal. En los años 2013 y 2015 se registra la misma riqueza (45 especies) y abundancias con diferencias considerables, siendo la abundancia registrada en el 2013 de 1115 individuos y en el 2015 de 503 individuos.
- Para el año 2007 y 2015, el césped de puna es la cobertura vegetal de la zona de abastecimiento de agua que presenta mayor riqueza con 49 especies de avifauna

registradas en el año 2007 y 39 especies registradas en el año 2015. Para el año 2013, se registra el mayor número de especies en la tierra desnuda. Con respecto a la abundancia, en el 2007 se registra la mayor abundancia de aves (960 individuos), en el 2013 la mayor abundancia es registrada en el césped de puna (351 individuos) y en el 2015 el pajonal presenta la mayor abundancia (596 individuos).

Época seca

- En la zona de operaciones la riqueza de avifauna es de 58 especies para el año 2007, 51 especies para el año 2013 y 60 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua la riqueza de avifauna registrada en el año 2007 es de 44 especies, en el año 2013 es de 46 especies y en el año 2015 se registra 54 especies.
- Para la zona de operaciones, la mayor abundancia de avifauna es de 2200 individuos y se registra en el año 2007. Para la zona de abastecimiento de agua el mayor registro de aves se da en el 2007 con 2678 individuos. Para los tres años de evaluación y las dos zonas de estudio, el orden Passeriforme y la familia Thraupidae presentan la mayor abundancia de avifauna.
- Para los tres años de evaluación, en la zona de operaciones, la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor riqueza y abundancia de avifauna. La riqueza registrada es similar para los tres años: 43 especies para el año 2007, 40 especies para el año 2013 y 45 especies para el año 2015. La mayor abundancia para esta cobertura se presenta en el año 2013 con 1123 individuos. Por otro lado, la menor abundancia se registra en el año 2015 con 710 individuos.
- Para el año 2007 y el año 2015, el césped de puna es la cobertura vegetal de la zona de abastecimiento de agua que presenta mayor riqueza de avifauna con 33 y 42 especies respectivamente. Para el año 2013, se registra el mayor número de especies en la tierra desnuda (33 especies). Con respecto a la abundancia, para los tres años de evaluación la mayor cantidad de aves se registra en el césped de puna, registrándose en el año 2007 la mayor abundancia con 1281 individuos.

6.3. Mamíferos

6.3.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de mamíferos se presenta en el año 2007 con 10 especies distribuidas en 4 familias y 3 órdenes. En el 2015 se registra una diversidad similar con 9 especies distribuidas en 4 familias y 3 órdenes. Para el año 2013 se registra 6 especies de roedores. Para la zona de abastecimiento de

agua, en los años 2007 y 2015 se registra una riqueza total de 12 especies de mamíferos. En el año 2007 estas especies se distribuyen en 7 familias y 4 órdenes y para el año 2015 en 6 familias y 3 órdenes. En la evaluación del año 2013 se registra 11 especies de roedores, todos pertenecientes a la familia Cricetidae.

- En la zona de operaciones, para los tres años de evaluación la riqueza total de roedores de la familia Cricetidae es similar: 6 especies para el año 2007 y 5 especies en los años 2007 y 2015. Los roedores con mayor abundancia registrada pertenecen a los géneros *Phyllotis* y *Akodon*. El género *Auliscomys* se registra sólo en el año 2013 y el género *Abrothrix* presenta registros en el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae se presenta en el 2013 con 11 especies. Para el año 2007 el género *Auliscomys* presenta la mayor abundancia registrada. Para los años 2013 y 2015 la mayor abundancia se registra para el género *Phyllotis*.
- La abundancia total de roedores es mayor para el año 2007 con un registro de 150 individuos en la zona de operaciones y 55 individuos en la zona de abastecimiento de agua. En el año 2015 se presenta la menor abundancia de roedores con 25 individuos registrados en la zona de operaciones y 12 en la zona de abastecimiento de agua.
- Para el año 2007, en la zona de operaciones las coberturas vegetales pajonal, cactáceas y matorral presentan igual riqueza de géneros de roedores. Para el año 2013 la mayor riqueza se registra en las cactáceas y para el año 2015 la mayor riqueza se registra en el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua, se registra igual riqueza para las coberturas vegetales césped de puna, pajonal y tierra desnuda. Para el año 2013 el pajonal presenta la mayor riqueza de géneros de roedores y para el año 2015 la mayor riqueza de géneros se registra en el césped de puna.
- Para los años 2007 y 2013, en la zona de operaciones se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal cactáceas. Para el año 2015, se registra una mayor cantidad de individuos en el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2007 se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal tierra desnuda. Para los años 2013 y 2015 en el césped de puna se presenta el mayor registro de individuos.

Época seca

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de mamíferos se presenta en el año 2007 con un registro total de 14 especies distribuidas en 8 familias y 6 órdenes. En el año 2015 se registra una diversidad de 8 especies distribuidas en 6 familias y 4 órdenes. En el año 2013 se registra 5 especies pertenecientes al orden Rodentia. Para la zona de abastecimiento de agua, en el año 2007 se registra una riqueza total de 11 mamíferos distribuidos en 5 familias y 3 órdenes. Para el año 2015 se registra igual riqueza de mamíferos distribuidos en 4 familias y 3 órdenes. Para el año 2013 se registra 9 especies de roedores de la familia Cricetidae.

- En la zona de operaciones, para el año 2007 se presenta la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae (6 especies). La menor riqueza se registra en el año 2015 (3 especies). Los roedores con mayor abundancia registrada pertenecen a los géneros *Phyllotis* y *Akodon*. En la zona de abastecimiento de agua la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae se presenta en el 2013 con 9 especies. Para el año 2007 el género *Auliscomys* presenta la mayor abundancia registrada. Para los años 2013 y 2015 la mayor abundancia se registra para los géneros *Auliscomys* y *Phyllotis*.
- La abundancia total de roedores registrados en la zona de operaciones es mayor para el año 2015 con 155 individuos. Para la zona de abastecimiento de agua la mayor abundancia se presenta en el año 2007 con 53 individuos. La menor cantidad de individuos registrados para la zona de operaciones y la zona de abastecimiento de agua se presenta en el año 2013.
- Para el año 2007, en la zona de operaciones la cobertura vegetal pajonal presenta la mayor riqueza de géneros de roedores. Para los años 2013 y 2015 la mayor riqueza se registra en las cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2013 la cobertura vegetal césped de puna presenta mayor riqueza de géneros de roedores. Para el año 2015 la mayor riqueza de géneros se registra en el pajonal.
- Para la zona de operaciones, en los años 2007 y 2015 la abundancia de roedores registrados es mayor en la cobertura vegetal cactáceas. Para el año 2013, el matorral presenta la mayor cantidad de individuos registrados. Para la zona de abastecimiento de agua, en los años 2007 y 2013 se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal césped de puna. Para el año 2015 el pajonal presenta el mayor registro de individuos.

6.4. Herpetofauna

6.4.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de herpetofauna se registra en el año 2015 con un total de 6 especies distribuidas en 5 familias y 2 órdenes. En el año 2013 se registra una diversidad de 4 especies del orden Squamata distribuidas en 2 familias. Para la zona de abastecimiento de agua, la mayor diversidad se registra en el año 2015 con una riqueza total de 4 especies del orden Anura distribuidas en 4 familias. Para el año 2015 se registra una riqueza de 3 especies del orden Anura distribuidas en 3 familias.

- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de herpetofauna se registra en el año 2015 con 119 individuos. Para este año, el género *Micropholus* presenta la mayor cantidad de registros (56 individuos). Para el año 2013 la abundancia pertenece al género *Liolaemus* con 11 individuos registrados. En la zona de abastecimiento de agua, la mayor abundancia se registra en el año 2015 con 107 individuos. Para los años 2013 y 2015, el género con mayor cantidad de individuos registrados es *Liolaemus* con 70 individuos y 87 individuos respectivamente.
- Para el año 2013, en la zona de operaciones las coberturas vegetales: cactáceas, tierra desnuda y pajonal presentan igual riqueza. Para el año 2015 la mayor riqueza se registra en las cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2013 la cobertura vegetal césped de puna presenta mayor riqueza de herpetofauna. Para el año 2015 la mayor riqueza se registra en las coberturas vegetales pajonal y césped de puna.
- Para el año 2015, en la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor abundancia (69 individuos) mientras que en el año 2013 la tierra desnuda registra la mayor abundancia (14 individuos). Para los dos años de evaluación la cobertura vegetal pajonal presentó la menor abundancia (4 individuos). En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2015 la cobertura vegetal pajonal registra la mayor abundancia de herpetofauna (43 individuos). Para el año 2013, en la cobertura vegetal césped de puna se presenta la mayor abundancia (36 individuos). Para los dos años de evaluación la menor abundancia se registra en el bofedal.

Época seca

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de herpetofauna se registra en el año 2015 con un total de 6 especies distribuidas en 5 familias y 2 órdenes. En el año 2013 se registra una diversidad de 5 especies distribuidas en 3 familias y 2 órdenes. Para la zona de abastecimiento de agua, para ambos años se presenta la misma riqueza. Se registra una especie del orden Anura para el año 2013 y una especie del orden Squamata para el año 2015.
- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de herpetofauna se registra en el año 2015 con 84 individuos. Para este año, el género *Micropholus* presenta la mayor cantidad de registros (38 individuos). Para el año 2013 la mayor abundancia pertenece al género *Liolaemus* con 8 individuos registrados. En la zona de abastecimiento de agua, la mayor abundancia se presenta en el año 2015 con 39 individuos de *Liolaemus signifer* registrados. Para el año 2013 la abundancia registrada es de 24 individuos de la especie *Pleurodema marmoratum*.
- Para los dos años de evaluación, en la zona de operaciones, la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor riqueza (6 especies), mientras que el matorral registra la menor cantidad de especies.

- Para el año 2015, en la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor abundancia (47 individuos) mientras que la cobertura vegetal tierra desnuda presenta la menor abundancia (14 individuos). Para el año 2013, se registra la mayor cantidad de individuos en la cobertura vegetal tierra desnuda (8 individuos) y la menor abundancia se presenta en el matorral (2 individuos). En la zona de abastecimiento de agua, para los dos años de evaluación la cobertura vegetal césped de puna registra la mayor abundancia de herpetofauna con 10 individuos registrados en el 2013 y 14 individuos registrados en el 2015. Las menores abundancias se registran en la cobertura vegetal tierra desnuda con 4 individuos en el año 2013 y 11 individuos en el año 2015.

6.5. Recomendaciones

En lo sucesivo, el enfoque metodológico para la evaluación periódica del componente de flora y fauna silvestre debe plantear un protocolo con elementos uniformes, en cuanto a la ubicación geográfica de los transectos, el número de transectos por subcomponente (flora, aves, mamíferos, herpetofauna), el momento preciso y duración de las salidas de campo en la época húmeda y la seca, el tipo de trampas y redes, los horarios para los registros oportunistas de herpetofauna y mamíferos mayores o la captura de registros fotográficos de especímenes biológicos, entre otros.



Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final – Validación de la LBA



Mayo, 2016

Contenido

Capítulo VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco 7

VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco 8

7.1. Introducción	8
7.2. Marco del estudio	8
7.3. Análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental (LB EIA).....	10
7.5. Análisis de los cambios en la cobertura vegetal.....	16
7.5.1. Análisis de coberturas con sensores remoto	16
7.5.2. Leyenda del Mapa de Cobertura Vegetal.....	16
7.5.3. Área de trabajo:.....	17
7.5.4. Materiales y equipos	18
7.5.5. Metodología	18
7.5.6. Resultados	18
7.6. Metodología propuesta para la validación	30
7.7. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por zonas (LB EIA – MAP 2015).....	34
7.7.1. Flora Silvestre	34
❖ Zona de Operaciones – Época húmeda.....	34
❖ Zona de Operaciones – Época seca	35
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda.....	36
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca.....	37
7.7.2. Avifauna.....	39
❖ Zona de Operaciones – Época húmeda.....	39
❖ Zona de Operaciones – Época seca.....	40
7.8. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por cobertura vegetal (LB EIA – MAP 2015)	44
7.8.1. Flora Silvestre	44
❖ Zona de Operaciones – Época húmeda.....	44
❖ Zona de Operaciones – Época seca.....	48

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda.....	51
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca.....	55
7.8.2. Avifauna.....	59
❖ Zona de Operaciones – Época húmeda.....	59
❖ Zona de Operaciones – Época seca.....	63
7.9. Resultados.....	75
7.9.1. Flora silvestre.....	75
7.9.2. Avifauna.....	76
Capítulo VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco.....	77
VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco.....	78
8.1. Conclusiones.....	78
8.2. Recomendaciones.....	79
IX. Bibliografía.....	80
9.1. Referencias Bibliográficas:.....	80

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Áreas de trabajo analizadas</i>	17
<i>Figura 2. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (LB EIA)</i>	20
<i>Figura 3. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (MAP 2015)</i>	21
<i>Figura 4. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (LB EIA)</i>	21
<i>Figura 5. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (MAP 2015)</i>	22
<i>Figura 6. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) – MAP 2015</i>	23
<i>Figura 7. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) - LB-EIA</i>	24
<i>Figura 8. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) - MAP2015</i>	25
<i>Figura 9. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) – LB-EIA</i>	26
<i>Figura 10. Identificación de la estructura jerárquica de la comunidad</i>	32
<i>Figura 11. Identificación de los cambios en la estructura de la comunidad</i>	32
<i>Figura 12. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	34
<i>Figura 13. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015)</i>	35
<i>Figura 14. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	36
<i>Figura 15. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	37
<i>Figura 16. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015)</i>	39
<i>Figura 17. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	40
<i>Figura 18. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)</i>	41
<i>Figura 19. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	42
<i>Figura 20. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	44
<i>Figura 21. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	45
<i>Figura 22. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	46
<i>Figura 23. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	47
<i>Figura 24. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	48
<i>Figura 25. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	49

<i>Figura 26. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	50
<i>Figura 27. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	51
<i>Figura 28. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	52
<i>Figura 29. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	53
<i>Figura 30. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	54
<i>Figura 31. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	55
<i>Figura 32. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	56
<i>Figura 33. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	57
<i>Figura 34. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	58
<i>Figura 35. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	59
<i>Figura 36. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	60
<i>Figura 37. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	61
<i>Figura 38. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	62
<i>Figura 39. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	63
<i>Figura 40. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	64
<i>Figura 41. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	65
<i>Figura 42. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	66
<i>Figura 43. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	67
<i>Figura 44. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	68
<i>Figura 45. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)</i>	69
<i>Figura 46. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	70

<i>Figura 47. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>71</i>
<i>Figura 48. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 49. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 50. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA - MAP 2015).....</i>	<i>74</i>

Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1. Leyenda empleada en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 2. Imágenes LANDSAT descargadas para la interpretación</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro 3. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZAA, entre los años 2006 y 2014.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 4. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZO, entre los años 2006 y 2014.....</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 5. Coberturas vegetales analizadas para la validación</i>	<i>31</i>
<i>Cuadro 6. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de cada zona.....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 7. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de la cobertura vegetal.....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 8. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de cada zona</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 9. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de las coberturas vegetales</i>	<i>76</i>

Capítulo VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

7.1. Introducción

Uno de los mecanismos ideados para conocer el efecto de las actividades humanas sobre la naturaleza y sus recursos lo constituyen los estudios o evaluaciones de impacto ambiental, los mismos que consideran un diagnóstico de la salud de las poblaciones de animales y plantas silvestres, así como de los suelos y cuerpos de agua e incluyen las medidas para reducir o amortiguar las eventuales incidencias que podrían ocurrir sobre dichos recursos.

En el caso concreto del componente biótico, se recoge información en el campo, utilizando métodos estandarizados, para caracterizar las distintas formaciones vegetales y las comunidades de flora y fauna silvestre presentes en el área de estudio. Esto implica elaborar mapas de vegetación, establecer parcelas de muestreo en diferentes tipos de cobertura vegetal y realizar búsquedas exhaustivas para detectar, de manera directa o mediante evidencias, la mayor cantidad de especies de plantas y animales silvestres existentes en el área. Todo ello conforma el componente de flora y fauna silvestre como línea base o referente a partir del cual se evalúan objetivamente los efectos de una o más actividades humanas sobre la vida silvestre.

En el último año, el Proyecto minero Quellaveco, de AngloAmericanQuellaveco S.A., ha priorizado la validación de la Línea Base Ambiental, en su componente de flora y fauna silvestre, de modo que a través de la organización ProNaturaleza se ha desarrollado el levantamiento de datos sobre la diversidad biológica del área de Quellaveco durante la época húmeda y la época seca, tanto en la Zona de Operaciones como en la Zona de Abastecimiento de Agua. De esta manera, se ha recogido información, en base a metodologías apropiadas y confiables, sobre la cobertura vegetal, así como sobre la riqueza, densidad y estado de las plantas, mamíferos, aves, reptiles y anfibios presentes en el área de influencia del Proyecto.

Así las cosas, ese cúmulo de información brindará luces sobre la consistencia de la Línea Base Ambiental del Proyecto, pero además contribuirá decididamente al mejor conocimiento sobre los animales y plantas de un Departamento como Moquegua que, junto con Huancavelica, es considerada una de las Regiones biológicamente más desconocidas del país.

7.2. Marco del estudio

El presente trabajo de validación se ha llevado a cabo en el marco del Estudio de Impacto

Ambiental y Línea Base Ambiental del Proyecto minero Quellaveco, de Anglo American Quellaveco S.A. Una vez que se desarrollaron los distintos componentes de la Línea Base Ambiental y sus modificatorias, se vio por conveniente validar los estudios de dichos componentes, de manera que Anglo American Quellaveco S.A. contactó a ProNaturaleza para elaborar esta labor.

En el caso de la presente validación, el componente de interés ha sido la Flora y Fauna Silvestre; en ese sentido, fue necesario elaborar mapas de cobertura vegetal y definir el diseño de muestreo en campo, así como realizar salidas de campo durante la época húmeda (marzo–abril 2015 en la Zona de Operaciones y junio 2015 en la Zona de Abastecimiento de Agua) y la época seca (octubre–noviembre 2015), para evaluar la vegetación y las especies de plantas y animales silvestres terrestres utilizando metodologías probadas y confiables.

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad de la flora silvestre, se establecieron transectos utilizando la metodología de Punto – intersección (para cada uno se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo GPS). Del mismo modo, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio.

Para la evaluación de aves se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies; sin embargo, el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos (en cada ambiente los puntos de observación y los lugares de colecta de evidencias fueron georreferenciados con un GPS).

Por otro lado, para la evaluación de mamíferos menores se utilizaron trampas de captura viva cebadas con una mezcla de frutos secos, semillas, miel de abeja y vainilla. El registro de mamíferos medianos y mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, madrigueras, otros) de la presencia de estos animales en el área. Dichos datos no fueron considerados en los cálculos de índices de diversidad ya que sólo se tomaron datos cualitativos.

Por último, para la evaluación de anfibios y reptiles el método de muestreo utilizado fue el de Evaluación por Encuentro Visual (VES, por sus siglas en inglés), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva (y oportunista) dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Los recorridos de VES fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro del área de estudio y se tomó nota de las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, número de especies e individuos registrados y otros datos relevantes.

Toda la información recogida en campo ha sido sistematizada, analizada e interpretada con el objetivo de evaluar la robustez de la Línea Base Ambiental – Componente Flora y Fauna Silvestre, proceso que se ha documentado en el presente trabajo.

Los análisis de validación de la LBA o Primer MEIA se realizó en base a los componentes de flora silvestre y avifauna, incluyendo los datos respectivos a los años 2007 – LB EIA (Knight Piésold Consultores 2008) y 2015 – MAP 2015 (E&E Perú S.A. 2015).

En el caso de los mamíferos, el único grupo que tiene información cuantitativa es el de roedores pequeños o ratones; sin embargo, los datos para la evaluación de la época seca para el año 2015 se encuentran a nivel de géneros (ej. *Phyllotis* sp. o *Akodon* sp.), lo que imposibilita la comparación con la época seca de ese año y con las evaluaciones del LB EIA; adicionalmente, la ubicación geográfica de los transectos con los que se registró información sobre roedores pequeños en el año 2013 (4ta MEIA) no coincide con la ubicación de los transectos de la LB EIA ni del MAP 2015, de modo que tampoco es posible contrastar los resultados.

En el caso de los anfibios y reptiles (herpetofauna), en la LB EIA sólo se registró información de modo oportunista, de manera que no hay datos para comparar. Se considera que este grupo es muy importante por su particular sensibilidad a cambios y bioindicador de disturbios en su entorno. Mientras que, por otro lado, la ubicación geográfica de los transectos usados para evaluar herpetofauna en la 4ta MEIA no coincide con la ubicación de los transectos del MAP 2015, así que no es posible comparar los resultados entre esos dos años.

Para los análisis de validación del LBA o Primer MEIA no se consideraron los datos provenientes de la evaluación de la 4ta MEIA (Knight Piésold Consultores 2013), principalmente porque la ubicación geográfica de los transectos (unidades muestrales) no coincide con la ubicación de los transectos de la LB EIA ni del MAP 2015, de modo que no es posible comparar los resultados. Ello no constituye una opinión subjetiva, sino que efectivamente se contrastaron los datos de rango-abundancia de géneros de animales y plantas por cobertura vegetal para la LB EIA, 4ta MEIA y MAP 2015 y lo que se observa es que entre los datos de la 4ta MEIA y de la LB EIA y el MAP 2015 no existe correspondencia o vínculo.

7.3. Análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental (LB EIA)

Se ha revisado la metodología de muestreo con el objetivo de analizar su pertinencia, así como su adecuación a la legislación vigente en el momento que se aplicó.

- **Flora silvestre y vegetación**

Las evaluaciones botánicas de campo, tanto para la zona de operaciones como para la zona de abastecimiento de agua, se desarrollaron en dos estaciones: una correspondiente a la época de mayor precipitación o época húmeda (marzo – abril 2007) y otra correspondiente a la época seca (julio 2007 – enero 2008).

Esto guarda coherencia con lo que se sugiere para áreas geográficas donde existen contrastes marcados en la cobertura vegetal debido a los regímenes estacionales de precipitaciones. Ante la existencia de contrastes, la distancia entre una evaluación y otra debe ser de al menos 3 meses, para que las diferencias en la cobertura vegetal sean sustantivas, lo que se reflejará en las comunidades de fauna silvestre (Ministerio del Ambiente 2015b).

Por otro lado, al inicio de los trabajos de campo, se hicieron recorridos de inspección y reconocimiento preliminar de las formaciones vegetales y de las áreas previstas como zonas de operaciones y de abastecimiento de agua del proyecto, a fin de planificar la ubicación de los sitios de muestreo y calcular los esfuerzos muestrales necesarios. Todo ello en concordancia con lo que se sugiere para evaluaciones biológicas en campo, en el sentido de realizar recorridos preliminares con varios días de anticipación para identificar los accesos a las áreas de estudio, definir los sitios a muestrear, abrir transectos, entre otros (Ministerio del Ambiente 2015b).

Para recoger en campo datos cuantitativos y cualitativos de las características de la vegetación silvestre, tanto en la zona de operaciones como en la zona de abastecimiento de agua, se usaron transectos de 30 metros de longitud (en todas las formaciones vegetales, para comparar la diversidad, riqueza, abundancia, curvas de acumulación de especies y análisis de similitud). En cada transecto se realizó un barrido total de la vegetación que lo intersectaba, tomando datos de cobertura sobre la línea del mismo. Dichos transectos georreferenciados para su ubicación como futuros puntos de monitoreo y para ser ubicados sobre el mapa de formaciones vegetales. Todo ello corresponde, efectivamente, a una metodología estándar sugerida para el estudio de vegetación (Ministerio del Ambiente 2015b).

Del mismo modo, para ambas zonas (de operaciones y de abastecimiento de agua), los datos de la determinación taxonómica también sirvieron para la determinación de las categorías de protección, nacionales e internacionales, de la flora, así como para determinar las especies endémicas presentes en el área de estudio. Adicionalmente, se tomaron fotografías de la vegetación en campo, como apoyo para la caracterización de la fisonomía de las formaciones vegetales y para la identificación taxonómica de las especies botánicas.

En la zona de operaciones se evaluaron 103 transectos cuantitativos de vegetación para la época húmeda y 118 transectos cuantitativos, así como ocho cualitativos para la época seca. Mientras que en la zona abastecimiento de agua se evaluaron 71 transectos para la época húmeda y 74 transectos para la época seca. En ambas zonas, la unidad mínima de muestreo presenta una superficie aproximada de 0.003 hectáreas o 30 m² y la curva de acumulación de especies o curva área-especie ha empezado a estabilizarse; mientras que si se estima el número mínimo de unidades muestrales (transectos), basado en la superficie de cada zona (operaciones, 39,000 hectáreas y abastecimiento de agua, 63,500 hectáreas), este debería ser de 44 y 69,

respectivamente (Ministerio del Ambiente 2015b), lo que ha sido alcanzado en las evaluaciones de campo para ambas zonas.

¿La metodología para evaluar la vegetación y flora silvestre se adecuó a la legislación vigente en el momento que realizó la Línea Base Ambiental? En general, hasta el año 2015, los inventarios de la flora y vegetación en el país se realizaban con diferentes criterios y metodologías, por lo que los resultados no necesariamente eran comparables; recién en el año 2015, el Ministerio del Ambiente aprobó, mediante Resolución Ministerial 059–2015–MINAM, la “Guía de inventario de la flora y vegetación”; es decir, hasta antes de dicha guía no existía una norma que oficializara una metodología estándar para la evaluación de vegetación y flora en el Perú.

- **Fauna silvestre**

Aves

La caracterización de la avifauna del área se realizó a través de análisis cualitativos y conteos directos. Así, en las zonas evaluadas se hizo un reconocimiento preliminar del área y un registro cualitativo mediante observaciones oportunistas y búsquedas exhaustivas de avifauna.

Posteriormente, se utilizó la metodología de “conteo por puntos” través de líneas o estaciones de conteo consecutivas. Las estaciones de conteo estuvieron separadas entre sí por una distancia aproximada de 200 metros. En cada una se contó el número de individuos observados durante aproximadamente cinco minutos cubriendo un radio no mayor a 100 metros. Cada conjunto de puntos de conteo tuvo una distancia aproximada de 2000 metros de longitud. Con la finalidad de facilitar el conteo, se emplearon binoculares 10 x 50 y contómetros manuales. Esta es una metodología apropiada y confiable para evaluación de aves, como se evidencia en la “Guía de inventario de la fauna silvestre” (Ministerio del Ambiente 2015a).

Del mismo modo, debido a la naturaleza de las formaciones vegetales, se colocaron redes de niebla únicamente en la zona de operaciones, con la finalidad de confirmar la determinación de algunas especies; dichas capturas no proporcionaron datos cuantitativos. Las capturas fueron realizadas con el fin de coleccionar especímenes, por lo que las aves fueron liberadas luego de su identificación. Esto es coherente con lo que se sugiere regularmente para las evaluaciones ornitológicas (Ministerio del Ambiente 2015a).

Por otro lado, la comunidad de aves fue caracterizada mediante su diversidad biológica. Esta diversidad es consecuencia tanto del número de especies como de la homogeneidad en las abundancias de las diferentes especies (equidad o uniformidad). De este modo, la medición de la diversidad va más allá de la elaboración de listas de especies y requiere de la cuantificación de sus abundancias; así, se ha empleado para

la medición de la diversidad el índice de Shannon-Wiener (H'), la equidad de Pielou (J') y la riqueza de Margalef (d). Como en el caso anterior, ello es coherente con lo que se recomienda con regularidad para caracterizar las comunidades de aves (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para analizar el componente amplitud de nicho o rango de utilización del medio por las especies de avifauna se consideró la distribución de las especies registradas contrastándolas con los lugares de avistamiento y se tomó en cuenta el porcentaje de incidencia de las especies en cada formación vegetal y zona evaluada. Esto último también es recomendado como un estándar en las evaluaciones de avifauna (Ministerio del Ambiente 2015a).

Por último, se elaboraron listas de especies con alguna categoría de amenaza de acuerdo con la legislación peruana (D.S. N°034-2004-AG), con la lista roja de la UICN (2007) y con los apéndices de la CITES (2007). Asimismo, se elaboró una lista de sensibilidad, prioridad de conservación e investigación de la avifauna (según Stotz et al. 1996). Es importante destacar que el D.S. N°034-2004-AG ha sido actualizado mediante D.S. N°004-2014-MINAGRI, mientras que los listados de UICN y los apéndices CITES siguen vigentes.

Mamíferos

Mamíferos pequeños

Se eligieron puntos de muestreo de mamíferos pequeños, considerando las formaciones vegetales más representativas y abarcando tan la zona de operaciones como la zona de abastecimiento de agua del proyecto. En cada punto de muestreo se tomaron datos básicos de ubicación geográfica, como coordenadas UTM y elevación. Esto guarda coherencia con sugerido con regularidad para evaluaciones de mastofauna (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para el muestreo de roedores se usó el método de trampeo por transectos, de modo que en cada punto de muestreo se estableció un transecto lineal de 240 metros, dividido en 25 estaciones con dos trampas cada una (una de captura viva, tipo Sherman; y una de golpe, tipo Víctor), estando las estaciones separadas 10 metros entre sí.

El esfuerzo de captura en la zona de operaciones fue de 1420 trampas-noche (30 transectos) y de 1300 trampas-noche (26 transectos) en la zona de abastecimiento de agua, para la época de lluvias. En la época seca se colocaron 1680 trampas-noche (35 transectos) en la zona de operaciones y 1500 trampas-noche (30 transectos) en la zona de abastecimiento de agua (cada transecto se ubicó abarcando un solo tipo de formación vegetal).

Cada trampa fue cebada con una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla. Las trampas fueron colocadas durante el día y revisadas y recolectadas a la mañana siguiente. Este método es ampliamente utilizado como estándar para evaluaciones de roedores pequeños (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para la captura de pequeños mamíferos voladores se instalaron redes de neblina en los puntos de mayor actividad de murciélagos como quebradas y senderos. Se colocaron un total de diez redes de neblina, expresado en un esfuerzo de captura de diez redes-noche. Los individuos capturados fueron inmovilizados y se tomaron datos de edad, sexo, condición reproductiva y medidas externas para su determinación y/o comparación con especímenes modelo de mastofauna. Igualmente, este método es ampliamente utilizado como estándar para evaluar murciélagos (Ministerio del Ambiente 2015a).

Mamíferos medianos y grandes

Para determinar la presencia de éstos se hicieron avistamientos y registros indirectos como huellas, fecas y madrigueras. También se tomaron en cuenta referencias de pobladores. Se registraron datos de ubicación, tipo de vegetación y número de individuos, como lo recomienda la literatura especializada (Ministerio del Ambiente 2015a).

Los datos obtenidos para la zona de operaciones y la zona de abastecimiento de agua fueron analizados en forma separada. Se elaboraron matrices de abundancias de roedores capturados en cada transecto de muestreo para cada zona, calculando el índice de diversidad de Shannon y Wiener (H'), así como la equidad de Pielou (J') y riqueza de Margalef (d). Mientras que los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos.

Se compararon las abundancias relativas totales de las especies de roedores capturadas tanto en la época húmeda como en la época seca. No se trabajó con abundancias absolutas por la diferencia entre el esfuerzo de captura entre una y otra época. Asimismo, se elaboraron matrices de abundancia de roedores capturados en cada formación vegetal en las diferentes áreas de evaluación. La abundancia relativa de las especies capturadas se calculó utilizando el índice de captura: número de individuos por cada 100 trampas-noche. Adicionalmente, se determinó la amplitud de nicho de las especies de roedores capturados, como una medida de la extensión o diversidad de los recursos que utiliza cada una de ellas. Todo ello guarda coherencia con lo que se sugiere regularmente para las evaluaciones de mamíferos menores (Ministerio del Ambiente 2015a).

Se seleccionaron especies importantes tomando en cuenta su importancia en conservación, su estado en las listas de conservación nacional (D.S. N°034-2004-AG)

y/o internacional de acuerdo con la lista roja de la IUCN (2007) y a los apéndices de la CITES (2007). Asimismo se tomó en cuenta la importancia ecológica y socioeconómica de las especies registradas. Como ocurre con las aves, es importante notar que el D.S. N°034-2004-AG ha sido actualizado mediante D.S. N°004-2014-MINAGRI, mientras que los listados de UICN y los apéndices CITES siguen vigentes.

Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles se evaluaron mediante capturas oportunistas y búsquedas intensivas en zonas de mayor posibilidad de encontrar estos especímenes. Para el caso de reptiles se removieron las piedras y rocas para su captura. En el caso de los anfibios, esta búsqueda fue en los cuerpos de agua y/o zonas húmedas, lugares que mayormente frecuentan. En ese sentido, no se obtuvieron datos cuantitativos de herpetofauna. Estas prácticas de captura u observación oportunista se incluyen entre los métodos estándar para evaluar anfibios y reptiles (Ministerio del Ambiente 2015a).

¿La metodología para evaluar la fauna silvestre se adecuó a la legislación vigente en el momento que realizó la Línea Base Ambiental? En general, hasta el año 2015, los inventarios de animales silvestres en el país se realizaban con diferentes criterios y metodologías, por lo que los resultados no necesariamente eran comparables; recién en el año 2015, el Ministerio del Ambiente aprobó, mediante Resolución Ministerial 057-2015-MINAM, la “Guía de inventario de la fauna silvestre”; es decir, hasta antes de dicha guía no existía una norma que oficializara una metodología estándar para la evaluación de animales silvestres en el Perú.

7.5. Análisis de los cambios en la cobertura vegetal

7.5.1. Análisis de coberturas con sensores remoto

El levantamiento de la información de la cobertura de la tierra mediante el uso de sensores remotos y herramientas del SIG (Sistema de Información Geográfica) proporciona información fundamental para los estudios ambientales, ya que proporcionan información para entender la distribución de las poblaciones, así como para describir las comunidades biológicas presentes.

Actualmente para este tipo de estudios emplean principalmente las herramientas y técnicas de la teledetección. Ésta se define como el proceso de adquisición de información a distancia, sin que exista contacto físico entre la fuente de información, objeto y el receptor de la misma y el sensor (Montoya, 1996).

7.5.2. Leyenda del Mapa de Cobertura Vegetal

La metodología empleada para la realización de los Mapas de Cobertura Vegetal empleó una leyenda jerárquica, basada en la adaptación para la Región Andina de la leyenda CORINE LandCover (CDC-UNALM *et al.* 2012). Esta leyenda que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático (niveles de la leyenda jerárquica).

Cuadro 1. Leyenda empleada en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones

Cobertura Vegetal	
Zona de Abastecimiento de Agua	Zona de Operaciones
Afloramiento Rocoso	Afloramiento rocoso
Bofedales	Bofedales
Caminos	Cactáceas
Césped de Puna	Caminos
Césped de puna asociado al Bofedal	Césped de Puna
Laguna	Estanque
Nevado	Matorral
Pajonal	Pajonal
Pedregal	Pedregal
Ríos	Plantaciones
Salar	Polylepis
Tierra desnuda	Ríos y quebradas
	Territorios agrícolas
	Tierra desnuda
	Vegetación ribereña
	Zonas de extracción minera
	Zonas urbanizadas

7.5.3. Área de trabajo:

El área de trabajo se extendió en las áreas de trabajo definidas en la Línea Base Ambiental: Zona de Abastecimiento de Agua y Zona de Operaciones, pertenecientes respectivamente a los cuadrantes: 2/72 y 3/72.

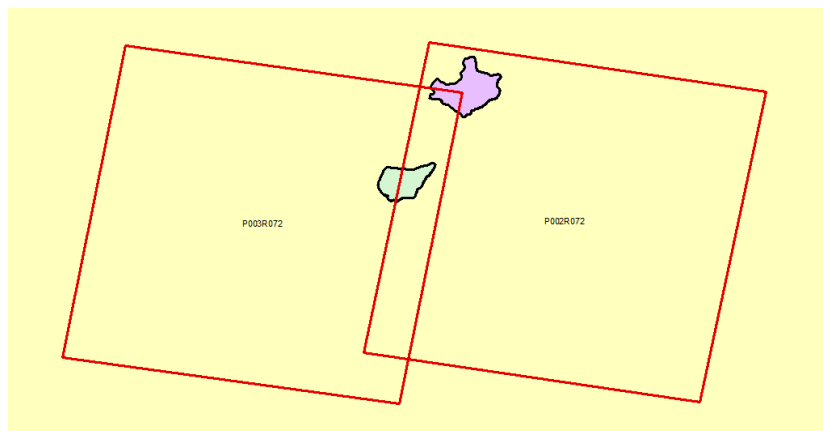


Figura 1. Áreas de trabajo analizadas

Cuadro 2. Imágenes LANDSAT descargadas para la interpretación

Imágenes LANDSAT				
Zona	Path	Row	Satélite	Fecha
Zona de Abastecimiento de Agua	002	072	LANDSAT 8	31/05/2014
Zona de Operaciones	003	072	LANDSAT 8	06/05/2014
Zona de Abastecimiento de Agua	002	072	LANDSAT 5	25/05/2006
Zona de Operaciones	003	072	LANDSAT 5	16/05/2006

7.5.4. Materiales y equipos

- ❖ Imágenes satelitales Landsat 8¹ que abarcan los siguientes cuadrantes 272y 372.
- ❖ Imágenes satelitales Landsat 5² que abarcan los siguientes cuadrantes 272y 372.
- ❖ Computadora LG con procesador Intel(R) Core (TM) i7, RAM 16 GB y sistema operativo de 64 bits.
- ❖ Software ArcGis

7.5.5. Metodología

La metodología empleada para la elaboración de los mapas de cobertura vegetal, se basó en la propuesta metodológica desarrollada en el proyecto “Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina - Componente Nacional Perú – Primera Etapa – 2012” (CDC-UNALM *et al.* 2012). Esta propuesta metodológica fue desarrollada por la UNALM, a través de dos instituciones: el Centro de Datos para la Conservación (CDC-UNALM) y el Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG (LTA-UNALM). En un esfuerzo conjunto con especialistas de la Dirección General de Ordenamiento Territorial del MINAM (DGOT-MINAM), así como con la participación de especialistas de los cuatro países miembros de la Comunidad Andina.

Esta metodología se basa en una clasificación supervisada en base a segmentos, empleando el algoritmo de clasificación RandomForest, implementado a través del paquete estadístico de RandomForest (Liaw y Wiener 2002), mediante la plataforma del R Project (v. 2.15). El algoritmo RandomForest es un algoritmo de clasificación no lineal, compuesto por cientos de árboles de decisiones, que permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información, maximizando así las diferencias de las variables que se quieren clasificar (Breiman 2001, Perichinsky 2007).

7.5.6. Resultados

a) Unidades de cobertura vegetal

A continuación se presenta las coberturas vegetales determinadas para el análisis de cobertura vegetal del presente estudio:

¹ Imágenes Landsat 8, con resolución espacial de 30 metros, pero con un mejoramiento de la resolución espacial a 15 metros. Descargadas de la base de datos de la USGS - U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

² Imágenes Landsat 5, con resolución espacial de 30 metros. Descargadas de la base de datos de la USGS - U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Zona de Abastecimiento de Agua - ZAA

Áreas naturales con vegetación o muy poca vegetación

- Bofedales
- Césped de Puna
- Césped de puna asociado al Bofedal
- Pajonal
- Tierra desnuda o con poca vegetación

Áreas naturales sin vegetación

- Pedregal
- Afloramiento Rocoso

Superficies de agua

- Ríos
- Laguna
- Salar
- Nevado

Territorios artificializados

- Caminos

Zona de Operaciones - ZO

Áreas naturales con vegetación o muy poca vegetación

- Bofedales
- Cactáceas
- Césped de Puna
- Matorral
- Pajonal
- Polylepis
- Vegetación ribereña
- Tierra desnuda o con poca vegetación

Áreas naturales sin vegetación

- Pedregal
- Afloramiento rocoso

Superficies de agua

- Ríos y quebradas

Territorios artificializados

- Territorios agrícolas
- Zonas de extracción minera
- Zonas urbanizadas
- Caminos
- Plantaciones

b) Grandes unidades de cobertura vegetal

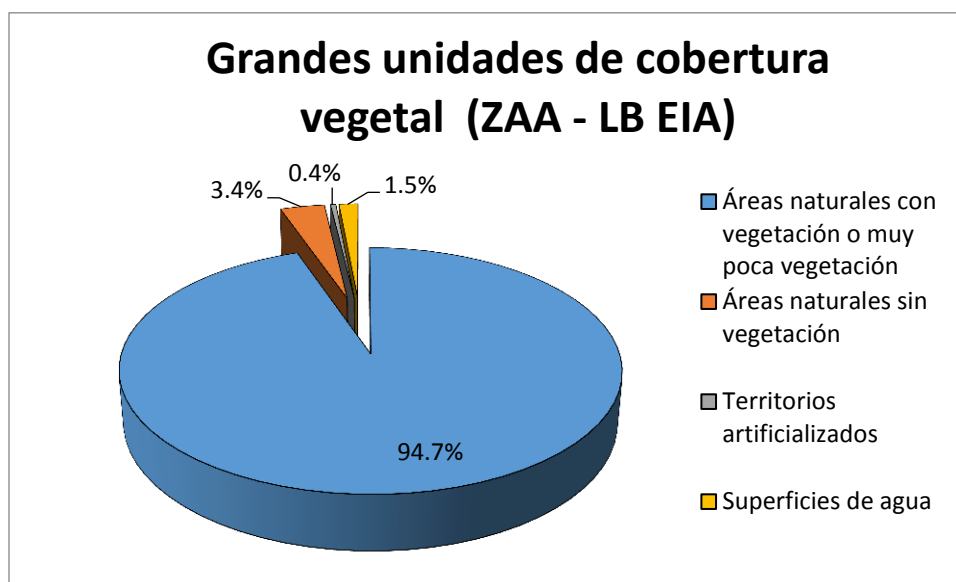


Figura 2. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (LB EIA)

Grandes unidades de cobertura vegetal (ZAA - MAP 2015)

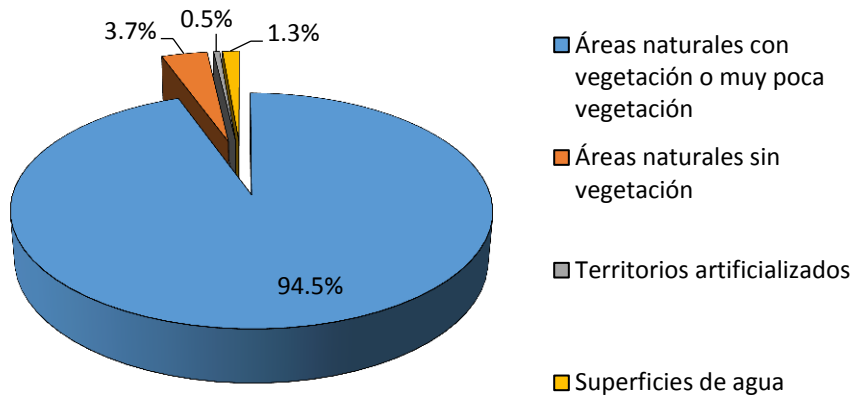


Figura 3. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (MAP 2015)

Grandes unidades de cobertura vegetal (ZO - LB EIA)

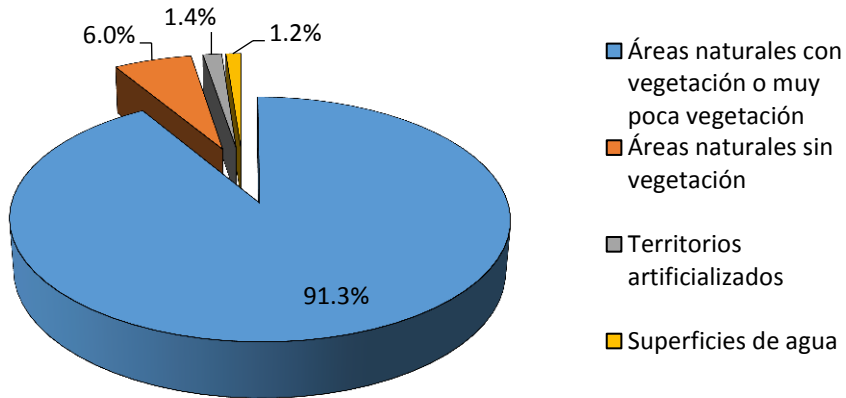


Figura 4. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (LB EIA)

Grandes unidades de cobertura vegetal (ZO - MAP 2015)

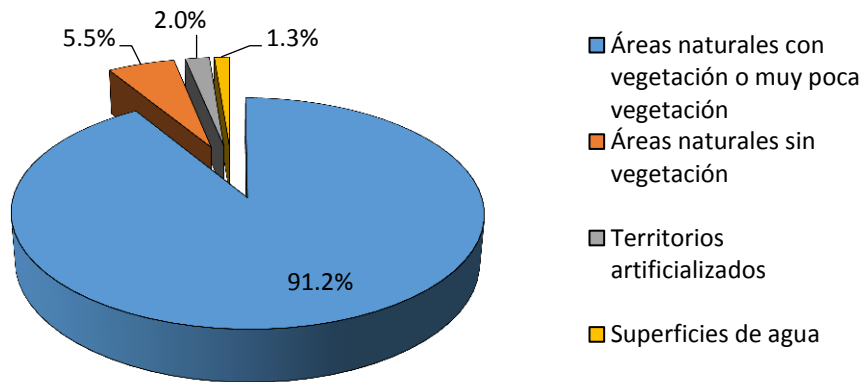


Figura 5. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (MAP 2015)

c) Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua - ZAA

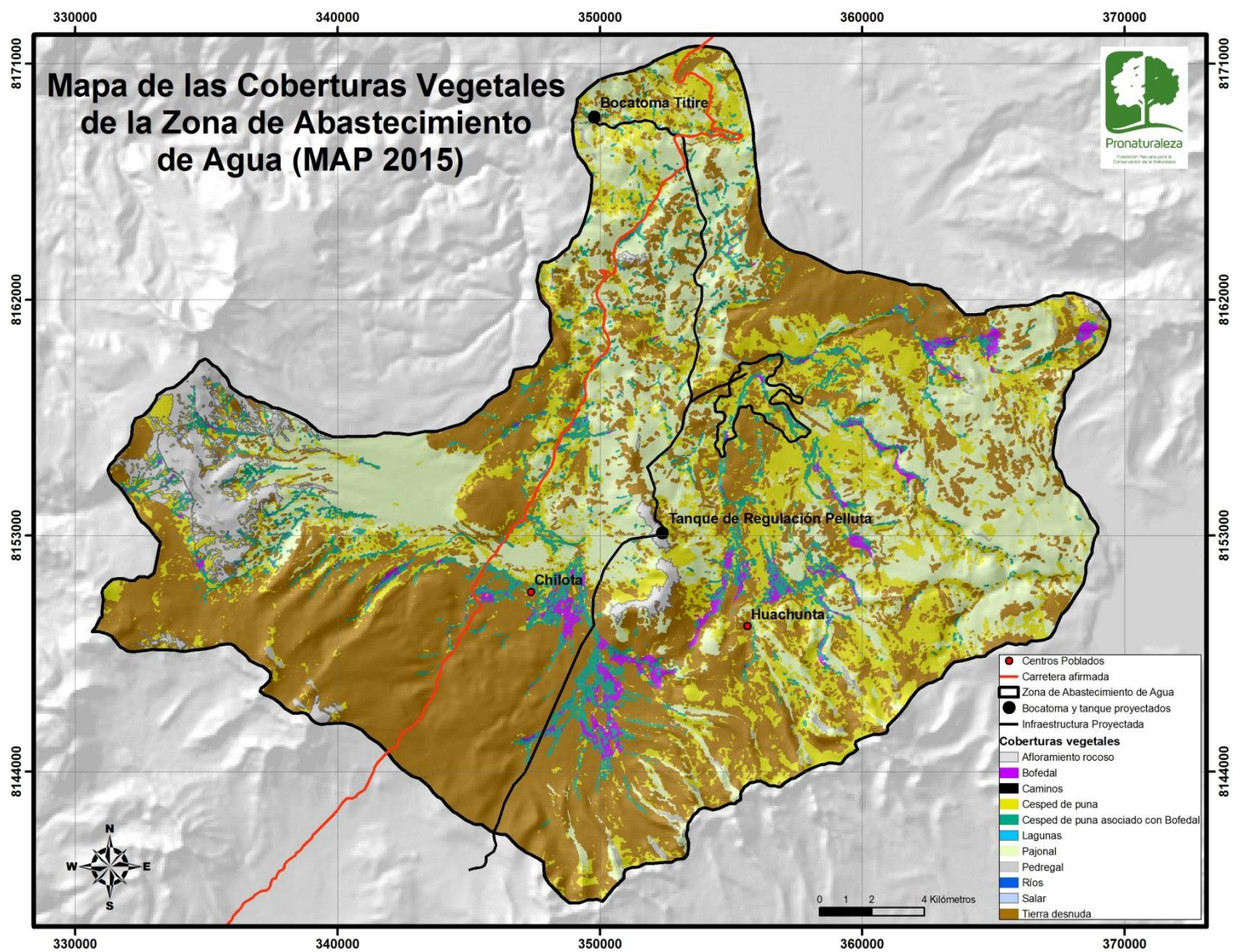


Figura 6. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) – MAP 2015

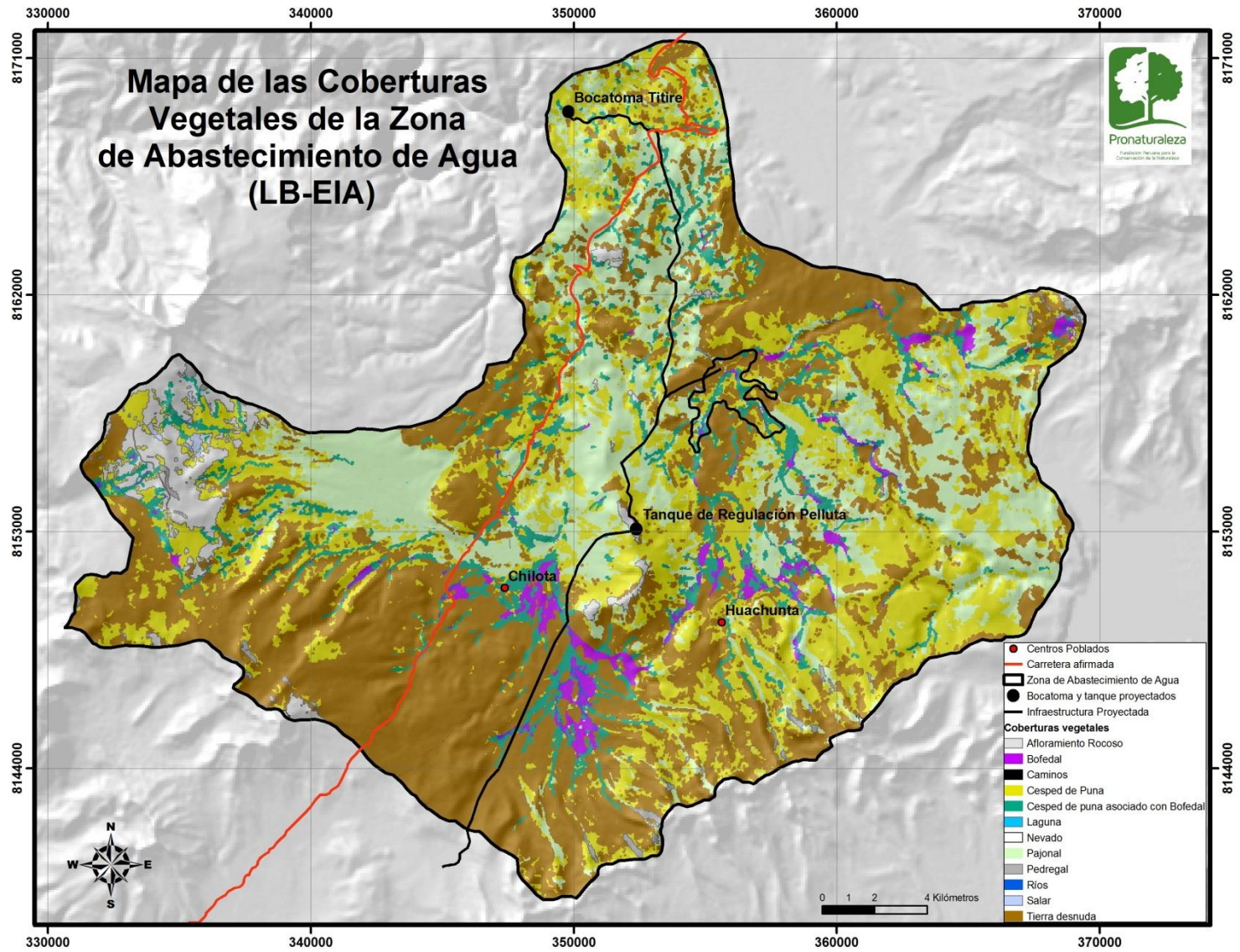


Figura 7. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) - LB-EIA

d) Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones - ZO

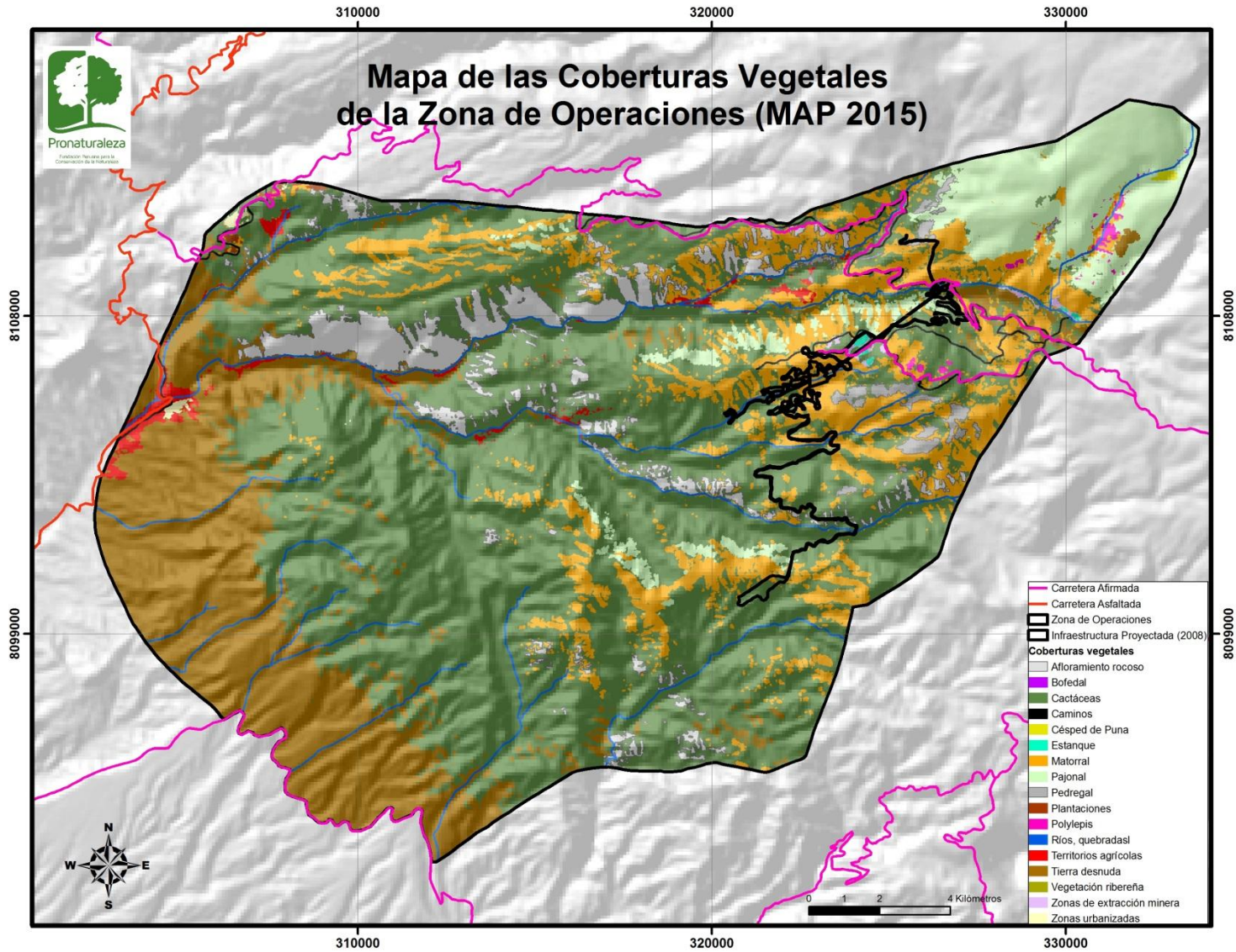


Figura 8. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) - MAP2015

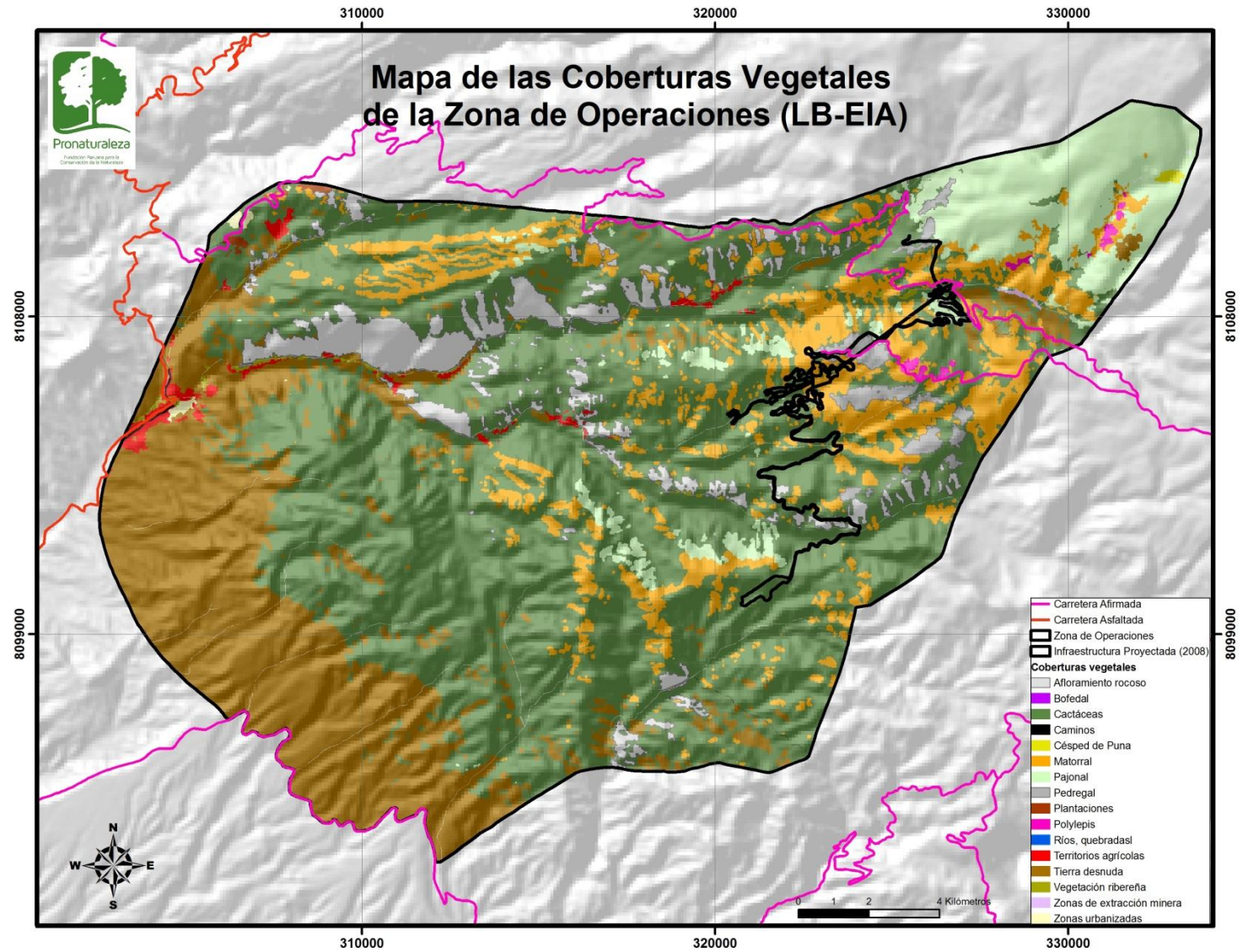


Figura 9. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) – LB-EIA

e) Análisis de los cambios de Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cuadro 3. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZAA, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cobertura Vegetal	Extensión ZAA MAP 2015 (Ha)		Extensión ZAA LB EIA (Ha)		Variación de la extensión respecto al LB EIA *	% de cambio respecto al LB EIA
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Afloramiento Rocoso	2,066.16	3.30%	1,814.73	2.90%	251.44	13.90%
Bofedales	1,539.77	2.50%	1,635.82	2.60%	-96.06	-5.90%
Caminos	303.29	0.50%	256.97	0.40%	46.32	18.00%
Césped de Puna	13,104.48	20.90%	16,562.26	26.40%	-3,457.78	-20.90%
Césped de puna asociado al bofedal	2,221.88	3.50%	3,108.85	4.90%	-886.97	-28.50%
Laguna	7.07	0.00%	15.03	0.00%	-7.97	-53.00%
Nevado			8.48	0.00%	-8.48	-100.00%
Pajonal	19,227.61	30.60%	14,921.52	23.80%	4,306.09	28.90%
Pedregal	255.6	0.40%	337.23	0.50%	-81.63	-24.20%
Ríos	775.5	1.20%	831.05	1.30%	-55.55	-6.70%
Salar	61.7	0.10%	72.3	0.10%	-10.6	-14.70%
Tierra desnuda	23,245.75	37.00%	23,244.55	37.00%	1.2	0.00%
Total	62,808.79	100.00%	62,808.79	100.00%		

*Valores positivos indican aumento de la extensión y valores negativos indican disminución de la extensión de la cobertura vegetal

A partir de este análisis multitemporal de las coberturas vegetales se destacan cambios en la extensión y distribución de las coberturas vegetales en la ZAA, destacando:

La contracción del nevado hacia su centro, dejando expuesta las superficies rocosas, de allí el aumento de la cobertura afloramiento rocoso.

Un cambio interesante es la disminución de la extensión de los bofedales y lagunas altoandinas, las cuales abren paso para el avance del césped de puna y el césped de puna asociado a los bofedales. Así mismo el desplazamiento de estas coberturas permite el avance de los pajonales logrando así dominar estos espacios, de allí el aumento en su extensión en casi una tercera parte. Teniendo en cuenta que el periodo de análisis es de 8 años (2006 - 2014) se podría inferir que parte de estos cambios en las extensiones y distribución de la cobertura vegetal puedan deberse a cambios en el régimen hídrico en la zona, influenciados en cierta medida por los cambios en los patrones climáticos.

Cuadro 4. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZO, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cobertura Vegetal	Extensión ZO MAP 2015 (Ha)		Extensión ZO LB EIA (Ha)		Variación de la extensión respecto al LB EIA *	% de cambio respecto al LB EIA
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Afloramiento rocoso	1,876.78	4.80%	1,940.65	5.00%	-63.87	-3.30%
Bofedales	4.97	0.00%	4.63	0.00%	0.34	7.40%
Cactáceas	22,081.56	56.40%	21,672.25	55.30%	409.3	1.90%
Caminos	153.67	0.40%	114.82	0.30%	38.85	33.80%
Césped de Puna	13.77	0.00%	19.08	0.00%	-5.31	-27.80%
Estanque	20.14	0.10%				
Matorral	4,339.03	11.10%	3,718.81	9.50%	620.22	16.70%
Pajonal	2,581.74	6.60%	2,759.46	7.00%	-177.72	-6.40%
Pedregal	284.91	0.70%	425.94	1.10%	-141.02	-33.10%
Plantaciones	47.2	0.10%	52.02	0.10%	-4.82	-9.30%
Polylepis	60.53	0.20%	64.77	0.20%	-4.25	-6.60%
Ríos y quebradas	489.72	1.30%	457.06	1.20%	32.66	7.10%
Territorios agrícolas	451.77	1.20%	331.18	0.80%	120.59	36.40%
Tierra desnuda	6,588.38	16.80%	7,448.13	19.00%	-859.75	-11.50%
Vegetación ribereña	65.86	0.20%	90.49	0.20%	-24.63	-27.20%
Zonas de extracción minera	60.87	0.20%	15.19	0.00%	45.68	300.80%
Zonas urbanizadas	46.8	0.10%	53.22	0.10%	-6.42	-12.10%
Total	39,167.70	100.00%	39,167.70	100.00%		

*Valores positivos indican aumento de la extensión y valores negativos indican disminución de la extensión de la cobertura vegetal

Del mismo modo, aunque menores que los que se registraron en la ZAA, en el caso de la ZO resaltan cambios en la extensión y distribución de las coberturas vegetales, tales como:

La escasa disminución de las superficie con tierra desnuda y el aumento en extensión las cactáceas y Matorrales. Del mismo modo, se destaca la disminución de los pajonales y el avance de los matorrales en eso espacios.

Durante el periodo de análisis se reporta un aumento de las actividades operativas, de allí el aumento de la extensión de la zona de extracción minera y los caminos en la zona.

7.6. Metodología propuesta para la validación

La metodología propuesta ha sido desarrollada expresamente para este estudio, siguiendo procedimientos, protocolos, estándares y prácticas empleados ampliamente para evaluaciones de flora y fauna, ya que luego de una exhaustiva búsqueda de antecedentes en la literatura no fue posible ubicar un antecedente que se ajustara a este tipo de estudios.

Más aún por la peculiaridad de tratarse de un estudio de Línea Base Biológica desarrollado con anterioridad; de modo que pueden haber ocurrido cambios en el entorno, ya sea por condiciones naturales (por sucesión vegetal o simple efecto de los factores climáticos) o por factores presumiblemente atribuibles a actividades humanas.

El objetivo de la intervención de ProNaturaleza es interpretar de la manera más objetiva posible los eventuales cambios y analizar a qué procesos se puede atribuir estos.

En ese sentido, es necesario no perder de vista que los animales y plantas silvestres, a diferencia de otros elementos naturales, pueden ser muy dinámicos en cuanto a su desarrollo poblacional y movimientos.

Por lo que la ausencia de una especie en un muestreo no necesariamente es evidencia de su inexistencia o desaparición, de manera que la interpretación de los cambios en la estructura y composición de las comunidades de animales y plantas tiene un nivel de complejidad que no se presenta en otros campos de las ciencias naturales.

Se identificaron los cambios en las coberturas vegetales, analizando las variaciones en términos de distribución y extensión; para este último se cuantificó la variación de la superficie de la cobertura vegetal respecto al año inicial de análisis (LB EIA).

Luego se vincularon los resultados de los análisis de las coberturas vegetales con la información de los componentes de flora y fauna silvestre evaluados. A través de los gráficos de rango-abundancia de géneros por cobertura vegetal, desarrollados para los componentes de flora silvestre y avifauna. Con la finalidad de analizar los efectos de

los cambios de las coberturas vegetales sobre la estructura y composición de las comunidades evaluadas.

Se empleó la comparación de los gráficos de rango-abundancia, para el LB EIA y el MAP 2015, a nivel de géneros por cobertura vegetal; este análisis compara la estructura de la comunidad, a través de la dominancia de los géneros del componente de flora y fauna silvestre, según la cobertura vegetal respectiva.

Se vincularon ambos análisis mediante los cambios en la cobertura vegetal reportados para las respectivas zonas analizadas (zona de abastecimiento de agua y zona de operaciones), donde se identificaron aquellas coberturas vegetales que experimentaron cambios más notorios (ver el siguiente cuadro).

Cuadro 5. Coberturas vegetales analizadas para la validación

Zona de Operaciones	Cactáceas
	Matorrales
	Pajonal
	Tierra desnuda
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna
	Césped de puna asociado a los bofedales
	Pajonal
	Bofedal

Se evaluó el efecto de los cambios en las coberturas vegetales reportados en el tiempo, sobre la estructura de la comunidad, en términos de la dominancia, para cada cobertura vegetal analizada, según el componente, la zona y época evaluada.

Para lo cual se establecieron cuartiles en el gráfico de rango-abundancia de géneros, considerando a los géneros que se encontraban en el primer cuartil como aquellos géneros dominantes en la comunidad y aquellos que se encontraban en el tercer y último cuartil como subordinados.

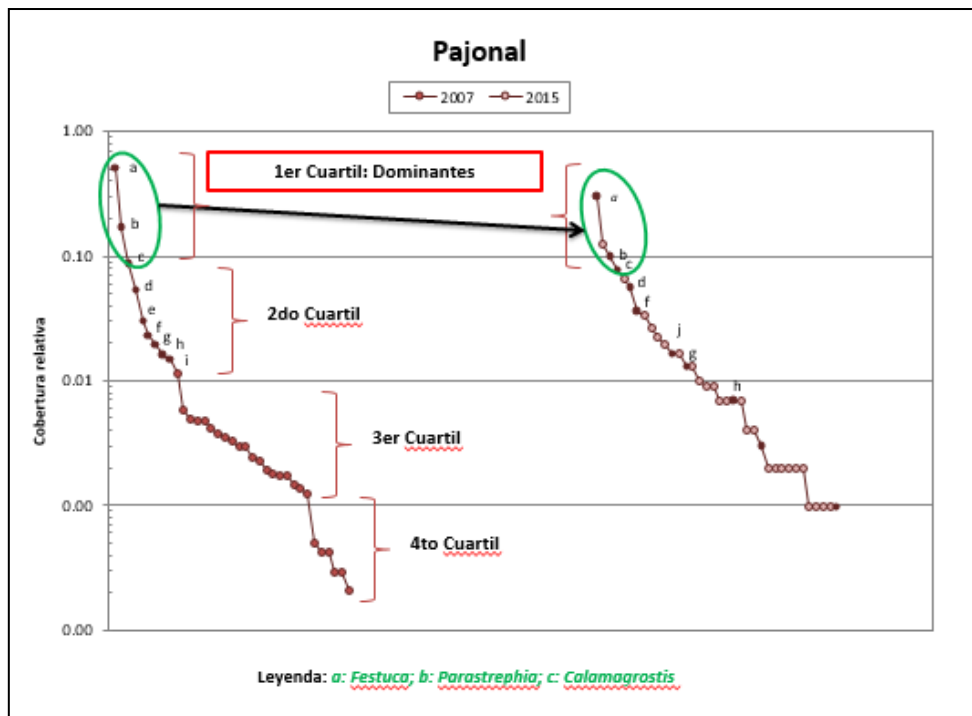


Figura 10. Identificación de la estructura jerárquica de la comunidad

Se verificó la permanencia o variación de las posiciones de los grupos dominantes y subordinados entre las evaluaciones, a fin de notar los cambios en cuanto a las estructuras de las comunidades evaluadas. Del mismo modo, se identificaron los cambios en la composición de las comunidades.

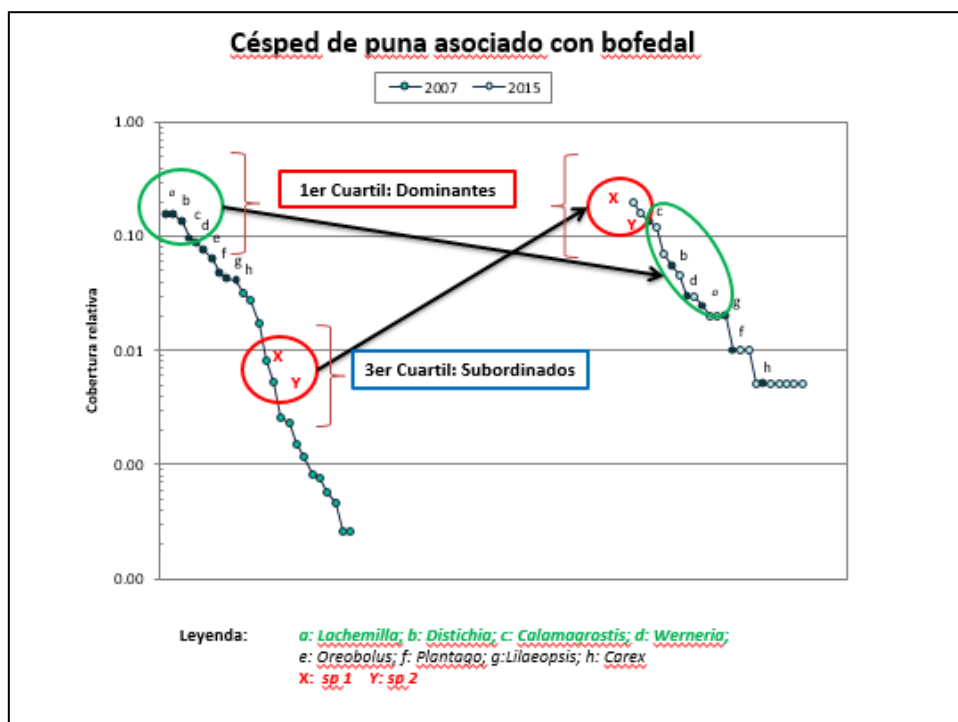


Figura 11. Identificación de los cambios en la estructura de la comunidad

Se consideró como cambio moderado a aquellos casos en donde se cambia drásticamente la estructura y composición de la comunidad, ya sea porque cambien casi todos los elementos del nivel dominante (varían a otras posiciones o desaparecen), o porque hay un ordenamiento diferente con distintos elementos a los iniciales. Así mismo, los cambios leves se atribuyeron a los casos cuando se presentaron pocos cambios en las posiciones de la jerarquía, pero en general los elementos del nivel dominante se mantuvieron en el tiempo.

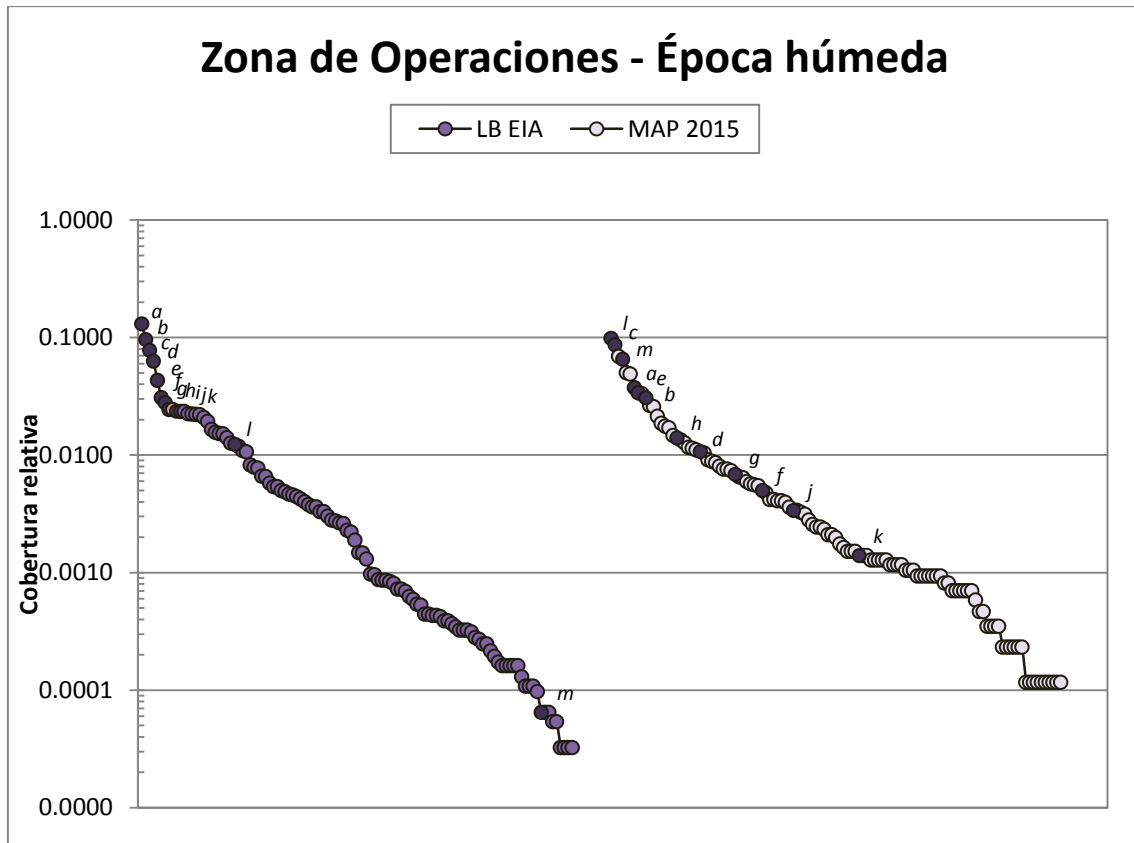
Además, para complementar este análisis se identificó, según información bibliográfica, la sensibilidad de las especies a disturbios o alteraciones antrópicas y su posible relación con estos cambios.

7.7. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por zonas (LB EIA – MAP 2015)

7.7.1. Flora Silvestre

7.7.1.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Baccharis*; b: *Fabiana*; c: *Ambrosia*; d: *Stipa*; e: *Festuca*; f: *Cumulopuntia*; g: *Adesmia*; h: *Chersodoma*; i: *Cortaderia*; j: *Bougainvillea*; k: *Azorella*; l: *Plantago*; m: *Vulpia*

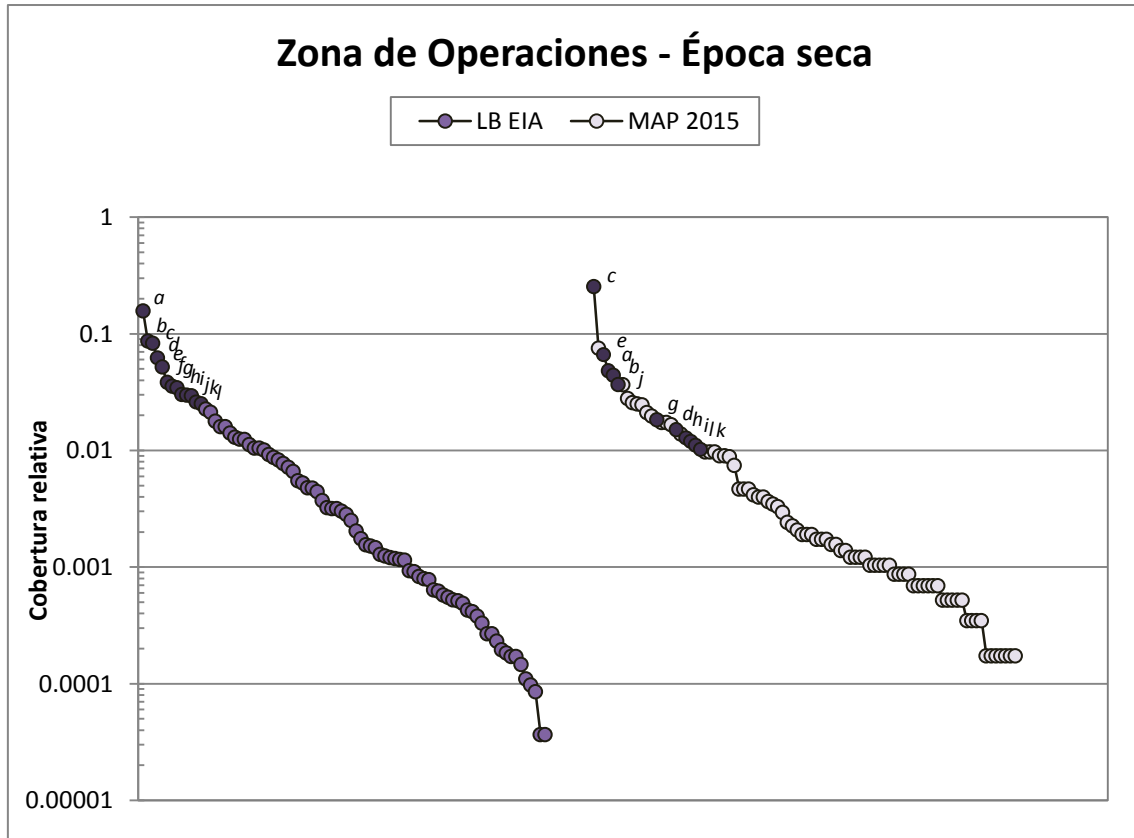
Figura 12. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona operaciones durante la época húmeda.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 58% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción del género *Cortaderia*. Con respecto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia: *Baccharis*, *Fabiana* y *Ambrosia*, se mantienen en el grupo dominante con algunas variaciones en su jerarquía.

De las variaciones más resaltantes, se observa la disminución de la jerarquía del género *Stipa*, que deja de ocupar el grupo de mayor dominancia. La abundancia del género *Plantago* aumenta y se posiciona como el género con mayor dominancia en la última evaluación. Así mismo, el género *Vulpia* aumenta de forma notoria su dominancia y pasa de ocupar un nivel suprimido a posicionarse en el grupo de mayor dominancia.

❖ **Zona de Operaciones – Época seca**



Leyenda: a: *Baccharis*; b: *Fabiana*; c: *Ambrosia*; d: *Stipa*; e: *Schinus*; f: *Ophryosporus*; g: *Adesmia*; h: *Parastrephia*; i: *Opuntia*; j: *Dilpstephium*; k: *Festuca*; l: *Bougainvillea*; m: *Vulpia*

Figura 13. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015)

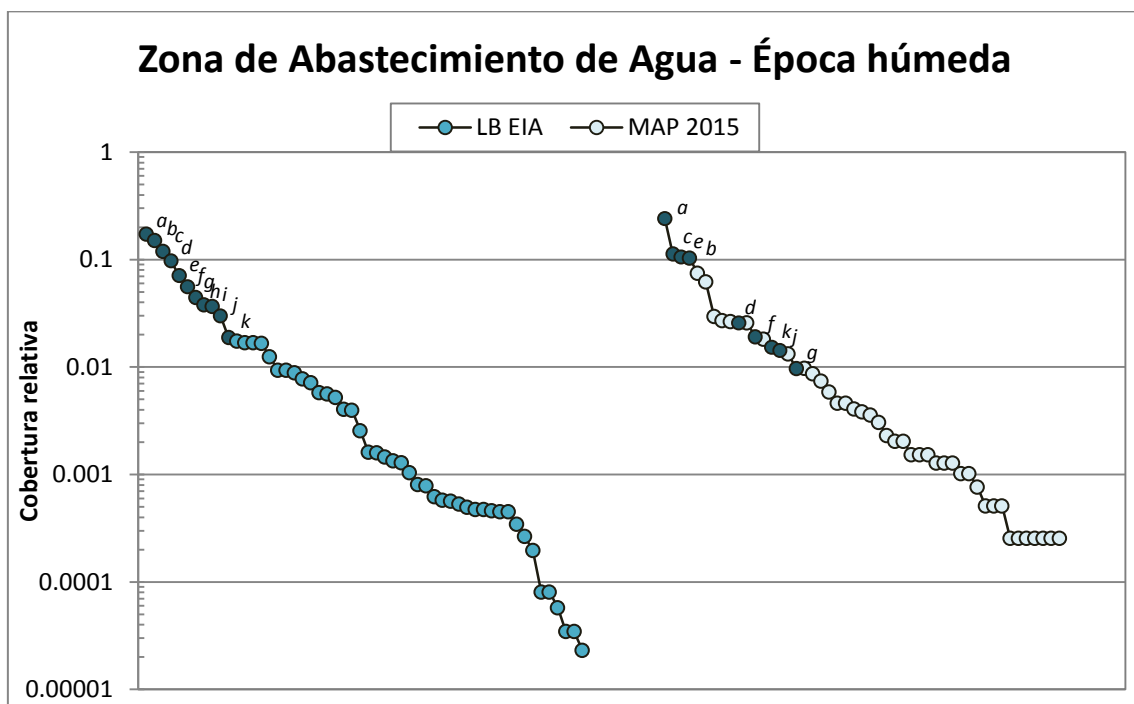
Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona operaciones durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 56% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año. En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia: *Baccharis*, *Fabiana* y *Ambrosia* se mantienen en el grupo dominante con algunas variaciones en su jerarquía. El género *Ambrosia* se posiciona en el nivel más alto de la jerarquía y el género *Baccharis* es desplazado por los géneros *Vulpia* y *Schinus*. La mayoría de géneros de dominancia media mantiene su jerarquía en la última evaluación.

De las variaciones más notorias, se observa la aparición del género *Vulpia* y su posicionamiento en el grupo de mayor dominancia. Por otra parte, se presenta la disminución de la jerarquía del género *Stipa*, que deja de ocupar el grupo de mayor dominancia.

7.7.1.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Festuca*; b: *Distichia*; c: *Calamagrostis*; d: *Werneria*; e: *Parastrephia*; f: *Lachemilla*; g: *Plantago*; h: *Oreobolus*; i: *Alchemilla*; j: *Lilaeopsis*; k: *Stipa*; l: *Oxychloe*; m: *Eleocharis*

Figura 14. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

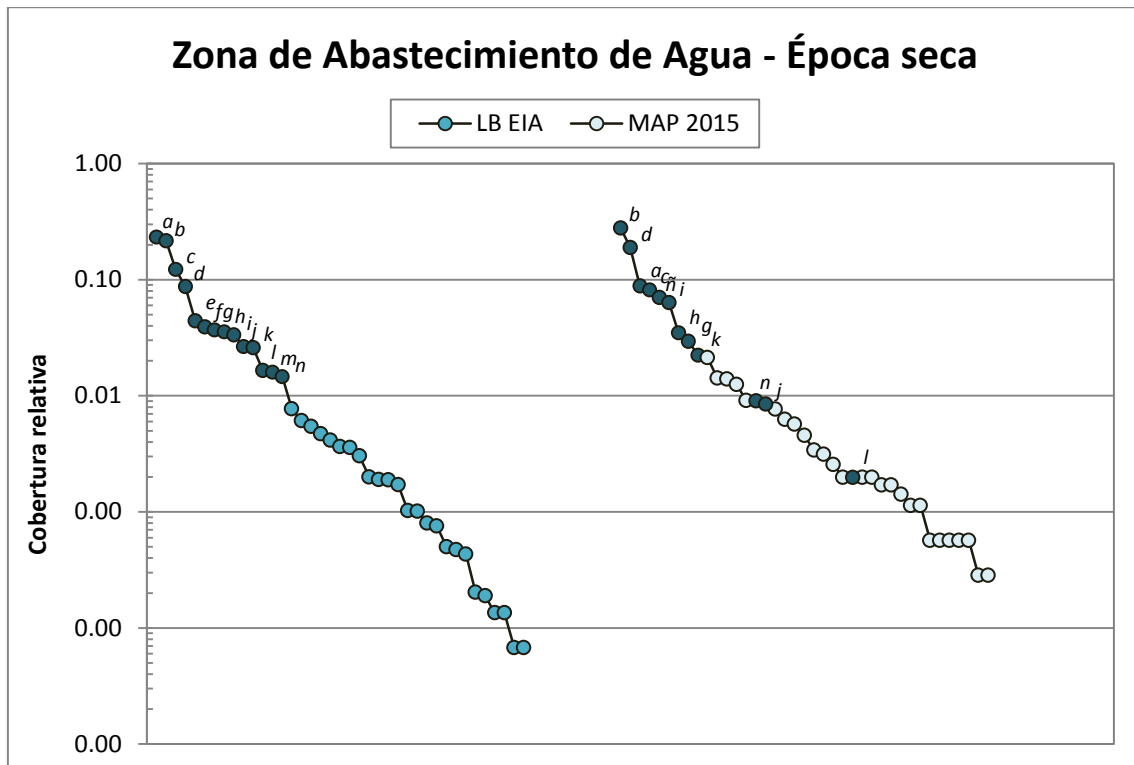
Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época húmeda.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 31% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que la mayoría de los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción de los géneros *Oreobolus* y *Alchemilla*.

En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia se mantienen para ambos años de evaluación, con algunas variaciones en su jerarquía. El género *Festuca* se mantiene como el género con mayor dominancia para ambas

evaluaciones. Los géneros *Distichia* y *Calamagrostis* continúan en el grupo dominante, ahora acompañados de los géneros *Parastrephia* y *Oxychloe* (este último género aparece en la última evaluación). Por otro lado, se observa que la abundancia del género *Werneria* disminuye ocupando el grupo de dominancia media. Se observa la aparición del género en el cuartil superior de la estructura de la comunidad del último año de evaluación.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Festuca*; c: *Calamagrostis*; d: *Parastrephia*; e: *Cyperus*; f: *Juncus*; g: *Lachemilla*; h: *Pycnophyllum*; i: *Tetraglochin*; j: *Lilaeopsis*; k: *Werneria*; l: *Carex*; m: *Hypsela*; n: *Plantago*; ñ: *Oxychloe*

Figura 15. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 54% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en los cuartiles superiores de la jerarquía de la LB EIA, se observa que la mayoría de los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción de los géneros *Cyperus* y *Juncus*.

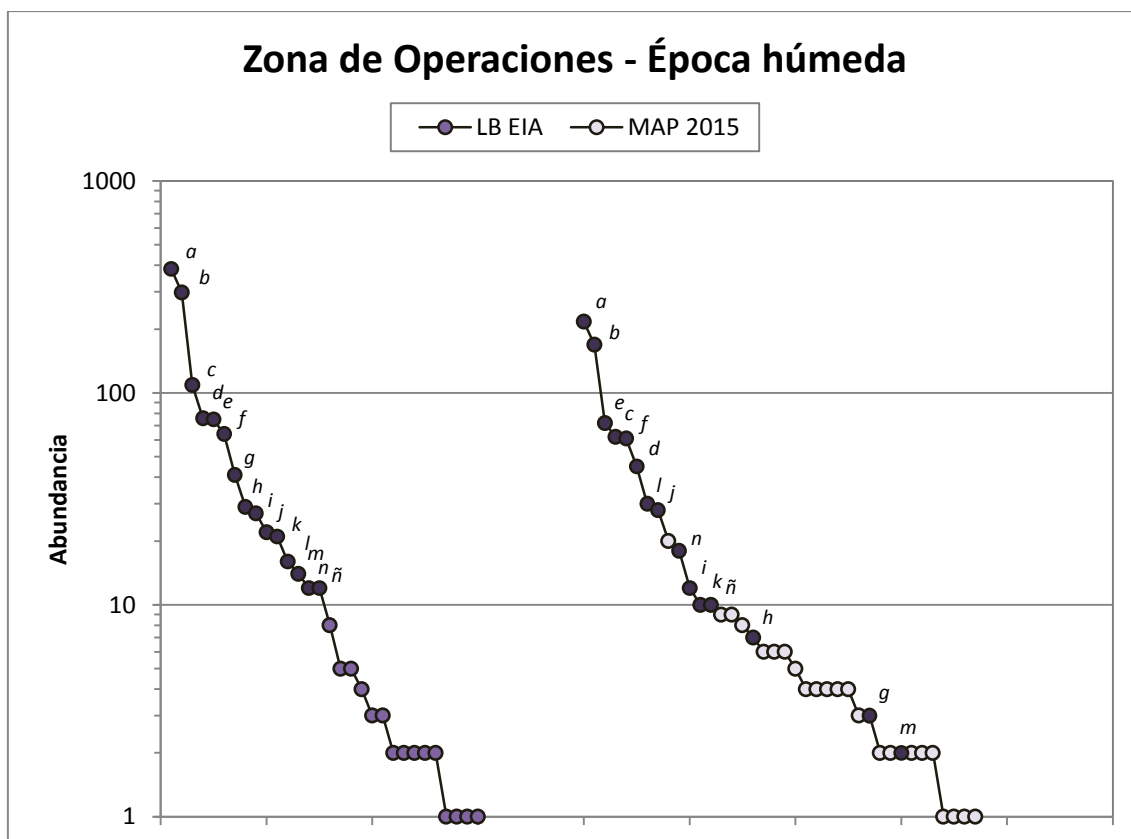
En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia se mantienen para ambos años de evaluación, con algunas variaciones en su jerarquía. Para el último año de evaluación se observa que *Festuca* se posiciona como el género de mayor dominancia, seguido de *Parastrephia*, *Distichia* y *Calamagrostis*. Por otro

lado, se observa la aparición del género *Oxychloe* en el cuartil superior de la estructura de la comunidad del último año de evaluación.

7.7.2. Avifauna

7.7.2.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Sporagra*; d: *Muscisaxicola*; e: *Metriopelia*; f: *Asthenes*; g: *Anairetes*; h: *Oreotrochilus*; i: *Conirostrum*; j: *Leptasthenura*; k: *Pygochelidon*; l: *Ochetorhynchus*; m: *Upucerthia*; n: *Cinclodes*; ñ: *Catamenia*

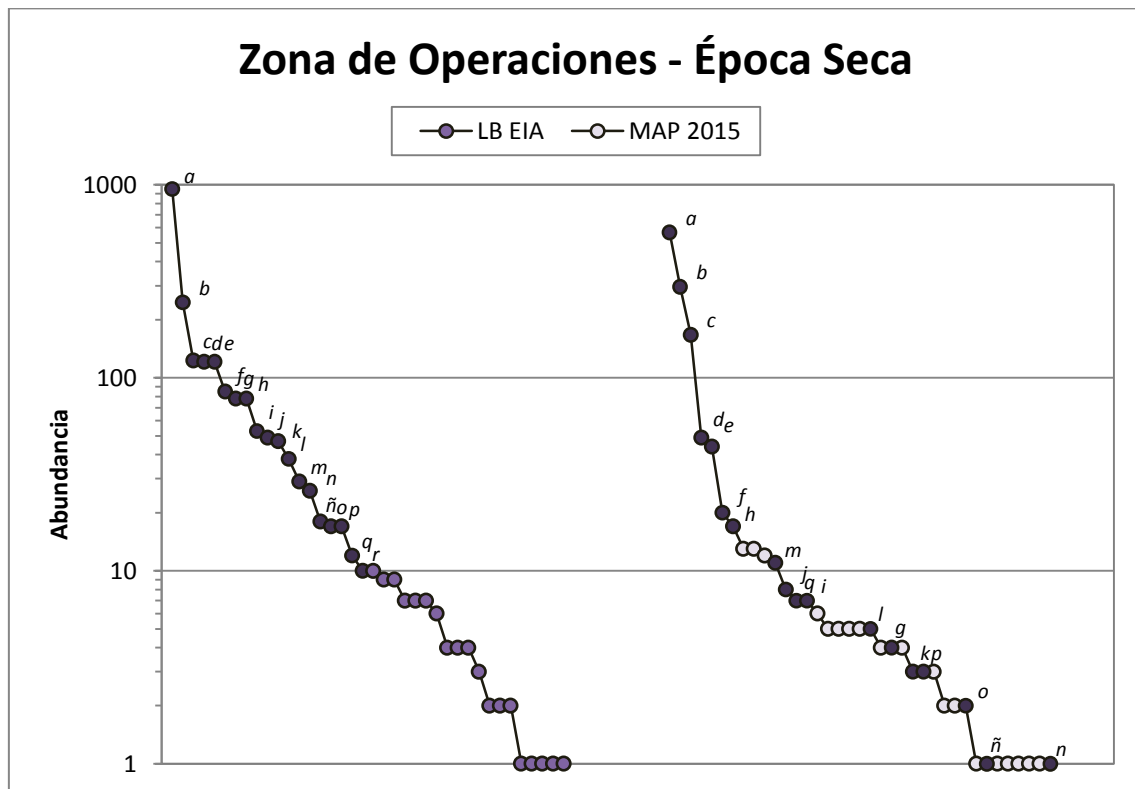
Figura 16. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

Durante la época húmeda, se observa que los cambios ocurridos entre la LB EIA y el MAP 2015, en la zona de operaciones, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 87% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para en la última. Por otro lado, todos los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, también se registran en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, se muestra que los géneros *Phrygilus* y *Sicalis* mantienen notoriamente su dominancia en ambas evaluaciones. Los géneros de dominancia media como *Sporagra*, *Muscisaxicola*, *Metriopelia* y *Asthenes* continúan ocupando esta misma jerarquía.

De las variaciones más notables, destaca la disminución de la posición de los géneros *Upucerthia* y *Anairetes* los cuales pasan a ocupar niveles subordinados en la última evaluación.

❖ Zona de Operaciones – Época seca



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Metriopelia*; d: *Asthenes*; e: *Sporagra*; f: *Leptasthenura*; g: *Anairetes*; h: *Muscisaxicola*; i: *Oreotrochilus*; j: *Cinclodes*; k: *Metallura*; l: *Patagona*; m: *Psilopsiagon*; n: *Ochthoeca*; ñ: *Conirostrum*; o: *Ochetorhynchus*; p: *Diglossa*; q: *Upucerthia*; r: *Tinamotis*

Figura 17. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época seca LB EIA –MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona operaciones durante la época seca.

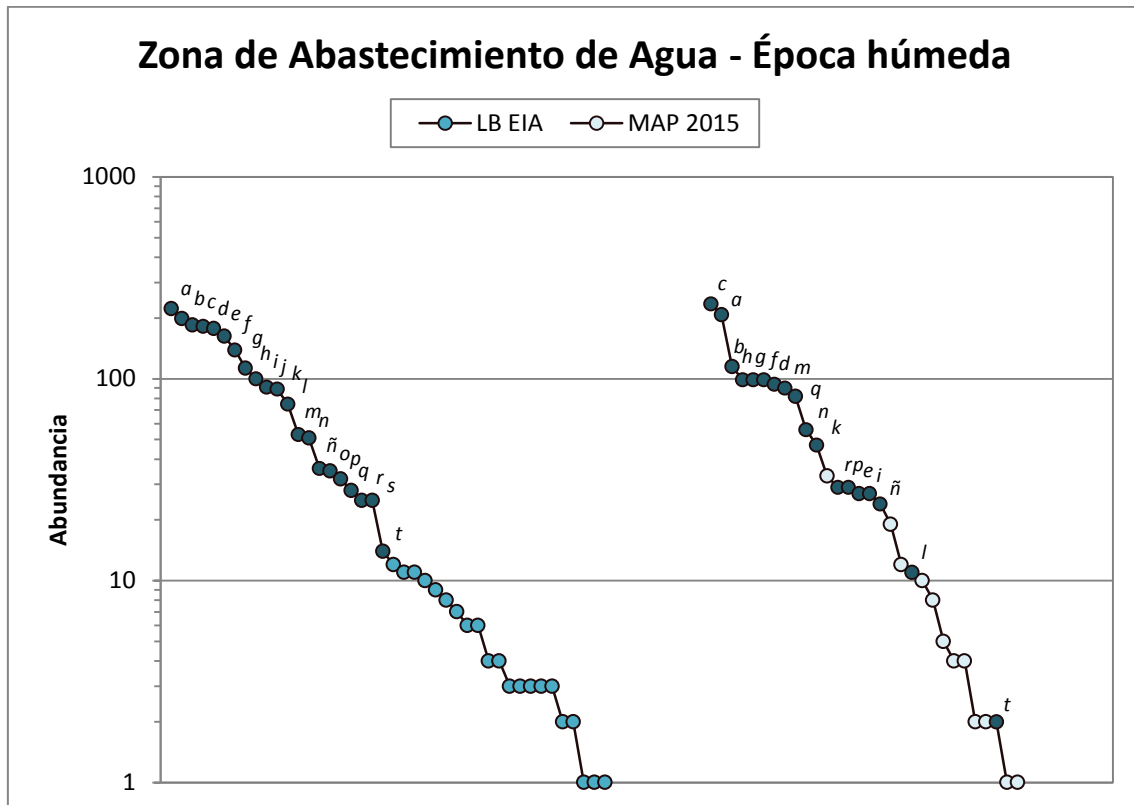
En cuanto a la composición de la comunidad, el 68% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. De los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción del género *Tinamotis*. Con respecto a la estructura de la comunidad, el grupo de géneros con mayor dominancia: *Sicalis*, *Phrygilus*, *Metriopelia*, *Asthenes* y *Sporagra*, mantienen, en este mismo orden, la jerarquía para ambos años de evaluación.

De las variaciones que se presentan, se observa la disminución de la jerarquía de algunos géneros de dominancia media en la primera evaluación. Los cambios más

notorios son la disminución de la abundancia del género *Ochthoeca* y *Conirostrum* los cuales se encuentran en el nivel suprimido de la estructura de la última evaluación.

7.7.2.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Geositta*; c: *Phrygilus*; d: *Muscisaxicola*; e: *Haplochelidon*; f: *Cinclodes*; g: *Thinocorus*; h: *Metriopelia*; i: *Lophonetta*; j: *Calidris*; k: *Pygochelidon*; l: *Diuca*; m: *Anas*; n: *Asthenes*; ñ: *Lessonia*; o: *Vanellus*; p: *Tinamotis*; q: *Psilopsiagon*; r: *Colaptes*; s: *Sporagra*; t: *Charadrius*

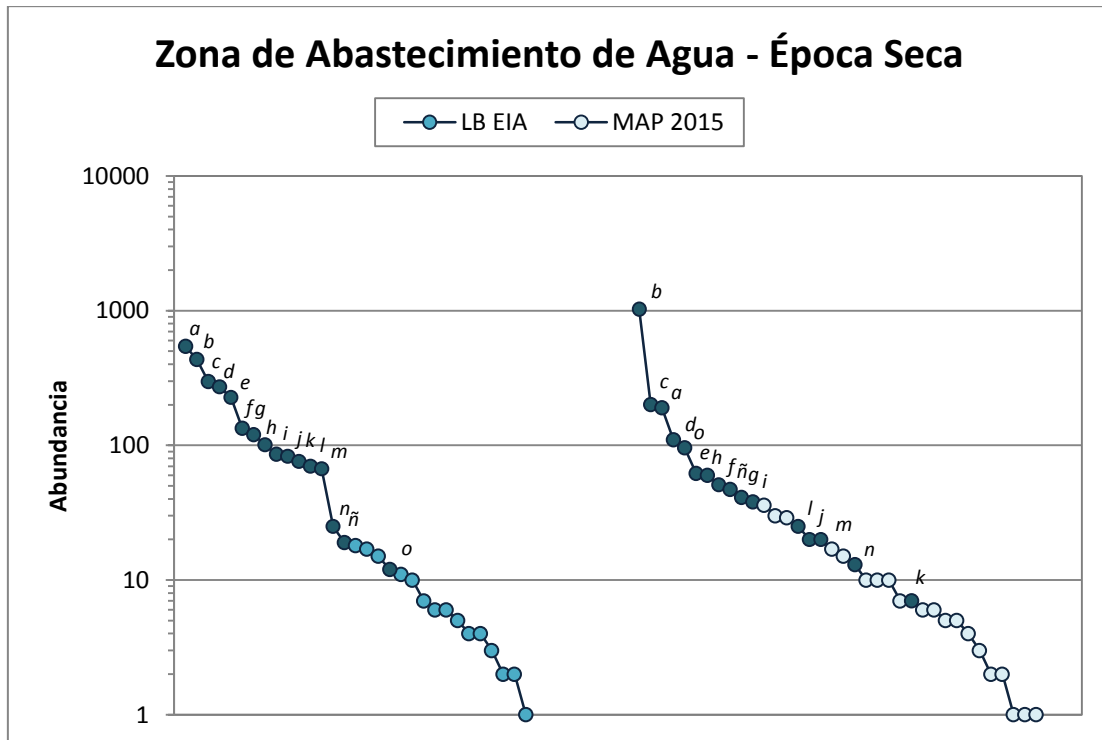
Figura 18. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

Durante la época húmeda, se observa que los cambios ocurridos durante el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona de abastecimiento de agua.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 60% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. Por otro lado, de los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa la ausencia de los géneros *Calidris*, *Vanellus* y *Sporagra* en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, se muestra que los géneros *Sicalis*, *Geositta* y *Phrygilus* mantienen su dominancia en ambas evaluaciones. El género *Muscisaxicola* es desplazado por los géneros *Metriopelia*, *Thinocorus* y *Cinclodes*, pero continúa dentro del grupo de mayor dominancia.

De las variaciones más notorias, se observa la disminución de jerarquía del género Haplochelidon el cual se encontraba dentro del grupo con mayor dominancia y pasa a ocupar una jerarquía intermedia en la última evaluación. Así mismo, la abundancia del género Charadrius disminuye pasando a ocupar un nivel de dominancia suprimido en el último año de evaluación.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Sicalis*; c: *Phrygilus*; d: *Geositta*; e: *Cinclodes*; f: *Metriopelia*; g: *Muscisaxicola*; h: *Anas*; i: *Asthenes*; j: *Lophonetta*; k: *Diuca*; l: *Haplochelidon*; m: *Plegadis*; n: *Tinamotis*; ñ: *Pygochelidon*

Figura 19. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época seca LB EIA –MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos durante el periodo de análisis tuvo un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 81% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. De los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se reportan en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, el grupo de géneros con mayor dominancia: *Thinocorus*, *Sicalis*, *Phrygilus* y *Geositta* se mantiene para la última evaluación. Para la última evaluación el género *Sicalis* se posiciona de forma resaltante en el nivel superior de la jerarquía. De los géneros con dominancia media, en general, se observa que mantienen su jerarquía.

De las variaciones que se presentan en comparación con la primera evaluación, se observa la disminución de la jerarquía de algunos géneros de dominancia media. El

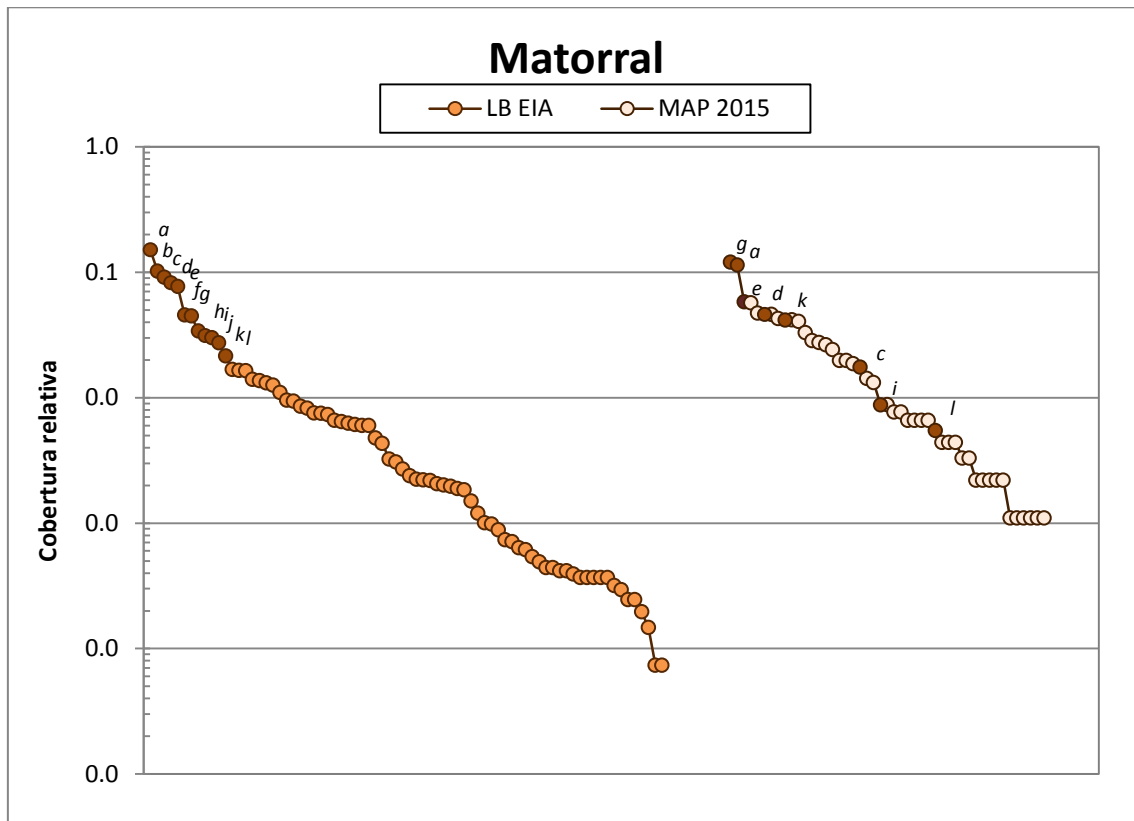
cambio más notorio es la disminución de la abundancia del género Diuca. Por otra parte, se presente un aumento notable de la abundancia del género Sporagra, el cual se posiciona muy cercano al grupo de géneros dominantes para el MAP 2015.

7.8. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por cobertura vegetal (LB EIA – MAP 2015)

7.8.1. Flora Silvestre

7.8.1.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda

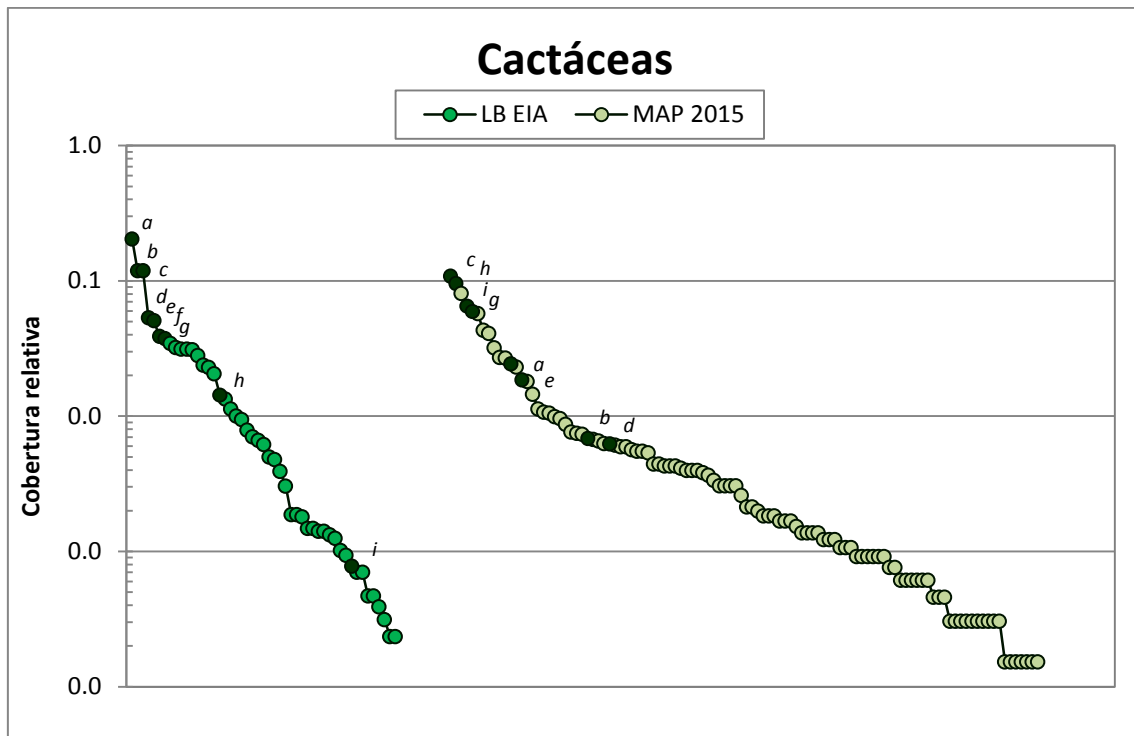


Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Ambrosia*; c: *Baccharis*; d: *Festuca*; e: *Stipa*; f: *Azorella*; g: *Chersodoma*; h: *Cumulopuntia*; i: *Chuquiraga*; j: *Nassella*; k: *Parastrephia*; l: *Oreocereus*

Figura 20. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso del componente flora silvestre en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la estructura (analizado a través de la dominancia de los géneros de flora en la cobertura vegetal correspondiente) y composición de la comunidad del matorral. Manteniéndose como dominante en la evaluación del MAP 2015 el género *Fabiana*. Sin embargo, se presentan algunas variaciones como el caso del género *Baccharis*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados y lo opuesto con el género *Chersodoma* que se posiciona como dominante en la última evaluación. Por otro lado,

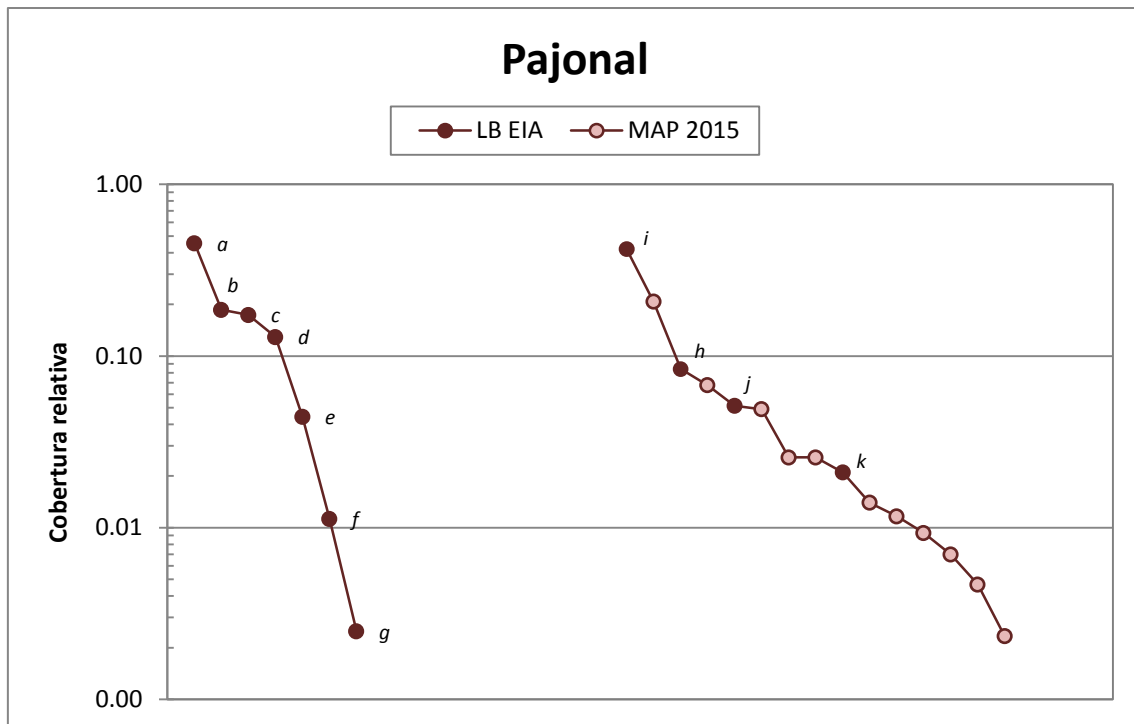
el género *Ambrosia* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Stipa*; c: *Ambrosia*; d: *Cumulopuntia*; e: *Diplostephium*; f: *Acacia*; g: *Tagetes*

Figura 21. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

Del mismo modo, para el caso de la comunidad de cactáceas, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante el aumento de la extensión de la cobertura vegetal. Observándose un ordenamiento similar en cuanto a la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género *Ambrosia*. Sin embargo se presentan variaciones en algunos géneros como *Fabiana*, *Stipa*, *Cumulopuntia* y *Diplostephium*, que pasaron a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015, de éstos las *Cumulopuntia* se encuentran en el apéndice II de CITES. Lo contrario sucede con los géneros *Plantago* y *Vulpia*, que en la última evaluación se posicionaron como dominantes.

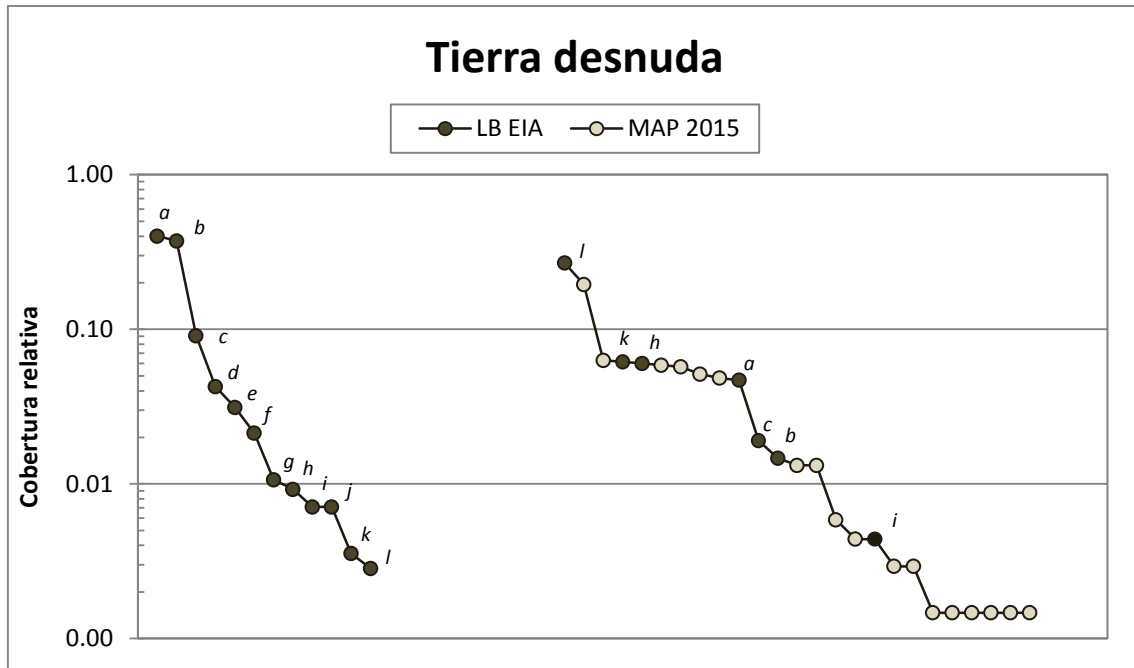


Leyenda: a: *Stipa*; b: *Junellia*; c: *Tetraglochin*; d: *Diplostephium*; e: *Tagetes*; f: *Lupinus*; g: *Sisymbrium*; h: *Parastrephia*; i: *Festuca*; j: *Baccharis*; k: *Azorella*

Figura 22. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de pajonales, se observa que la disminución de la extensión de la cobertura vegetal ha influido en la estructura y composición de la comunidad. Generando un cambio notorio en el ordenamiento de la estructura y composición reportada en la evaluación del MAP 2015 respecto a la de la LB EIA. Además se ha reportado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

Si bien hay cambios importantes tanto a nivel de estructura como en la composición de la comunidad de los pajonales, se considera poco relevante el cambio de estos, debido a que esta cobertura no está vinculada directamente a la presencia de agua, recurso vital para el área.

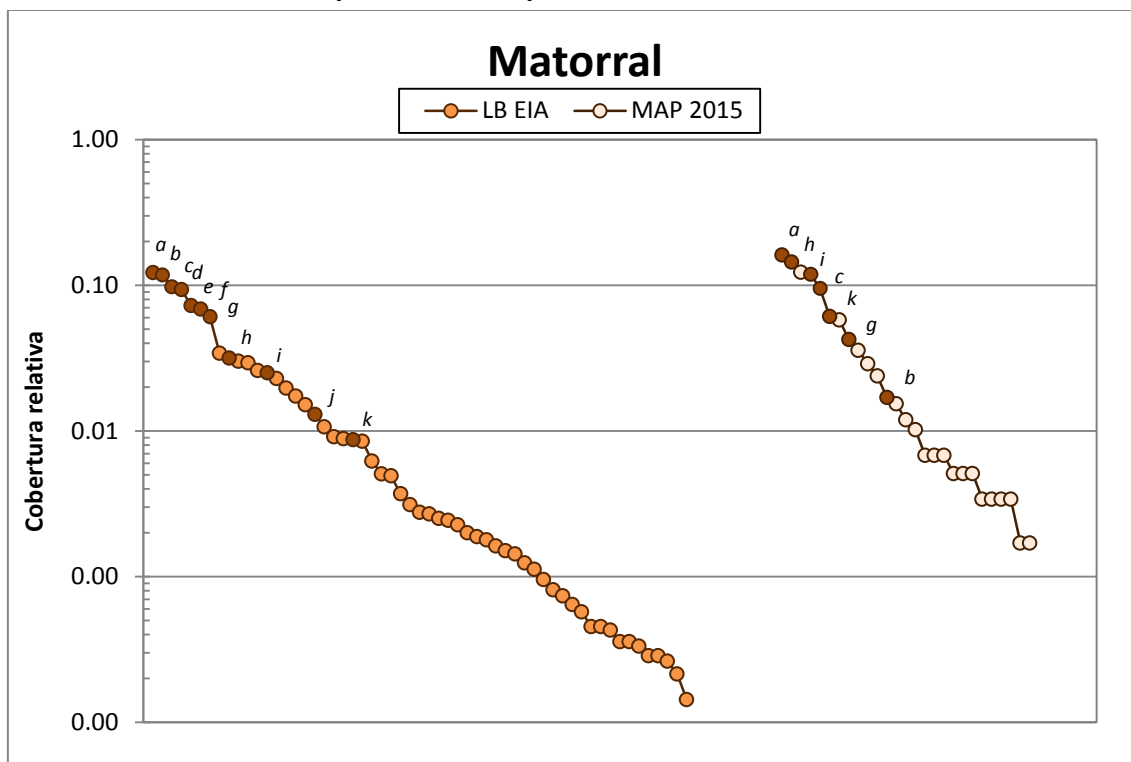


Leyenda: a: *Bougainvillea*; b: *Ambrosia*; c: *Tagetes*; d: *Haageocereus*; e: *Urocarpidium*; f: *Hoffmannseggia*; g: *Nothoscordum*; h: *Tarasa*; i: *Cumulopuntia*; j: *Schkuhria*; k: *Heterosperma*; l: *Plantago*

Figura 23. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

En el caso de la comunidad de flora silvestre ubicada en cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, la reducción de la superficie de la cobertura vegetal ha impactado sobre la estructura de la comunidad. Ya los géneros dominantes (*Bougainvillea* y *Ambrosia*) reportados en la evaluación de la LB EIA han pasado a posiciones subordinadas en el MAP 2015; y más bien otros géneros subordinados en la LB EIA (*Plantago*, *Heterosperma* y *Tarasa*) han pasado a ubicarse como dominantes en la evaluación del MAP 2015. Respecto a la composición de la comunidad ha presentado ciertas variaciones entre ambas evaluaciones. Además se ha registrado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse a al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

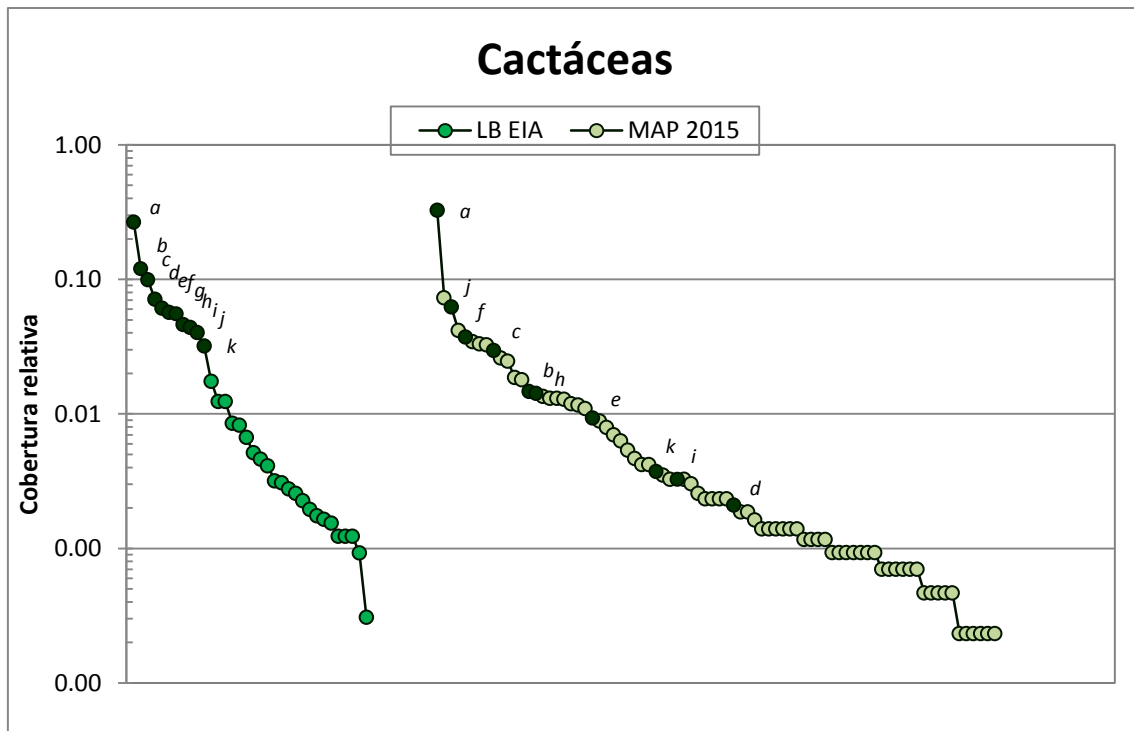
❖ Zona de Operaciones – Época seca



Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Baccharis*; c: *Stipa*; d: *Ambrosia*; e: *Ophryosporus*; f: *Schinus*; g: *Parastrephia*; h: *Diplostegium*; i: *Chersodoma*; j: *Balbisia*; k: *Junellia*

Figura 24. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

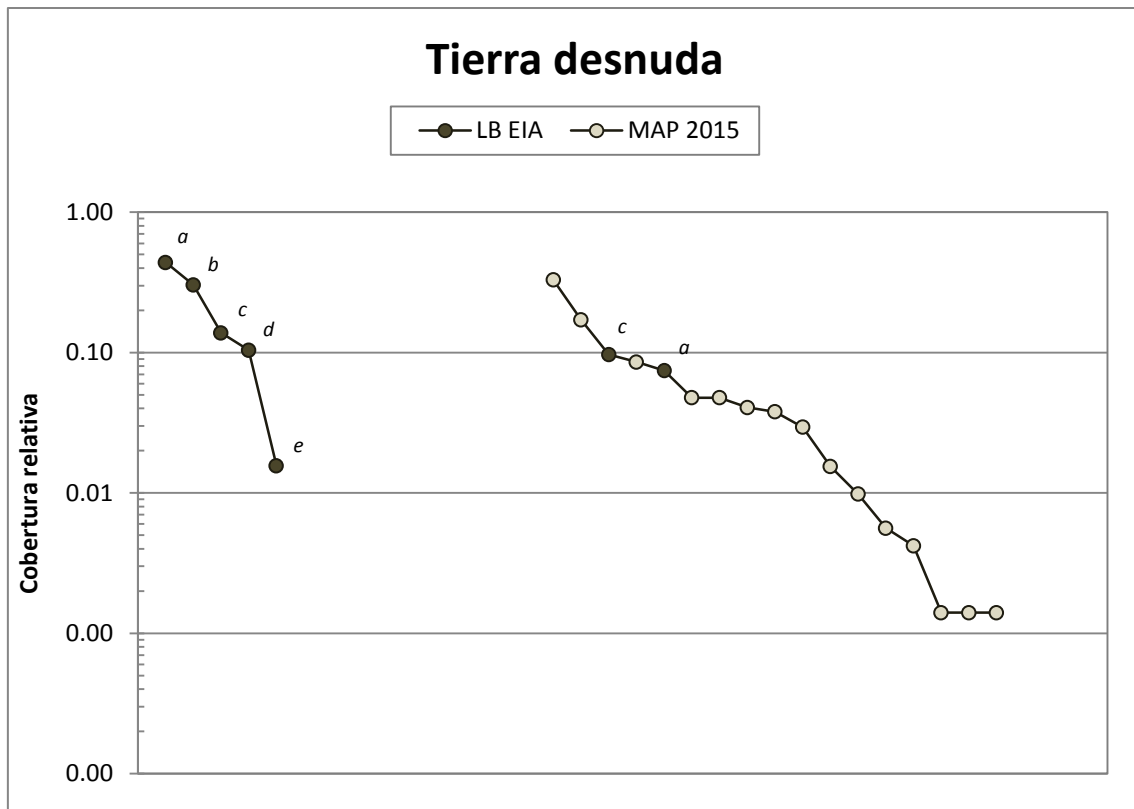
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la estructura de la comunidad del matorral. Manteniéndose como dominantes en la evaluación del MAP 2015 los géneros *Fabiana* y *Stipa*. Sin embargo, se presentan algunas variaciones como el caso del género *Baccharis*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados y lo opuesto con los géneros *Chersodoma* y *Diplostegium* que se posicionan como dominantes en la última evaluación. Por otro lado, el género *Ambrosia* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Ambrosia*; b: *Cumulopuntia*; c: *Dilpostephium*; d: *Armatocereus*; e: *Stipa*; f: *Fabiana*; g: *Acacia*; h: *Festuca*; i: *Oreocereus*; j: *Baccharis*; k: *Bougainvillea*

Figura 25. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015)

Del mismo modo, para el caso de la comunidad de cactáceas, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante el aumento de la extensión de la cobertura vegetal. Observándose un ordenamiento similar en cuanto a la estructura composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género *Ambrosia*. Sin embargo se presentan variaciones en algunos géneros como *Stipa*, *Cumulopuntia*, *Armatocereus* y *Diplostephium*, que pasaron a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015, de éstos las *Cumulopuntia* se encuentran en el apéndice II de CITES. Lo contrario sucede con el género *Baccharis*, que en la última evaluación se posicionó como dominante.



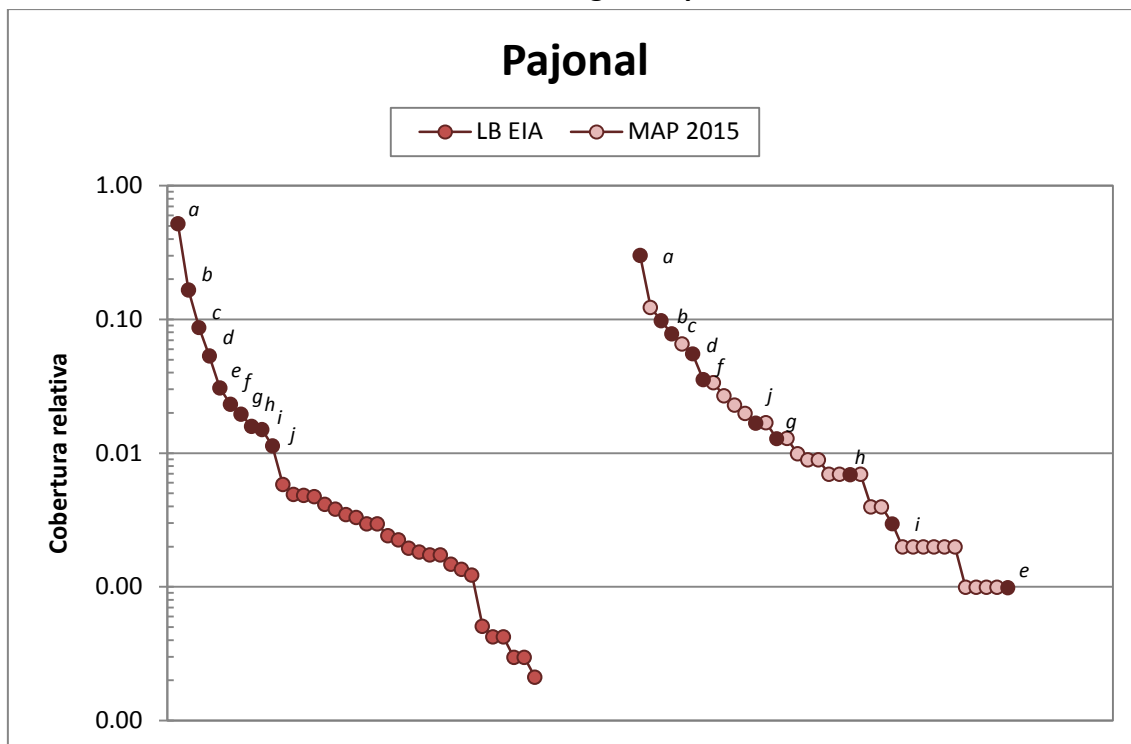
Leyenda: a: *Bougainvillea*; b: *Fabiana*; c: *Ambrosia*; d: *Dilpostephium*; e: *Ephedra*

Figura 26. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

En el caso de la comunidad de flora silvestre ubicada en cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, la reducción de la superficie de la cobertura vegetal ha impactado sobre la estructura de la comunidad. Tal como se observa en el caso del género *Bougainvillea*, considerada como dominante en la evaluación de la LB EIA, y que para la evaluación MAP 2015 pasó a ubicarse en un nivel subordinado. Respecto a la composición de la comunidad ha presentado ciertas variaciones entre ambas evaluaciones. Además se ha registrado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse a al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

7.8.1.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua

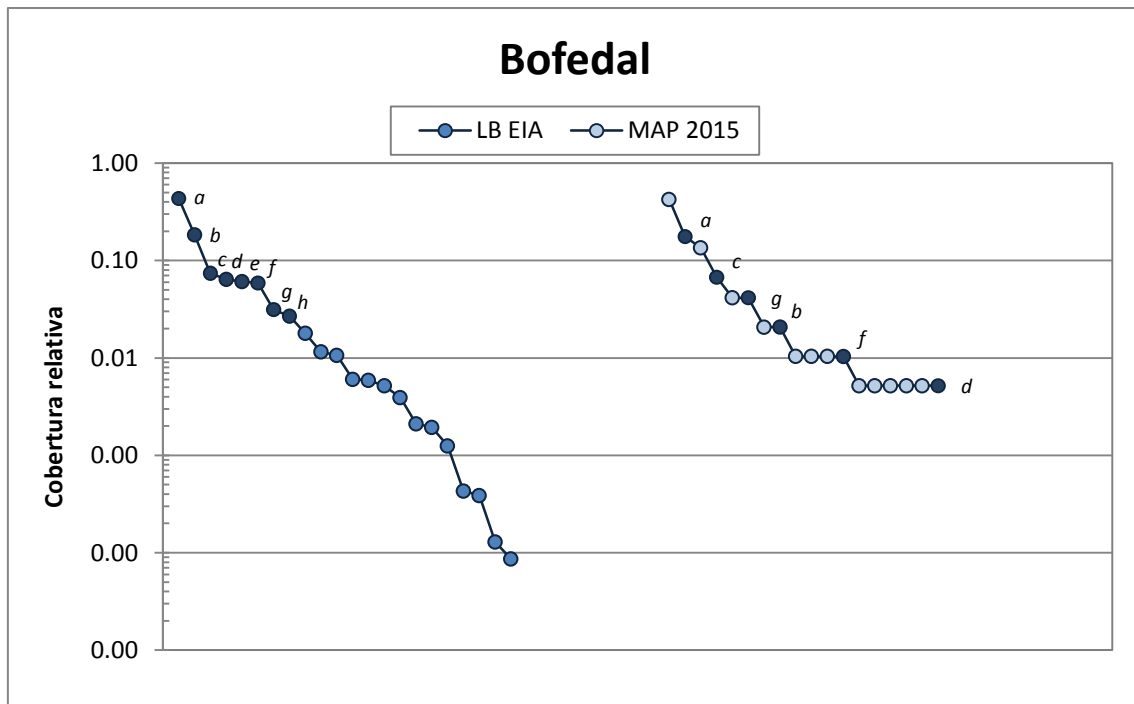
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Legenda: a: *Festuca*; b: *Parastrephia*; c: *Calamagrostis*; d: *Stipa*; e: *Hypochaeris*; f: *Pycnophyllum*; g: *Tetraglochin*; h: *Nototriche*; i: *Astragalus*; j: *Senecio*

Figura 27. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

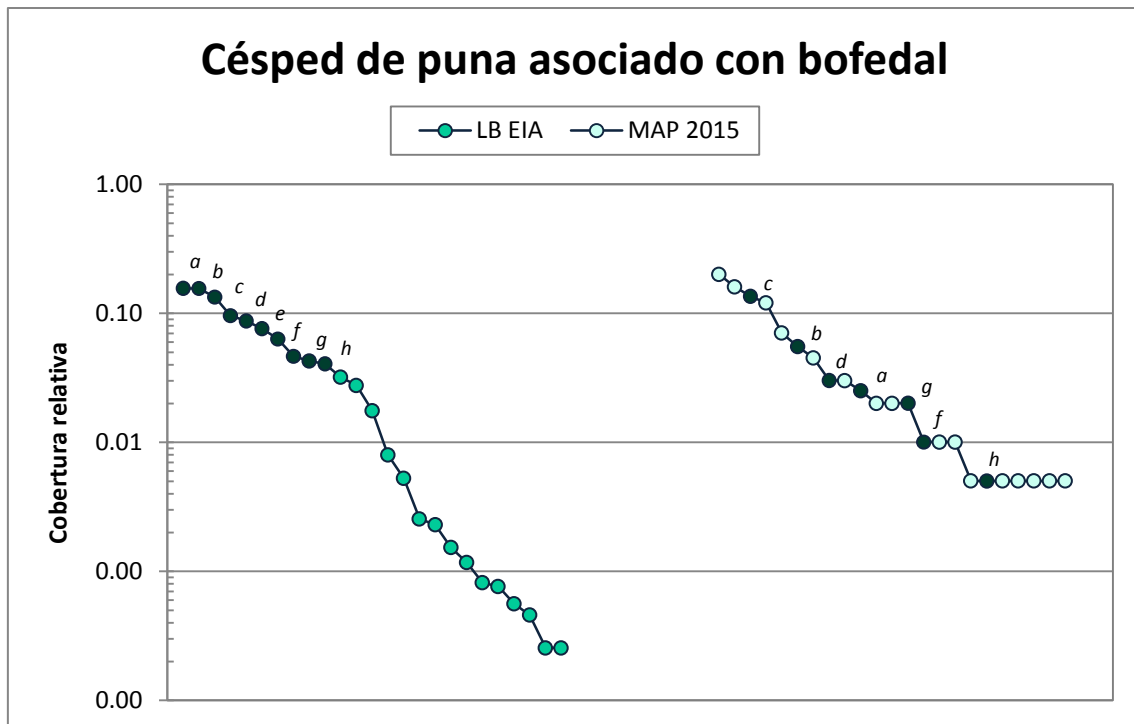
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de abastecimiento de agua, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal, casi no generaron cambios perceptibles en la estructura de la comunidad, debido a que se observa que todos los géneros reportados como dominantes (*Festuca*, *Parastrephia*, *Calamagrostis* y *Stipa*) en la evaluación de la LB EIA, se mantienen como tales en la evaluación correspondiente al MAP 2015. Entre las variaciones perceptibles destaca el género *Hypochaeris* que presenta un cambio a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Werneria*; c: *Lachemilla*; d: *Oreobolus*; e: *Plantago*; f: *Lilaeopsis*; g: *Calamagrostis*; h: *Cyperus*

Figura 28. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

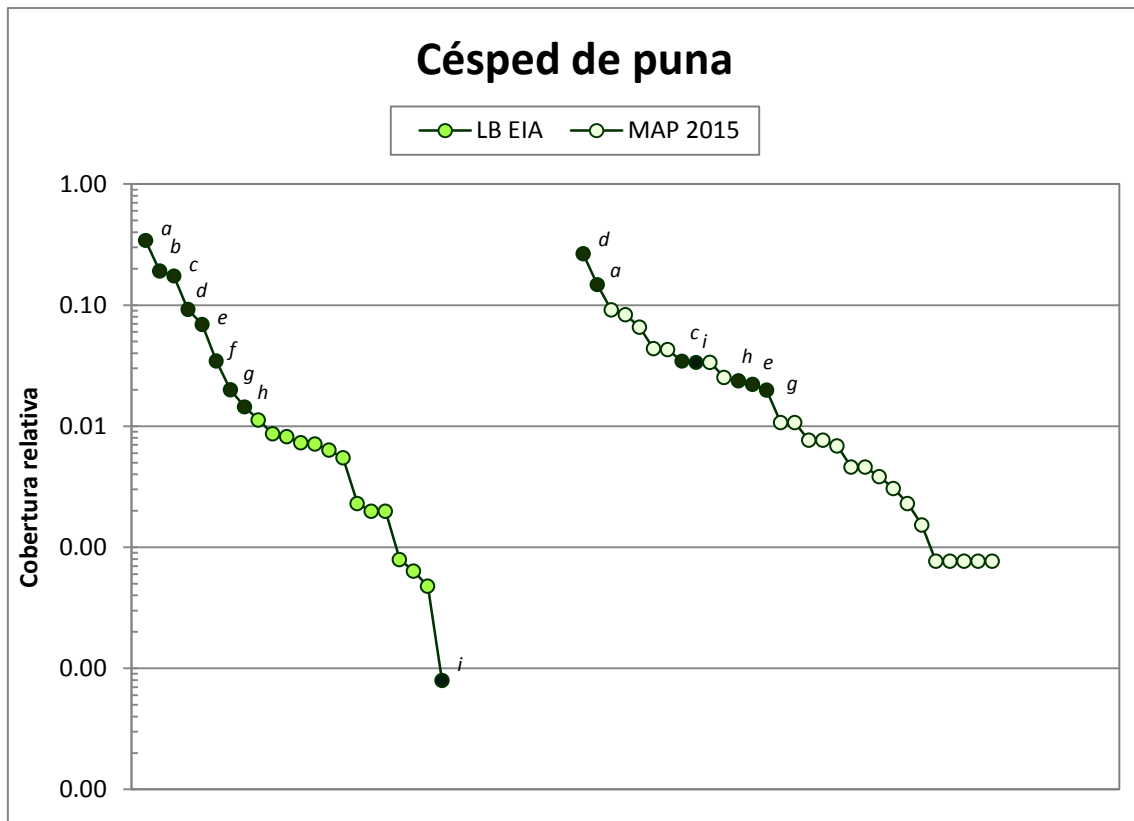
Para el caso de la comunidad de flora silvestre en los bofedales, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal (aunque escasa) ocasionó cambios en la estructura de la comunidad. Observándose variaciones en la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sin embargo el género dominante (*Distichia*) se mantiene como tal en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe* y *Parastrephia*. Sin embargo, se han reportado variaciones notorias en la posición de los géneros *Werneria*, *Oreobolus* y *Lilaeopsis*, que pasaron a ocupar a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015. Por otro lado, el género *Plantago* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Lachemilla*; b: *Distichia*; c: *Calamagrostis*; d: *Werneria*; e: *Oreobolus*; f: *Plantago*; g: *Lilaeopsis*; h: *Carex*

Figura 29. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal, cambio levemente en la estructura de la comunidad. Manteniéndose como dominante el género *Calamagrostis* en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe*, *Festuca* y *Parastrephia*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Mientras que para los géneros *Lachemilla*, *Distichia*, *Werneria*, *Plantago* y *Carex* en la última evaluación pasaron a posiciones notablemente subordinadas.

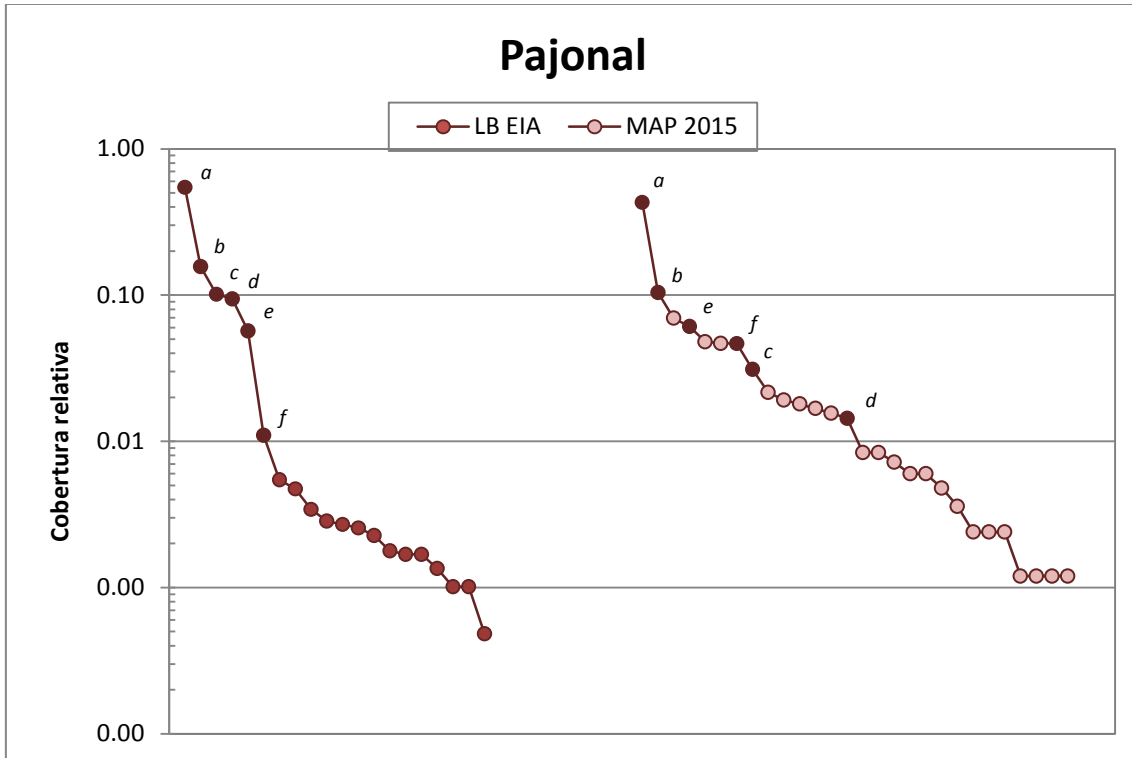


Legenda: a: *Calamagrostis*; b: *Alchemilla*; c: *Werneria*; d: *Festuca*; e: *Plantago*; f: *Perezia*; g: *Astragalus*; h: *Pycnophyllum*

Figura 30. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de flora silvestre del césped de puna, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose el género dominante (*Calamagrostis*) como tal en la última evaluación, pero ahora acompañado de otros géneros como *Festuca*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sobre todo en el género *Werneria*, que pasó a ocupar un nivel subordinado en la evaluación del MAP 2015 y lo contrario para el género *Festuca*, que en la última evaluación se posicionó como dominante. Por otro lado, el género *Alchemilla* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.

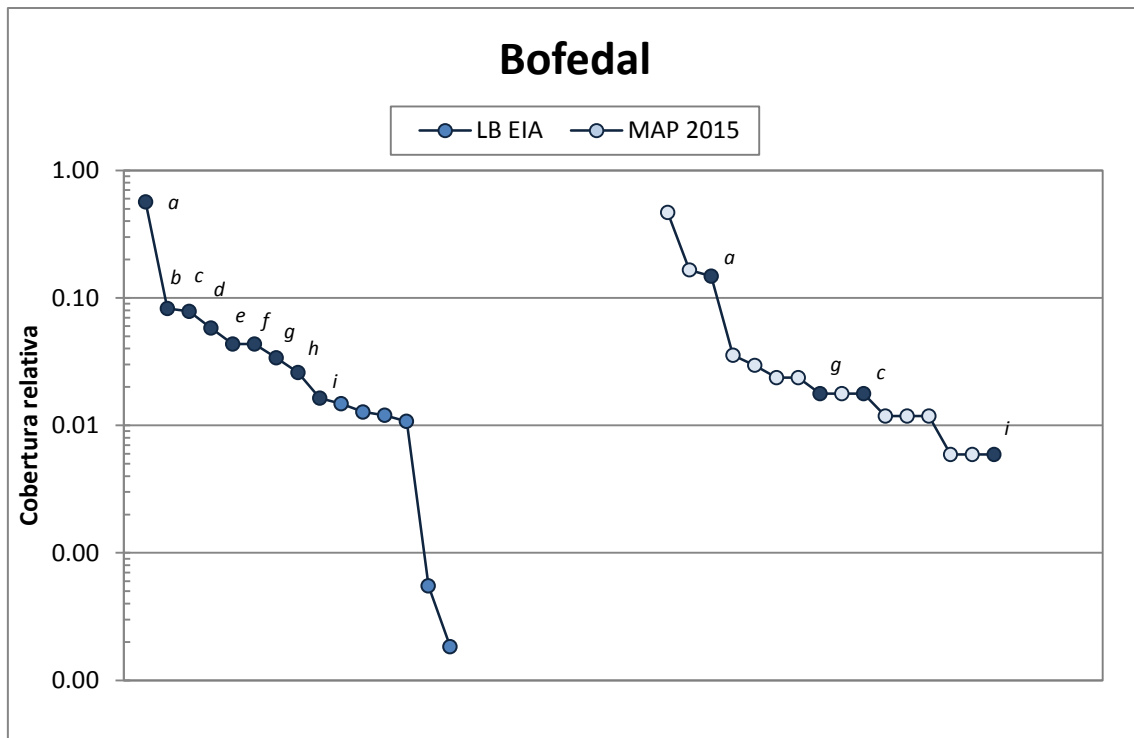
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Festuca*; b: *Parastrephia*; c: *Pycnophyllum*; d: *Tetraglochin*; e: *Calamagrostis*; f: *Stipa*

Figura 31. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

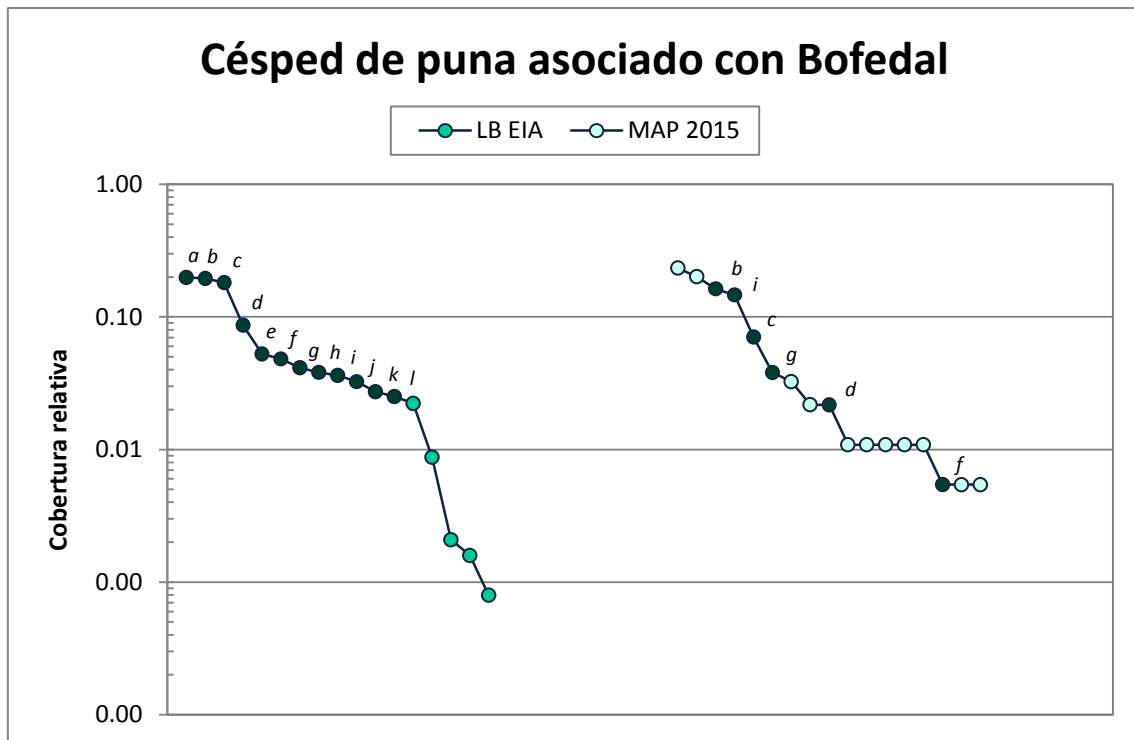
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de abastecimiento de agua, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal casi no generaron cambios perceptibles en la estructura de la comunidad, debido a que se observa que todos los géneros reportados como dominantes (*Festuca* y *Parastrephia*) en la evaluación de la LB EIA, se mantienen como tales en la evaluación correspondiente al MAP 2015. Entre las variaciones perceptibles destacan los géneros *Pycnophyllum* y *Tetraglochin* que presenta un cambio a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Juncus*; c: *Lachemilla*; d: *Lilaeopsis*; e: *Cyperus*; f: *Hypsela*; g: *Calamagrostis*; h: *Plantago*; i: *Carex*

Figura 32. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

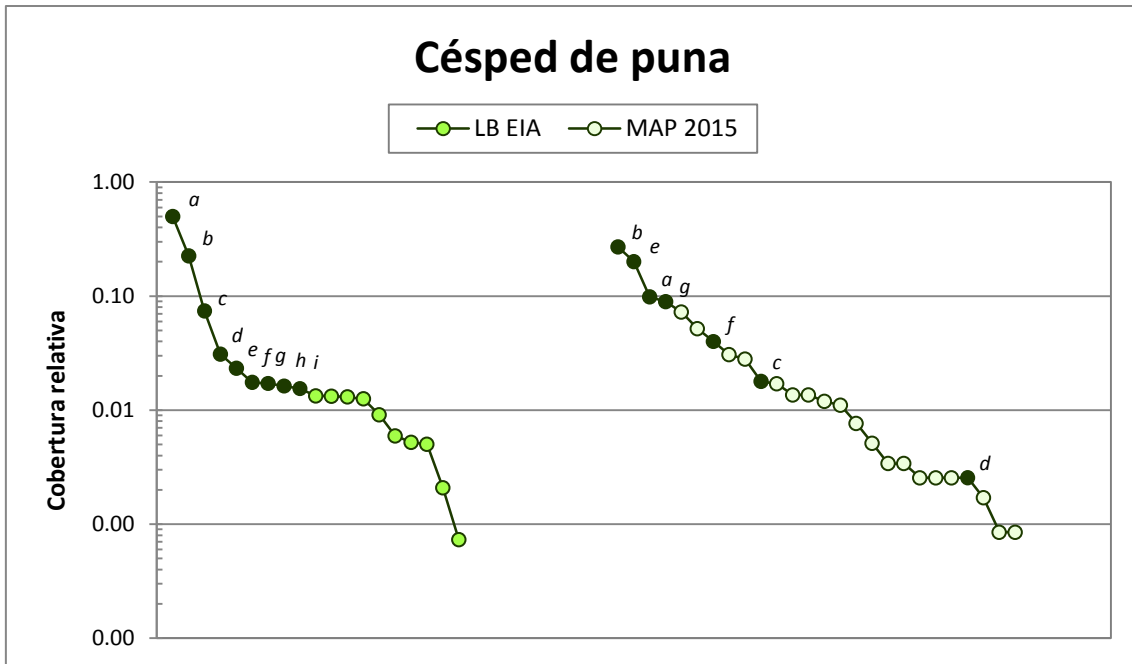
Para el caso de la comunidad de flora silvestre en los bofedales, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal (aunque escasa) ocasionó cambios en la estructura de la comunidad. Observándose variaciones en la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015, más destacadas en comparación que en la época húmeda. Sin embargo el género dominante (*Distichia*) se mantiene como tal en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe* y *Parastrephia*. Se han reportado cambios notables en la posición del género *Lachemilla*, que pasó a ocupar posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015. Por otro lado, el género *Juncus* y *Lilaeopsis* no se reportan en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Cyperus*; b: *Calamagrostis*; c: *Distichia*; d: *Werneria*; e: *Juncus*; f: *Carex*; g: *Lachemilla*; h: *Lilaeopsis*; i: *Festuca*; j: *Plantago*; k: *Tetraglochin*; l: *Senecio*

Figura 33. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género *Calamagrostis*, pero ahora acompañados por *Oxychloe*, *Parastrephia* y *Festuca*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Mientras que para los géneros *Werneria* y *Carex* en la última evaluación pasaron notablemente a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Calamagrostis*; b: *Festuca*; c: *Werneria*; d: *Carex*; e: *Parastrephia*; f: *Lachemilla*; g: *Tetraglochin*; h: *Oreobolus*; i: *Muhlenbergia*

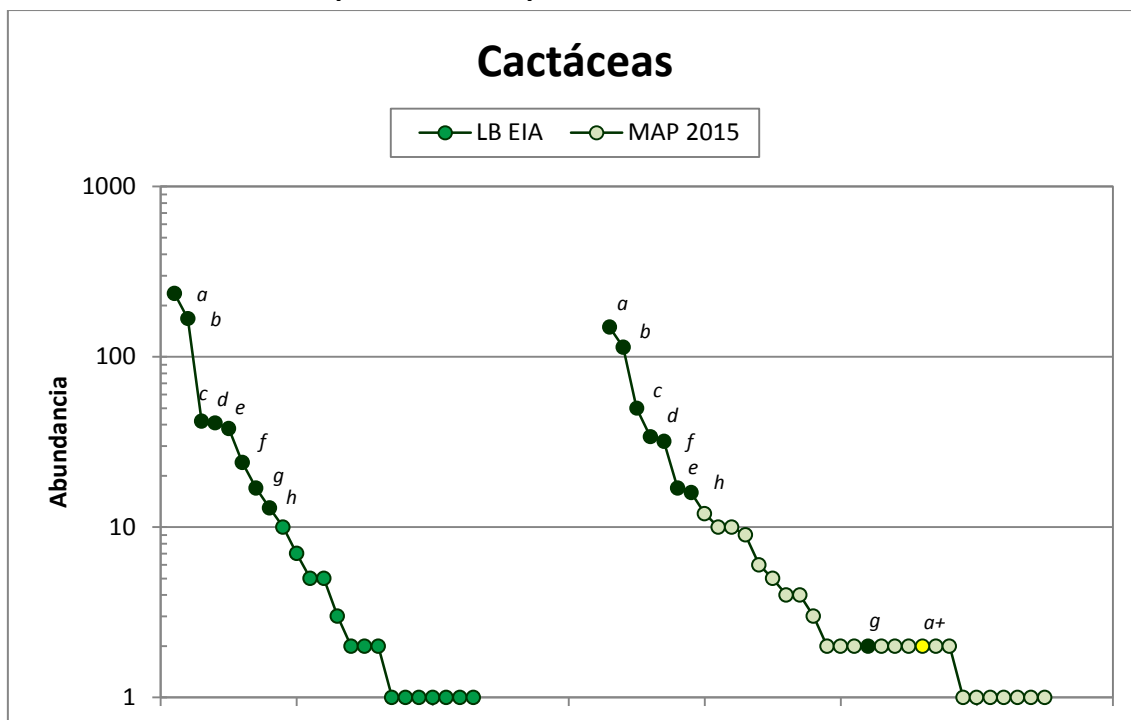
Figura 34. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de flora silvestre del césped de puna, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose los géneros dominantes (*Calamagrostis* y *Festuca*) como tales en la última evaluación, pero ahora acompañado de otros géneros como *Parastrephia*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sobre todo en los géneros *Werneria* y *Carex*, que pasaron a ocupar un nivel subordinado en la evaluación del MAP 2015 y lo contrario para los géneros *Parastrephia* y *Tetraglochin*, que en la última evaluación se posicionaron como codominantes.

7.8.2. Avifauna

7.8.2.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Metriopelia*; d: *Asthenes*; e: *Muscisaxicola*; f: *Sporagra*; g: *Anairetes*; h: *Leptasthenura*; i: *Upucerthia*; a+: *Metallura phoebe* (endémica)

Figura 35. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

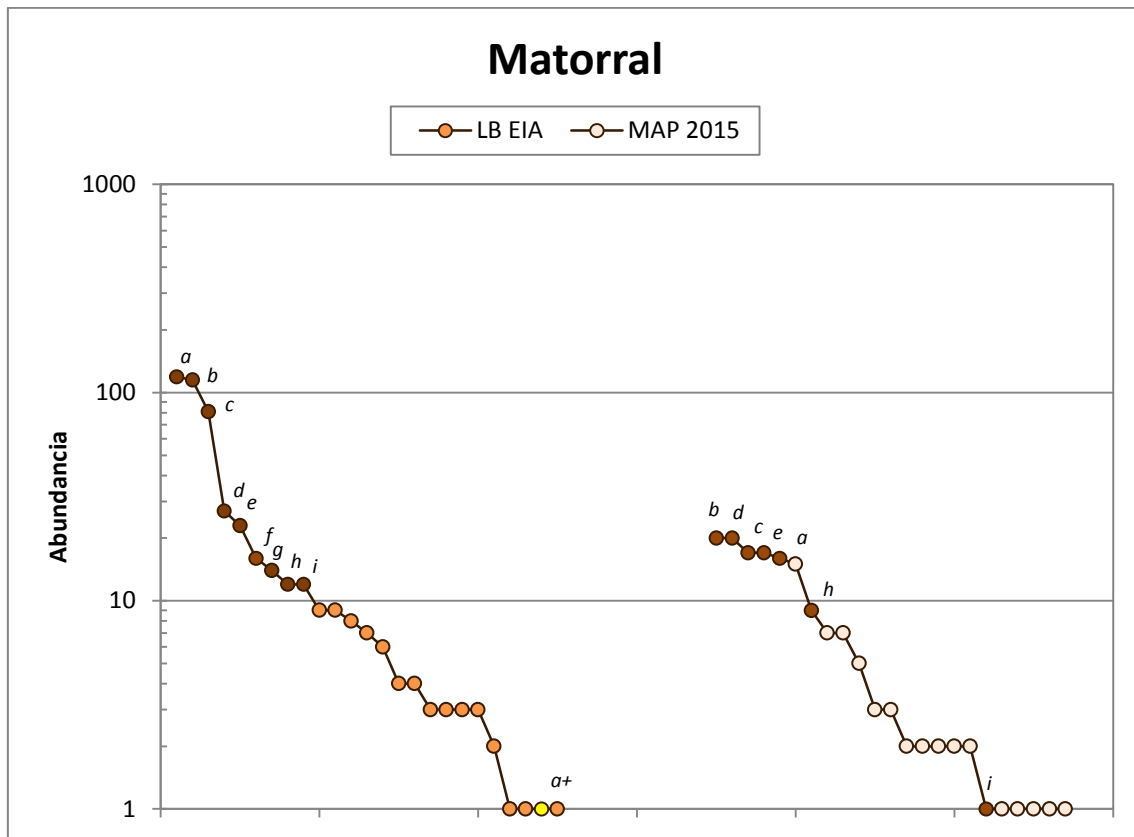
Para el caso del componente avifauna en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal generó un cambio leve en la composición y estructura de la comunidad de avifauna en las cactáceas. La composición de la comunidad muestra que el 72% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

Con respecto a la estructura, el grupo de especies con mayor dominancia en la LB EIA (*Phrygilus*, *Sicalis*, *Metriopelia* y *Asthenes*) se mantiene en la última evaluación. Estos géneros presentan sensibilidad baja y media a los cambios antrópicos.

Se presentan algunas variaciones en las especies de dominancia media. El cambio más notorio es la disminución del género *Anairetes* (*A. flavirostris*). Se trata de una especie insectívora bastante común en los Andes (Schulenberg et al. 2010) que presenta sensibilidad media a los cambios antrópicos. (Stotz et al. 1996).

La especie *Asthenes dorbignyi* mantiene la misma jerarquía para los dos años de evaluación. Es una especie común, de sensibilidad media, calificada como de alta

prioridad para la investigación. Por otra parte, para el MAP 2015 se registra el colibrí endémico *Metallura phoebe*, especie de sensibilidad baja a los cambios antrópicos.



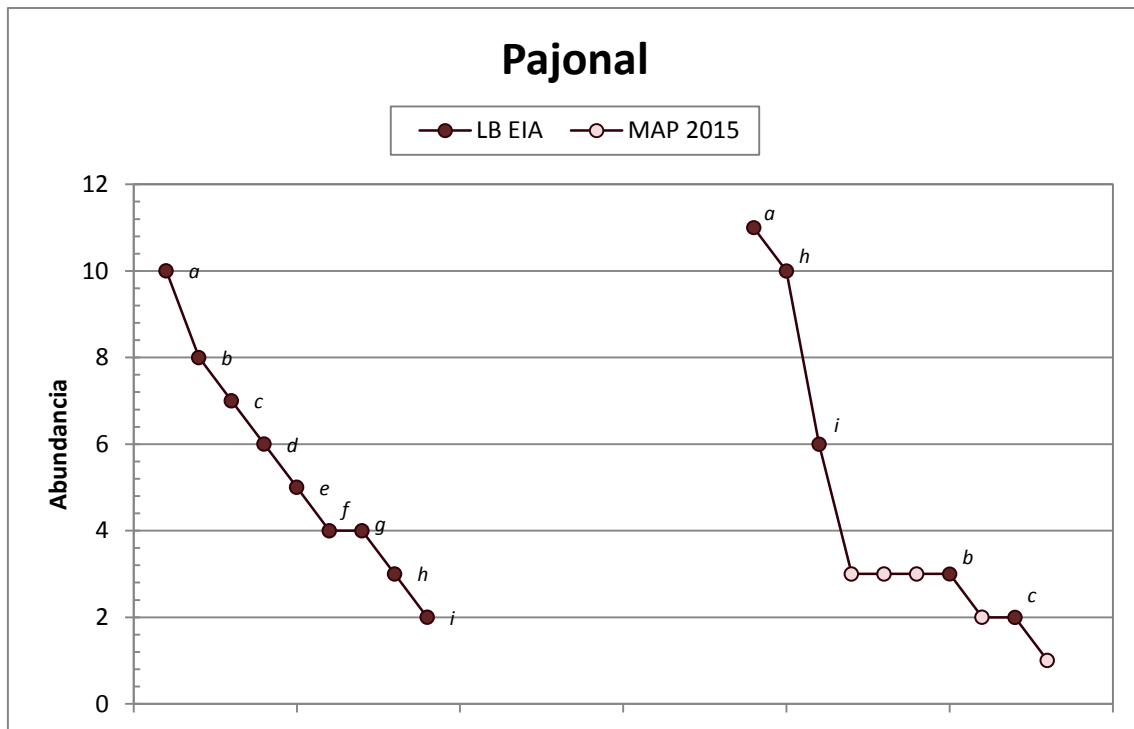
Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Sporagra*; d: *Metriopelia*; e: *Muscisaxicola*; f: *Conirostrum*; g: *Anairetes*; h: *Oreotrochilus*; i: *Pygochelidon*; a+: *Metallura phoebe*(endémica)

Figura 36. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el componente avifauna del matorral, se registró un cambio leve debido al aumento de la extensión de esta cobertura vegetal. En cuanto a la composición de la comunidad, el 68% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

El grupo de géneros con mayor dominancia (*Phrygilus*, *Sicalis*, *Sporagra* y *Metriopelia*) se mantiene con ligeros cambios de jerarquía entre ellos. *Sicalis* pasa a ser el género con mayor dominancia, el género *Phrygilus* disminuye siendo desplazado por los géneros *Muscisaxicola* y *Metriopelia*, los cuales se posicionan como dominantes.

En cuanto a los cambios más resaltantes que se presentan en la estructura de la comunidad, el picaflor del género *Oreotrochilus* (*O. estella*) sufre una notoria disminución, pasando de una dominancia media a ser una especie suprimida para la evaluación del MAP 2015. Esta especie es medianamente común y presenta una sensibilidad media a las perturbaciones antrópicas. Por otro lado, en el MAP 2015 no se tiene registro de los géneros *Conirostrum* y *Anairetes*. Así mismo, no se registra el colibrí endémico *Metallura phoebe*, especie de sensibilidad baja a los cambios antrópicos.

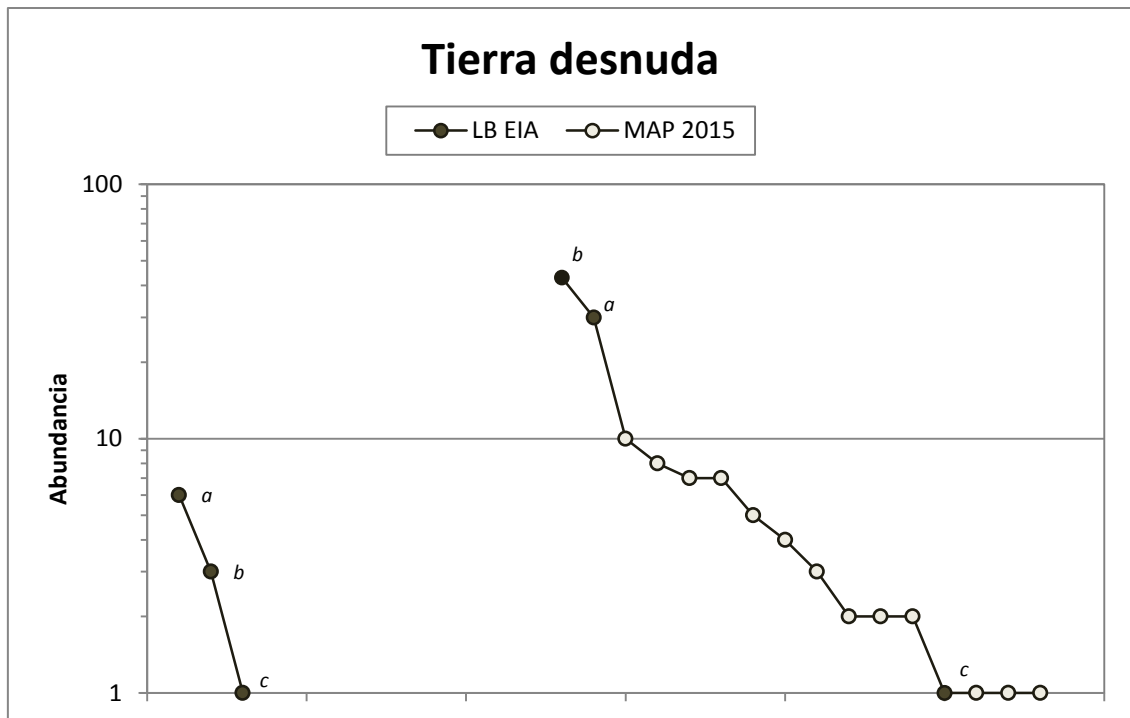


Leyenda: a: *Asthenes*; b: *Muscisaxicola*; c: *Phrygilus*; d: *Pygochelidon*; e: *Leptasthenura*; f: *Upucerthia*; g: *Oreotrochilus*; h: *Cinclodes*; i: *Haplochelidon*

Figura 37. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

La disminución de la extensión de esta cobertura vegetal ocasionó cambios en la composición y estructura de la comunidad de avifauna presente en esta cobertura. Para ambas épocas el número de géneros registrados es similar, sin embargo, sólo el 38% de los géneros registrados en la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

El género *Asthenes* se mantiene dominante para ambos años. Por otro lado, se observa la disminución de la abundancia de los géneros *Muscisaxicola* y *Phrygilus* siendo desplazados por los géneros *Cinclodes* y *Haplochelidon*, especies suprimidas en la evaluación de la LB EIA. Los géneros *Pygochelidon*, *Leptasthenura*, *Upucerthia*, y *Oreotrochilus* no se registran en el último año de evaluación.



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Rhodopsis*

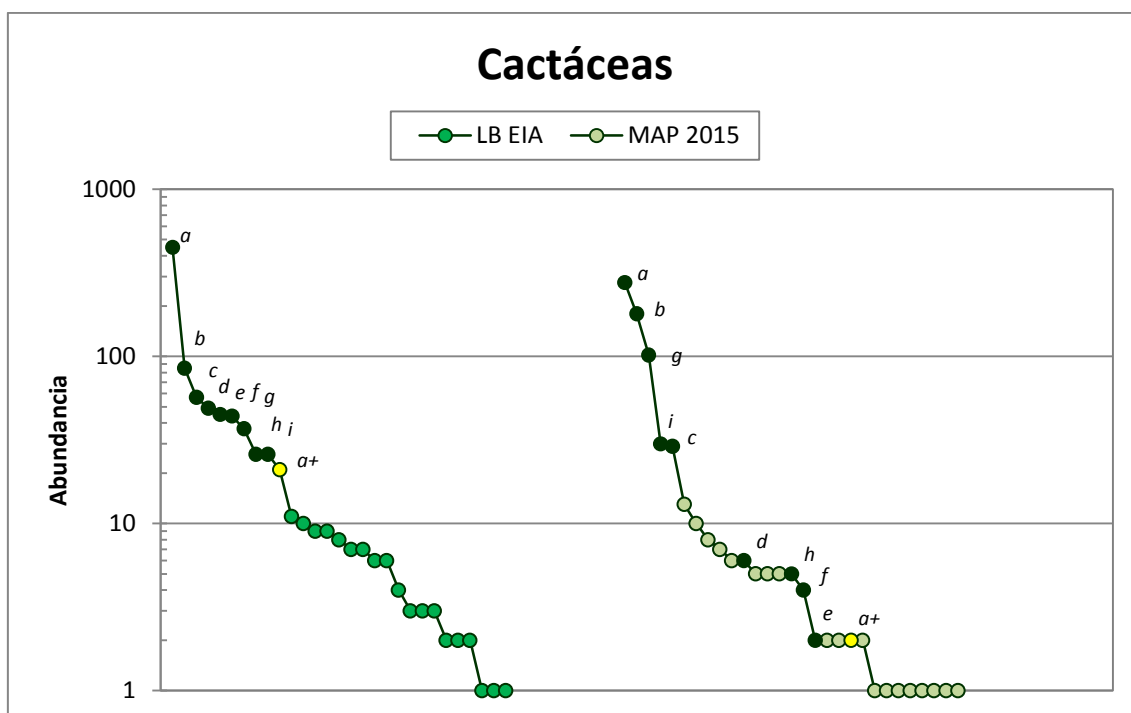
Figura 38. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

De igual manera, la comunidad de avifauna de la cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, presenta cambios debido a la disminución de la superficie de esta cobertura vegetal. En la evaluación de la LB EIA se registró un total de 10 individuos distribuidos en 3 géneros. Para el MAP 2015 se observa un aumento notable en la diversidad y abundancia de géneros registrados, siendo 127 individuos distribuidos en 16 géneros.

La estructura de las especies registradas en la LB EIA presenta un comportamiento similar en la última evaluación. Los géneros *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen como especies dominantes y el colibrí del género *Rhodopsis* se presenta como suprimido.

El aumento de la diversidad de especies registrada en la última evaluación, se puede deber a que ante el desplazamiento de la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación, por otras coberturas con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas se estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura) para las aves, ocasionando con ello el aumento de la riqueza y abundancia registrada.

❖ Zona de Operaciones – Época seca



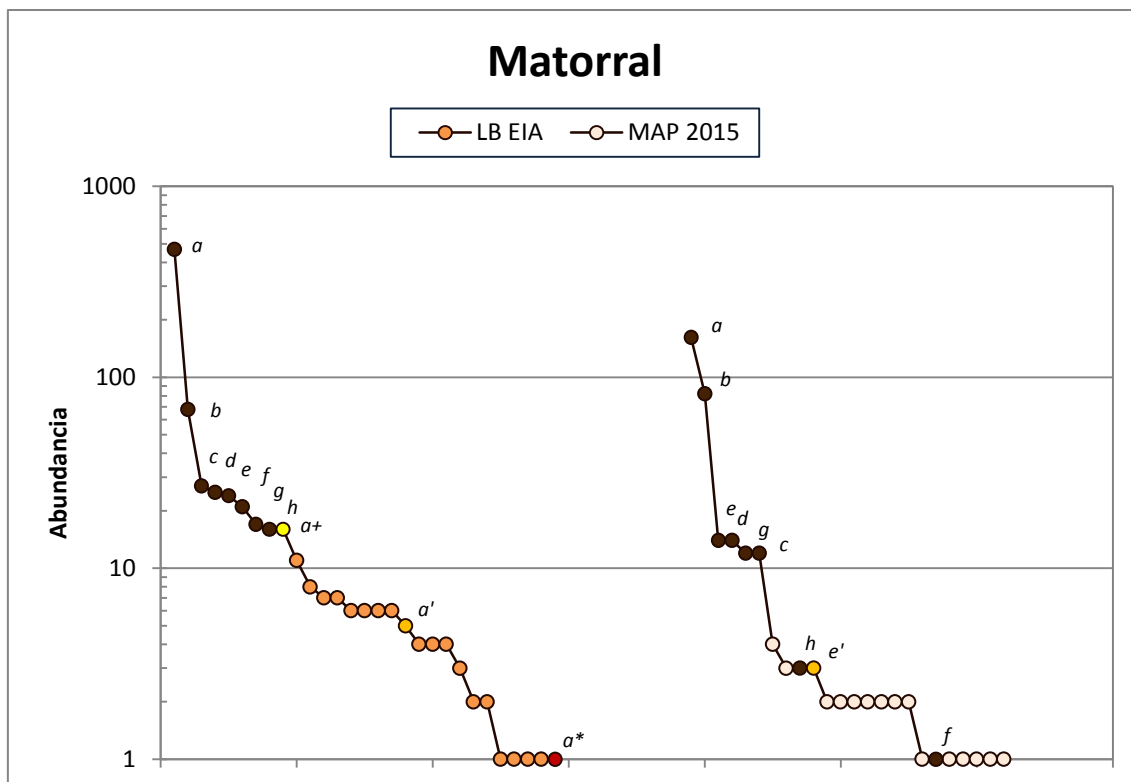
Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Asthenes*; d: *Leptasthenura*; e: *Anairetes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Metriopelia*; h: *Oreotrochilus*; i: *Sporagra*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica)

Figura 39. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

El aumento de la cobertura vegetal cactáceas impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad de avifauna. La composición de la comunidad muestra que el 72% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

En relación a la estructura de la comunidad, los géneros dominantes *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen como tales. Por otro lado, los géneros *Metriopelia* y *Sporagra* aumentan y pasan a formar parte del grupo de las especies con mayor dominancia, desplazando al género *Asthenes*, de sensibilidad media a los cambios antrópicos.

Dentro de las variaciones más resaltantes, se observa la disminución en jerarquía de los géneros *Leptasthenura*, *Muscisaxicola* y *Oreotrochilus*. Así mismo, la jerarquía del género *Anairetes* y el colibrí endémico *Metallura phoebe* disminuye considerablemente pasando a ocupar niveles suprimidos en la última evaluación.



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Muscisaxicola*; d: *Asthenes*; e: *Metriopelia*; f: *Anairetes*; g: *Leptasthenura*; h: *Sporagra*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica); a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); e': *Oreomanes fraseri* (Casi Amenazada); a*: *Vultur gryphus* (En Peligro)

Figura 40. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la cobertura vegetal matorral, se observa que el aumento de su extensión genera cambios leves en la composición y estructura de la comunidad de avifauna. La composición de la comunidad muestra que el 52% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

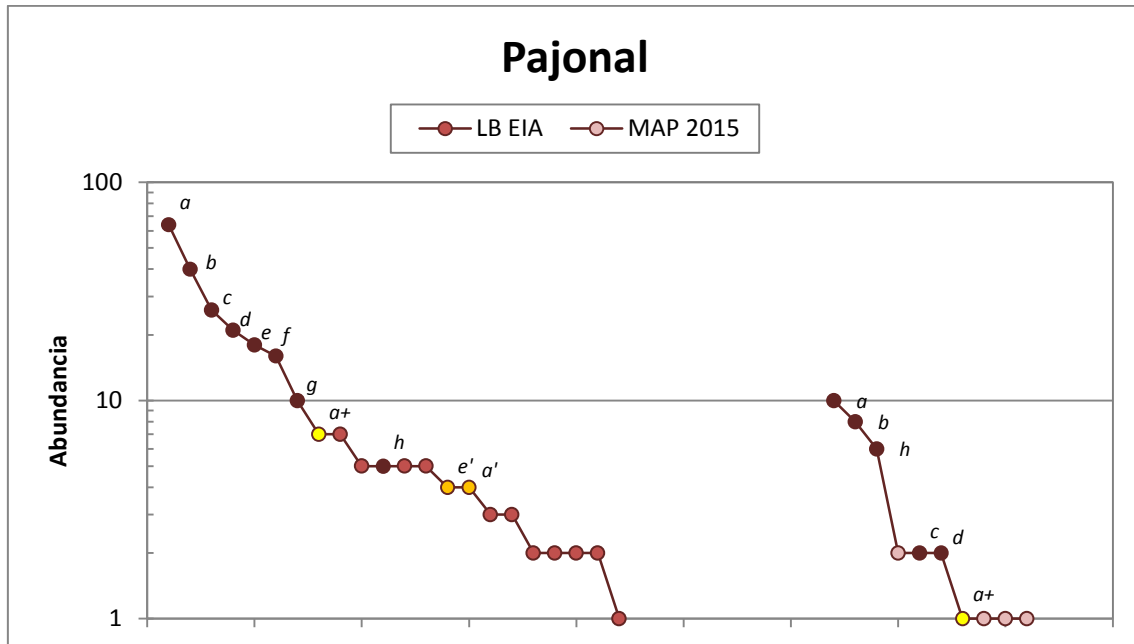
Los géneros *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen dominantes en la última evaluación. Así mismo, el grupo de géneros con dominancia media: *Muscisaxicola*, *Asthenes*, *Metriopelia* y *Leptasthenura*, mantienen su jerarquía para la última evaluación.

Las variaciones más resaltantes son la disminución del género *Sporagra* y del género *Anairetes*. Sobre todo de este último que pasa de ocupar una dominancia media en la LB EIA a posicionarse en la jerarquía inferior.

De las especies protegidas por la legislación peruana, se observa que para la LB EIA se registra la perdiz de la puna *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada) y el cóndor andino *Vultur gryphus* (En Peligro). Por el contrario, en la última evaluación no se tiene registros de estas especies. Estas especies presentan sensibilidad media a los disturbios antrópicos.

Un registro importante en la evaluación del MAP 2015 es el pico de cono gigante *Oreomanes fraseri* cuyo hábitat se encuentra restringido a bosques de *Polylepis*. Esta

especie se encuentra catalogada como Casi Amenazada y además posee alta sensibilidad a las perturbaciones antrópicas.



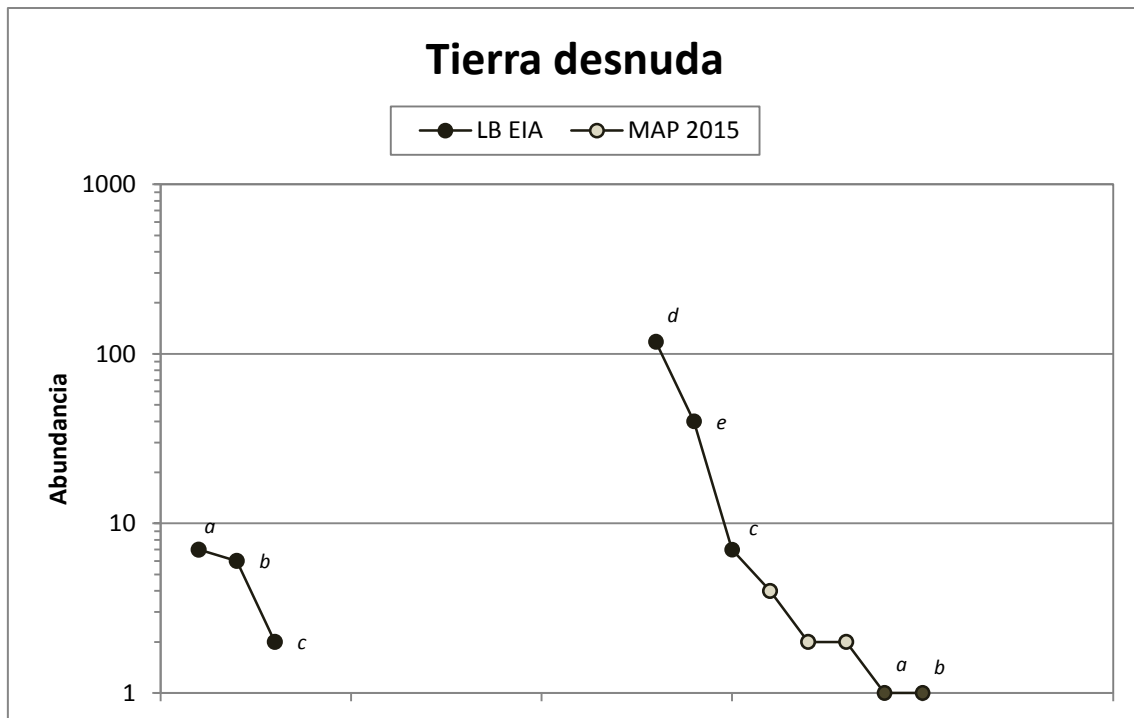
Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sporagra*; c: *Cinclodes*; d: *Asthenes*; e: *Psilopsiagon*; f: *Metriopelia*; g: *Patagona*; h: *Sicalis*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica); a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); e': *Oreomanes fraseri* (Casi Amenazada)

Figura 41. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

La disminución de la extensión del pajonal generó cambios en la composición y estructura de la comunidad de avifauna correspondiente a esta cobertura vegetal. Se observa una disminución considerable en la abundancia registrada para el último año. En la primera evaluación se tuvo un registro de 22 géneros y 252 individuos mientras que para el MAP 2015 se registró 10 géneros y 34 individuos. En cuanto a la composición de especies, el 45% de los géneros registrados en la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

Con respecto a la estructura, *Phrygilus* y *Sporagra* se mantienen como los géneros con mayor dominancia. Se observa que la abundancia del género *Sicalis* se mantiene pero su jerarquía aumenta, pasando de ser un género de dominancia media a ubicarse entre las especies con mayor dominancia. Por otro lado, la abundancia del colibrí endémico *Metallura phoebe* disminuye considerablemente y pasa a ubicarse en el nivel inferior de la jerarquía.

Otra variación resaltante es la ausencia de los géneros *Psilopsiagon*, *Metriopelia* y *Patagona* para el último año de evaluación. Así mismo, las especies *Tinamotis pentlandii* y *Oreomanes fraseri*, protegidas por la legislación peruana y, esta última, de alta sensibilidad a los disturbios antrópicos, ya no se reportan en la última evaluación.



Leyenda: a: *Leptasthenura*; b: *Anairetes*; c: *Phrygilus*; d: *Sicalis*; e: *Metriopelia*

Figura 42. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

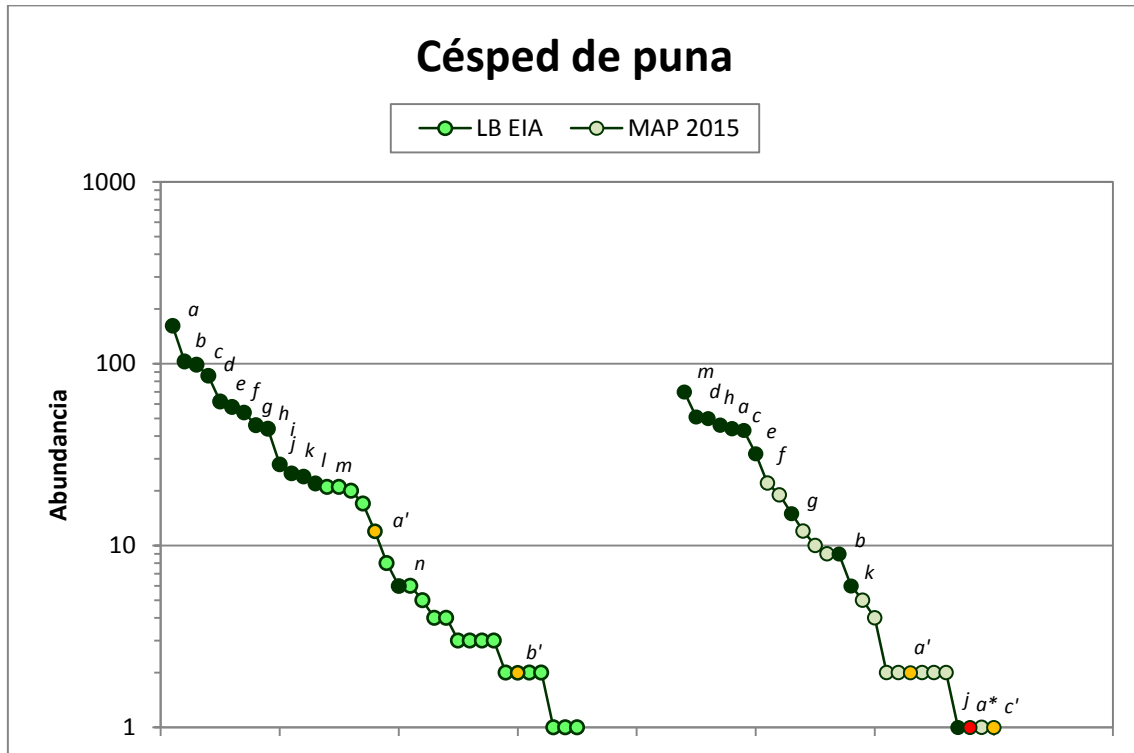
La comunidad de avifauna presente en la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación sufre cambios debido a la disminución de la superficie de esta cobertura. Se observa un destacable aumento en la diversidad y abundancia registrada para el último año de evaluación. En la LB EIA se registró un total de 15 individuos distribuidos en 3 géneros mientras para la evaluación del MAP 2015 se tiene un registro de 175 individuos distribuidos en 8 géneros.

Con respecto a la composición de la comunidad, los géneros *Leptasthenura* y *Anairetes*, dominantes en la primera evaluación, pasan a ocupar el nivel inferior de la jerarquía. En su lugar, los géneros *Sicalis* y *Metriopelia* se posicionan como los más dominantes. Por otro lado, el género *Phrygilus* mantiene su jerarquía en la última evaluación.

El aumento de la diversidad de especies registrada en la última evaluación, se puede deber a que ante el desplazamiento de la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación, por otras coberturas con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas se estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura) para las aves, ocasionando con ello el aumento de la riqueza y abundancia registrada.

7.8.2.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Haplochelidon*; c: *Geositta*; d: *Phrygilus*; e: *Cinclodes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Pygochelidon*; h: *Metriopelia*; i: *Calidris*; j: *Psilopsiagon*; k: *Lophonetta*; l: *Vanellus*; m: *Thinocorus*; n: *Attagis*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi amenazada); b': *Falco peregrinus* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchellii* (Casi Amenazada); a*: *Vultur gryphus* (En Peligro)

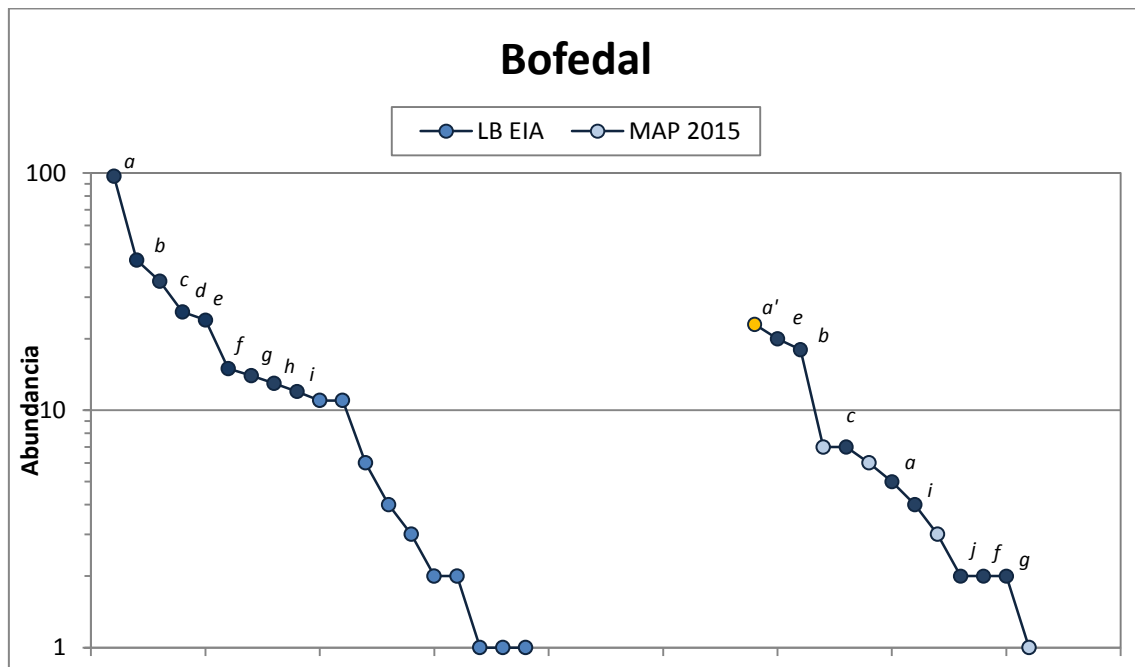
Figura 43. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de avifauna del césped de puna, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad del césped de puna. En cuanto a la composición de la comunidad, el 60% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

Respecto a la estructura, se mantienen como dominantes en la última evaluación la mayoría de géneros registrados como tales en la evaluación de la LB EIA (*Sicalis*, *Geositta* y *Phrygilus*), ahora acompañados además por los géneros *Thinocorus* y *Metriopelia*. La especie dominante según la última evaluación, *Thinocorus orbignyianus*, se considera que posee una sensibilidad media a los cambios antrópicos (Stotz et al. 1996) y es un residente común en la puna abierta (3000 – 4600 m), a menudo se encuentra en bandadas (Schulenberg et al. 2010).

Así mismo, se presentan algunas variaciones, como es el caso del género *Haplochelidon*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.

Cabe destacar que en la primera evaluación se reporta la presencia de las especies *Calidris bairdii* y *Attagis gayi* consideradas como altamente sensibles a los cambios antrópicos (Stotz et al. 1996), las mismas que ya no se reportan en la evaluación del MAP 2015. Además, en la LB EIA se registran dos especies calificadas como Casi Amenazadas por la legislación peruana: la perdiz andina (*Tinamotis pentlandii*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*). Ambas presentan sensibilidad media a los cambios antrópicos. La primera se mantiene en los registros de la última evaluación pero con menor abundancia. Entre los registros destacables de la última evaluación están: *Phegornis mitchellii*, especie sensible a los cambios antrópicos y categorizada como Casi Amenazada por la legislación peruana; y el cóndor andino (*Vultur gryphus*) especie en peligro de extinción.



Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Phrygilus*; c: *Metriopelia*; d: *Haplochelidon*; e: *Muscisaxicola*; f: *Geositta*; g: *Cinclodes*; h: *Calidris*; i: *Lophonetta*; j: *Asthenes*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada)

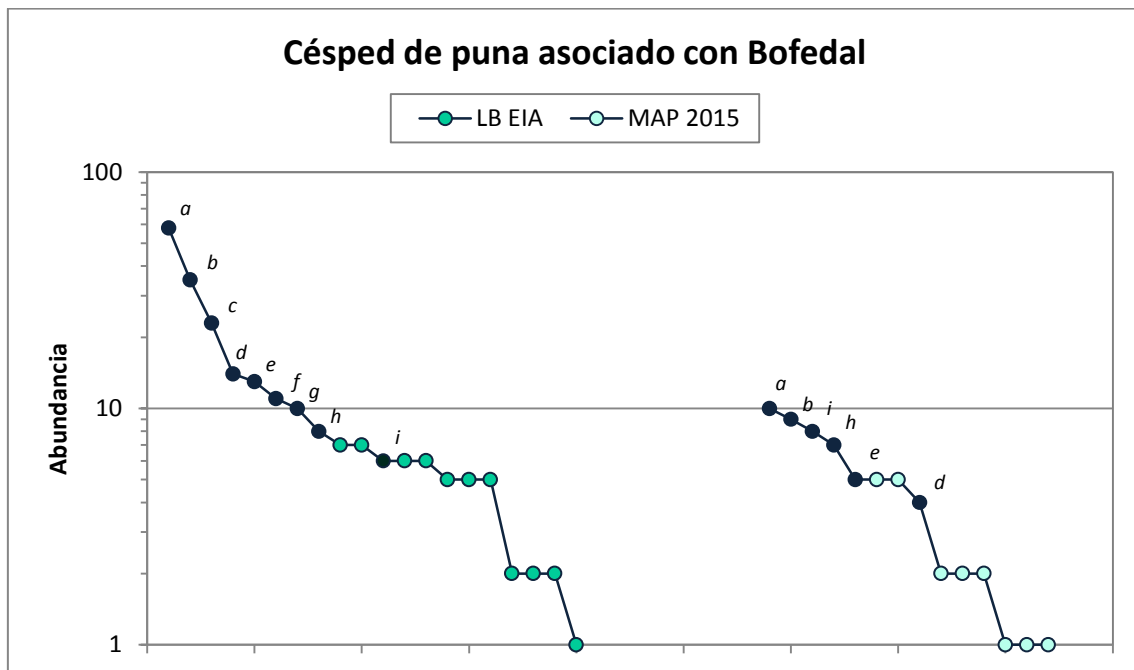
Figura 44. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó en la comunidad del bofedal, en cuanto a su composición y estructura.

Se presentan cambios en cuanto a la composición de las especies y sus abundancias. Respecto a la estructura, se mantiene como dominante en la última evaluación el género *Phrygilus*, ahora acompañado además por los géneros *Muscisaxicola* y *Tinamotis*. La especie dominante según la última evaluación, *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), se encuentra frecuentemente en coberturas amacolladas en busca de protección contra depredadores.

Así mismo, se presentan algunas variaciones, como es el caso de los géneros *Thinocorus* y *Metriopelia*, que en la última evaluación pasan a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.

Los géneros *Haplochelidon* y *Calidris*, ambos asociados a cuerpos de agua, ya no se reporta en la última evaluación. La especie *Calidris bairdii* es considerada como altamente sensible a los cambios antrópicos (Stotz 1996).



Leyenda: a: *Geositta*; b: *Cinclodes*; c: *Calidris*; d: *Phrygilus*; e: *Muscisaxicola*; f: *Anas*; g: *Charadrius*; h: *Thinocorus*; i: *Sicalis*

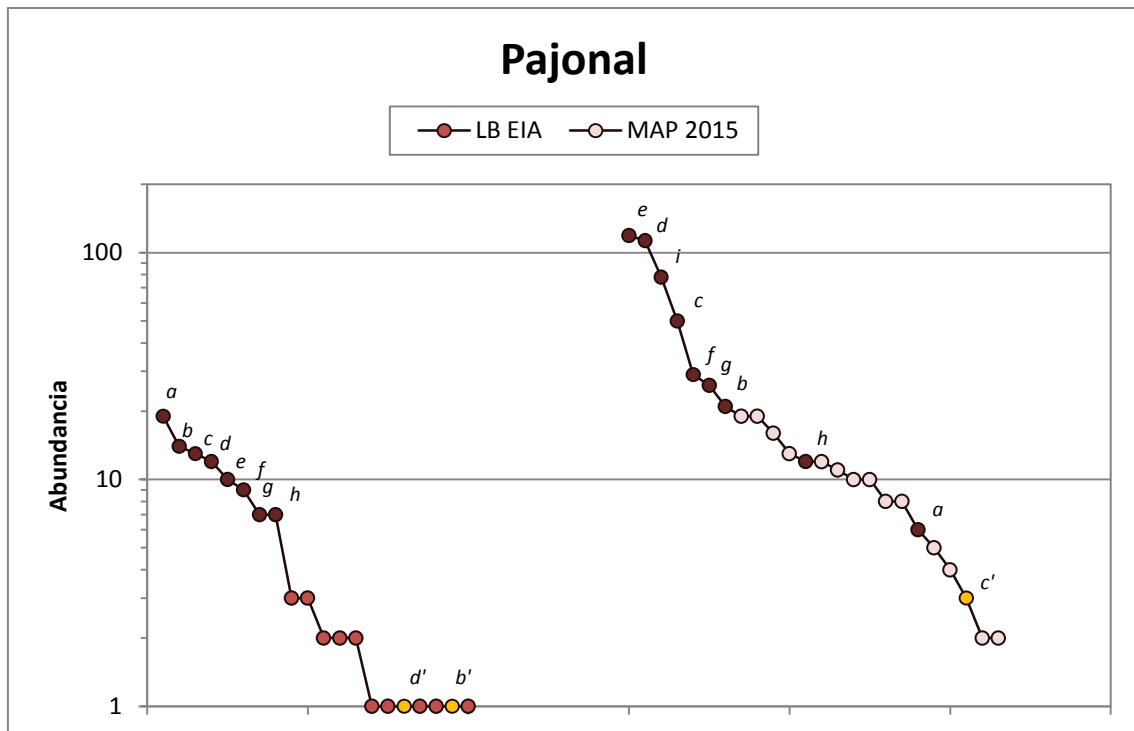
Figura 45. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó en la comunidad del césped de puna asociado al bofedal, en cuanto a su composición y estructura.

Algunos géneros registrados en la evaluación de la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

En cuanto a la estructura, los géneros *Geositta* y *Cinclodes* se mantienen como dominantes en la última evaluación, pero ahora acompañados de *Sicalis* y *Thinocorus*.

Sin embargo, ya no se registran en la última evaluación, los géneros *Calidris*, *Anas* y *Charadrius*, todas asociadas estrechamente a cuerpos de agua. Cabe destacar que la especie *Calidris bairdii* es considerada como altamente sensible a los cambios antrópicos.



Leyenda: a: *Diuca*; b: *Cinclodes*; c: *Anas*; d: *Sicalis*; e: *Phrygilus*; f: *Geositta*; g: *Metriopelia*; h: *Lophonetta*; i: *Psilopsiagon*; b': *Falco peregrinus* (Casi Amenazada); c': *Phegornismitchelli* (Casi amenazada); d': *Fulica gigantea* (Casi amenazada)

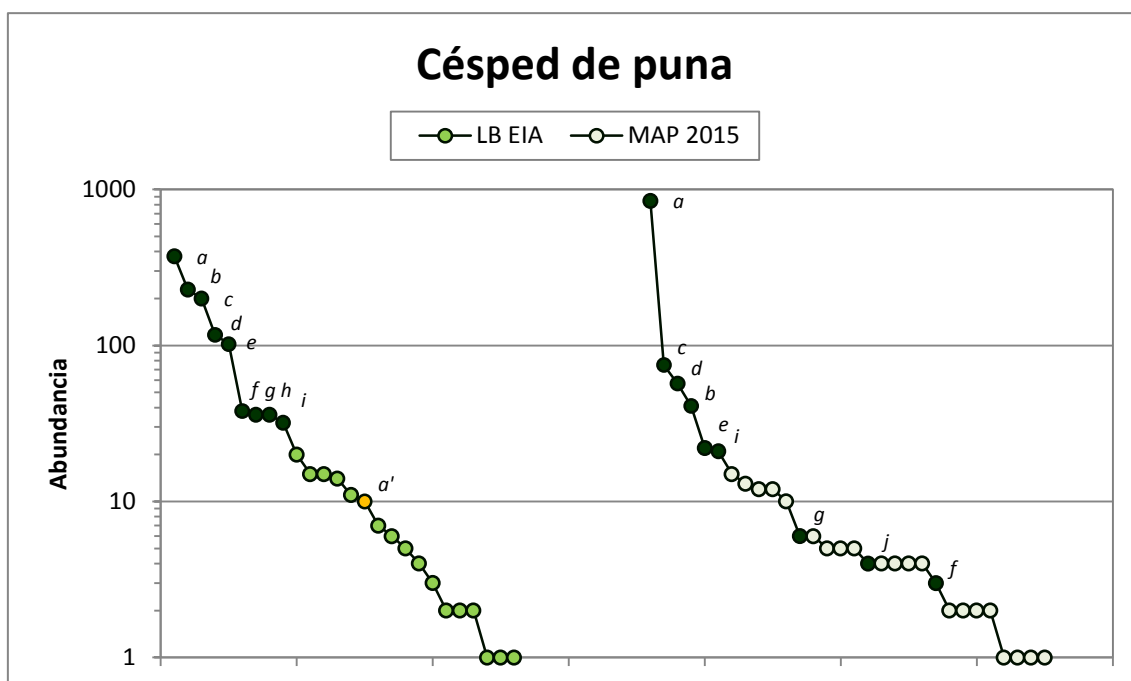
Figura 46. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

El efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la comunidad de la avifauna del pajonal. Se registran cambios leves tanto en la estructura como en la composición de las especies de avifauna de la comunidad.

Los géneros de avifauna en general se mantienen en ambas evaluaciones. Sin embargo, en la última evaluación el género *Diuca* pasa de ser dominante a posiciones suprimidas, la especie *Diuca speculifera* es considerada como medianamente sensible a cambios antrópicos. Mientras que el género *Phrygilus* se posiciona como dominante, junto con *Sicalis* y *Anas* que se mantienen en este grupo encabezando la jerarquía.

Cabe mencionar, que en la evaluación de la LB EIA se registraron las especies *Falco peregrinus* y *Fulica gigantea*, ambas categorizadas por la legislación peruana como de casi amenazadas y sensibles a disturbios, pero en la última evaluación ya no fueron registradas. Sin embargo, se reportó la especie *Phegornis mitchellii*, especie con sensibilidad alta a los disturbios antrópicos y también categorizadas como de casi amenazadas por la legislación peruana.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Thinocorus*; d: *Geositta*; e: *Cinclodes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Asthenes*; h: *Haplochelidon*; i: *Anas*; j: *Recurvirostra*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada)

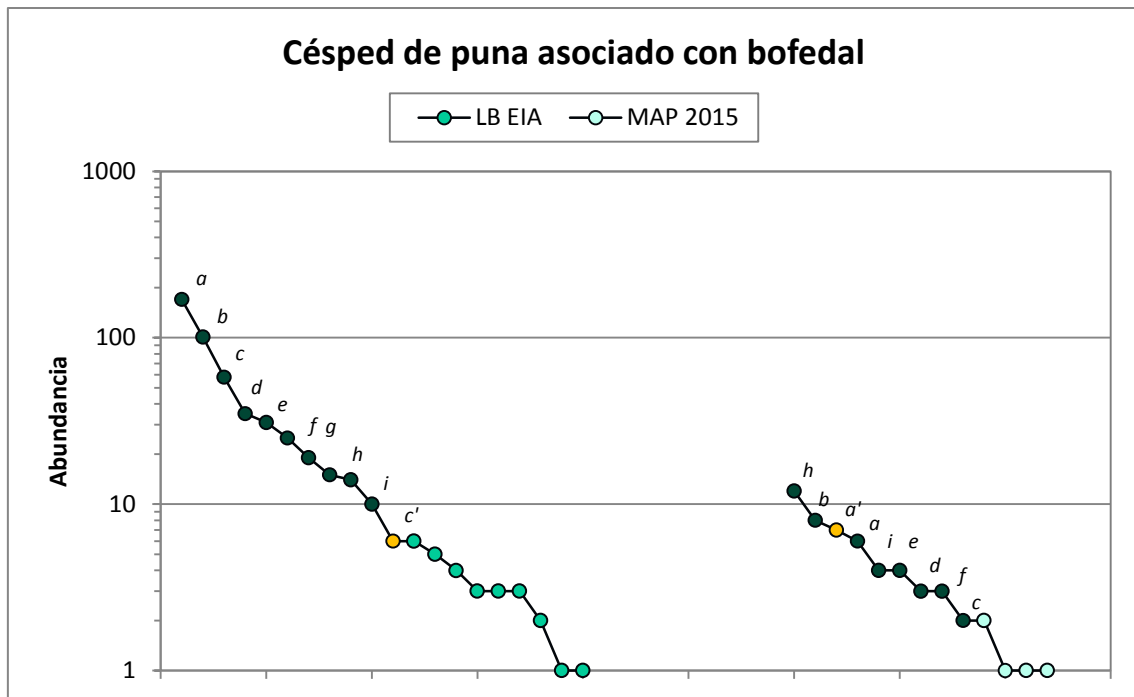
Figura 47. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA - MAP 2015)

Para el caso del componente avifauna en el césped de puna, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad.

En cuanto a la composición de la comunidad se mantienen los géneros registrados en la evaluación del MAP 2015.

Respecto a la estructura, se mantienen como dominantes en la última evaluación todos los géneros registrados como tales en la evaluación de la LB EIA (*Sicalis*, *Thinocorus*, *Phrygilus* y *Geositta*).

Sin embargo, se presentan algunas variaciones, como es el caso del género *Haplochelidon*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.



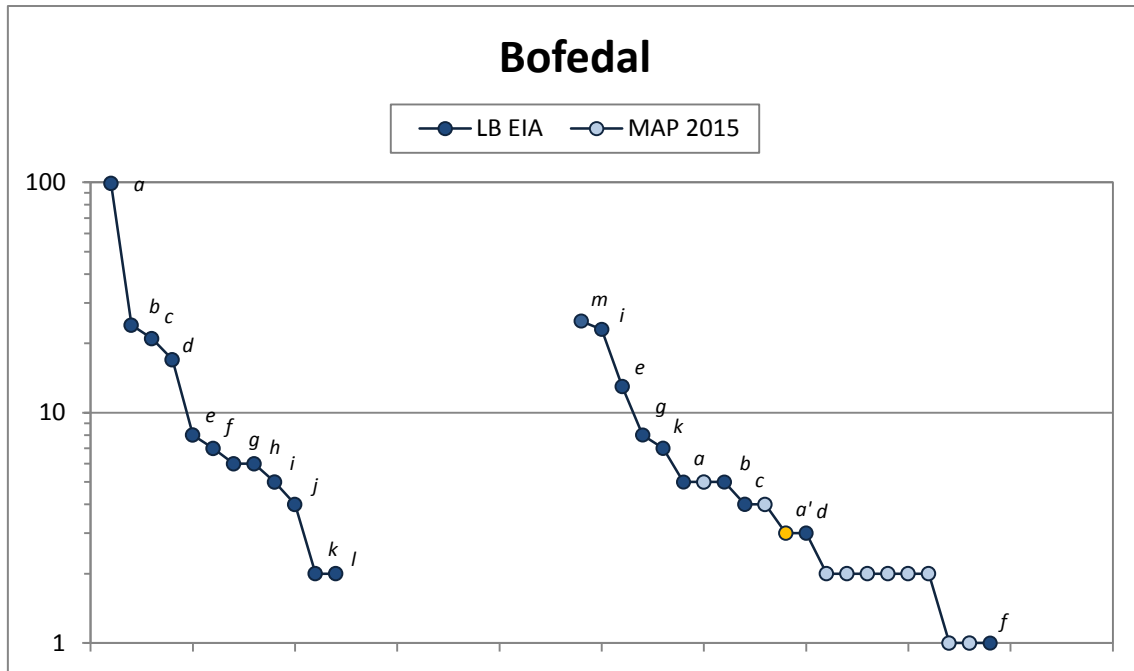
Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Geositta*; c: *Cinclodes*; d: *Sicalis*; e: *Muscisaxicola*; f: *Metriopelia*; g: *Plegadis*; h: *Phrygilus*; i: *Anas*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchelli* (Casi Amenazada)

Figura 48. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, se registró un cambio en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión del césped de puna asociado al bofedal.

Se observan cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones LB EIA y MAP 2015. Aunque en términos generales la composición de comunidad se mantiene entre las evaluaciones.

En cuanto a la estructura, los géneros *Thinocorus* y *Geositta* se mantienen en el grupo de los dominantes en la última evaluación, pero ahora acompañados de *Phrygilus*, que encabeza la dominancia y *Tinamotis pentlandii* (perdiz andina), que aparece en esta evaluación y se posiciona en este grupo.

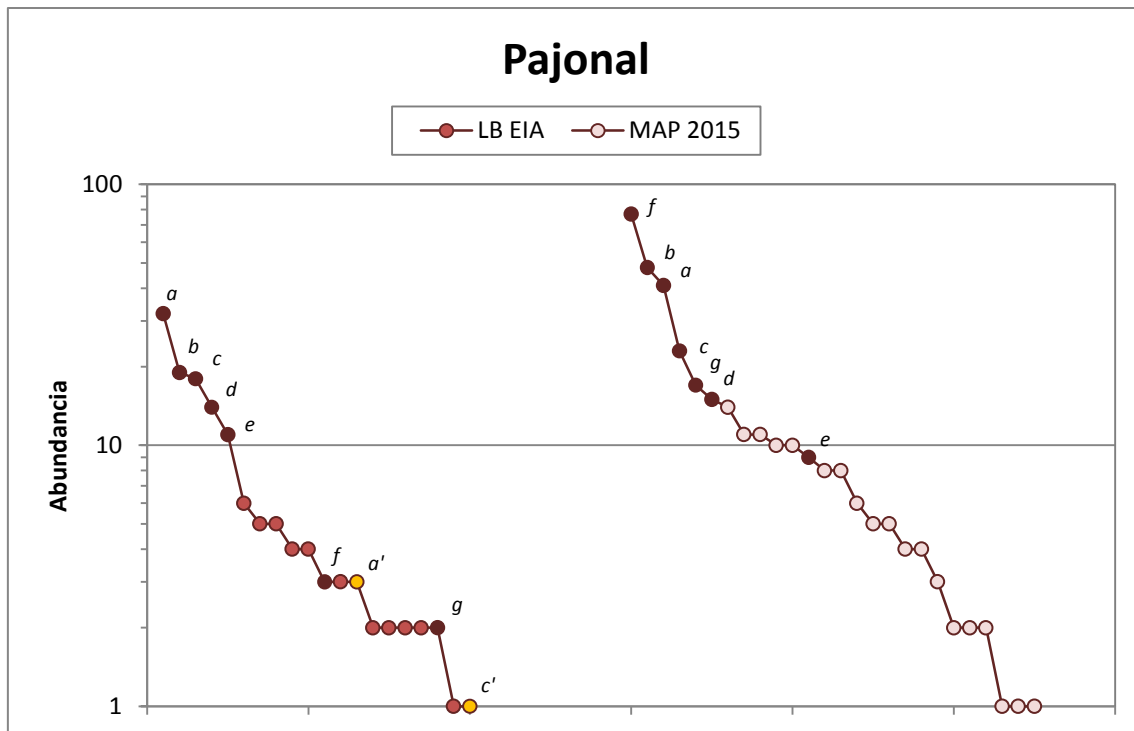


Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Haplochelidon*; c: *Geositta*; d: *Cinclodes*; e: *Muscisaxicola*; f: *Diuca*; g: *Asthenes*; h: *Anairetes*; i: *Phrygilus*; j: *Lophonetta*; k: *Metriopelia*; l: *Sicalis*; m: *Sporagra*; a': *Tinamotispentlandii* (Casi Amenazada)

Figura 49. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó la estructura y composición de la comunidad del bofedal.

En términos generales la composición de comunidad se mantiene entre las evaluaciones. Sin embargo, en cuanto a la estructura se reportan notorias variaciones en la última evaluación; como es el caso del género *Sporagra* ahora encabeza la dominancia de la comunidad, acompañado por el género *Phrygilus* que escala a posiciones al nivel dominante. Los géneros *Thinocorus*, *Haplochelidon*, *Geositta* y *Cinclodes* en la última evaluación pasan a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Psilopsiagon*; d: *Cinclodes*; e: *Asthenes*; f: *Thinocorus*; g: *Pygochelidon*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchellii* (Casi Amenazada)

Figura 50. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA - MAP 2015)

El efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la comunidad de la avifauna del pajonal. Se registran cambios leves tanto en la estructura como en la composición de las especies de avifauna de la comunidad.

Casi todos los géneros de avifauna registrados en el pajonal en la evaluación de la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

En cuando a la estructura de la comunidad, en la última evaluación los géneros dominantes *Phrygilus* y *Sicalis* se mantienen como tales, pero ahora liderados por el género *Thinocorus*. Sin embargo, se reportan algunas variaciones, como es el caso del género *Asthenes* que pasa a posicionarse en niveles suprimidos.

Cabe resaltar que las especie *Phegornis mitchellii* y *Tinamotis pentlandii*, registradas en la evaluación de la LB EIA, ambas con sensibilidad alta y media (respectivamente) a los disturbios antrópicos, ya no fueros reportadas en la última evaluación.

7.9. Resultados

7.9.1. Flora silvestre

Cuadro 6. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de cada zona

Zona	Análisis LB EIA –MAP 2015	
	Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Cambio leve	Cambio leve
Zona de Operaciones	Cambio leve	Cambio leve

Cuadro 7. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de la cobertura vegetal

Zona	Cobertura vegetal	Análisis LB EIA –MAP 2015	
		Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna	Cambio leve	Cambio leve
	Césped de puna asociado a los bofedales	Cambio moderado	Cambio moderado
	Pajonal	Cambio leve	Cambio leve
	Bofedal	Cambio moderado	Cambio moderado
Zona de Operaciones	Cactáceas	Cambio leve	Cambio leve
	Matorrales	Cambio leve	Cambio leve
	Pajonal	Cambio moderado	Cambio moderado
	Tierra desnuda	Cambio moderado	Cambio moderado

Tal como se observa en los gráficos Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre (Figura 12 - 15), los efectos de los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de las comunidades de flora silvestre analizadas a nivel de cada zona de estudio.

Sin embargo, si estos efectos se analizan a nivel de las coberturas vegetales dentro de cada zona (Figuras 20 - 34), se puede diferenciar efectos particulares de los cambios en cada cobertura vegetal, presentando en algunas coberturas cambios más notorios dependiendo de la zona de estudio: zona de operaciones (Figuras 22, 23 y 26) y zona de abastecimiento de agua (Figuras 28, 29, 32 y 33).

Del mismo modo, tanto para los análisis realizados a nivel de las zonas de estudio (Cuadro 6), como para los realizados de manera específica para las coberturas vegetales (Cuadro 7), se evidencia que los efectos de los cambios ocurridos en el periodo analizado son semejantes entre las épocas analizadas (húmeda y seca). Sin embargo, en aquellas coberturas vegetales vinculadas directamente a la disponibilidad hídrica, como los bofedales (Figuras 28 y 32) y césped de puna asociado al Bofedal (Figuras 29 y 33), los efectos de estos cambios se agudizan de manera particular en la temporada seca del año. Por el contrario, para la cobertura Cactáceas, estos efectos son más notorios en la época húmeda (Figuras 21 y 25).

7.9.2. Avifauna

Cuadro 8. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de cada zona

Zona	Análisis LB EIA –MAP 2015	
	Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Cambio leve	Cambio leve
Zona de Operaciones	Cambio leve	Cambio leve

Cuadro 9. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de las coberturas vegetales

Zona	Cobertura vegetal	Análisis LB EIA –MAP 2015	
		Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna	Cambio leve	Cambio leve
	Césped de puna asociado a los bofedales	Cambio moderado	Cambio moderado
	Pajonal	Cambio leve	Cambio leve
	Bofedal	Cambio moderado	Cambio moderado
Zona de Operaciones	Cactáceas	Cambio leve	Cambio leve
	Matorrales	Cambio leve	Cambio leve
	Pajonal	Cambio moderado	Cambio moderado
	Tierra desnuda	Cambio moderado	Cambio moderado

Tal como se observa en los gráficos Rango - Abundancia de los géneros de avifauna (Figura 16 - 19), los efectos de los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de las comunidades de avifauna analizadas a nivel de cada zona de estudio.

Sin embargo, si estos efectos se analizan a nivel de las coberturas vegetales dentro de cada zona (Figuras 35 - 50), se puede diferenciar efectos particulares de los cambios en cada cobertura vegetal, presentando en algunas coberturas cambios más notorios dependiendo de la zona de estudio: zona de operaciones (Figuras 37, 38, 41 y 42) y zona de abastecimiento de agua (Figuras 44, 45, 48 y 49).

Del mismo modo, tanto para los análisis realizados a nivel de las zonas de estudio (Cuadro 8), como para los realizados de manera específica para las coberturas vegetales (Cuadro 9), se evidencia que los efectos de los cambios ocurridos en el periodo analizado son semejantes entre las épocas analizadas (húmeda y seca). Sin embargo, en aquellas coberturas vegetales vinculadas directamente a la disponibilidad hídrica, como los bofedales, los efectos de estos cambios se agudizan de manera particular en la temporada seca del año (Figuras 44 y 49).

**Capítulo VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los
Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del
Proyecto Quellaveco**

VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

8.1. Conclusiones

- ❖ A nivel de las zonas del proyecto (Zona de Operaciones y Zona de Abastecimiento de Agua), no se perciben cambios notorios entre la LB EIA y el MAP 2015, en cuanto a la estructura y composición de las comunidades de flora silvestre y avifauna; estos cambios se evidencian cuando se analizan por cobertura vegetal al interior de cada zona.
- ❖ Los cambios de extensión de las coberturas vegetales sobre la estructura y composición de las comunidades se evidencian entre la LB EIA y el MAP 2015 y no tanto entre temporadas dentro del mismo año (época húmeda y seca).
- ❖ En el caso de las coberturas vegetales que dependen de la disponibilidad hídrica, estos cambios se hacen notorios sobre todo en la época seca del año.
- ❖ En la Zona de Abastecimiento de Agua, los bofedales y el césped de puna asociado al bofedal (ambas coberturas asociadas a los cuerpos de agua), muestran mayor sensibilidad a cambios de su superficie y variaciones de los regímenes hídricos.
- ❖ Evidenciándose en estas coberturas cambios importantes en términos de composición y estructura, tanto en las comunidades de flora silvestre como de avifauna.
- ❖ Si bien se han identificado modificaciones de algunas coberturas vegetales, esto puede atribuirse en parte a su dinámica natural, variaciones climáticas o a actividades humanas.
- ❖ Los lugares donde se evidencian los cambios en la cobertura vegetal no guardan relación directa con las actividades desarrolladas por el Proyecto Quellaveco.
- ❖ En la Zona de Operaciones, las principales coberturas vegetales donde se perciben cambios en el tiempo son los pajonales y en la tierra desnuda o con poca vegetación; en ambos casos, por su disminución dada la expansión de otras coberturas como cactáceas y matorrales.
- ❖ Si bien estos cambios se presentan tanto a nivel de estructura como en la composición de las comunidades, se consideran poco relevantes, debido a que esas coberturas no están vinculadas directamente a la presencia de agua, recurso vital para el área.
- ❖ Como en el caso anterior (Z. de Abastecimiento de Agua), si bien se han identificado modificaciones de algunas coberturas vegetales, esto puede atribuirse en parte a su dinámica natural, variaciones climáticas o a actividades humanas.
- ❖ El aumento de la riqueza de especies registradas en la última evaluación en la cobertura tierra desnuda, de la Zona de Operaciones, se puede deber a que ante el desplazamiento de esta cobertura vegetal (por la expansión de otras con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas), se favorecería la

formación de una zona de transición entre ambas coberturas, facilitando la mezcla de especies de una cobertura con otra.

- ❖ En el caso del componente avifauna, este cambio estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura para anidación, otros) para las aves, ocasionando con ello el aumento de las especies registradas en dicha cobertura (tierra desnuda).
- ❖ Del análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco, se desprende que los métodos utilizados para evaluar la flora y fauna silvestre han sido apropiados y confiables y son coherentes con las prácticas estándar ampliamente utilizadas por los especialistas para medir y caracterizar la vegetación y las especies de plantas y animales silvestres en el país.
- ❖ Luego de la evaluación de la Línea Base Ambiental, componentes de flora y fauna del Proyecto Quellaveco y del Monitoreo Ambiental Participativo 2015, no se han encontrado diferencias sustanciales entre los resultados de ambos estudios, por lo que se recomienda validar la Línea Base del Proyecto Quellaveco en sus componentes de flora y fauna silvestre.

8.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda hacer un seguimiento permanente sobre todo a las coberturas vinculadas directamente a fuentes de agua. Además de monitorear de manera permanente con especial énfasis en aquellos componentes altamente sensibles a cambios o disturbios en su entorno, como la herpetofauna y la vegetación.
- ❖ Se recomienda estandarizar las metodologías empleadas para ser aplicadas en las sucesivas evaluaciones de los componentes, a fin de poder analizar en el futuro los datos entre las evaluaciones, por ejemplo, en cuanto a la ubicación geográfica de los transectos, el número de transectos por subcomponente (flora, aves, mamíferos, herpetofauna), el momento preciso y duración de las salidas de campo en la época húmeda y la seca, el tipo de trampas y redes, entre otros

IX. Bibliografía

9.1. Referencias Bibliográficas:

- ❖ Breiman, L. 2001. Random Forest. *Machine Learning*, 45 (1):5-32. Consultado, Marzo 2015. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/uOp06167n6173512/fulltext.pdf>
- ❖ CDC-UNALM, LTA-UNALM, DGOT-MINAM, SGCAN y FDA. 2012. Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Centro de Datos para la Conservación, Laboratorio de Teledetección, Dirección General de Ordenamiento Territorial - Ministerio del Ambiente, Secretaria General de la Comunidad Andina y Fundación para el desarrollo Agrario. Lima, Perú. 57 p. Consultado: Febrero 2015. Disponible en: http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores_remotos/cut.html
- ❖ CDC – UNALM. 2012. Anexo 1. Protocolos y formularios. Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Lima, Perú. Consultado: Febrero 2015. Disponible en: http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores_remotos/cut.html
- ❖ CITES 2015. Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II y III.
- ❖ E&E Perú S.A. 2015. Monitoreo de Flora y Fauna del Proyecto Quellaveco. Época de lluvias. Informe Semestral de Validación del Estudio de la Línea Base
- ❖ IUCN. 2015.v2. Red list of threatened species. The IUCN species survival commission. IUCN. The World Conservation Union. Gland.
- ❖ Knight Piésold Consultores. 2008. Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental – Línea Base Ambiental 2008.
- ❖ Knight Piésold Consultores. 2013. Cuarta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental.
- ❖ Liaw & Wiener. 2002. Classification and Regression by RandomForest. *R News* 2(3):18–22. Consultado en Febrero 2014. Disponible en: ftp://131.252.97.79/Transfer/Treg/WFRE_Articles/Liaw_02_Classification%20and%20regression%20by%20randomForest.pdf
- ❖ Loza, S; Meneses, R. & Anthelme, F. 2015. Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecología en Bolivia* 50(1): 39-56.
- ❖ Ministerio del Ambiente. 2015a. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 83 p.
- ❖ Ministerio del Ambiente. 2015b. Guía de inventario de la flora y vegetación. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 49 p.
- ❖ Montesinos, D. 2015. Flora moqueguana. Guía práctica para la identificación de plantas silvestres. AngloAmerican. Moquegua, Perú. 252 p.

- ❖ Montoya, A. 1996. Percepción Remota y Procesamiento Digital de Imágenes. Principios Básicos. Bogotá D.C. IGAC-CIAF.
- ❖ Osorio–Zuluaga, G. & N. Duque (eds.). 2014. Indicadores de la línea base ambiental de Caldas. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. Manizales. 117 p.
- ❖ Perichinsky, G. 2007. Clasificación Automática Basada en Análisis Espectral. Caso De Uso: Procedimientos Clasificatorios Aplicado a Asteroides. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Físicas. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. Consultado Marzo 2015. Disponible en: <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/Perichinsky.pdf>
- ❖ Perú. 2006. D.S. Nº 043-2006-AG. Aprueban categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre
- ❖ Perú. 2014. D.S. Nº 004-2014-MINAGRI. Aprueban actualización de la lista de clasificación y categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre legalmente protegidas
- ❖ Pulido, V. 1998. Vocabulario de los nombres comunes de la fauna silvestre del Perú. Lima, Perú. 241 p.
- ❖ Schulenberg, T; Stotz, D; Lane, D; Oneill, J. & Parker, T. 2010. Aves de Perú. Centro de Ornitología y Biodiversidad - CORBIDI, Lima. 660 p.
- ❖ Stotz, D.; Fitzpatrick, J; Parker, T. & Moskovits, D. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. University of Chicago, Chicago.
- ❖ Venero, J. & H. Brokaw. 1980. Ornitofauna de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú. Publicaciones del Museo de Historia Natural “Javier Prado” Serie A Zoología No.26: 1–32.