



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA  
LLALLIMAYO DE LA PROVINCIA DE MELGAR, REGIÓN DE PUNO”**

**PRESENTADO POR:**

**ING. JESÚS DALENS CAMPOS**

**ASESOR:**

**DR. JAVIER MAMANI PAREDES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**  
**2018**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GAFICOS.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
<b>1. CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Antecedentes del problema.....	1
<b>1.2. Definición del problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Objetivo de la Investigación.....</b>	<b>2</b>
1.3.1. Justificación e importancia de la investigación.....	3
<b>1.4. Justificación y limitaciones de la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Variables.....</b>	<b>5</b>
1.5.1. Variables dependientes.....	5
1.5.2. Variables Independientes.....	5
<b>1.6. Hipótesis de Investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>8</b>
2.1.1. El monitoreo y muestreo.....	10
<b>2.2. Marco Conceptual.....</b>	<b>10</b>
2.2.1. Cuenca.....	10
2.2.2. El agua.....	10
2.2.3. Aptitud del agua.....	11
2.2.4. Características de las aguas superficiales.....	11
2.2.5. Características organolépticas del agua.....	12
2.2.6. Evaluación de la aptitud del elemento liquido de ríos.....	13
2.2.7. Los conceptos y tipos de contaminación del agua.....	13
2.2.8. Importancia de la calidad del agua.....	15

2.2.9.	Aptitud y cuantía de elemento líquido (cuenca hidrográfica)....	16
2.2.10.	Elementos que influyen en la pureza del elemento líquido. ....	16
2.2.11.	Procesos que afectan la calidad de agua en una microcuenca. ..	19
2.2.12.	Agua y salud .....	21
2.2.13.	Tecnologías apropiadas para desinfección del agua. ....	22
2.2.14.	Participación comunitaria. ....	23
2.2.15.	Marco Legal. ....	24
<b>3.</b>	<b>CAPITULO III: MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1.	Tipo de investigación.....	26
3.2.	Diseño de la investigación .....	26
3.3.	Población y muestra .....	28
3.3.1.	Población.....	28
3.3.2.	Muestra. ....	30
3.4.	Laboratorio de ensayo para análisis de agua.....	37
3.5.	Clasificación de cuerpo de agua Llallimayo.....	37
3.6.	Red de puntos de monitoreo de la calidad de agua superficial. ....	38
3.7.	Parámetros evaluados. ....	41
3.7.1.	Parámetros físicos. ....	41
3.7.2.	Parámetros químicos. ....	41
3.7.3.	Parámetros bacteriológicos. ....	41
3.7.4.	Metales pesados. ....	41
3.7.5.	Análisis de laboratorio.....	41
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
4.1.	Presentación de resultados por variable. ....	43
4.1.1.	Parámetro Físicos.....	43
4.1.2.	Parámetros Químicos.....	46
4.1.	Contrastación de hipótesis .....	98
4.2.	Discusiones de resultados.....	99
<b>5.</b>	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>107</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	107
5.2.	RECOMENDACIONES .....	109
	<b>BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>110</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: población del ámbito de la cuenca Llallimayo .....	4
Tabla 2: Operacionalización de variables. ....	6
Tabla 3: Población del ámbito de la cuenca Llallimayo. ....	28
Tabla 4: Puntos de Monitoreo en estudio - Cuenca Llallimayo.....	38
Tabla 5: Conductividad Eléctrica-CE. ....	43
Tabla 6 Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO. ....	46
Tabla 7: Demanda Química de Oxígeno - DQO.....	48
Tabla 8: Oxígeno Disuelto - OD. ....	51
Tabla 9: Potencial de Hidrogeniones-PH.....	53
Tabla 10: Parámetro Metales pesados y metaloides. ....	56
Tabla 11: Resultados de Arsénico-As. ....	58
Tabla 12: Resultados de Bario - Ba. ....	60
Tabla 13: Resultados Boro-B. ....	63
Tabla 14: Resultados de Cadmio - Cd. ....	65
Tabla 15 Resultados de cobre - Cu .....	68
Tabla 16 Resultados de Cobalto-Co.....	70
Tabla 17 Resultados de Hierro-Fe.....	73
Tabla 18 Resultados de Litio-Li.....	75
Tabla 19 Resultados de Magnesio-Mg.....	78
Tabla 20 Resultados de Manganeso-Mn. ....	80
Tabla 21 Resultados de Mercurio-Hg. ....	83
Tabla 22 Resultados de Níquel-Ni. ....	85
Tabla 23 Resultado de Plomo-Pb.....	88
Tabla 24 Resultado de Selenio-Se.....	90
Tabla 25 Resultados de Zinc-Zn. ....	93
Tabla 26 Parámetros microbiológicos de los puntos de monitoreo .....	96
Tabla 27 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2010.....	100
Tabla 28 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2011.....	101
Tabla 29 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2012.....	102
Tabla 30 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2013.....	103
Tabla 31 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2014.....	104
Tabla 32 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2015.....	105

Tabla 33 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2016.....	106
---	-----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Conductividad Eléctrica - CE RChac1. ....	44
GRÁFICO 2 Conductividad Eléctrica - CE RCchac2. ....	44
GRÁFICO 3 Conductividad Eléctrica - CE RChac3. ....	45
GRÁFICO 4 Conductividad Eléctrica - CE RLlal1. ....	45
GRÁFICO 5 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO RChac1 .....	46
GRÁFICO 6 Demanda Bioquímica del Oxígeno DBO RChac2. ....	47
GRÁFICO 7 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO RChac3. ....	47
GRÁFICO 8 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO Llal1. ....	48
GRÁFICO 9 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac1. ....	49
GRÁFICO 10 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac2. ....	49
GRÁFICO 11 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac3. ....	50
GRÁFICO 12 Demanda Química de Oxígeno DQO RLlal1. ....	50
GRÁFICO 13 Oxígeno Disuelto- OD RChac1. ....	51
GRÁFICO 14 Oxígeno Disuelto - OD RChac2. ....	52
GRÁFICO 15 Oxígeno Disuelto - OD RChac3. ....	52
GRÁFICO 16 Oxígeno Disuelto - OD RLlal1 .....	53
GRÁFICO 17 Potencial de hidrogeniones-PH RChac1. ....	54
GRÁFICO 18 Potencial de hidrogeniones-PH RChac2. ....	54
GRÁFICO 19 Potencial de hidrogeniones-PH RChac3. ....	55
GRÁFICO 20 Potencial de hidrogeniones-PH RLlal1. ....	55
GRÁFICO 21 Resultados de Aluminio-Al RChac1. ....	56
GRÁFICO 22 Resultados de Aluminio-Al RChac2. ....	57
GRÁFICO 23 Resultados de Aluminio-Al RChac3. ....	57
GRÁFICO 24 Resultados de Aluminio-Al RLlal1. ....	58
GRÁFICO 25 Resultados de Arsénico - As RChac2. ....	59
GRÁFICO 26 Resultados de Arsénico - As RChac3. ....	59
GRÁFICO 27 Resultados de Arsénico – As. RLlal1. ....	60
GRÁFICO 28 Resultados de Bario - Ba RChac1. ....	61
GRÁFICO 29 Resultados de Bario - Ba RChac2. ....	61
GRÁFICO 30 Resultados de Bario - Ba RChac3 .....	62
GRÁFICO 31 Resultados de Bario - Ba RLlal1. ....	62
GRÁFICO 32 Resultados de Boro - B RChac1. ....	63
GRÁFICO 33 Resultados de Boro - B RChac2. ....	64
GRÁFICO 34 Resultados de Boro - B RChac3. ....	64
GRÁFICO 35 Resultados de Cadmio - Cd RChac1. ....	66
GRÁFICO 36 Resultados de Cadmio - Cd RChac2. ....	66
GRÁFICO 37 Resultados de Cadmio - Cd RChac3. ....	67
GRÁFICO 38 Resultados de Cadmio - Cd RLlal1. ....	67

GRÁFICO 39 Resultados de Cobre - Cu RChac1. ....	68
GRÁFICO 40 Resultados de Cobre - Cu RChac2. ....	69
GRÁFICO 41 Resultados de Cobre - Cu RChac3. ....	69
GRÁFICO 42 Resultados de Cobre - Cu RLlal1. ....	70
GRÁFICO 43 Resultados de Cobalto - Co RChac1. ....	71
GRÁFICO 44 Resultados de Cobalto - Co RChac2. ....	71
GRÁFICO 45 Resultados de Cobalto - Co RChac3. ....	72
GRÁFICO 46 Resultados de Cobalto - Co RLlal1. ....	72
GRÁFICO 47 Resultados de Hierro - Fe RChac1. ....	73
GRÁFICO 48 Resultados de Hierro - Fe RChac2. ....	74
GRÁFICO 49 Resultados de Hierro - Fe RChac3. ....	74
GRÁFICO 50 Resultados de Hierro - Fe RLlal1. ....	75
GRÁFICO 51 Resultados de Litio - Li RChac1. ....	76
GRÁFICO 52 Resultados de Litio - Li RChac2. ....	76
GRÁFICO 53 Resultados de Litio - Li RChac3. ....	77
GRÁFICO 54 Resultados de Litio - Li RLlal1. ....	77
GRÁFICO 55 Resultados de Magnesio - Mg RChac1. ....	78
GRÁFICO 56 Resultados de Magnesio - Mg RChac2. ....	79
GRÁFICO 57 Resultados de Magnesio - Mg RChac3. ....	79
GRÁFICO 58 Resultados de Magnesio - Mg RLlal1. ....	80
GRÁFICO 59 Resultados de Manganeso - Mn RChac1. ....	81
GRÁFICO 60 Resultados de Manganeso - Mn RChac2. ....	81
GRÁFICO 61 Resultados de Manganeso - Mn RChac3. ....	82
GRÁFICO 62 Resultados de Manganeso - Mn RLlal1. ....	82
GRÁFICO 63 Resultados de Mercurio - Hg RChac 1. ....	83
GRÁFICO 64 Resultados de Mercurio - Hg RChac2. ....	84
GRÁFICO 65 Resultados de Mercurio - Hg RChac3. ....	84
GRÁFICO 66 Resultados de Mercurio - Hg RLlal1. ....	85
GRÁFICO 67 Resultados de Níquel - Ni RChac1. ....	86
GRÁFICO 68 Resultados de Níquel - Ni RChac2. ....	86
GRÁFICO 69 Resultados de Níquel - Ni RChac3. ....	87
GRÁFICO 70 Resultados de Níquel - Ni RLlal3. ....	87
GRÁFICO 71 Resultados de Plomo - Pb RChac1. ....	88
GRÁFICO 72 Resultados de Plomo - Pb RChac2. ....	89
GRÁFICO 73 Resultados de Plomo - Pb RChac3. ....	89
GRÁFICO 74 Resultados de Plomo - Pb RLlal1. ....	90
GRÁFICO 75 Resultados de Selenio - Se RChac1. ....	91
GRÁFICO 76 Resultados de Selenio - Se RChac2. ....	91
GRÁFICO 77 Resultados de Selenio - Se RChac3. ....	92
GRÁFICO 78 Resultados de Selenio - Se RLlal1. ....	92
GRÁFICO 79 Resultados de Zinc - Zn RChac1. ....	93
GRÁFICO 80 Resultados de Zinc - Zn RChac2. ....	94

GRÁFICO 81 Resultados de Zinc - Zn RChac3.....	94
GRÁFICO 82 Resultados de Zinc - Zn RLlal1.....	95
GRÁFICO 83 Resultados de Coliformes - RChac1.....	97
GRÁFICO 84 Resultados de Coliformes - RChac2.....	97
GRÁFICO 85 Resultados de Coliformes - RChac3.....	98

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 ECAS-Agua - ANA. ....	35
Ilustración 2 LMP-Agua-ANA. ....	36
Ilustración 3 Esquema Pluvial Cuenca Llallimayo .....	39
Ilustración 4 Puntos de toma de muestra "Plan ANA-2017". ....	40

## RESUMEN

La sociedad civil debe comprender que la afectación de las aguas del río Llallimayo por la operación de la Empresa Minera ARUNTANI SAC. Es un problema ambiental importante, ya que buena parte de los habitantes en la cuenca de este río consume esta agua, así como animales, lo que podría causar problemas de salud, por lo que las manifestaciones de protesta social son cada vez más recurrentes.

El río Llallimayo, se origina en la naciente del río Pataqueña en la zona directa, en cuyo ámbito se localiza la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C. La confluencia del río Pataqueña con el río Azufrini (cuyo tributario de este río, es la quebrada Luchusani) da origen al río Chacapalca, el cual en su recorrido al unirse con el río Ocuvi originan el río Llallimayo en proximidades del distrito de Llalí, en cual tributa al río Santa Rosa.

Se manifiesta la presencia de estos metales en las aguas de la Cuenca Llallimayo podría ser a causa de la actividad Antropogénica de la “Empresa Minera ARUNTANI SAC.”, por movimiento de tierras y arrastre de escorrentías superficiales de los drenajes y en época de lluvias, toda vez que se demuestre su causalidad, es preciso manifestar que la zona donde se ubica la “Empresa Minera ARUNTANI SAC”, geológicamente presenta un depósito diseminado epitermal de alta sulfuración, con presencia de rocas volcánicas cortadas por brechas hidrotermales, en la que se concentra principalmente óxidos de hierro que actúa como alimentadores de oro del cuerpo mineralizado, razón por la cual tienen valores naturales elevados de metales pesados, pH ácido, y sulfatos.

**Palabras Claves:** Parámetros físicos, parámetros químicos, parámetros microbiológicos, evaluación.

## ABSTRACT

The civil society must understand that the affectation of the waters of the river Llallimayo by the operation of the Mining Company ARUNTANI SAC. It is an important environmental problem, since a good part of the inhabitants in the basin of this river consume this water, as well as animals, which could cause health problems, so that the manifestations of social protest are more and more recurrent.

The river Llallimayo, originates in the source of the Pataqueña River in the direct zone, in whose scope the Mining Company ARUNTANI S.A.C. The confluence of the Pataqueña River with the Azufrini River (whose tributary of this river, is the Luchusani gorge) gives rise to the Chacapalca River, which in its path, when it joins the Ocuvi River, originate the Llallimayo River in the vicinity of the Llallí district, which tributes to the Santa Rosa river.

The presence of these metals in the waters of the Llallimayo Basin could be due to the Anthropogenic activity of the "ARUNTANI SAC. Mining Company", due to earthworks and dragging of surface runoff from the drainages and during the rainy season, Whenever its causality is demonstrated, it is necessary to state that the area where the "ARUNTANI SAC Mining Company" is located, geologically presents a disseminated epithermal deposit of high sulfuration, with the presence of volcanic rocks cut by hydrothermal vents, in which it is concentrated mainly iron oxides that act as gold feeders of the mineralized body, which is why they have high natural values of heavy metals, acid pH, and sulfates.

**Key words:** Physical parameters, chemical parameters, microbiological parameters, evaluation.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un conflicto social entre la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C., y la población de los distritos de Llallí, Ocuvi, Umachiri, Macari y Cupi, por presunta afectación de aguas del río Llallimayo, que se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica 018 cuenca Pucará, 0179 Intercuenca Ramis, vertiente del Titicaca; según versiones de los pobladores originado probablemente por la remoción de tierras y liberación de metales pesados por las actividades que efectúa la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C.

En el País existen escasos y falta de abastecimiento del elemento líquido para el consumo humano, Es así que, en las zonas rurales los pobladores se ven obligados a utilizar fuentes de aguas naturales sin tratamiento como lagos, ríos, manantiales y pozos.

En el medio rural, como el distrito de Llallí – Puno, los pobladores del área rural carecen de agua potable, la necesidad del líquido vital, hace que utilicen agua de río para la agricultura, ganadería, diversas actividades productivas, uso doméstico y consumo humano.

## **CAPÍTULO I:**

### **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

##### **1.1.1. Antecedentes del problema.**

El elemento líquido, importante y principal componente del ecosistema, el elemento indispensable que contribuye a mantener la vida.

En la actualidad existe un conflicto social entre la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C., y la población de los distritos de Llallí, Ocuvi, Umachiri, Macari y Cupi, por presunta afectación de aguas del río Llallimayo, que se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica 018 cuenca Pucará, 0179 Intercuenca Ramis, vertiente del Titicaca; según versiones de los pobladores originado probablemente por la remoción de tierras y liberación de metales pesados por las actividades que efectúa la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C. la misma que afectaría probablemente el cauce natural del río Llallimayo, que perjudica la agricultura intensiva y ganadería;

Los representantes del “Comité de lucha de Recursos Hídricos y Medio Ambiente del distrito de Llallí”, se encuentran en una mesa de diálogo con participación de los actores involucrados en Recursos Hídricos, por afectación de río Llallimayo por las actividades que realiza la empresa, si se comprueba la afectación los integrantes del Comité de Lucha y la población del distrito de Llallí estarían solicitando el cierre definitivo de la empresa minera y resarcimiento por afectación originado por la operación minera durante el tiempo que venía ejerciendo su actividad de extracción del material aurífero.

En el País existen escasos y falta de abastecimiento del elemento líquido para el consumo humano, Es así que, en las zonas rurales los pobladores se ven obligados a utilizar fuentes de aguas naturales sin tratamiento como lagos, ríos, manantiales y pozos.

En el medio rural, como el distrito de Llallí – Puno, los pobladores del área rural carecen de agua potable, la necesidad del líquido vital, hace que utilicen agua de río para la agricultura, ganadería, diversas actividades productivas, uso doméstico y consumo humano.

## **1.2. Definición del problema**

### **Problema general:**

¿Cuál es la pureza del elemento líquido del río Llallimayo según parámetros físicos, químicos, microbiológicos?

### **Problemas específicos:**

- ¿Cuál será la pureza del agua del río Llallimayo (04 puntos monitoreo), según parámetros físicos: ¿Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno disuelto, Potencial Hidrogeniones?
- ¿Cuál será la pureza del agua del río Llallimayo (04 puntos monitoreo), según los parámetros químicos: ¿Sulfatos, Nitratos y Metales pesados?
- ¿Cuál será la calidad del agua del río Llallimayo (04 puntos de monitoreo), según parámetros microbiológicos: ¿Coliformes totales y termo tolerantes?

### **1.3. Objetivo de la Investigación.**

#### **Objetivo general**

- Evaluar la calidad de agua de la cuenca Llallimayo según los parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos.

#### **Objetivos específicos**

- Examinar el elemento líquido de la cuenca Llallimayo (04 puntos de monitoreo), según parámetros Físicos: Temperatura, conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto y potencial de hidrogeniones.
- Examinar el elemento líquido de la cuenca Llallimayo (04 puntos de monitoreo), según los parámetros Químicos: sulfatos, nitratos y metales pesados.
- Examinar el elemento líquido de la cuenca Llallimayo (04 puntos de monitoreo), según el contenido Microbiológico, coliformes totales y termo tolerantes.

### **1.3.1. Justificación e importancia de la investigación**

El elemento líquido es afectado en el curso de las escorrentías y es afectado con diferentes sustancias del suelo natural o por otras vías que involucran actividades humanas, así mismo por diferentes tipos de metales pesados.

La sociedad civil debe comprender que la afectación de las aguas del río Llallimayo por la operación de la Empresa Minera ARUNTANI SAC. Es un problema ambiental importante, ya que buena parte de los habitantes en la cuenca de este río consume esta agua, así como animales, lo que podría causar problemas de salud, por lo que las manifestaciones de protesta social son cada vez más recurrentes.

#### **Valor Social.**

El presente estudio justifica por la presunta contaminación con metales pesados de la cuenca Llallimayo y que los pobladores manifiestan que “El agua está contaminado ya no es apto para consumo humano y bebida para los animales, en esta cuenca miles de pobladores nos dedicamos a la crianza de animales y es nuestro sustento para nuestras familias, ya más de 10 años se genera la contaminación y es provocada por la minería”.

Tabla 1: población del ámbito de la cuenca Llallimayo

DPTO.	PROV.	DISTRITO	POBLACION	URBANA		RURAL	
			TOTAL	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
Puno	Lampa	Calapuja	1,494	180	195	517	602
		Nicasio	2,756	320	359	996	1081
		Pucara	6,060	1050	1076	1895	20,039
	Ayaviri	Ocuviri	2,655	384	439	1141	691
		Ayaviri	22,667	9035	9846	1802	1984
		Cupi	2,572	142	175	1092	1163
	Melgar	Llallí	3,907	939	1901	956	945
		Macari	7,971	1215	1181	2775	2822
		Umachiri	4,104	307	327	1665	1805

Fuente: INEI-2007.

### **Valor Técnico.**

El presente trabajo ejecutado por el tesista traerá beneficios para que la institución correspondiente de Salud, e institución de Agricultura, valore las deducciones de presente investigación, así mismo las instituciones correspondientes, como la Autoridad Nacional del Agua y la actividad minera, podrán considerar como información de primera mano los resultados que se deriven del presente estudio.

### **Valor Teórico**

Ejecución de un estudio para examinar el elemento líquido de la cuenca Llallimayo, servirá como un antecedente, para realizar posteriores estudios, que permitirá evaluar y conocer el nivel de afectación.

### **1.4. Justificación y limitaciones de la investigación**

Este proyecto sirve como línea de base, para poder realizar diferentes tipos de actividades como de aumentar o mejorar su sistema y difundir la información sobre la pureza del elemento líquido del río Llallimayo, brindar un verificar los índices y exponer, si la aptitud ambiental está empeorando u optimizando.

En la región Puno se ha reportado un aumento de enfermedades diarreicas conocidas como EDA, La GERESA Puno recomienda a la población asumir medidas preventivas, como practicar el consumo de agua segura, la misma que es monitoreada permanentemente por la dirección de salud ambiental.

Por lo tanto, dicha investigación será de información pública pues los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.

## **1.5. Variables**

### **1.5.1. Variables dependientes**

a. Índice de calidad del agua de la cuenca Llallimayo

### **1.5.2. Variables Independientes**

b. Parámetros del Índice de calidad del agua:

1. Temperatura °C
2. Conductividad Eléctrica
3. Potencial Hidrogeniones (pH)
4. Nitratos (mg/l).
5. Oxígeno disuelto (mg/l).
6. Fosfatos (mg/l).
7. Coliformes fecales (NMP/100ml).
8. DBO5 (mg O2/l).
9. Sólidos totales disueltos (mg/l).
10. Turbiedad (NTU).
11. Metales pesados.

Tabla 2: Operacionalización de variables.

Variables	Definición	Indicador	Unidades
Calidad de agua según parámetros físicos	Componentes físicos que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura (T)</li> <li>• Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>• Potencial de Hidrogeniones (PH)</li> <li>• Oxígeno Disuelto (OD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grados centígrados</li> <li>• (<math>\mu\text{s}/\text{cm}</math>)</li> <li>• (mg/l)</li> <li>• (mg/l)</li> </ul>
Calidad de agua según parámetros químicos	Componentes químicos que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfatos</li> <li>• Nitratos</li> <li>• Metales pesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mg/l)</li> <li>• (mg/l)</li> <li>• (mg/l)</li> </ul>
Calidad de agua según parámetros microbiológicos	Componentes Microbiológicos que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coliformes Totales</li> <li>• Coliformes Termo tolerantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (NMP/100ml)</li> <li>• (NMP/100ml)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## **1.6. Hipótesis de Investigación.**

### **Hipótesis general:**

- El elemento líquido de la cuenca Llallimayo en (04 puntos de monitoreo), no es apta para el consumo de Categoría ECA 03 para agua, riego de vegetales y bebida de animales.

### **Hipótesis específicas:**

- El elemento líquido de la cuenca de Llallimayo en (04 puntos de monitoreo), no es apto para consumo humano.
- El elemento líquido de la cuenca Llallimayo en (04 puntos de monitoreo), no es apto para riego de vegetales y bebida de animales.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

(Quispe, 2010), estudió los componentes fisicoquímicos y bacterianos de afectación con residuos humanos en el elemento líquido de consumo la Ciudad de Aplao, Valle de Majes, Arequipa. obteniendo los siguientes resultados; fisicoquímicos: pH 8.0, temperatura 19,8 °C, conductividad 726,5 µs/cm, toda la dureza de moléculas en el elemento líquido 397,6 mg/l, dureza 99,8 mg/l, cloruros 81,2 mg/l y sulfatos 401,6 mg/l. los índices de Coliformes en las zonas A,B,C, el germen aislado más predominante fue Escherichia coli en un 71,42%, la zona de estudio con más índice de contaminación fue la zona C (rio abajo), presento indicadores de contaminación fecal que sobrepasaban los límites establecidos para aguas superficiales.

(Oruna, 2010), determinó la calidad microbiana y los principales mediciones físico – químicos del agua potable de la ciudad Puno, los resultados para la fuente de Totorani fueron: valores que se adecuan a los ECAS para consumir en forma.

Natural, sin embargo se debe tener preocupaciones por los barrios que se encuentran alrededor de la zona, en la medición de cloruros 256,57 mg/l, y sulfatos 260 mg, pH 6,24 – 8,65; solidos disueltos totales 352 – 1061 mg/l, dureza 44,15 – 166,00 mg/l, cloruros 11,98 – 209,64 mg/l, y sulfatos 26,00 – 740,00 mg/l, concluyo que el elemento liquido no se puede consumir por la ciudadanía en general, según la norma técnica peruana.

(Oruna, 2010), determinó la calidad microbiotica y los principales mediciones físico – químicos del agua potable de la ciudad Puno, los resultados para la fuente de Totorani fueron: valores que se adecuan a los ECAS para consumir en forma natural, sin embargo se debe tener preocupaciones por los barrios que se encuentran alrededor de la zona, en la medición de cloruros 256,57 mg/l, y sulfatos 260 mg, pH 6,24 – 8,65; solidos disueltos totales 352 – 1061 mg/l, dureza 44,15 – 166,00 mg/l, cloruros 11,98 – 209,64 mg/l, y sulfatos 26,00 – 740,00 mg/l, concluyo que el elemento liquido no se puede consumir por la ciudadanía en general, según la norma técnica peruana.

(Mendoza, 2011). Realizó un estudio microbiotica y factores físicos del elemento líquido de los ríos Ramis, Coata y Huancané, obteniendo valores promedios de: temperatura 14,66 °C, pH 7,32, determino concentraciones de Coliformes totales y fecales superiores a 5000y 2000 NMP/100 ml, y mesofilos viables5348 UFC/ml.

(Llerena, 2003). En la cuenca de Llallimayo, se clasifican tres característicos: Alto, Medio y Bajo, por lo que de acuerdo a las características topográficas del medio pueden actuar en el desarrollo hidrometeorológicos y en la actividad del uso de sus posesiones.

### **2.1.1. El monitoreo y muestreo**

(Chapman, 1999). La toma de muestra de la pureza del elemento líquido, es la recolección de los datos en lugares, con el fin de verificar datos que puedan ser manejados para ver condiciones del análisis establecidas, entre otras.

Cuando se toman pruebas de un río, o un de un sistema de elemento líquido, se debe tener en cuenta que debe ser representativo, lo que indica que la muestra tomada debe ser en las inmediaciones céntricas del río, así mismo la toma de muestra debe ser a una profundidad de 20 a 30 centímetros con la finalidad de no captar los sólidos en suspensión, el recipiente se sumerge en el elemento líquido y luego se voltea el recipiente y se llena en el fondo evitando la afectación de algún otro medio, estas recomendaciones están consideradas en el reglamento de Protocolo.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Cuenca**

(Bembibre, 2010). El concepto de cuenca se define, aquella depresión o forma que el terreno y el suelo va perdiendo altura hasta que llegue a la altura del mar, lo que indica que el elemento líquido de los deshielos sea transferido por gravedad hacia los ríos u océanos, creando escorrentías y formando un caudal considerable en algunos casos lagos y lagunas.

### **2.2.2. El agua**

(Guerra et - 2008). El elemento líquido es inodoro, transparente, sin sabor, su composición está formado por dos elementos enlazados como el hidrógeno y el oxígeno formando un ángulo de  $105^\circ$ , su fórmula química es  $H_2O$ , su densidad

máxima es de 1 g/cm<sup>3</sup> a 4°C, las variaciones de las temperaturas de vaporación y solidificaciones, le permiten estar en los estados, físico solido (hielo, nieve y granizo), líquido y gaseoso (aire, vapor de agua), la medición mínima o solidificación es 0°C y máxima al estado de evaporación es 100°C.

### **2.2.3. Aptitud del agua.**

(FAO, 1993). La aptitud del agua es muy importante en medio de la comunidad, y su calidad se refiere a los parámetros óptimos que puede usarse con fines domésticos, riego, recreación y los diferentes tipos de industrias.

La aptitud del agua se conceptúa como el conjunto de perfiles que sirve para su uso o se adapta a las necesidades del usuario. (Mendoza 1976).

La calificación de la pureza del elemento líquido es un sistema que estudia los caracteres físicos, químicos y biológicos, en comparación a la pureza natural y sus características de su composición, para su uso en la salud.

### **2.2.4. Características de las aguas superficiales**

(Guerra, 2008). Para que el elemento líquido sea eficiente y de buena calidad debe ser agradable al paladar, exenta de todas las impurezas, así mismo poseer un grado de calor moderado y debe tener una oxigenación saludable, cuando menos 4 percepciones humanas responden a estas características.

### **2.2.5. Características organolépticas del agua**

(Barrenechea, 2005). Las características organolépticas del elemento líquido tienen que ver exclusivamente con la condición en que se encuentra, así mismo la pureza, libre de afectación con microbianos y metales pesados.

### **Características físicas del agua**

Temperatura: (APHA , 2005) La temperatura óptima de un agua potable está entre 4.0 °C y 15 °C, el agua fría es desagradable y hasta peligrosa porque puede irritar la mucosa digestiva y provocar la congestión al hígado.

(Asnar& Alonso, 2000). La Transmitancia Eléctrica: El elemento líquido puro es libre de toda afectación de otras sustancias y no transmite energía, si el elemento líquido se encuentra con otras sustancias que componen su constitución, proporcionará la cualidad de transmitir energía , la misma que se define como electrometría manifestando el resultado en micro siemens cm.

### **Características químicas del agua**

(Barnechea, 2005). El elemento líquido se manifiesta como disolvente, la misma que se encuentra formada molécula con dos iones de hidrógeno y un oxígeno, así mismo contiene en cualquier sustancia, por lo que su tratamiento se realiza en varias etapas como sedimentación, decantación, oxigenación y cloración.

(Chávez, 2007) Potencial de hidrogeniones: La medición del pH es una prueba importante y frecuente utilizada en laboratorios precisamente para verificar la acidez o alcalinidad del elemento líquido, en diferentes tratamientos productivos de la industria y en muchos otros equilibrios de acidez o basicidad.

(Asnar& Alonso, 2000). Álcali: denominación dado a los carbonatos que son solubles en el agua y tienen reacción básica, ósea reacciona con ácidos para formar sales, de acuerdo a la medida de PH, álcali considerado del valor 07 superior.

### **Características Microbiológicas del Agua**

(Arcos, 2005). Es el concepto de microbianos del elemento líquido, una parte amplia de organismos pequeños casi invisibles para la vista que existe en conjunto, y se le llama bacterias que tiene importancia en el comportamiento de los ecosistemas.

#### **2.2.6. Evaluación de la aptitud del elemento líquido de ríos**

(ITCR, 2000), caracterizaron una toma de muestra del elemento líquido aproximadamente a 500 metros del término de los cauces, lugares donde se muestrearon en el transcurso de un año consecutivo, como resultado los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, las mismas que se cuantificaron concluyendo la determinación cuantitativa de deducciones de metales y sedimentos en cada análisis.

#### **2.2.7. Los conceptos y tipos de contaminación del agua.**

(Nápoles & Abalos, 2008). Existen 02 tipos de contaminación del elemento líquido, las que se conceptual contaminación por origen natural, como consecuencia de los efectos de la naturaleza produciendo una alteración generalizado (línea de base ambiental), así mismo se describe contaminación antropogénica, con introducción de agentes contaminantes como metales pesados, productos orgánicos, inorgánicos, pesticidas, aceites, hidrocarburos, y aguas residuales de plantas de tratamiento de

ciudades urbanas, que vierten sus aguas residuales a los diferentes sistemas de los elementos líquidos de la naturaleza.

(Nápoles & Abalos, 2008). Es la afectación de cuencas y otros sistemas hídricos estacionarios y de flujo del elemento líquido, por sustancias en cantidades que superan la pureza y que afectan su composición natural provocados en forma natural y participación antropogénica creando desequilibrio en sus componentes que afectan su calidad y composición.

(Arcos 2005). Las corrientes de agua, como los ríos son muy importantes porque mantienen un balance en el ecosistema, pero actualmente muchos de estos ríos contienen bacterias proveniente de los desechos humanos y animales, además de encontrar muchos residuos sólidos en lugares húmedos como en los ríos, pozos o en donde se encuentre el agua estancada, estos pueden sufrir una descomposición dando lugar en puntos de cultivo microbóticos y estas pueden ser consumidos por el organismo, causando como consecuencia diferentes tipos de enfermedades gastro intestinales, tifoidea, cólera, infecciones del tracto urinario, transmitidas por medio del elemento líquido que se encuentra afectado en charcos, riachuelos, y aguas detenidas en pozos estancados que no es regular al consumo y propenso a las enfermedades.

(Arcos, 2005). Agentes patógenos transmitidos por el agua, las corrientes de agua, como los ríos son muy importantes porque mantienen un balance en el ecosistema, pero actualmente muchos de estos ríos contienen bacterias proveniente de los desechos humanos y animales, además de encontrar muchos residuos sólidos en lugares húmedos como en los ríos, pozos o en donde se encuentre el agua estancada,

estos pueden sufrir una descomposición dando lugar en puntos de cultivo microbianos y estas pueden ser consumidos por el organismo, causando como consecuencia diferentes tipos de enfermedades gastro intestinales, tifoidea, cólera, infecciones del tracto urinario, transmitidas por medio del elemento líquido que se encuentra afectado en charcos, riachuelos, y aguas detenidas en pozos estancados que no es regular al consumo y propenso a las enfermedades.

### **2.2.8. Importancia de la calidad del agua**

(Randulovich, 1997). Cada día en el planeta tierra el consumo de agua por los humanos y los seres vivientes de la naturaleza se ha incrementado en forma alarmante, debido a la contaminación de las fuentes del elemento líquido, así mismo al uso inadecuado en las actividades antropogénicas por la creciente tecnología de los países en desarrollo.

La generación de agua dulce puede ser creciente, sin embargo, la pureza del elemento líquido disminuye a causa de la afectación generalizada, lo que agrava el efecto del calentamiento térmico de la tierra, siendo casi imposible de darle solución sostenible a la humanidad.

(OPS, 1999). El de suma peligrosidad de que el elemento líquido sea afectado con sustancias contaminantes, así mismo las escorrentías de los efectos de origen natural a causa de la reacción del cambio climático antes los efectos contaminantes, lo que la humanidad se verá afectado por las enfermedades a consecuencia del estrés hídrico, en el contexto de la salud pública en cantidades no menor de 80% de las enfermedades adquiridas en países de desarrollo , son causales de defunción por

consumo de agua contaminado, y en exclusividad de los pobladores que habitan en zonas rurales.

#### **2.2.9. Aptitud y cuantía de elemento líquido (cuenca hidrográfica)**

Las escorrentías de una cuenca hidrográfica con afectación de sus componentes, daña el suelo deteriorando con remisión de tierras, desertificando suelos, sistemáticamente erosiona con efectos negativos a la flora de la zona, la misma que se refleja con alteraciones en forma temporal, perjudicando los ecosistemas vivientes.

La biodiversidad es renovable, tiene carácter reversible por la vía natural o con la acción antropogénica, siempre en consideración en tiempo corto antes de efectos secundarios en la naturaleza. (Ramakrishna 1997).

#### **2.2.10. Elementos que influyen en la pureza del elemento líquido.**

##### **Principios básicos de la actividad de la tierra con relación a la pureza del agua**

El elemento líquido actúa de manera fundamental su clasificación de materia orgánica son elementos ligados a la filtración de suelos para la retención de la humedad por lo que influye de manera sostenible y predomina a las masas del elemento líquido, zonas de rivera con usos significativos.

Tener también valores de usos no significativos, por ejemplo, como almacén de biodiversidad.

La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez una incertidumbre en los valores económicos.

### **La Ganadería y su proceso con el elemento líquido.**

La región de Puno está provisto de agnado vacuno de primer nivel lo que da merito a la “Capital ganadera del Perú”, lo que motiva a todos las provincias y en especial a la provincia de Melgar, convertirse en las cuencas lecheras de mayor producción de productos lácteos de primera necesidad, siendo alimento de nivel primario para los niños de la región y productos lácteos de exportación a otras regiones del país.

El impacto se da en la economía de la población circundante, siendo una fuente de desarrollo para el sustento económica de los distritos de la cuenca Llallimayo.

Es por ello que la pureza del agua es de vital importancia para la cuenca Llallimayo, siendo cabecera de cuenca, con impactos significativos en la crianza del ganado, sin embargo, el sobre pastoreo el incremento del pisoteo afecta que de tal forma a la lluvia la capacidad de almacenamiento es superada fácilmente con el agravante de que la ganadería produce estiércol, afectando las escorrentías que depositan en los ríos y lagunas.

### **Actividad agropecuaria y su optimización con la pureza del elemento líquido.**

La actividad agropecuaria es de suma importancia para la zona rural de la cuenca Llallimayo, su necesidad en la pureza de agua, es preponderante en la calidad de los productos lácteos que produce, siendo la principal actividad de los habitantes

principalmente el uso de agua dulce superficial y subterráneos, las principales fuentes de abastecimiento se encuentran en los deshielos y cabeceras de cuenca.

La crianza de ganado no es el mayor consumidor del elemento líquido si no también recae a la mala distribución y pérdidas que es originado a la falta de infraestructura hidráulica en condiciones óptimas.

El uso de estiércol de ganado como fertilizador de la tierra se usa en la agricultura su implementación de amonio es arrastrado a las fuentes de agua, a las escorrentías afectando negativamente los elementos líquidos, creando la degradación de suelos con indicadores potenciales de contaminación

### **Actividades humanas**

La actividad antropogénica a afectado el elemento líquido neutralizando los bosques lo que ha causado la evacuación rápida de las aguas, estas aguas que deslizan por las escorrentías arrastran productos de ganado vacuno, corrales, remoción de tierras, con afectación de vertimientos de aguas residuales, lo que perjudica aguas debajo de las necesidades del hombre en varios usos de carácter humano e industrial (GWP 1996).

### **Cobertor vegetal**

(Goldman, Rosal 1982). Que la falta de plantas y árboles aumenta la caída de agua de tipo superficial, arrancando las sustancias del suelo, esto es evidente, que la cantidad de sedimentos que transportan produce la erosión de los suelos, ocasionando un mayor costo en el tratamiento para consumo humano y uso agropecuario.

### **2.2.11. Procesos que afectan la calidad de agua en una microcuenca.**

El proceso de uso y el desconocimiento del tratamiento de suelos agravan la afectación del elemento líquido, llegando a los canales de irrigación impactando en forma lenta en condiciones inadecuadas de riego.

#### **Principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua.**

Los parámetros de la aptitud del elemento líquido son distintos a su origen, esto quiere decir que de la procedencia del agua residual y la actividad que ha cumplido según los usos antropogénicas, entre ellos se manifiesta la transmitancia eléctrica, acidez, grado de calor, turbidez, oxígeno en el elemento líquido, metales y Coliformes.

Lo señalado en el párrafo anterior en la aptitud del elemento líquido se define a la actividad que cumplen en cualquier cuenca o al uso poblacional de la zona rural y doméstico. Entre las categorías asignadas a la cuenca Llallimayo de acuerdo a los ECAS -Agua, está definido como categoría 3, Riego de Vegetales y Bebida de Animales, vegetales de tallo bajo y alto.

#### **Indicadores microbiológicos del agua**

Es el tipo de afectación del elemento líquido debido a la inclusión de microorganismos, proveniente de desechos humanos y de animales, y su ubicación se encuentra suspendido en los elementos líquidos por su característica de materia orgánica.

Las bacterias de Coliformes, las mismas que se encuentran en los desechos biológicos, están latentes a ingresar a los cuerpos de elementos líquidos mediante

escorrentías y canales, llegando al uso doméstico como a las actividades de riego de vegetales.

### **Oxigenación del agua- OD.**

La oxigenación del elemento líquido es fundamental para verificar o examinar, comúnmente se encuentra en las materias orgánicas, la concentración de aire en el agua aumenta al disminuir el grado de calor, así mismo disminuye la oxigenación cuando aumenta el grado de calor, lo que permite la extinción de todo ser viviente, animales y plantas acuáticas.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Es una unidad de medida de la aptitud del elemento líquido, y viene a ser la cantidad de oxígeno que las bacterias consumen en el tiempo de la degradación del cuerpo eutrófico, es importante definir el estado de la aptitud y la pureza del agua, debido a señalar cuanta más cantidad de materia eutrófica más aire necesitan las bacterias. En las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico es necesario tener en consideración de optimizar la oxigenación por lo anteriormente expuesto.

### **Potencial de Hidrogeniones – PH.**

Es la cantidad de moléculas de hidrogeniones en el agua, la misma que señalara si el elemento líquido tiene carácter ácido o alcalino, lo que es de suma importancia para ver la solubilidad de las sustancias. La actividad del PH, es de primer nivel en el tratamiento de elementos líquidos en actividades de minería, para optimizar el tratamiento de acidez y alcalinidad de las aguas de bocamina.

## **Turbidez**

La turbidez son los sólidos relativamente disueltos en el agua y que no permiten el paso de la luz a la profundidad, limitando la transparencia de los mismos, cuanto más penetración de la luz es más la clarificación o puede ser en menor cantidad los sedimentos disueltos en el agua.

## **Sólidos totales disueltos**

Unidad de medida que se define como la suspensión de sales disueltas o sedimentos en el elemento líquido, su verificación se demuestra con la evaporación del agua en un recipiente cristalino.

## **Transmitancia eléctrica – CE.**

Se define como la cantidad de sólidos disueltos en el agua o la cantidad de iones polimetálicos que facilitan la conductancia eléctrica en el cuerpo de agua, la integración de mayores cantidades de iones puede afectar la vida acuática de las plantas y seres vivos.

### **2.2.12. Agua y salud**

Las enfermedades como la tifoidea en todas sus formas e infecciosas son las causas de primer orden en la defunción de los seres vivientes en el planeta lo que demuestra la importancia de una vida saludable con relación al proceso óptimo del agua, la observación de enfermedades que han originado la afectación de los ecosistemas mucho tiene que ver con el agua, existen muchos poli metales que puede tener su presencia en el agua deteriorando su calidad que al ser consumidos afecta la calidad

del bienestar de los seres vivientes, así mismo la cantidad en exceso de las sustancias puede cambiar el color y sabor.

### **2.2.13. Tecnologías apropiadas para desinfección del agua.**

El tratamiento de agua debe estar destinado al uso que se va a emplear y que permitan usar el agua evitando su afectación, en zonas rurales como en las cabeceras de cuenca el elemento líquido se mantiene óptimo en su mayoría, sin embargo, a medida que transcurre las escorrentías y la actividad antropogénica se viene contaminando, por lo que es necesario su tratamiento en especial para consumo humano, porque debe estar libre de microorganismos que afecten a la salud. Las actividades de tratamiento deben estar conceptualizado en diferentes procesos los cuales están considerados en almacenamiento, sedimentación, floculación y clorinación.

La más importante la clorinación porque el agua deberá estar libre de microorganismos patógenos que afecten la pureza del elemento líquido, la actividad de clorinación ejerce la eliminación de bacterias y microorganismos y se realiza con tratamientos físicos y químicos.

#### **Desinfección física.**

El tratamiento físico como es el incremento del grado de calor hasta los 85 C°, es muy efectivo, sin embargo, el consumo de energía limita las posibilidades de realizar en cantidades no siendo efectivo para consumo urbano y riego de vegetales.

Los rayos solares son efectivos sin embargo se encuentran limitadas cuando las aguas se encuentran turbias o con sustancias como el hierro, el sistema consiste su tratamiento en recipientes y exponerlo a los rayos solares en forma continua, el

tratamiento se realiza por una combinación de incremento de grado de calor y radiación.

La aireación por movimiento forzado en gravedad de elemento líquido es efectivo, lo que permite obtener oxígeno eliminando sulfuros, las mismas que afectan el sabor y olor.

La Coagulación consiste en eliminar el elemento particulado, después de una sedimentación cambiando el comportamiento de las partículas en suspensión.

El proceso de floculación es frecuentemente después de la coagulación, las partículas se unen en dimensiones mayores con la finalidad de que sean separadas por filtración. El sulfato de aluminio es un coagulante las mismas que son suministradas mediante un proceso de dosificación, obteniendo la claridad del agua.

### **Desinfección química.**

El sistema de cloración es el tratamiento efectivo de la desinfección de agentes microbiológicos, se realiza mediante la aplicación del Hipoclorito de Sodio dosificado de acuerdo al caudal del fluido, siendo el Yodo otro de los excelentes desinfectantes, la mezcla de la dosis se calcula en concordancia del elemento líquido que se requiera tratar.

#### **2.2.14. Participación comunitaria.**

El elemento líquido considerado una necesidad fundamental para las actividades antropogénicas del hombre, siendo un recurso sumamente escaso que satisface las necesidades de la humanidad, pone en riesgo la alimentación, higiene, las condiciones de la población en cuanto a la salud pública, el adelanto tecnológico,

las industrias, la economía, el desarrollo sustentable ambiental participativo, causando una preocupación al futuro.

La participación de la sociedad civil en el escenario de la cuenca Llallimayo es fundamentalmente con una visión de su necesidad para usos de las actividades agropecuarias, que es el pilar fundamental para el desarrollo de la zona, por la coyuntura de la supervivencia sujetado a la crianza de ganado vacuno, ovino, camélidos sudamericanos; aspiraciones de realizar una mejora en la administración y distribución del recurso hídrico, así mismo la participación de los habitantes de la cuenca Llallimayo es considerado justo para el desarrollo.

Los usuarios y residentes en una cuenca deben compartir y resolver las tensiones generadas por el uso del agua, además, porque el agua se presenta con características irregulares. Ello obliga a tomar numerosas decisiones imprevistas, a causa de la posible afectación de los Recursos hídricos.

#### **2.2.15. Marco Legal.**

- Constitución Política del Perú -1993.
- Ley General del Ambiente N° 28611
- Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento D.S. N° 001-2010-AG.
- Ley N° 27308 - Ley Forestal y Fauna Silvestre Reglamento D. S. N° 014-2001-AG.
- Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General.
- Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, y su Modificatoria

- Ley N° 27474 - Ley de Fiscalización de las Actividades Mineras, y su Reglamento D. S. N° 049-2001-EM.
- D.S. N° 031-2010-S.A. Reglamento de la calidad del agua de Consumo Humano.
- D.S. N° 010-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles para la descarga' de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas
- D.S. 002-2013-MINAM – Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
- D.S. N° 055-2010-EM - Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. De fecha 19 de diciembre de 2015, modifica los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. De fecha 11 enero 2016, aprueban el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”.

## **CAPÍTULO III:**

### **MÉTODOS**

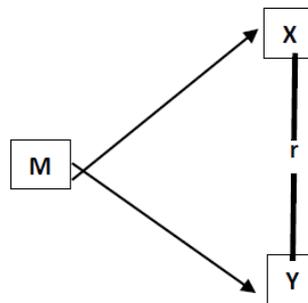
#### **3.1. Tipo de investigación**

Basándose en los diferentes tipos de investigación esbozados por Hernández (2006), por consiguiente el presente trabajo corresponde al tipo de investigación correlacional por cuanto su propósito es evaluar la relación que existe entre dos variables, índice de calidad del agua de la cuenca llallimayo y parámetros del índice de calidad del agua

#### **3.2. Diseño de la investigación**

En el presente trabajo se utiliza el diseño No Experimental, transversal de tipo correlacional; no experimental por cuanto se observaron situaciones existentes dentro de las áreas de estudio del Departamento Académico de Ciencias Empresariales de la Universidad Nacional José María Arguedas, los cuales no son provocados intencionalmente; transversal, puesto que la recolección de la información se hizo en un solo momento y en un tiempo único, vale decir el año (2016) y correlacional, porque se determina la relación entre el

Aprendizaje Organizacional y Desempeño Laboral, cabe mencionar que no se precisa en sentido de la causalidad. En este tipo de diseño no experimental el propósito es describir las variables y analizar su incidencia y su relación en un momento dado (Hernández, 2006, p. 208) Un diseño de investigación no experimental, transaccional, correlacional, mantiene la siguiente característica estructural:



Donde:

M = Muestra

X = Variable 1

Y = Variable 2

r = relación entre la variable

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población.

Tabla 3: Población del ámbito de la cuenca Llallimayo.

DPTO.	PROV.	DISTRITO	POBLACION TOTAL	URBANA		RURAL	
				HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
Puno	Lampa	Calapuja	1,494	180	195	517	602
		Nicasio	2,756	320	359	996	1081
		Pucara	6,060	1050	1076	1895	20,039
	Puno	Ocuviri	2,655	384	439	1141	691
		Ayaviri	22,667	9035	9846	1802	1984
		Cupi	2,572	142	175	1092	1163
	Melgar	Llallí	3,907	939	1901	956	945
		Macari	7,971	1215	1181	2775	2822
		Umachiri	4,104	307	327	1665	1805

Fuente: INEI-2007.

En la provincia de Melgar comprende los distritos de Ayaviri, Cupi, Llallí, Macari y Umachiri, en la Provincia de Lampa comprende los distritos de Calapuja, Nicasio, Pucara y Ocuviri; así mismo con una población ganadera (vacuno, ovino, camélido y Porcino) de 1'326,553 animales, que beben mensualmente un volumen hídrico de 0.126 MMC de agua y que anualmente su demanda hídrica es de 1.506 MMC, cifra que representa el 31.06% del volumen total demandado.

La subcuenca del río Llallimayo tiene un área de 1,971 km<sup>2</sup> con un perímetro de 284 km, su parte más elevada está en la cota 5,327 msnm en el nevado de Lamparasi y su parte más bajase ubica en la cota 3,894 msnm donde el río Llallimayo confluye con el río Santa Rosa, limita con las cuencas de Apurímac, Coata, subcuencas de Santa Rosa y Ayaviri. Se ubica entre las coordenadas Este de 271,887 a 314,201 y Norte de 8'300,863 a 8'385,821.

La longitud total del río principal es de 88 km resultando una pendiente mínima de 0.16% en las partes bajas a 3.9% en las partes altas, presenta la dirección Este y tiene forma triangular con su base mayor en la línea que unen las lagunas de Ananta y Chullpia y como vértice su salida al río Ayaviri en el sector denominado Chuquibambilla. El número de orden de la subcuenca es 6 y su altura media es de 4,415 msnm. Presenta una textura media a fina.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río Cupimayo, Macarimayo, Turmana, Jayllahua, Sayna, Selque, Cachiunu, Ocuvi, Vilcamarca, Surapata y Hatunayllu, como lagunas principales tenemos: laguna Chullpia (Transvasado), Iniquilla, Saguanani, Matarcocha y Calera, como nevados principales tenemos a los nevados de Lamparasi, Oscollani y Quilca.

La precipitación total que presenta la subcuenca Llallimayo tiene un promedio anual de 838mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a abril. El caudal medio anual del río Llallimayo es de 26.0 m<sup>3</sup> /s según la estación hidrométrica limnimétrica denominada Bocatoma Llallí, variando de 90.2 m<sup>3</sup> /s en el mes de febrero a 3.0 m<sup>3</sup> /s para el mes de agosto. En esta subcuenca se realizaron 102 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su monitoreo obligatorio la misma que se ubica antes de la confluencia del río Llallimayo con el río Ayaviri y 07 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad ubicados en el puente San Juan, Puente Macarimayo, río Selque, río Macari antes de su unión con el río Selque, río Hatunayllu, Ocuvi y río Vilcamarca.

### **3.3.2. Muestra.**

La muestra se ha realizado en cumplimiento al “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, que norma la Autoridad Nacional del Agua, como ente rector y máxima Autoridad Técnico Normativo del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, en el marco establecido por la Ley, así mismo la evaluación se realiza dando cumplimiento a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental ECAS-Agua, se considera el historial de los resultados de los monitoreos efectuados durante varios años, se tomaron las muestras de agua en los 03 puntos de monitoreo, definidos de acuerdo al “Plan de Monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua, los puntos de monitoreo fueron determinados por Autoridad Nacional del Agua en la jurisdicción de la Administración Local de Agua Ramis, y se ha identificado en las coordenadas UTM WGS-084.

#### **a. Localización.**

El río Chacapalca donde se ha realizado el monitoreo de la calidad de agua superficial está ubicado en la zona alta de la Unidad Hidrográfica Pucará, este espacio lo conforma al confluir el río Pataqueña y el río Azufrini.

El río Ocuvi se origina desde la cabecera de cerro Ocuvi, y al unirse con el río Chacapalca, originan el río Lllimayo que políticamente parte de este río se ubica en el distrito de Ocuvi, provincia de Lampa, departamento de Puno.

**b. Accesibilidad-vías de comunicación.**

Las principales vías que se ubican en la Unidad Hidrográfica Pucará son las que unen a los departamentos de Puno y Cusco, y se presenta como un tramo pavimentado, la misma que está conformado por los pueblos de:

Juliaca – Calapuja – Pucará – Ayaviri – Santa Rosa – Cusco.

Para acceder al río Chacapalca, se realiza por la vía que unen a los pueblos: Juliaca – Lampa – Paratía – Vila Vila – Empresa Minera ARUNTANI S.A.C.

Por otro lado, para acceder al río Chacapalca, se realiza por la vía que unen a los pueblos: Juliaca – Pucará-Ayaviri-Umachiri-Llallí-Ocuviri – Empresa Minera ARUNTANI S.A.C.

**c. Proceso metodológico de Investigación y toma de muestra.**

El proceso metodológico de la investigación de la tesis se ajusta a las normas de método descriptivo cuantitativo por ser un método científico que implica observar y describir, así mismo evaluar los valores exactos del análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el comportamiento de la cuenca Llallimayo, por lo que se llega a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, así mismo la toma de muestra se llevó a cabo de acuerdo con lo establecido y recomendado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales (aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) para su posterior análisis en laboratorio de ensayo acreditado.

**d. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial.**

Es un instrumento de gestión del plan de vigilancia de la calidad de agua, la misma que sirve para articular la fiscalización de la calidad de agua por las autorizaciones y o reúsos de aguas residuales tratadas con la fiscalización que se realiza las Autoridades Ambientales Sectoriales o los efluentes tratados.

Permitirá orientar recoger la muestra de la calidad de agua en los Recursos Hídricos en las cuencas Hidrográficas una vez que se determine el diagnóstico de la Calidad del Agua, a través de indicadores de calidad de tal manera que las decisiones a tomar por los sectores que corresponde sean un soporte en datos e información debidamente estandarizados desde su origen, logrando con ello determinar líneas de base, proyección de mejoramiento y control de la calidad del agua.

- Estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad de Recursos Hídricos en los cuerpos naturales de agua superficial.
- Determinar el procedimiento y criterios técnicos, para establecer parámetros de evaluación, puntos de monitoreo, frecuencia, toma de muestras, preservación, conservación, transporte de muestras y el aseguramiento de la calidad para el desarrollo de monitoreo de recursos hídricos en cuerpos naturales de agua superficial.
- Establecer el alcance y la aplicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos en cuerpos naturales de agua superficial.

El protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua

superficial es de obligatorio cumplimiento, por todas las entidades públicas y privadas del territorio nacional, que realicen actividades relacionadas con los recursos hídricos, vertimientos y reúsos.

Sera de alcance a los cuerpos naturales de agua continental y marino costeros y se aplicara en los monitoreos a realizar en la vigilancia y fiscalización de los de la calidad de los recursos hídricos, así como en los planes de contingencia ante eventos de emergencia que pongan en riesgo la calidad de los recursos hídricos.

**e. Metodología de la toma de muestra.** – Se considera los aspectos siguientes:

- Red de Monitoreo y Puntos de Control:
- Ubicación de la toma de muestra
- Accesibilidad del lugar de la muestra
- Representatividad de la muestra
- Estación Hidrométrica cercana
- Parámetros de Calidad de los Recursos Hídricos
- Frecuencia de Monitoreo
- Mediciones Hidrográficas
- Medición de Caudal
- **Desarrollo de muestreo**
  - Preparación de materiales y equipo

- Indumentaria de protección
- Precauciones durante el monitoreo
- **Muestreo**
  - Reconocimiento del entorno, ubicación del punto de muestreo
  - Acondicionamiento
  - Medición de parámetros de campo
  - Registro de información
  - Toma de muestra de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte
  - Llenado de cadena de custodia.
  - Sellado de envase de muestra.

# Estándar de calidad del agua

Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

## Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales



- i. Vegetales de tallo bajo
- ii. Vegetales de tallo alto
- iii. Bebida de animales

Algunos ejemplos de los 57 parámetros que en total pertenecen a esta categoría:

57 parámetros

Categoría 3			
Parámetro	Unidad	Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de Animales
pH	Unidad de pH	6.5-8.5 (riego)	6.5-8.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	15	<= 15
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	40	40
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100mL	1000 (riego tallo bajo) 2000 (riego tallo alto)	1000

La Autoridad Nacional del Agua verificará el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla" (D.S. N° 023-2009-MINAM, Art.5)

Ilustración 1 ECAS-Agua - ANA.  
Fuente: ANA 2015.

# Límites Máximos Permisibles

## LMP

### Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la medida de la concentración o del grado:

- Elementos, sustancias o
- Parámetros físicos
- Parámetros químicos y
- Parámetros biológicos

que caracterizan a un efluente o vertimiento

que al ser excedida causa o puede causar daños:

- La salud de las personas
- Al bienestar humano
- Al ambiente.

Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por MINAM

El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los EGA.

Ello debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

**Aguas Residuales.**  
Son aquellas aguas cuyas características han sido modificadas por actividades de la población (antropogénica), requieren de tratamiento previo y pueden ser vertidas a un cuerpo natural de agua o ser reutilizadas.

### Aguas Residuales Domésticas

Son las de origen residencial, comercial e institucional (desechos fisiológicos y de la actividad humana).



### Aguas Residuales Municipales

Es la mezcla de aguas residuales domésticas + aguas de drenaje pluvial o industrial.



### Aguas Residuales Industriales

Son las aguas residuales de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, u otras.



**Vertimiento (Efluente).**  
Es toda descarga deliberada de aguas residuales a un cuerpo natural de agua.

### Principales Efluentes (LMP) de los sectores:

Norma	Actividad	Parámetros regulados	Cantidad
D.S. N° 003-2002-PRODUCE	Cemento	pH, T°C y SST	3
	Cerveza	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO <sub>5</sub> y DQO	6
	Papel	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO <sub>5</sub> y DQO	6
	Curtiembre	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO <sub>5</sub> , DQO, sulfuro, Cr <sup>6+</sup> , Cr, C. term. y N-NH <sub>4</sub>	11
D.S. N° 037-2028-PCM	Hidrocarburos	HTP, Cloruros, CR <sup>6+</sup> , Cr, Hg, Cd, As, ferroles, sulfuros, DBO <sub>5</sub> , DQO, cloro residual, nitrógeno amoniacal, C. term., C. total, fósforo, Ba, Pb, aceites y grasas, Pb y T°C	21
D.S. N° 010-2010-MINAM	Minero Metalúrgicas	pH, SST, aceites y grasas, CN total, As, Cd, Cr <sup>6+</sup> , Cu, Fe (disuelto), Pb, Hg y Zn	12
D.S. N° 010-2008-PRODUCE	Pesquería	pH, DBO <sub>5</sub> , SST y, aceites y grasas	4
D.S. N° 003-2010-MINAM	Domésticas	pH, T°C, aceites y grasas, C.term, DBO <sub>5</sub> , DQO y SST	7
	Municipales		

**Leyenda:** Temperatura (T°C), sólidos totales suspendidos (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes termotolerantes (C.term), coliformes totales (C. total.), cromo hexavalente (Cr<sup>6+</sup>), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe), plomo (Pb), mercurio (Hg), zinc (Zn), arsénico (As), cadmio (Cd) y cianuro total (CN total).

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	200
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Acetles y grasas (MEH)	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	10,000

Para el caso de Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (D.S. 003-2010-MINAM)

Ilustración 2 LMP-Agua-ANA.  
Fuente: ANA 2015.

### **3.4. Laboratorio de ensayo para análisis de agua.**

Los análisis de las muestras de agua fueron realizadas por el Laboratorio ALS LIFE SCIENCIAS PERU S.A.C, acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con Registro N° LE – 011, previa evaluación del cumplimiento de los criterios establecidos en el Reglamento General de Acreditación y en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración, acreditado mediante Cédula de Notificación N° 04.2015/SNA-INDECOPI, facultado para emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial y utilizar el Símbolo de Acreditación durante 2014-08-30 al 2018-08-30

### **3.5. Clasificación de cuerpo de agua Llallimayo.**

#### **Clasificación de cuerpo de agua natural del río: Chacapalca-Llallimayo y Ocuvi**

Los ríos Chacapalca, Ocuvi y Llallimayo, no se encuentran clasificados en la R.J N° 202-2010-ANA, que clasifica los cuerpos de agua superficiales y marinos costeros del Perú, sin embargo, en aplicación a la tercera disposición complementaria transitoria del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM<sup>1</sup>, que indica: “En tanto no se haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural, se debe aplicar la categoría del recurso hídrico al que tributa. En ese contexto los ríos Chacapalca, Ocuvi y Llallimayo son tributarios del río Ayaviri clasificado con categoría 3 “Riego de vegetales y bebida de animales”, por lo tanto, para la evaluación de su calidad se evaluará con la categoría 3, Riego de vegetales de tallo alto y bajo y bebida de animales.

### 3.6. Red de puntos de monitoreo de la calidad de agua superficial.

La red de puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial del río Chacapalca-Llallimayo y su tributario el río Ocuvi, está conformada por cuatro (04) puntos.

Tabla 4: Puntos de Monitoreo en estudio - Cuenca Llallimayo.

Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM-WGS 84 (zona 19-s.)		
			E	N	Alt. (m.s.n.m)
Cuenca Llallimayo					
01	RChac1	Río Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	300434	8311760	4537
02	RChac2	Río Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	300855	8310926	4474
03	RChac3	Río Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el río Ocuvi.	298318	8329213	4200
04	Rllal1	Río Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	244829	8344024	4172

Fuente: Elaboración propia.

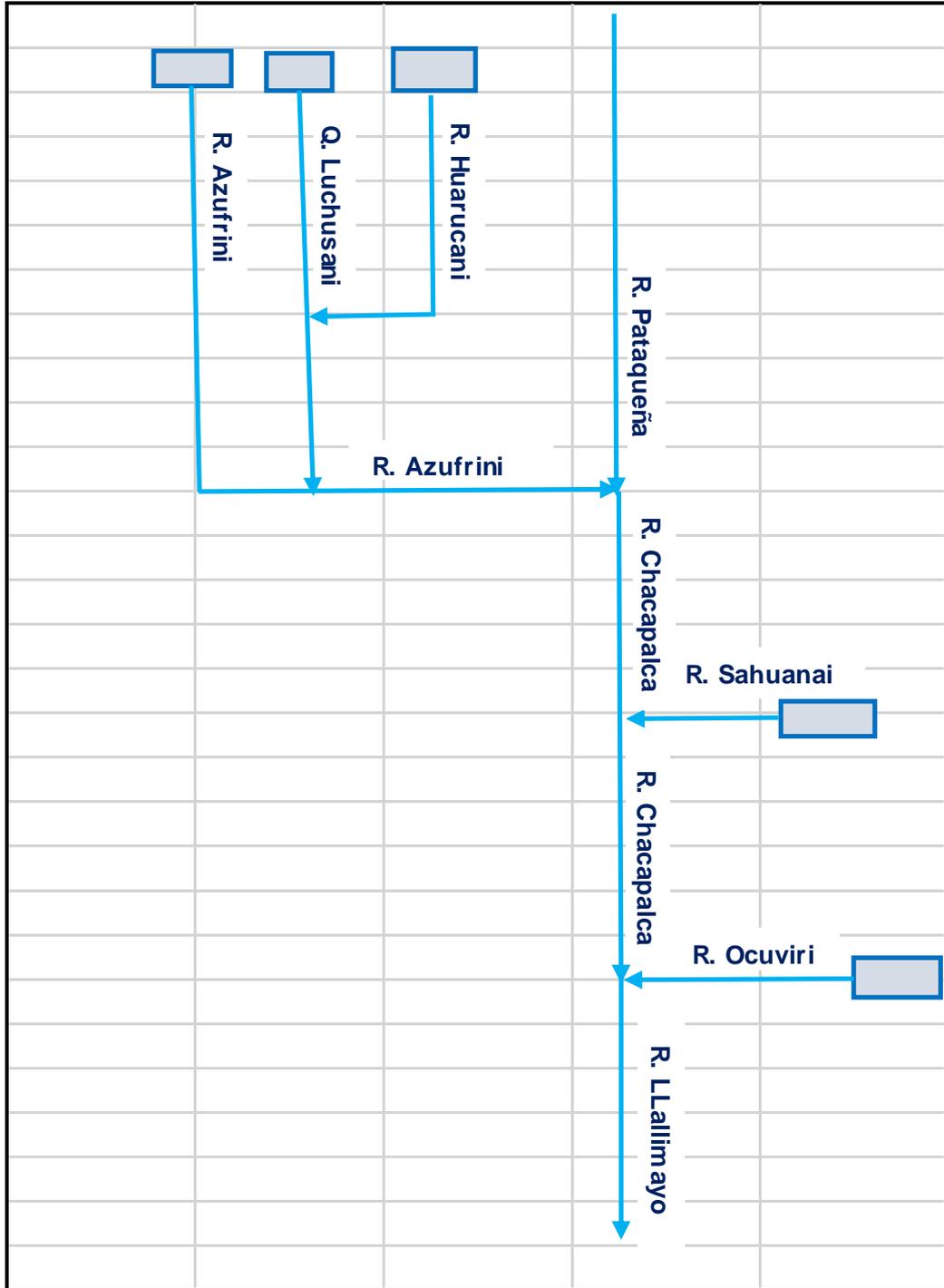


Ilustración 3 Esquema Pluvial Cuenca Llallimayo  
 Fuente: Elaboración Propia.

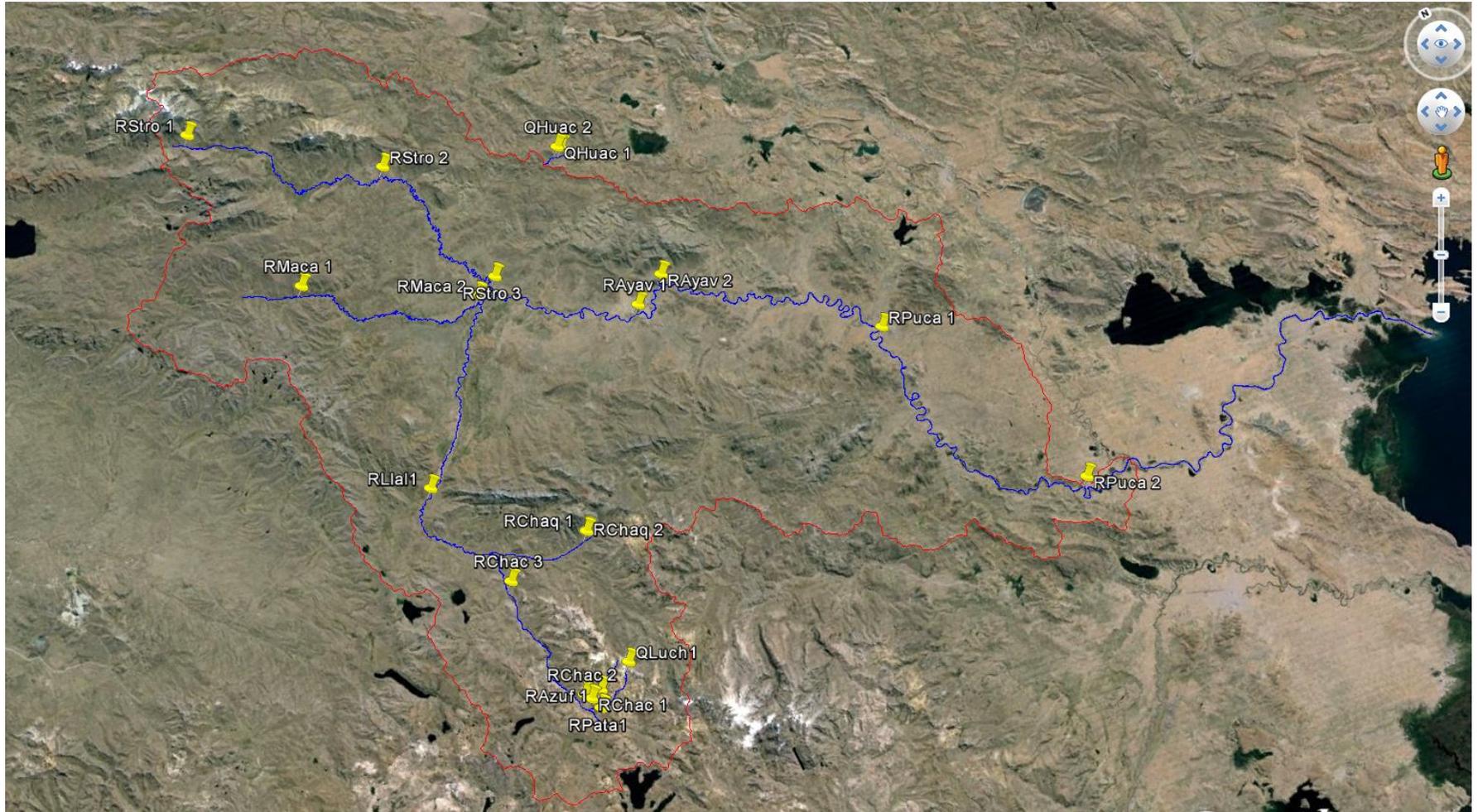


Ilustración 4 Puntos de toma de muestra "Plan ANA-2017".  
Fuente: Plan ANA- 2017"-Cuenca Llallimayo, Google Heart.

### **3.7. Parámetros evaluados.**

#### **3.7.1. Parámetros físicos.**

Temperatura del agua (T°), Oxígeno disuelto OD, sólidos sedimentables, sólidos disueltos totales (volátiles y fijos), sólidos suspendidos totales (volátiles y fijos). Turbiedad, color, y conductividad eléctrica.

#### **3.7.2. Parámetros químicos.**

Metales pesados, grasas y aceites, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, fósforo total, detergentes, dureza de calcio, dureza de magnesio, dureza total. Sulfatos, cloruros y alcalinidad.

#### **3.7.3. Parámetros bacteriológicos.**

Coliformes fecales y Coliformes totales.

#### **3.7.4. Metales pesados.**

Aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, calcio, cobalto, cobre, cromo, estaño, fierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio, silicio y zinc.

#### **3.7.5. Análisis de laboratorio.**

Se llevó a cabo mediante el protocolo que estandariza los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos tanto continentales (ríos, quebradas, lagos, lagunas, entre otras) como marino - costeros (bahías, playas, estuarios, manglares, entre otros).

Este protocolo es de uso obligatorio a nivel nacional por las instituciones, siendo válidos para procesos jurídicos, investigación y pruebas de monitoreo estandarizado para difusión de la calidad de agua superficial y subterránea, si las actividades poblacionales y productivas impactan los cuerpos naturales de agua, debemos realizar la vigilancia y fiscalización de la calidad del agua para prevenir la contaminación, planificando una gestión integrada y sostenible para la protección y conservación del recurso hídrico.

El monitoreo de la calidad del agua, requiere de recursos humanos capacitados, implementación de equipos de medición, análisis de muestras de agua, logística adecuada y el diagnóstico del recurso hídrico para el establecimiento de la red de vigilancia y control de la calidad del agua.

**CAPÍTULO IV:**  
**PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

**4.1. Presentación de resultados por variable.**

**4.1.1. Parámetro Físicos**

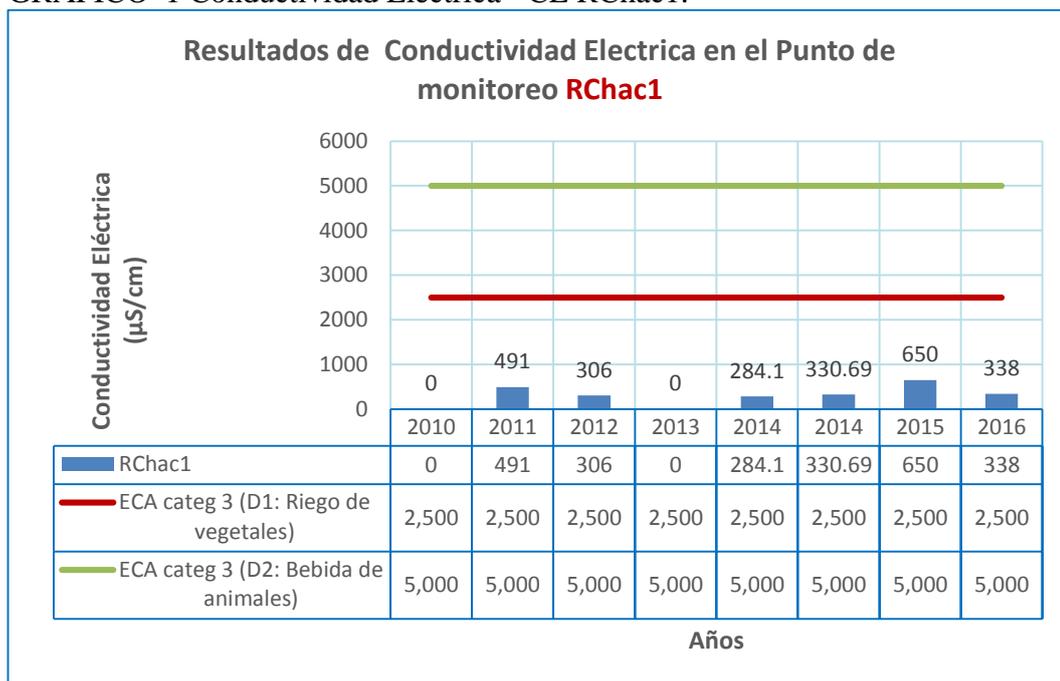
Resultados de monitoreo en los puntos de muestreo son los siguientes:

Tabla 5: Conductividad Eléctrica-CE.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLl11
2010	NOV.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	-	-	-	445
2011	DIC.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	491	693	-	550
2012	ABR.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	306	333	276	294.9
2013	DIC.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	-	-	-	-
2014	MAR.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	284.1	319.1	333.9	296
2014	OCT.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	330.69	321.52	338	260.52
2015	SET.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	650	627	373.6	412.9
2016	ABR.	C.E.	( $\mu$ S/cm)	2,500	5,000	338	408	331.6	293.9

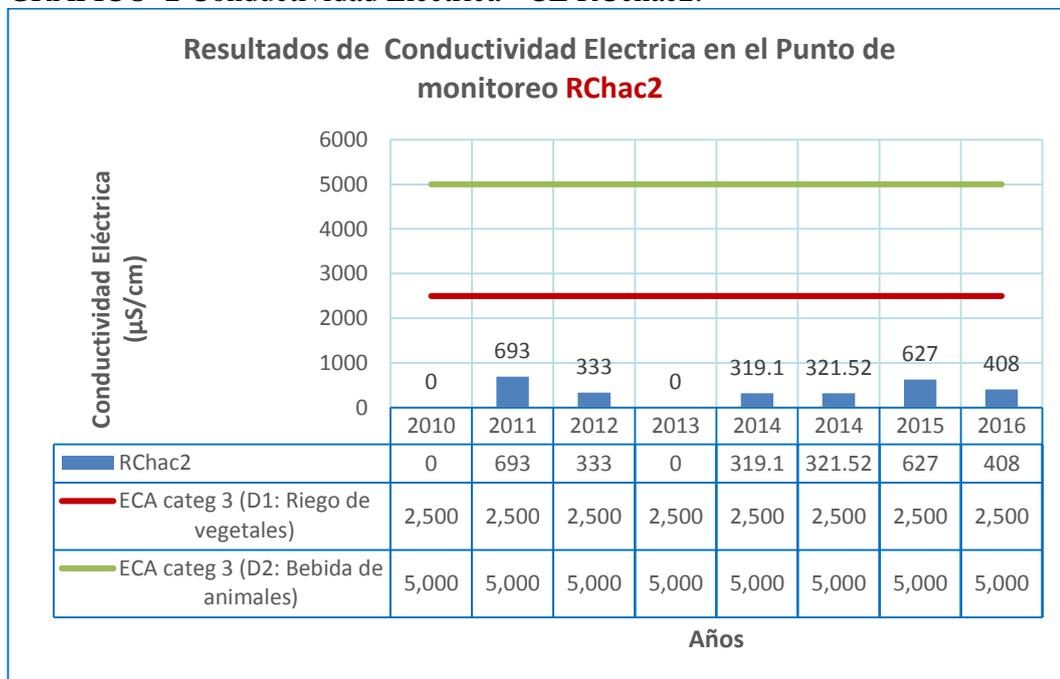
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 1 Conductividad Eléctrica - CE RChac1.



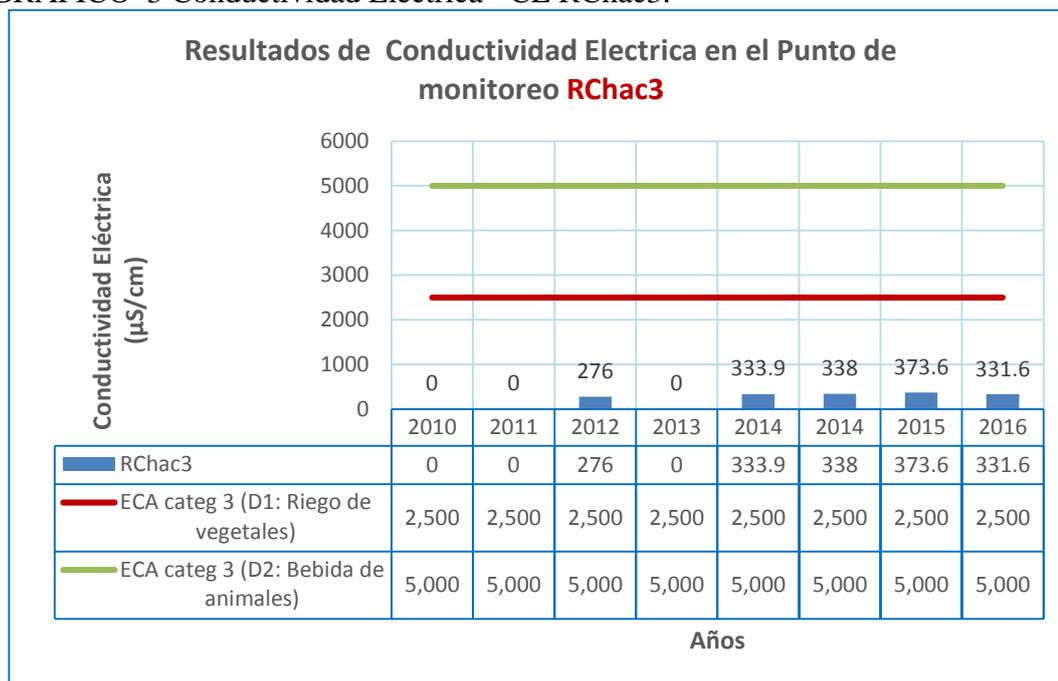
Fuente. Elaboración propia.

GRÁFICO 2 Conductividad Eléctrica - CE RCchac2.



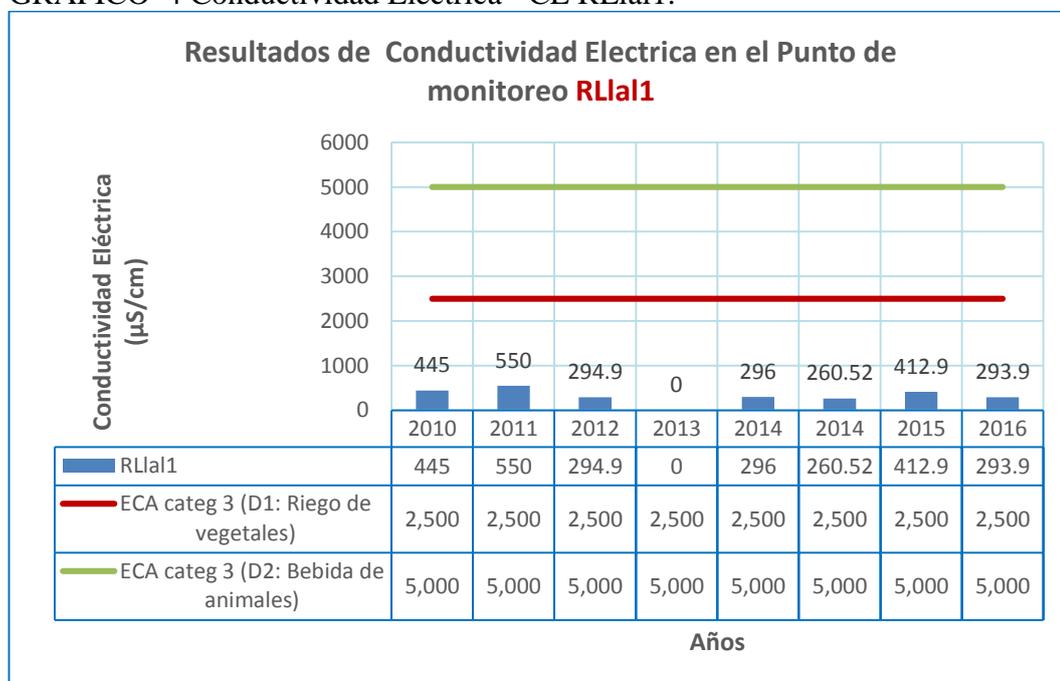
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3 Conductividad Eléctrica - CE RChac3.



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 4 Conductividad Eléctrica - CE RLlal1.



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Parámetros Químicos

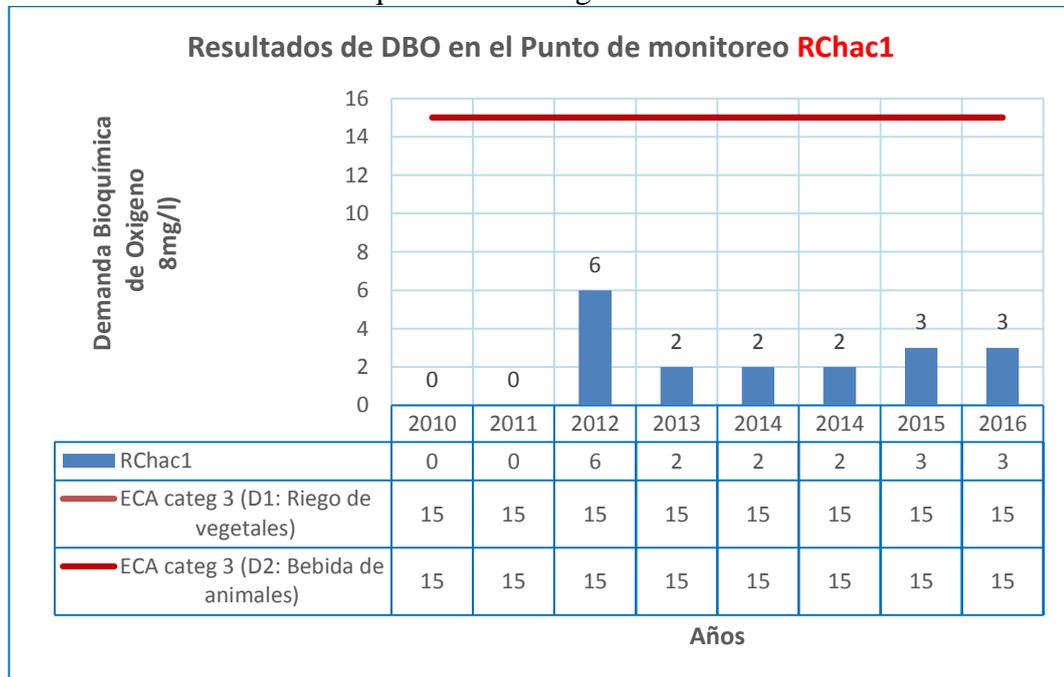
Los resultados de monitoreo en los puntos de muestreo son los siguientes:

Tabla 6 Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	DBO5	mg/l	15	15	-	-	-	-
2011	DIC.	DBO5	mg/l	15	15	-	-	-	-
2012	ABR.	DBO5	mg/l	15	15	<6	N.A.	<6	<6
2013	DIC.	DBO5	mg/l	15	15	<2.0	3.82	<2.0	<2.0
2014	MAR.	DBO5	mg/l	15	15	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
2014	OCT.	DBO5	mg/l	15	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
2015	SET.	DBO5	mg/l	15	15	<3	<3	3	<3
2016	ABR.	DBO5	mg/l	15	15	3	3	2.9	5

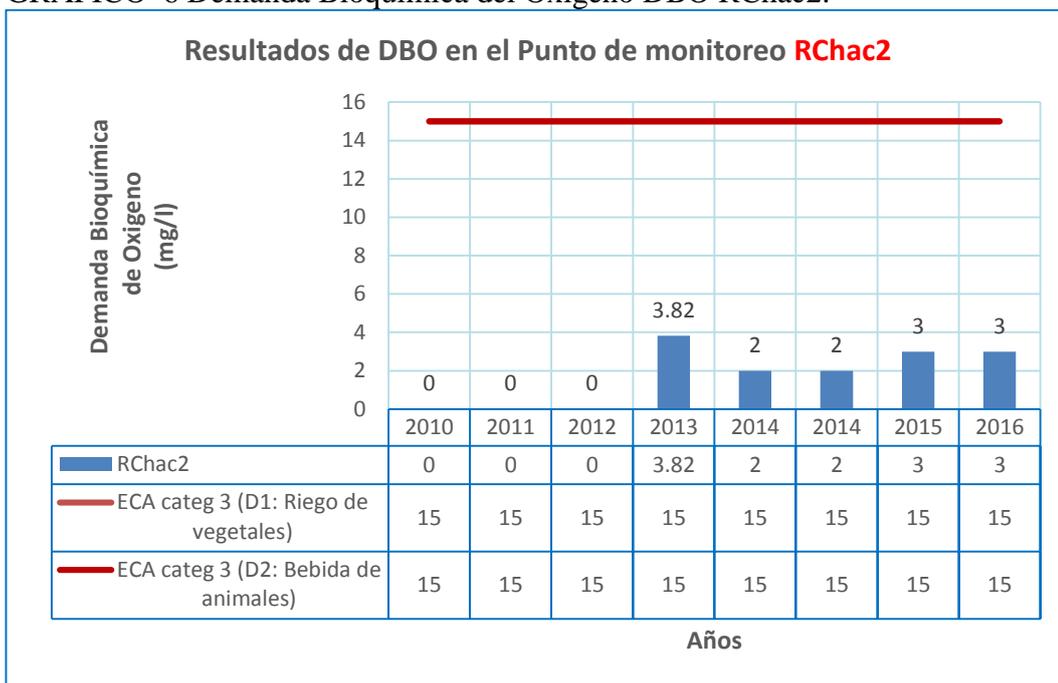
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 5 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO RChac1



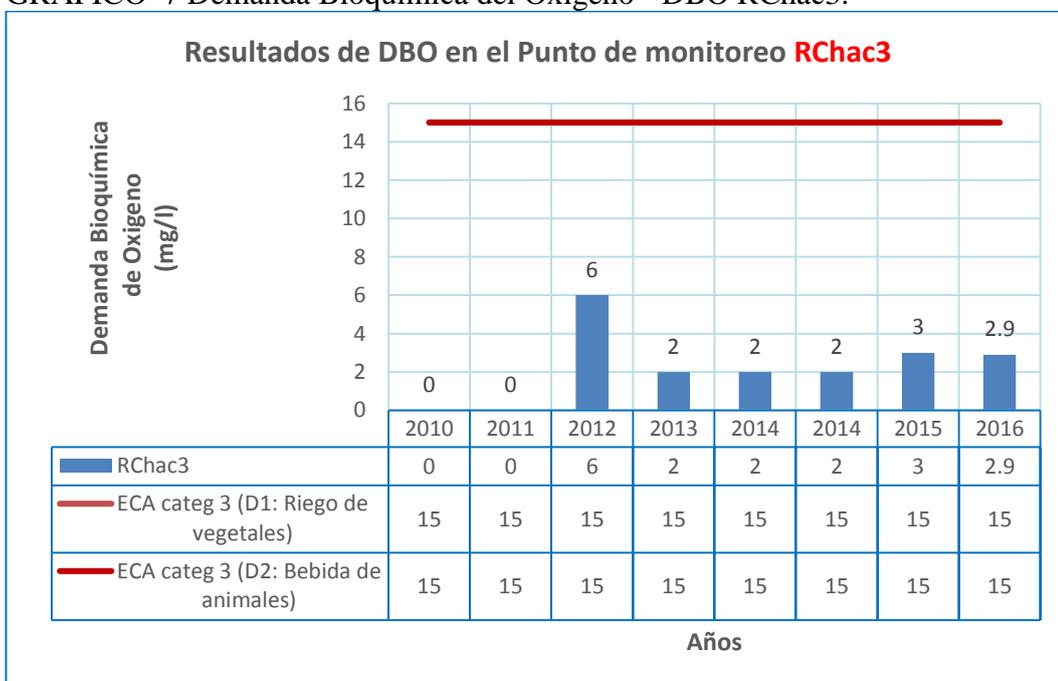
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 6 Demanda Bioquímica del Oxígeno DBO RChac2.



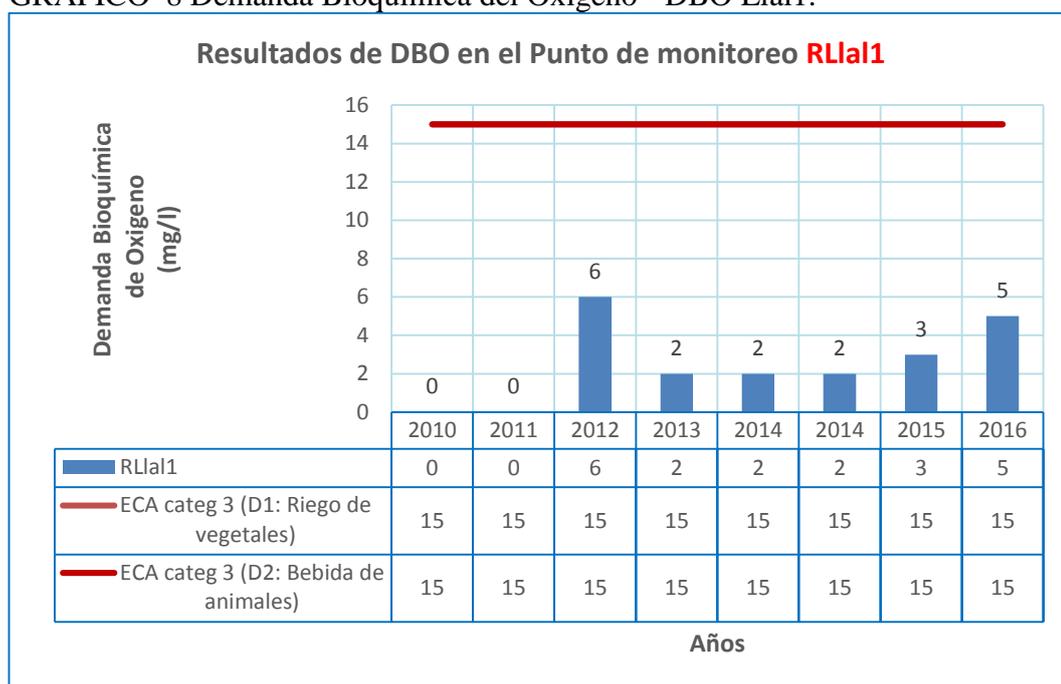
Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICO 7 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 8 Demanda Bioquímica del Oxígeno - DBO Llal1.



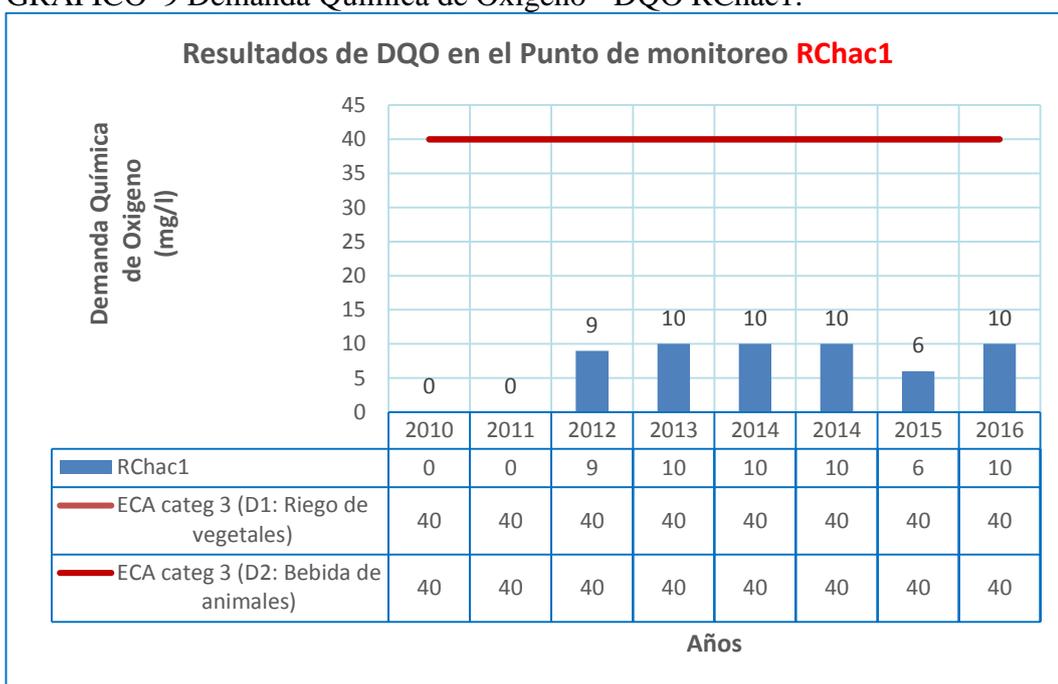
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Demanda Química de Oxígeno - DQO.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLLal1
2010	NOV.	DQO	mg/l	40	40	-	-	-	-
2011	DIC.	DQO	mg/l	40	40	-	-	-	-
2012	ABR.	DQO	mg/l	40	40	<9	N.A.	<9	<9
2013	DIC.	DQO	mg/l	40	40	<10.0	12.5	-	<10.0
2014	MAR.	DQO	mg/l	40	40	<10.0	12.5	-	<10.0
2014	OCT.	DQO	mg/l	40	40	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
2015	SET.	DQO	mg/l	40	40	<6	<6	32	<6
2016	ABR.	DQO	mg/l	40	40	10	10	8	28

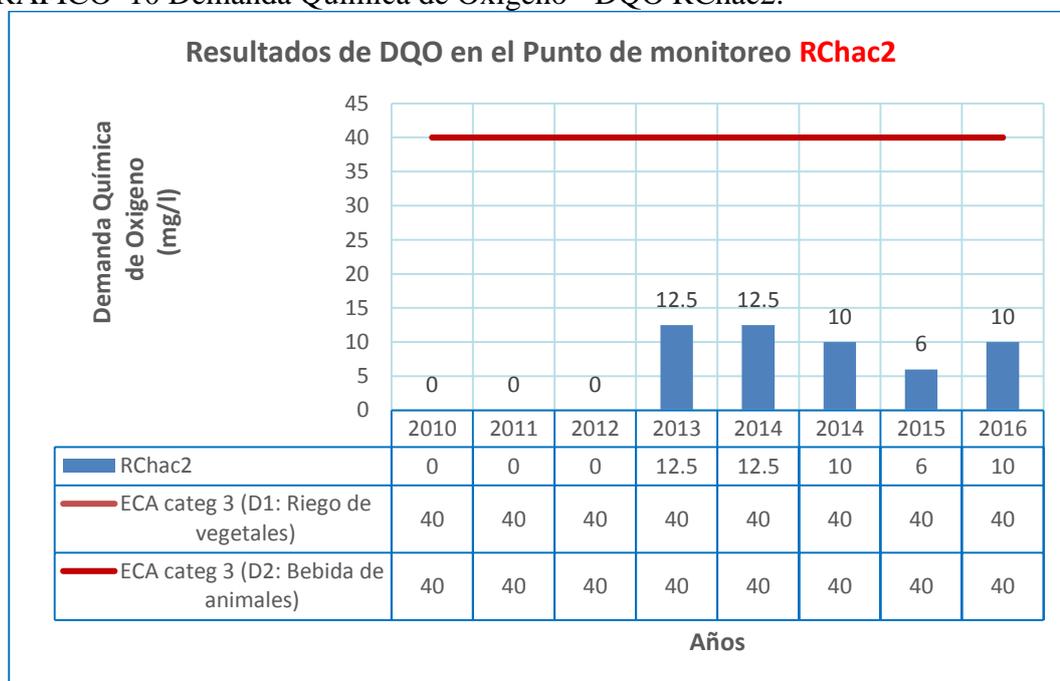
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 9 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac1.



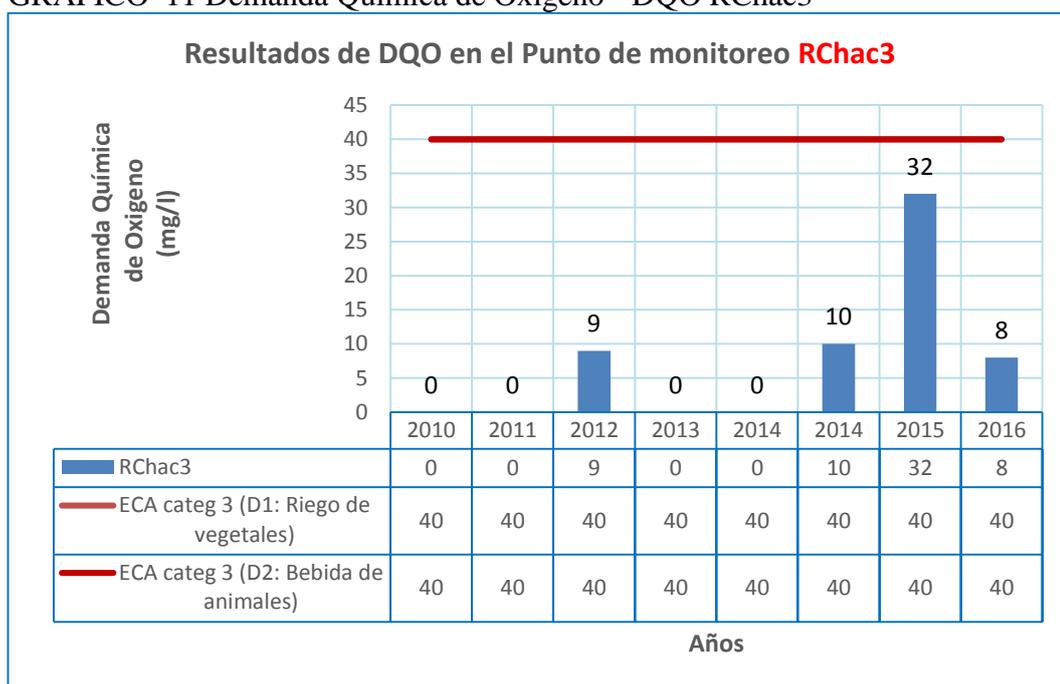
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 10 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac2.



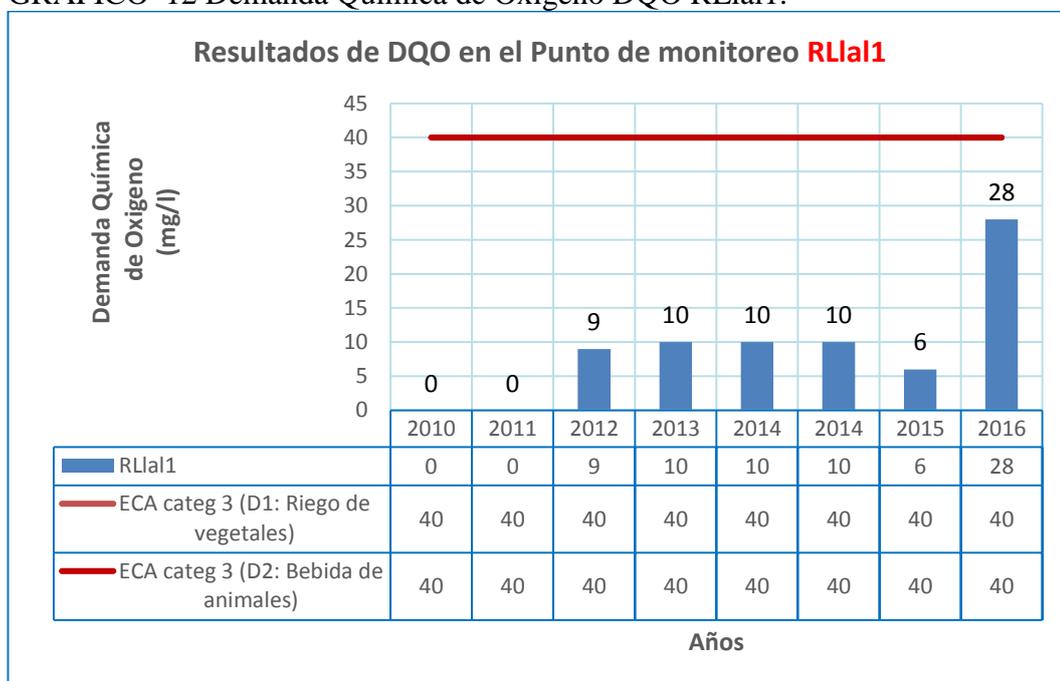
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 11 Demanda Química de Oxígeno - DQO RChac3



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 12 Demanda Química de Oxígeno DQO RLlal1.



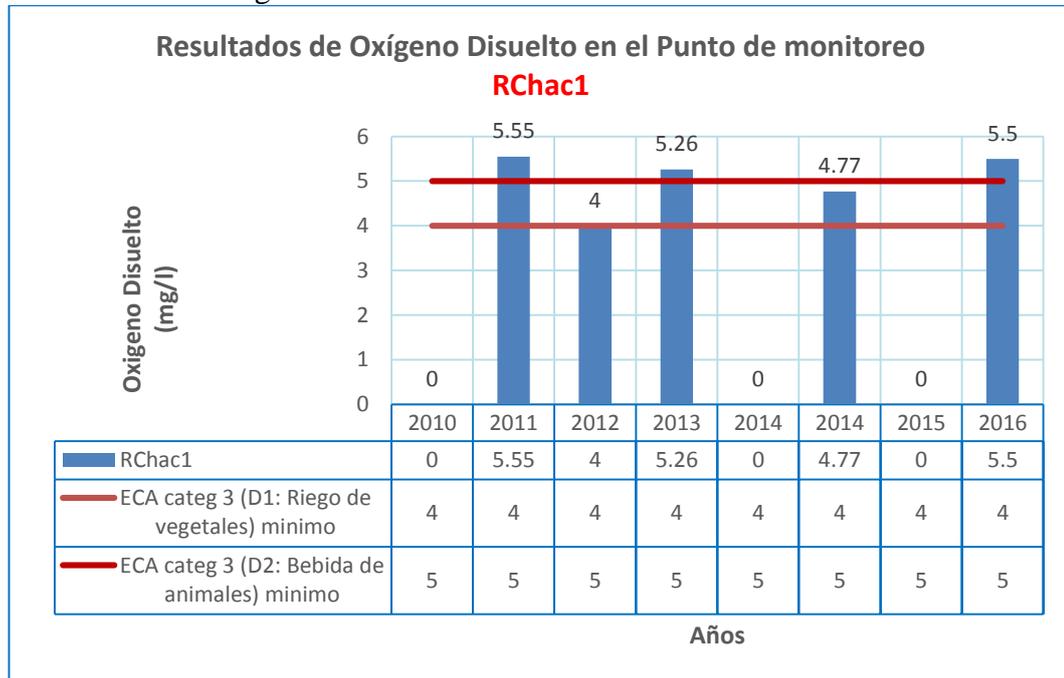
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8: Oxígeno Disuelto - OD.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales) mínimo	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales) mínimo	RChac1	RChac2	RChac3	RLlall
2010	NOV.	OD	mg/l	>=4	>=5	-	-	-	8.78
2011	DIC.	OD	mg/l	>=4	>=5	5.55	4.89	-	8.15
2012	ABR.	OD	mg/l	>=4	>=5	4	5.8	5.59	5.35
2013	DIC.	OD	mg/l	>=4	>=5	5.26	6.07	-	4.43
2014	MAR.	OD	mg/l	>=4	>=5	-	-	-	-
2014	OCT.	OD	mg/l	>=4	>=5	4.77	5.88	6.45	5.22
2015	SET.	OD	mg/l	>=4	>=5	-	-	-	-
2016	ABR.	OD	mg/l	>=4	>=5	5.5	5.6	5.35	6.78

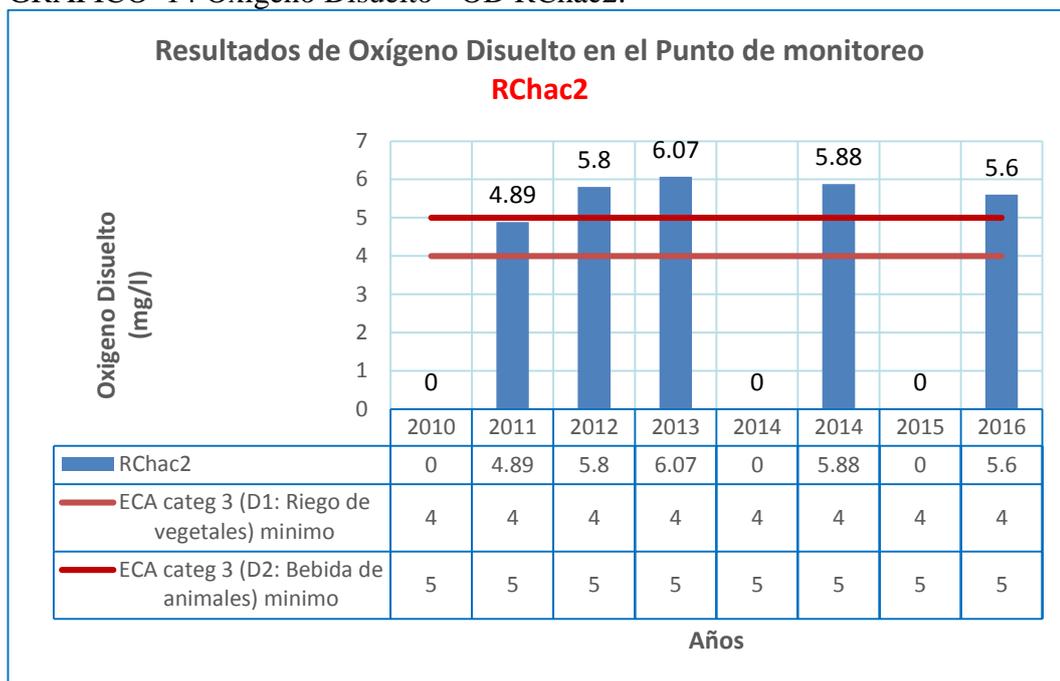
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 13 Oxígeno Disuelto- OD RChac1.



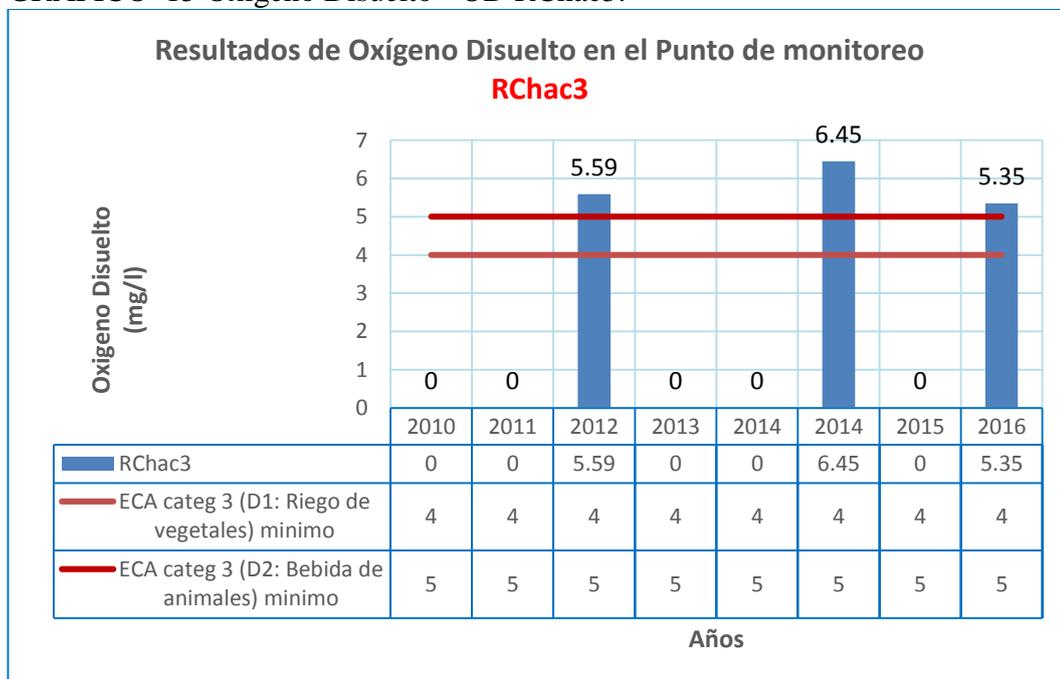
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 14 Oxígeno Disuelto - OD RChac2.



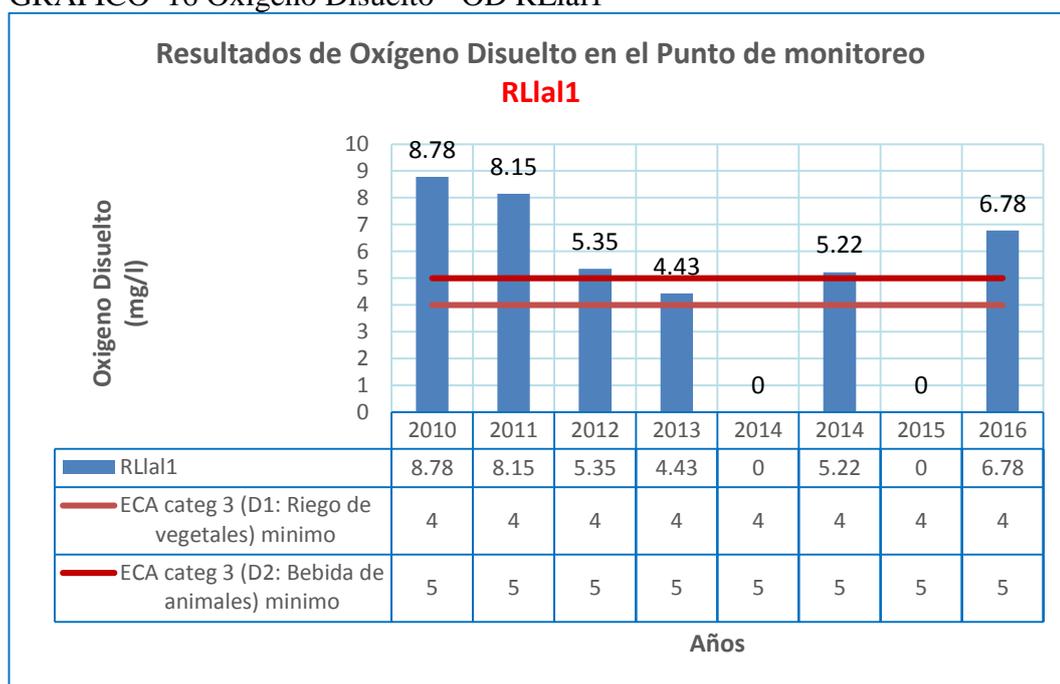
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 15 Oxígeno Disuelto - OD RChac3.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 16 Oxígeno Disuelto - OD RLlal1



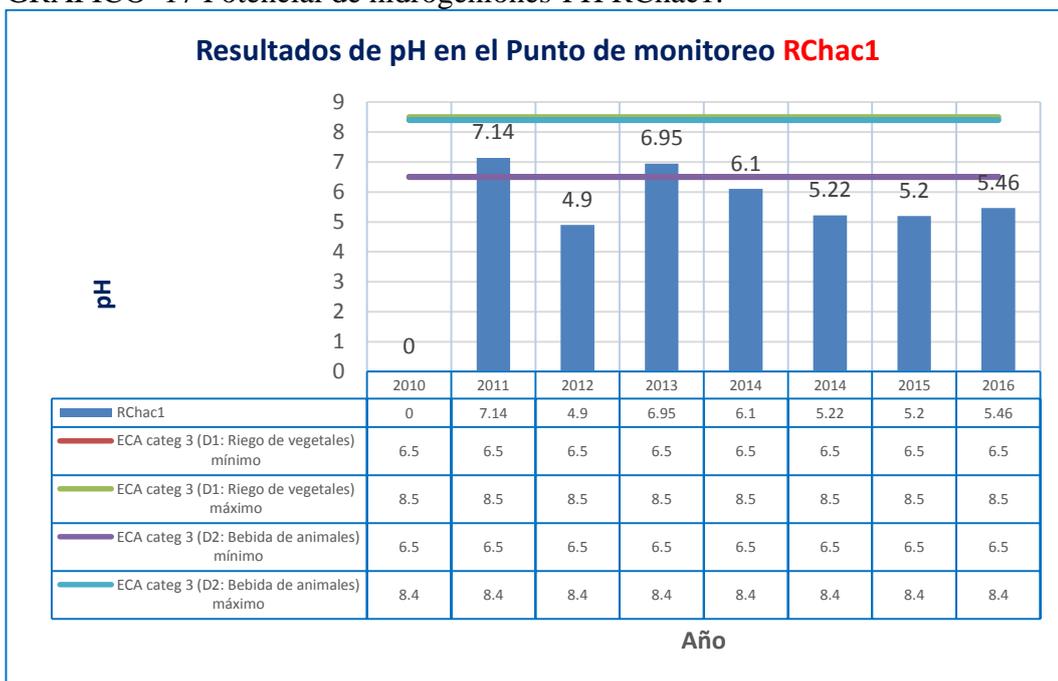
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 9: Potencial de Hidrogeniones-PH.

Año	Mes	Parámetro	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales) mínimo	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales) máximo	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales) mínimo	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales) máximo	RCha c1	RCha c2	RCha c3	RLLa l1
2010	NOV.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	-	-	-	8.8
2011	DIC.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	7.14	8.3	-	9.31
2012	ABR.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	4.9	6.76	8.12	7.8
2013	DIC.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	6.95	7.13	-	6.2
2014	MAR.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	6.1	6.65	7.94	8.5
2014	OCT.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	5.22	7.21	7.94	8
2015	SET.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	5.2	5.47	7.42	7.09
2016	ABR.	PH	6.5	8.5	6.5	8.4	5.46	5.23	7.35	8.63

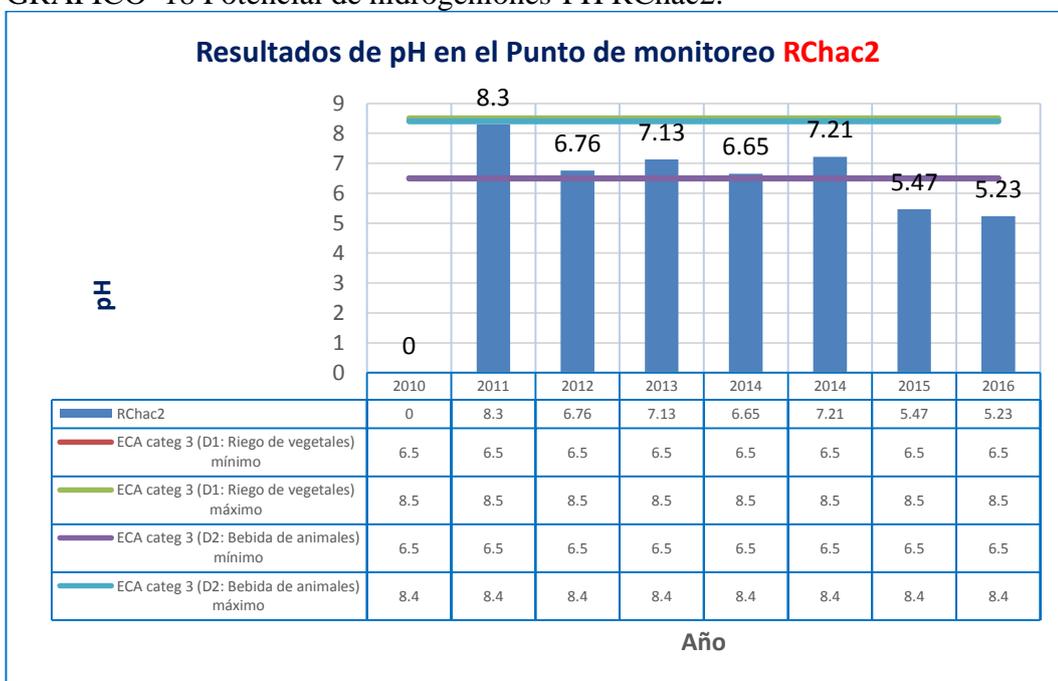
Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICO 17 Potencial de hidrogeniones-PH RChac1.



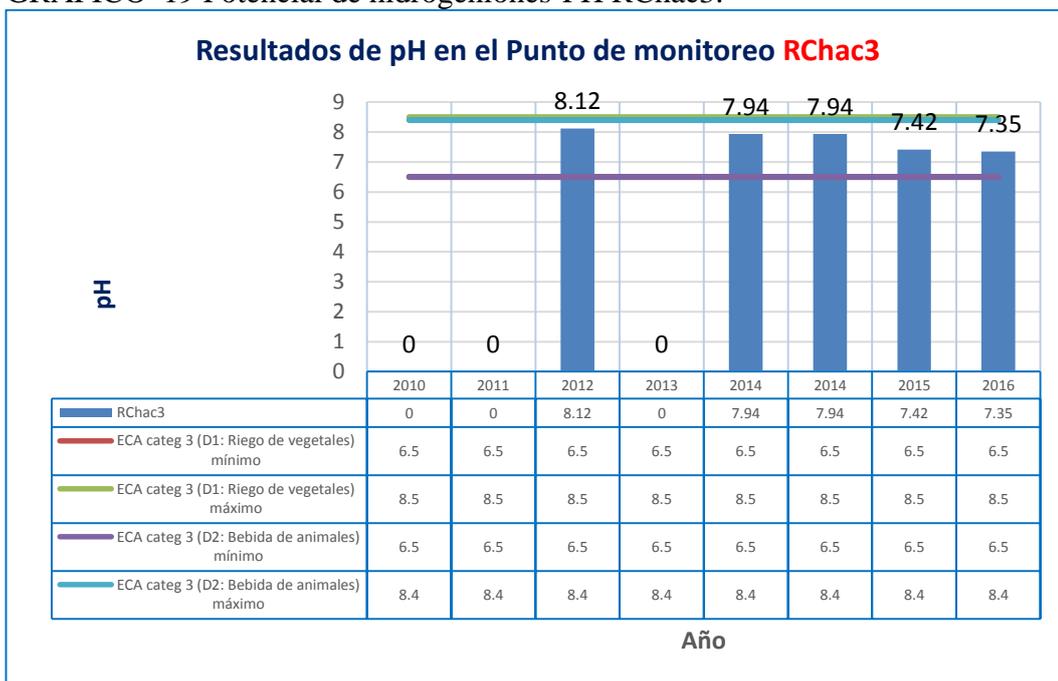
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 18 Potencial de hidrogeniones-PH RChac2.



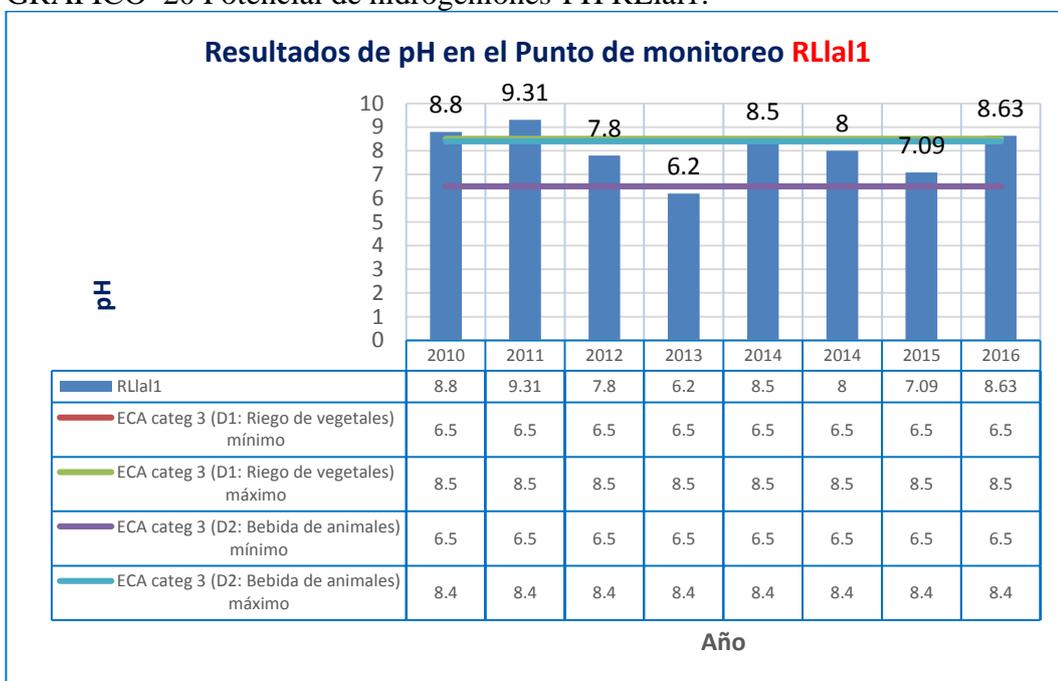
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 19 Potencial de hidrogeniones-PH RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 20 Potencial de hidrogeniones-PH RLLal1.



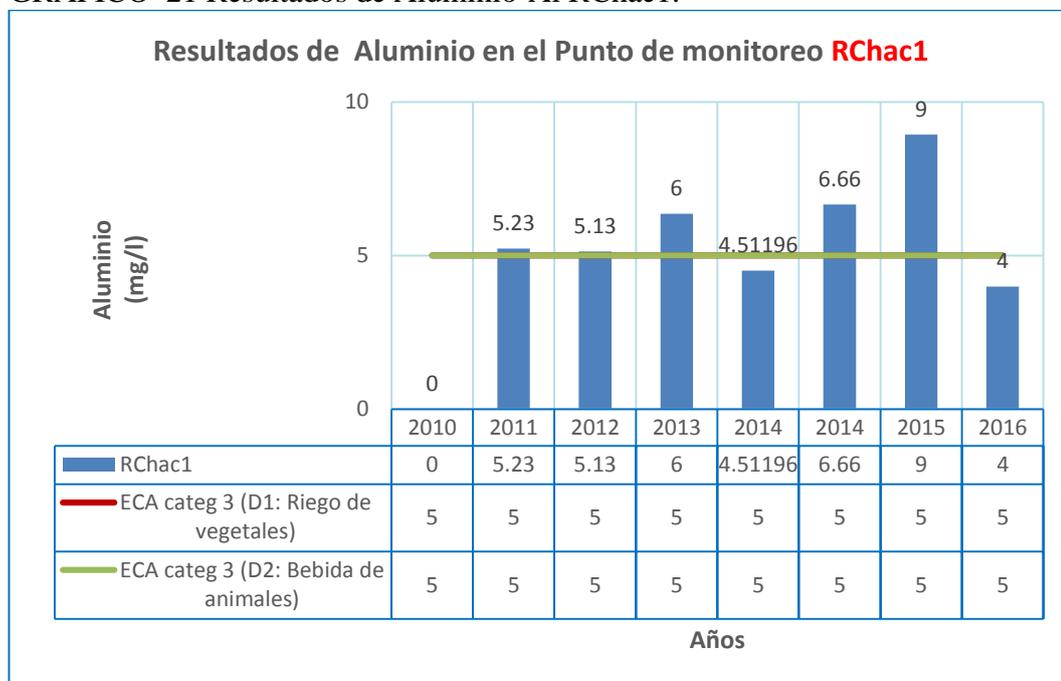
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10: Parámetro Metales pesados y metaloides.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Cuadro N° 8 Puntos de Muestreo Metales Pesados y Metaloides Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLla1
2010	NOV.	Al	mg/l	5	5	-	-	-	-
2011	DIC.	Al	mg/l	5	5	5.23	0.12	-	0.06
2012	ABR.	Al	mg/l	5	5	5.13	4.13	0.68	0.11
2013	DIC.	Al	mg/l	5	5	6	0.25184	-	0.01
2014	MAR.	Al	mg/l	5	5	4.51196	0.58963	0.2615	0.09079
2014	OCT.	Al	mg/l	5	5	6.66	0.68	0.11	0.07
2015	SET.	Al	mg/l	5	5	9	3	0.556	0.089
2016	ABR.	Al	mg/l	5	5	4	3	1	0.845

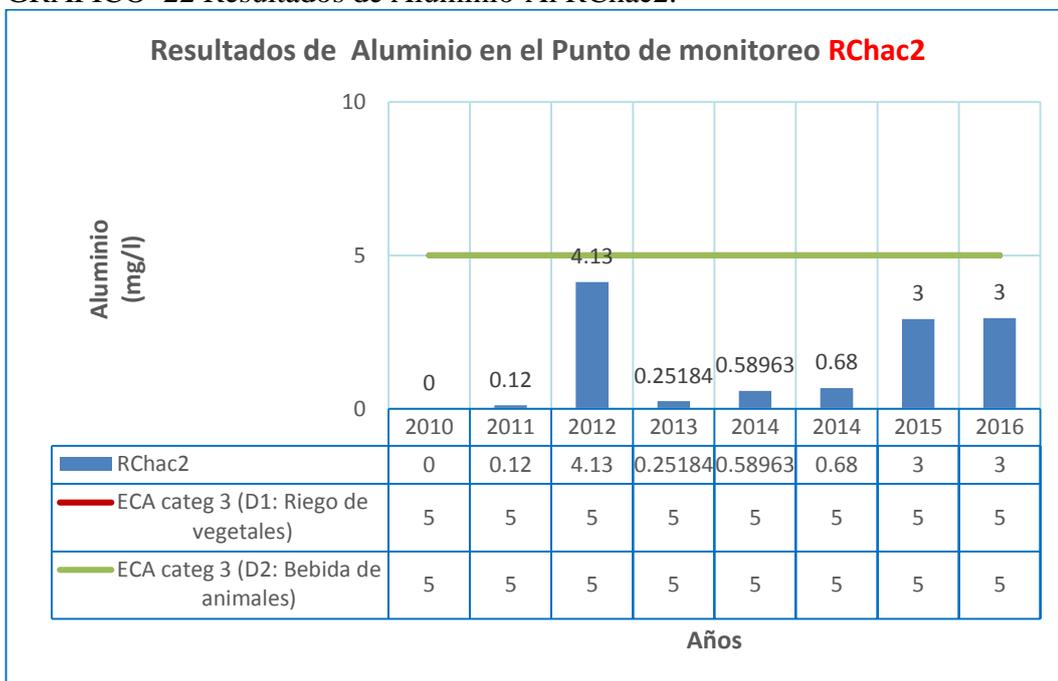
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 21 Resultados de Aluminio-Al RChac1.



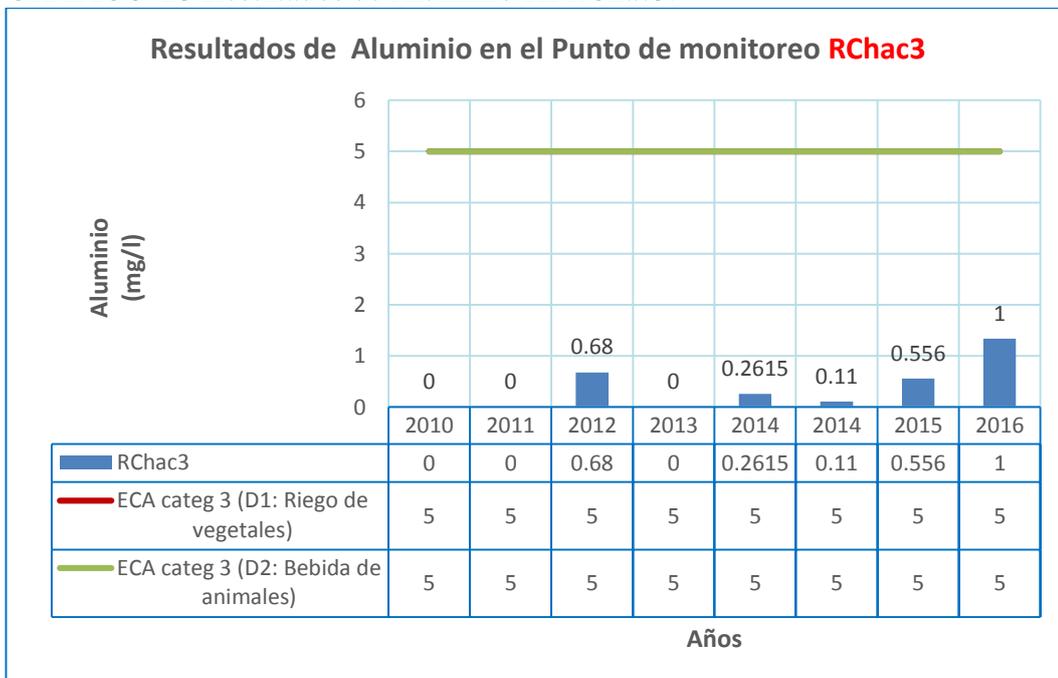
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 22 Resultados de Aluminio-Al RChac2.



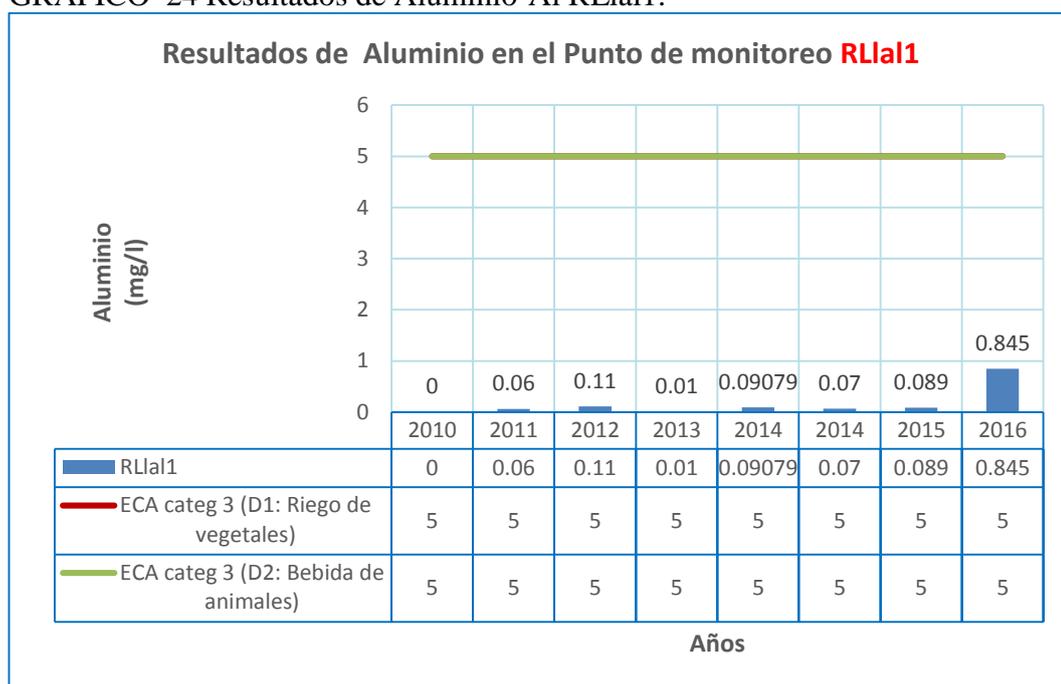
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 23 Resultados de Aluminio-Al RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 24 Resultados de Aluminio-Al RLlal1.



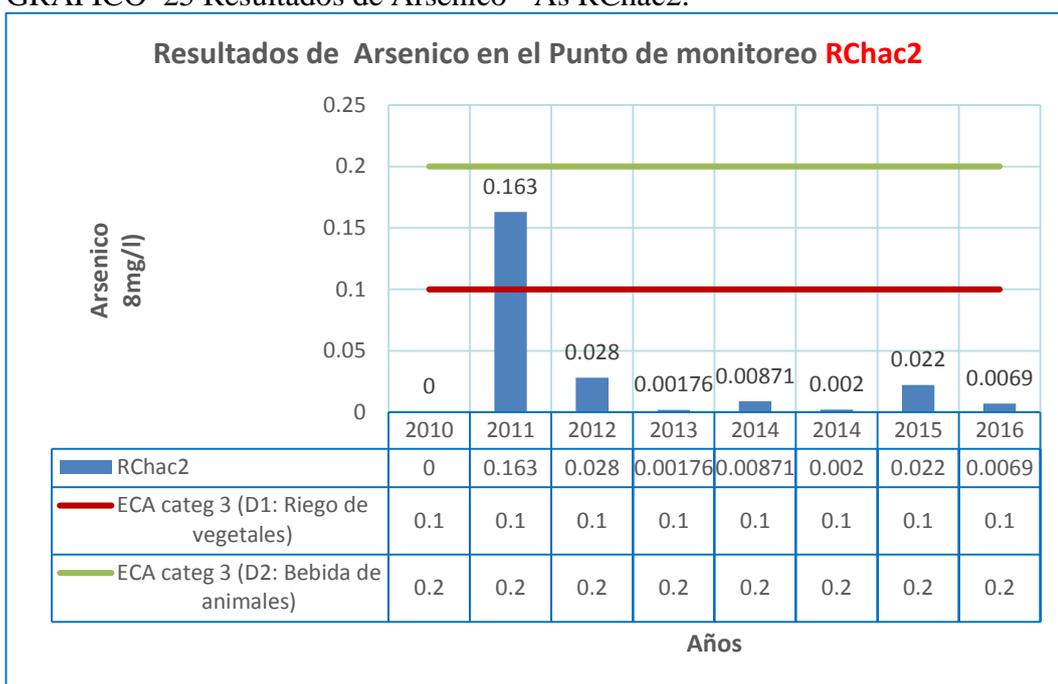
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Resultados de Arsénico-As.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	As	mg/l	0.1	0.2	-	-	-	-
2011	DIC.	As	mg/l	0.1	0.2	0.028	0.163	-	0.051
2012	ABR.	As	mg/l	0.1	0.2	0.037	0.028	0.04	0.018
2013	DIC.	As	mg/l	0.1	0.2	0.04944	0.00176	-	0.05452
2014	MAR.	As	mg/l	0.1	0.2	0.03082	0.00871	0.041	0.01717
2014	OCT.	As	mg/l	0.1	0.2	0.034	0.002	0.123	0.049
2015	SET.	As	mg/l	0.1	0.2	0.032	0.022	0.057	0.017
2016	ABR.	As	mg/l	0.1	0.2	0.016	0.0069	0.033	0.011

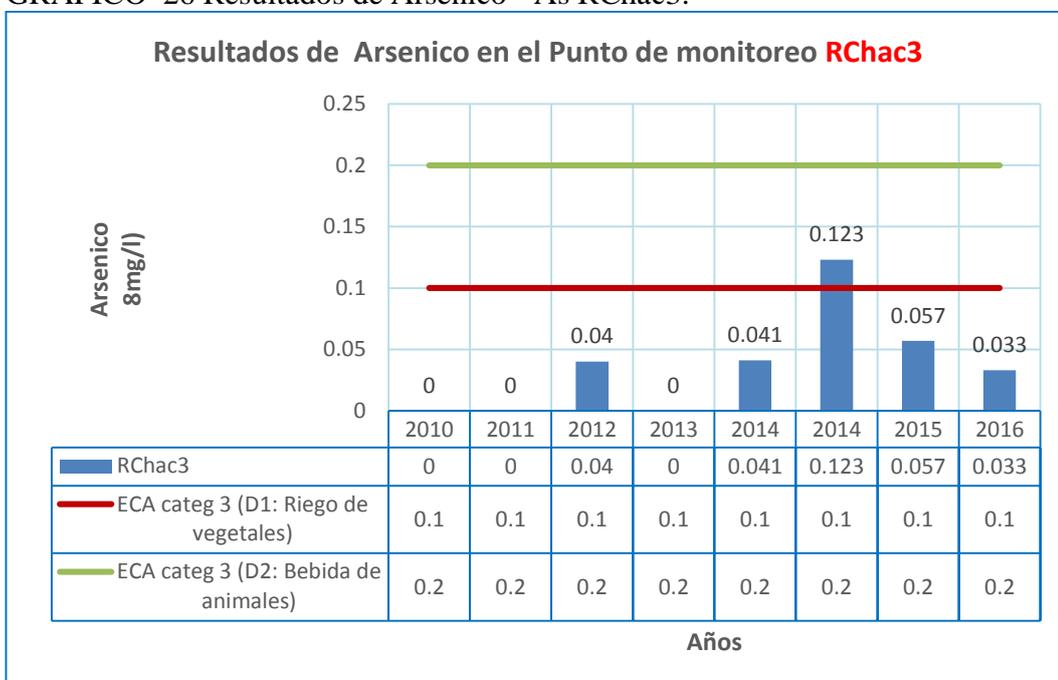
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 25 Resultados de Arsénico - As RChac2.



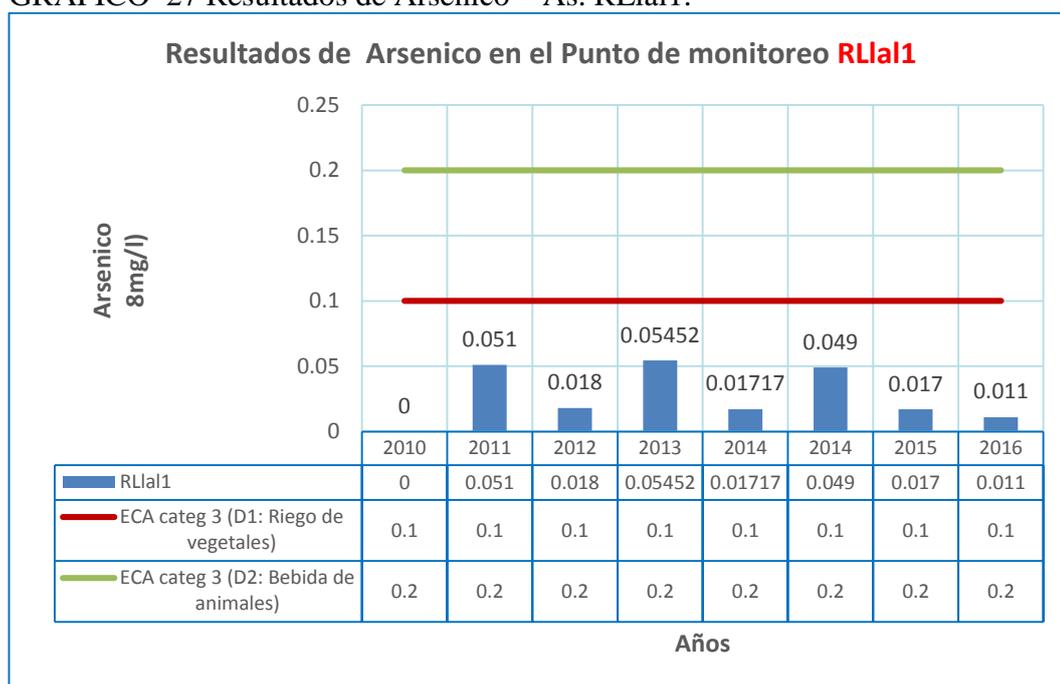
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 26 Resultados de Arsénico - As RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 27 Resultados de Arsénico – As. RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

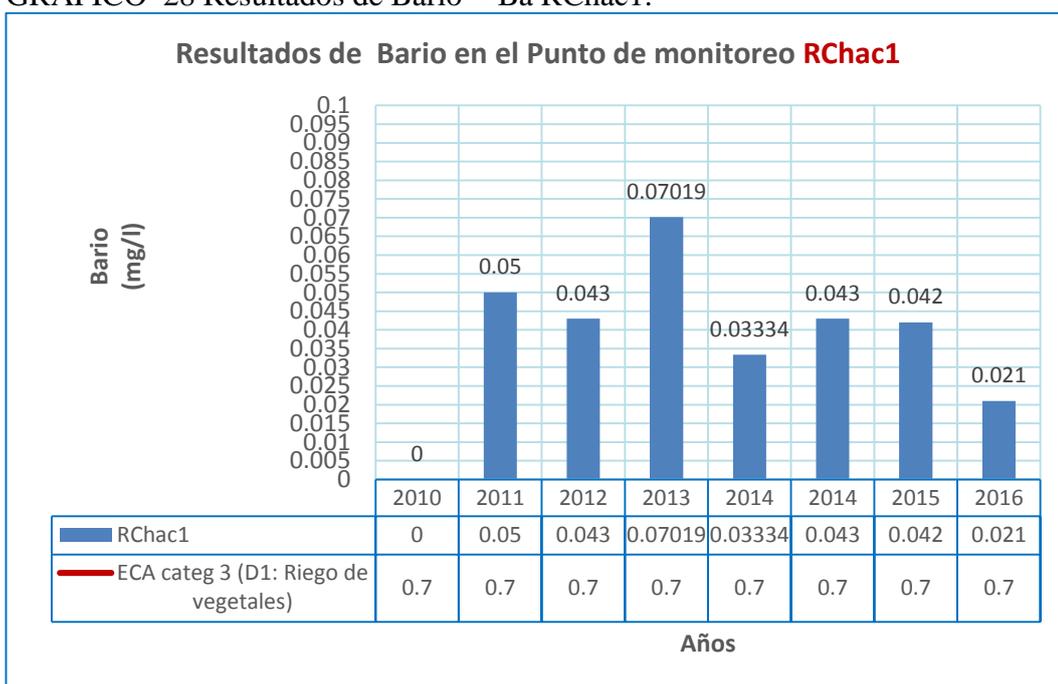
### Resultados de Bario en los puntos de monitoreo

Tabla 12: Resultados de Bario - Ba.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Ba	mg/l	0.7	**	-	-	-	-
2011	DIC.	Ba	mg/l	0.7	**	0.05	0.04	-	0.033
2012	ABR.	Ba	mg/l	0.7	**	0.043	0.052	0.03	0.034
2013	DIC.	Ba	mg/l	0.7	**	0.07019	0.06468	-	0.03638
2014	MAR.	Ba	mg/l	0.7	**	0.03334	0.03635	0.02677	0.0291
2014	OCT.	Ba	mg/l	0.7	**	0.043	0.047	0.041	0.04
2015	SET.	Ba	mg/l	0.7	**	0.042	0.051	0.024	0.032
2016	ABR.	Ba	mg/l	0.7	**	0.021	0.027	0.028	0.028

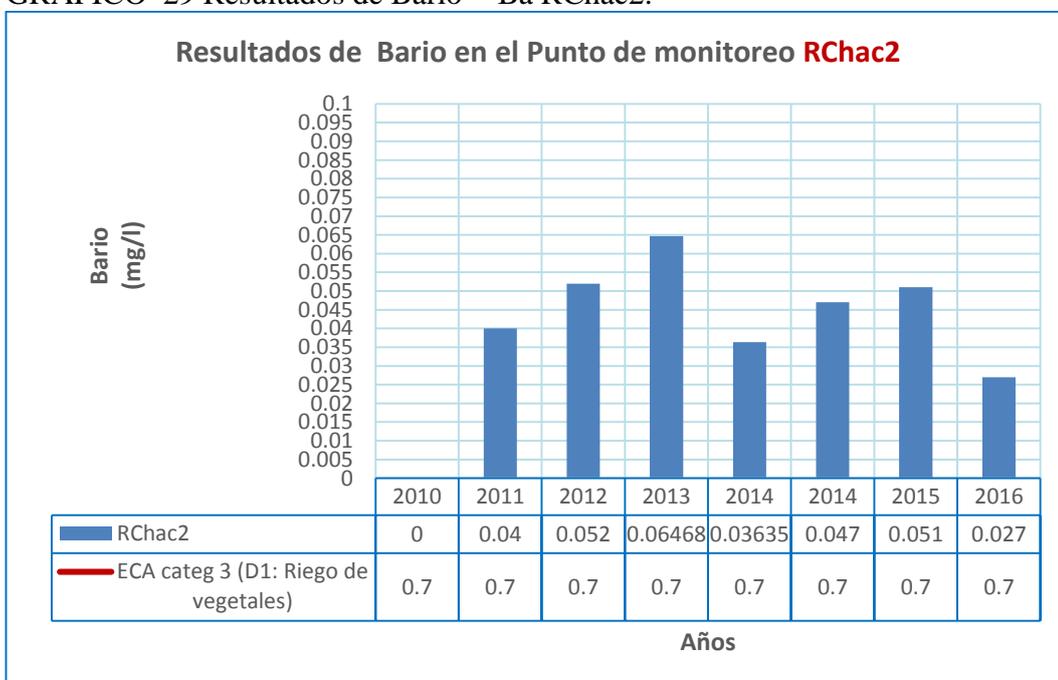
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 28 Resultados de Bario - Ba RChac1.



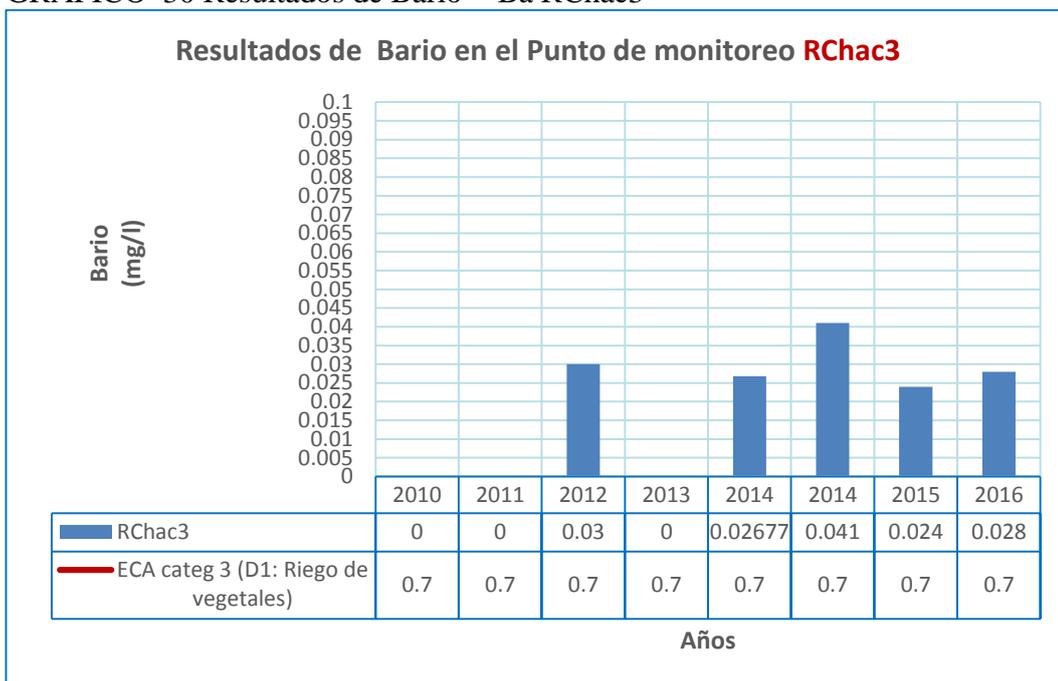
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 29 Resultados de Bario - Ba RChac2.



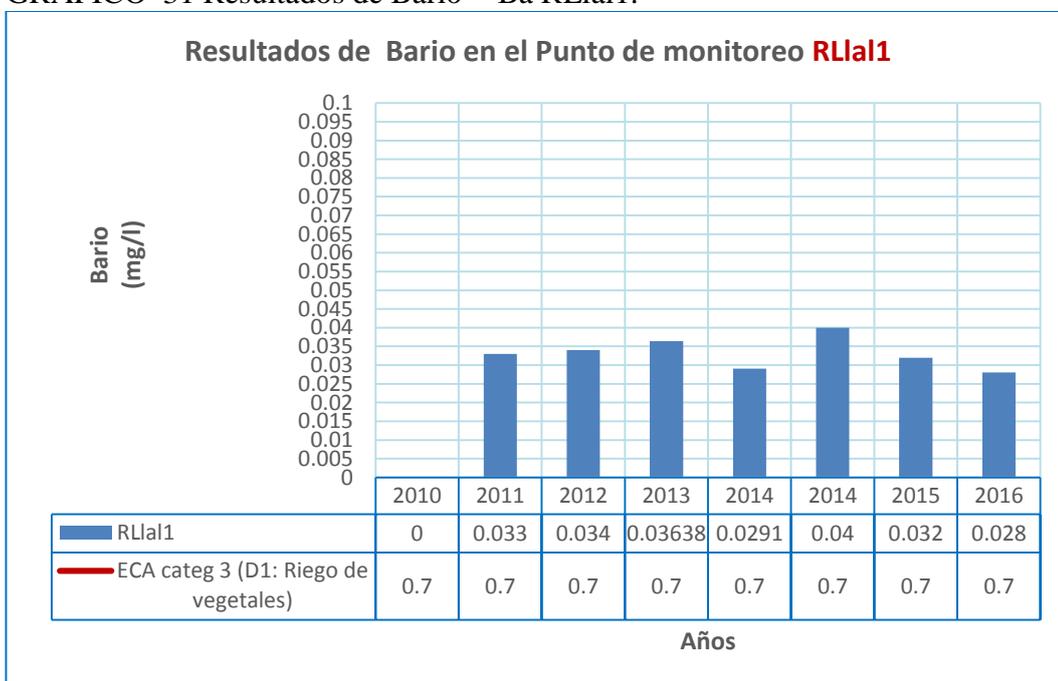
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 30 Resultados de Bario - Ba RChac3



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 31 Resultados de Bario - Ba RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

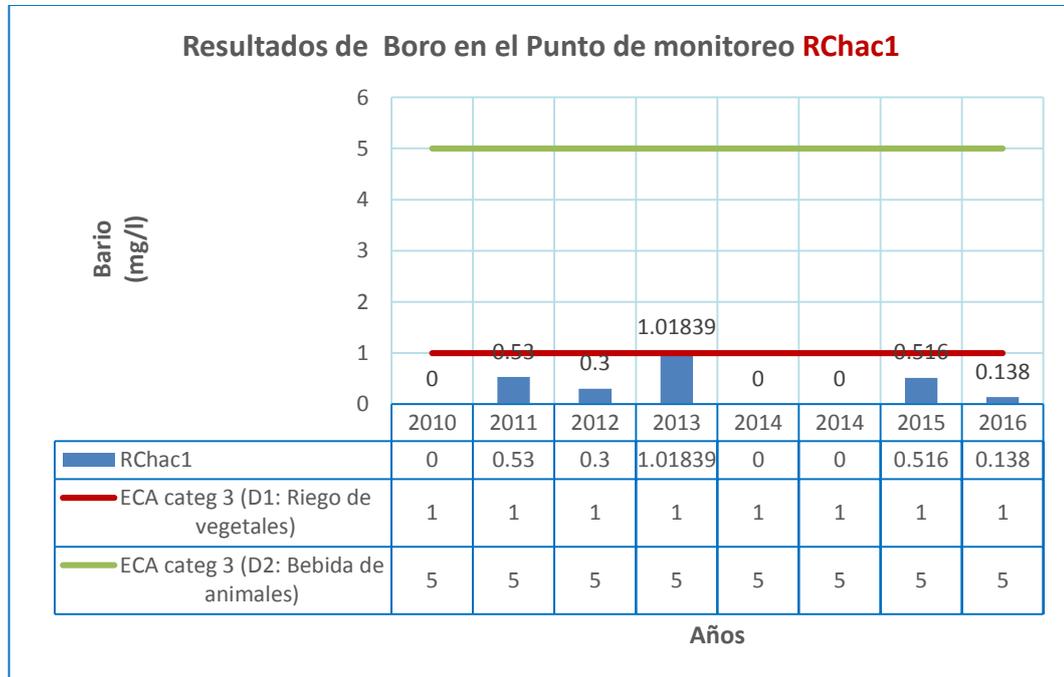
## Resultados de Boro en los puntos de monitoreo

Tabla 13: Resultados Boro-B.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	B	mg/l	1	5	-	-	-	-
2011	DIC.	B	mg/l	1	5	0.53	1.45	-	0.6
2012	ABR.	B	mg/l	1	5	0.3	0.34	0.48	0.27
2013	DIC.	B	mg/l	1	5	1.01839	1.03789	-	0.70456
2014	MAR.	B	mg/l	1	5	-	-	-	-
2014	OCT.	B	mg/l	1	5	-	-	-	-
2015	SET.	B	mg/l	1	5	0.516	0.933	0.721	0.526
2016	ABR.	B	mg/l	1	5	0.138	0.183	0.408	0.279

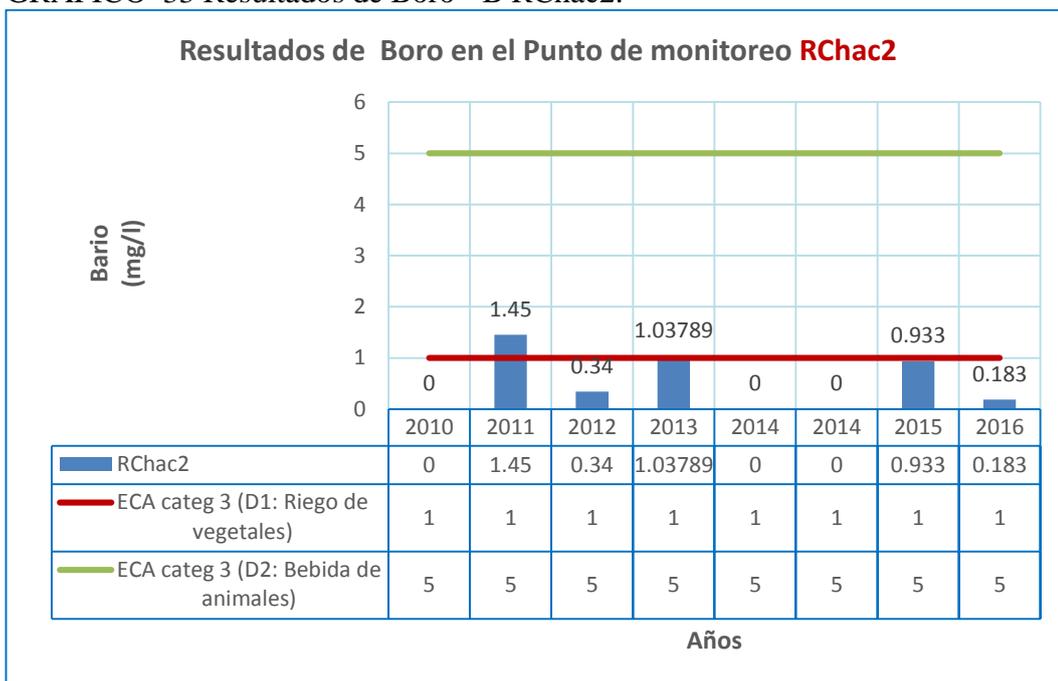
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 32 Resultados de Boro - B RChac1.



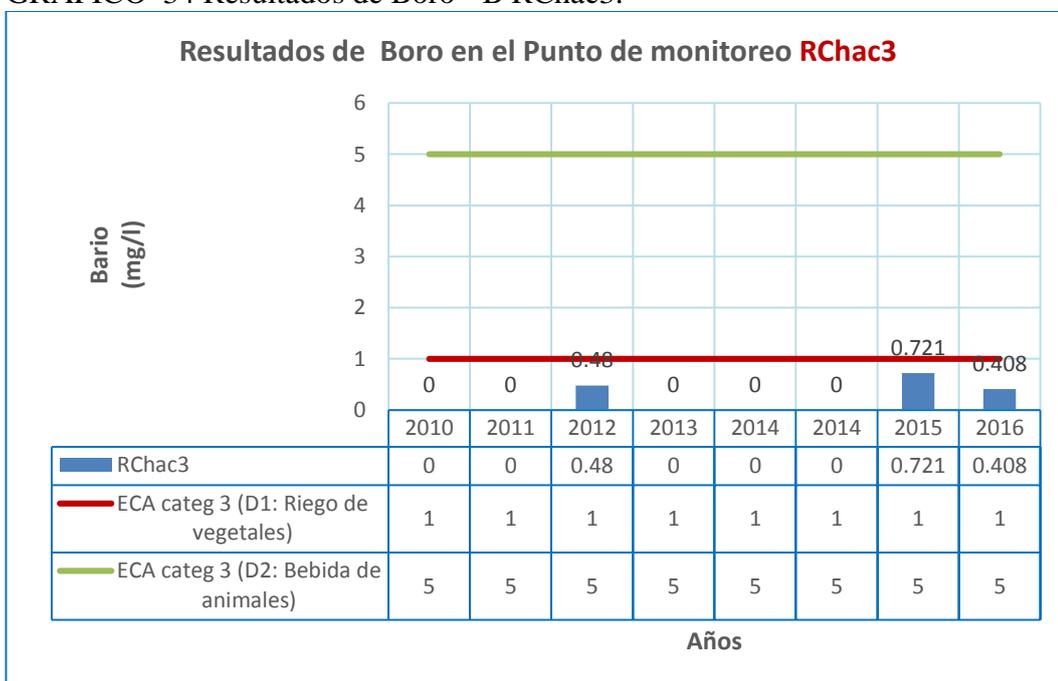
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 33 Resultados de Boro - B RChac2.



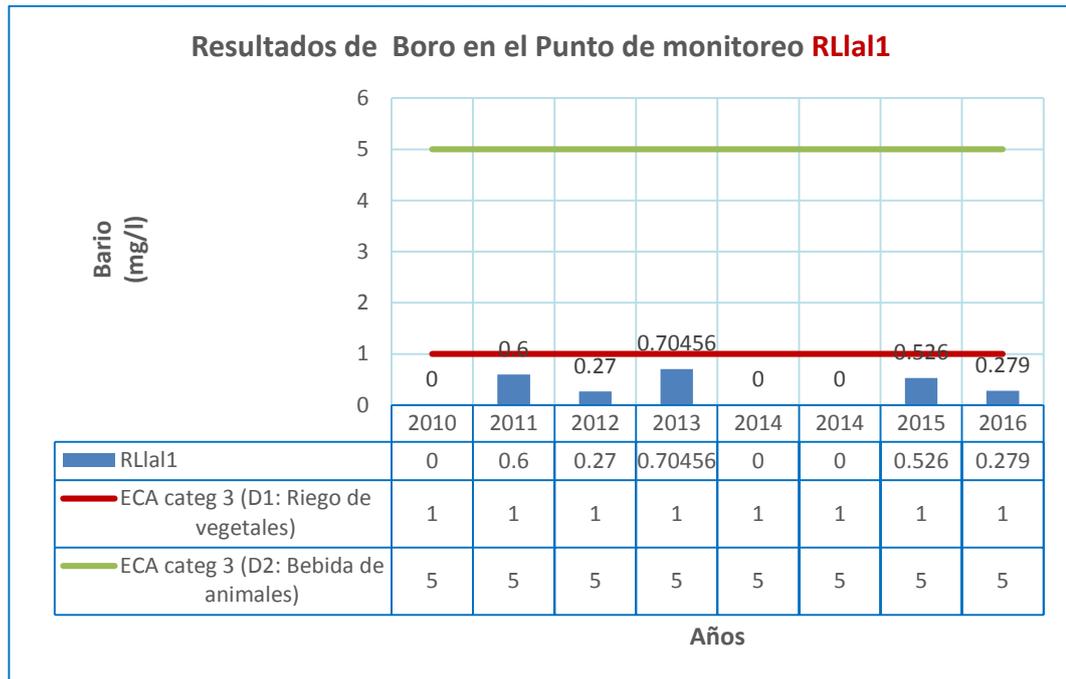
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 34 Resultados de Boro - B RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 1: Resultados de Boro - B RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

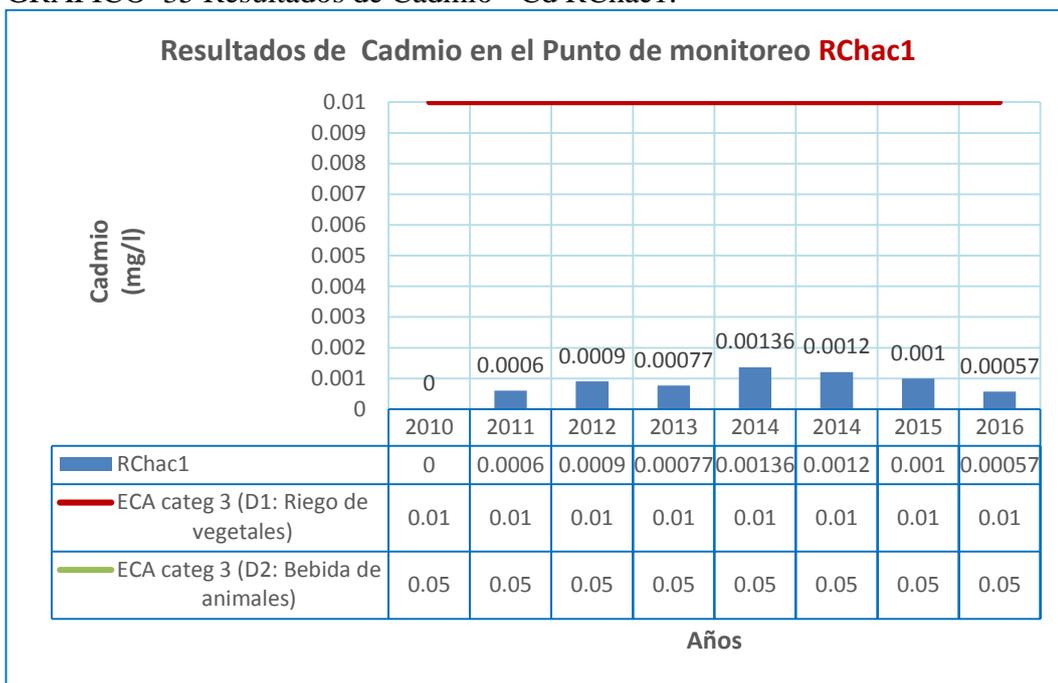
### Resultados de Cadmio en los puntos de monitoreo

Tabla 14: Resultados de Cadmio - Cd.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
<b>2010</b>	NOV.	Cd	mg/l	0.01	0.05	-	-	-	-
<b>2011</b>	DIC.	Cd	mg/l	0.01	0.05	<0.0006	<0.0006	-	<0.0006
<b>2012</b>	ABR.	Cd	mg/l	0.01	0.05	0.0009	0.0008	<0.0006	<0.0006
<b>2013</b>	DIC.	Cd	mg/l	0.01	0.05	0.00077	<0.0004	-	<0.0004
<b>2014</b>	MAR.	Cd	mg/l	0.01	0.05	0.00136	0.00071	<0.0004	<0.0004
<b>2014</b>	OCT.	Cd	mg/l	0.01	0.05	0.0012	0.0005	<0.0004	<0.0004
<b>2015</b>	SET.	Cd	mg/l	0.01	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<b>2016</b>	ABR.	Cd	mg/l	0.01	0.05	0.00057	0.00054	0.00034	0.00017

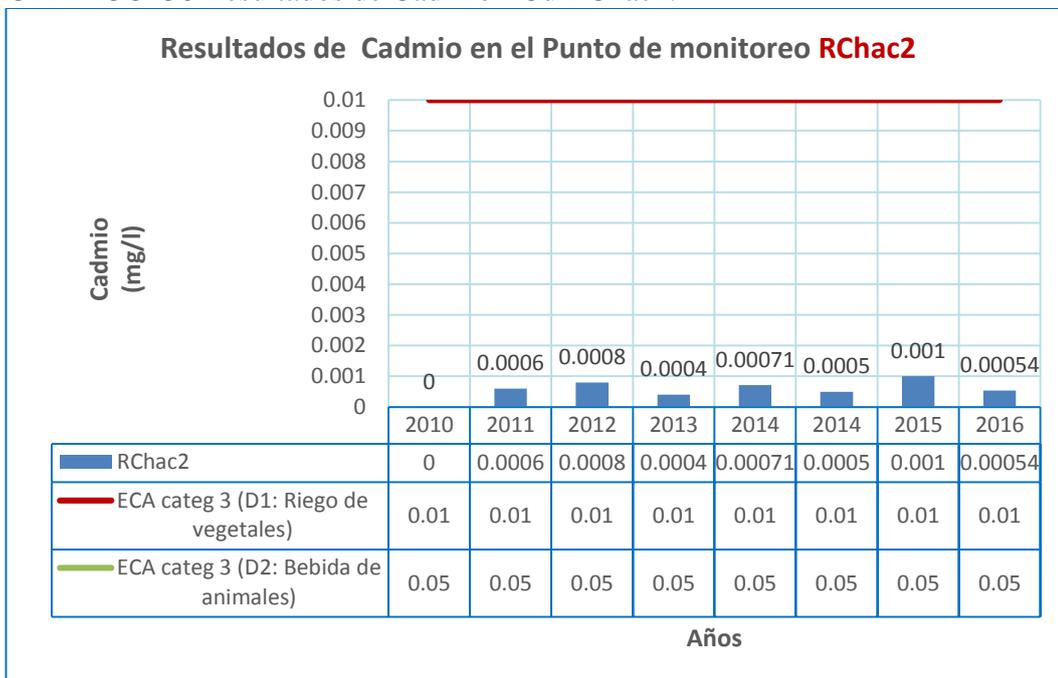
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 35 Resultados de Cadmio - Cd RChac1.



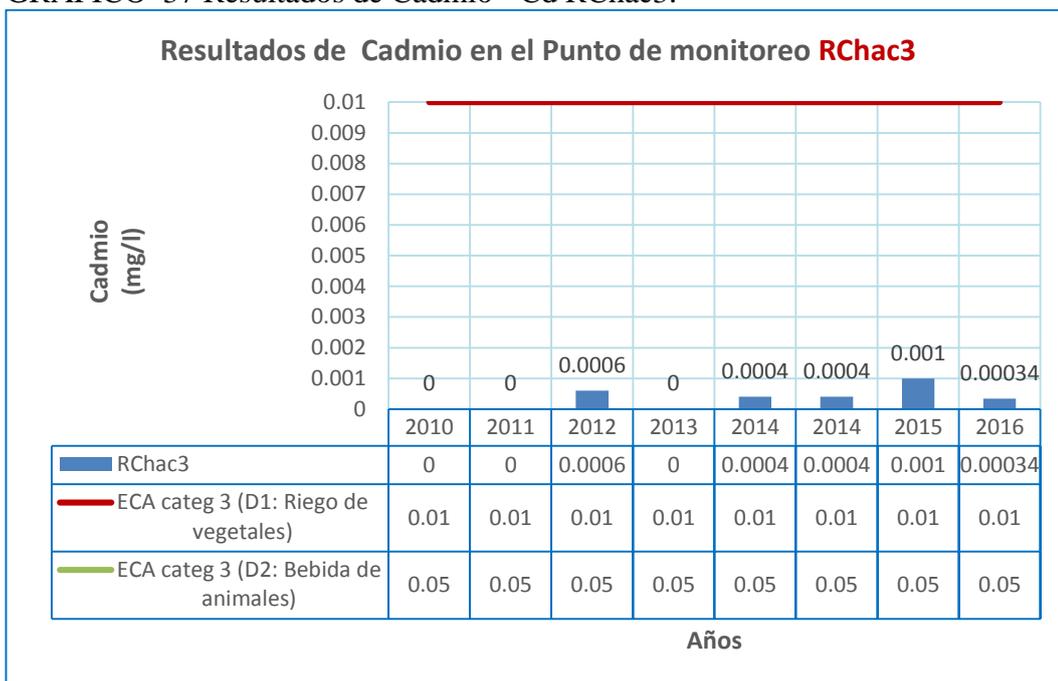
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 36 Resultados de Cadmio - Cd RChac2.



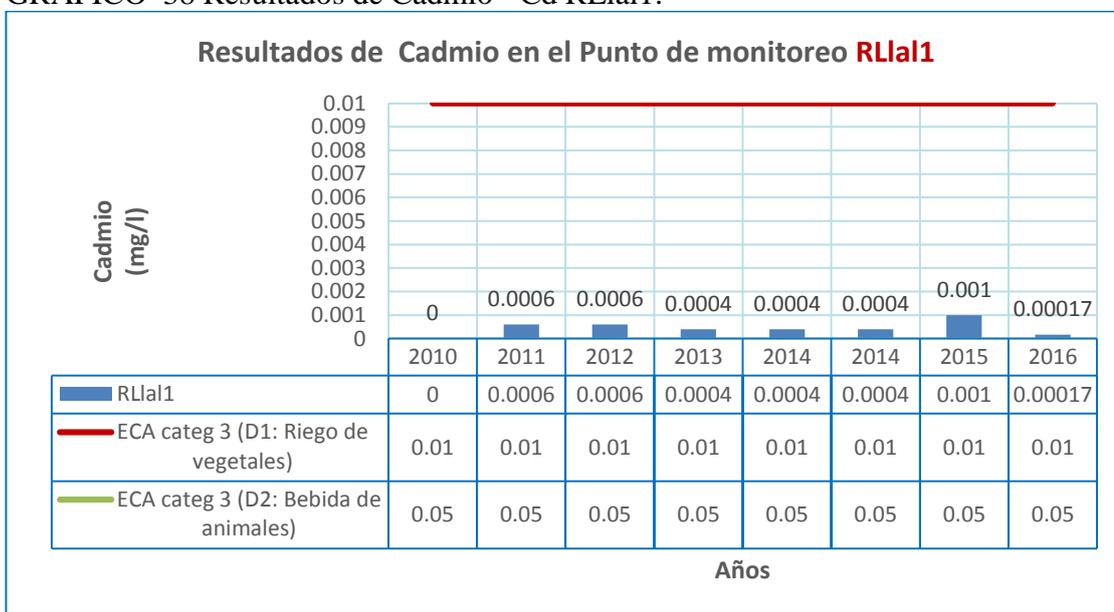
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 37 Resultados de Cadmio - Cd RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 38 Resultados de Cadmio - Cd RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

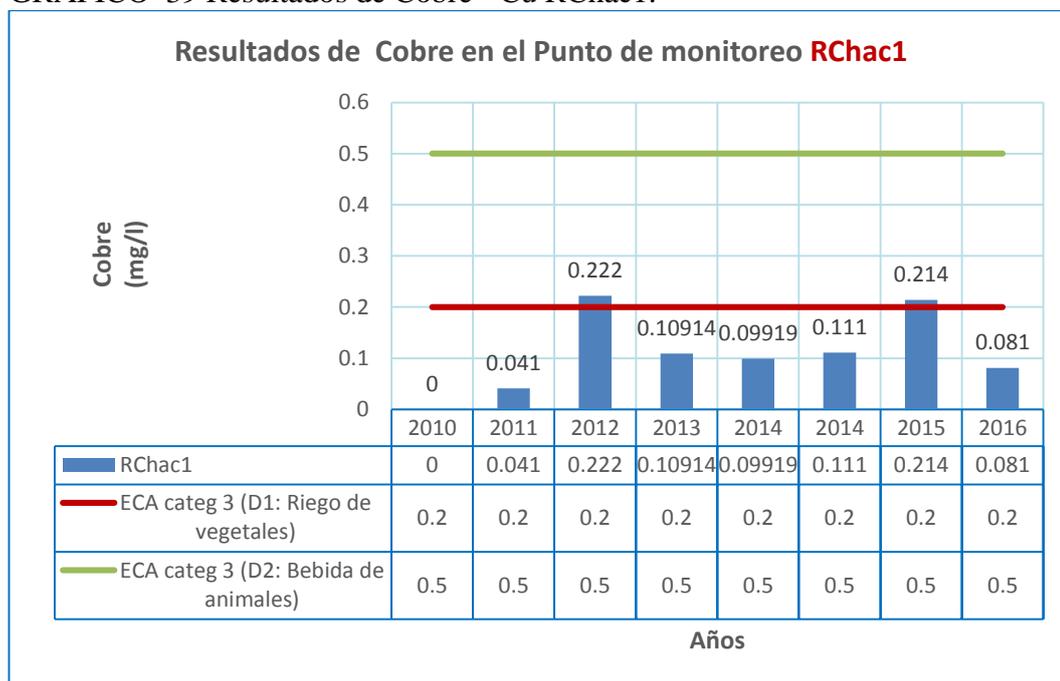
## Resultados de Cobre en los puntos de monitoreo

Tabla 15 Resultados de cobre - Cu

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlall
2010	NOV.	Cu	mg/l	0.2	0.5	-	-	-	-
2011	DIC.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.041	0.005	-	<0.003
2012	ABR.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.222	0.219	0.036	0.007
2013	DIC.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.10914	0.03322	-	0.0034
2014	MAR.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.09919	0.03718	0.01084	0.00365
2014	OCT.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.111	0.0399	0.0062	0.0048
2015	SET.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.214	0.203	0.043	0.01
2016	ABR.	Cu	mg/l	0.2	0.5	0.081	0.106	0.056	0.029

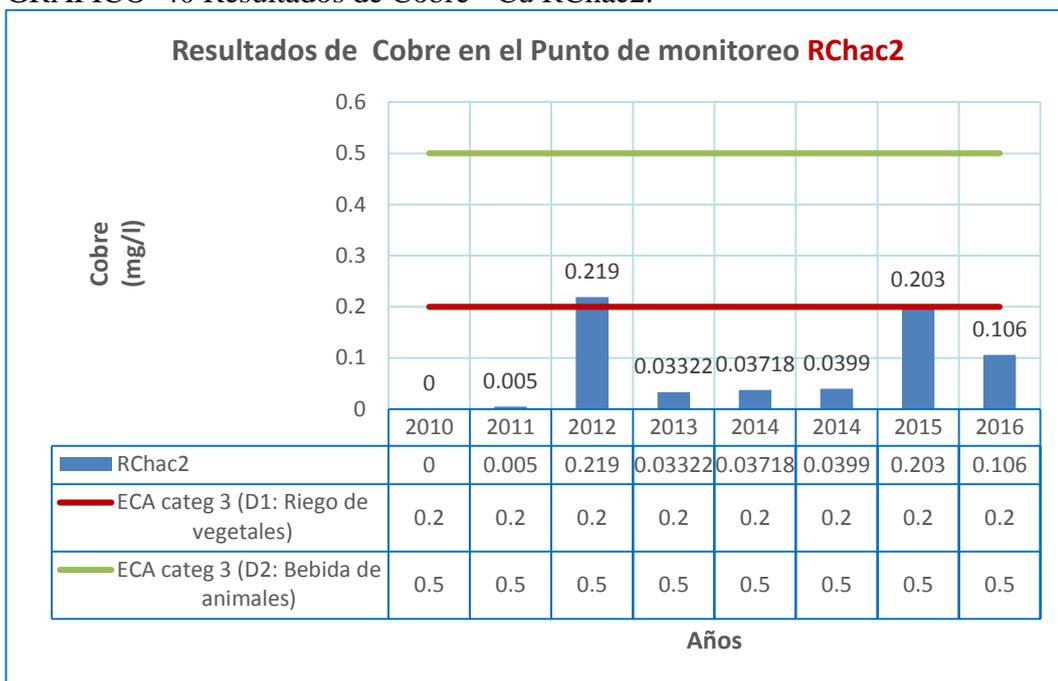
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 39 Resultados de Cobre - Cu RChac1.



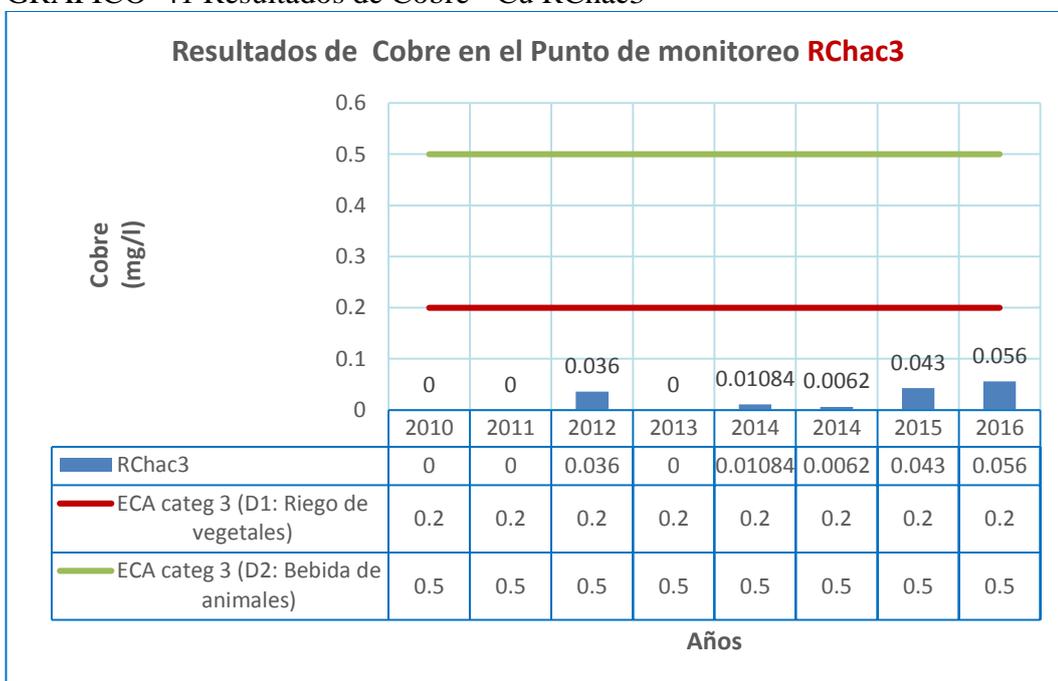
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 40 Resultados de Cobre - Cu RChac2.



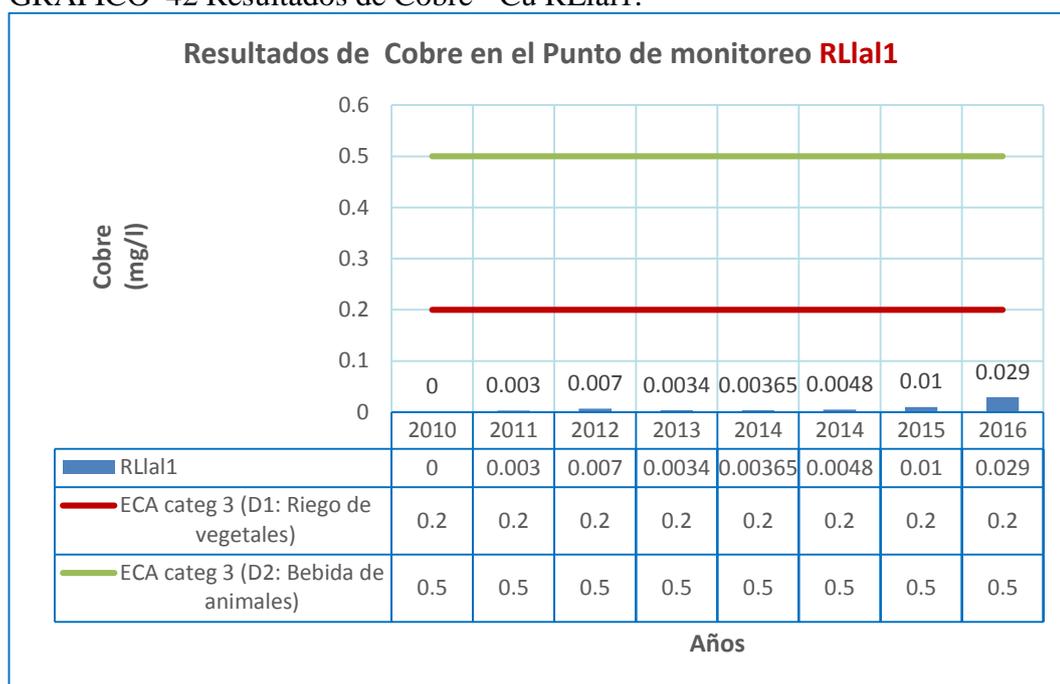
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 41 Resultados de Cobre - Cu RChac3



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 42 Resultados de Cobre - Cu RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

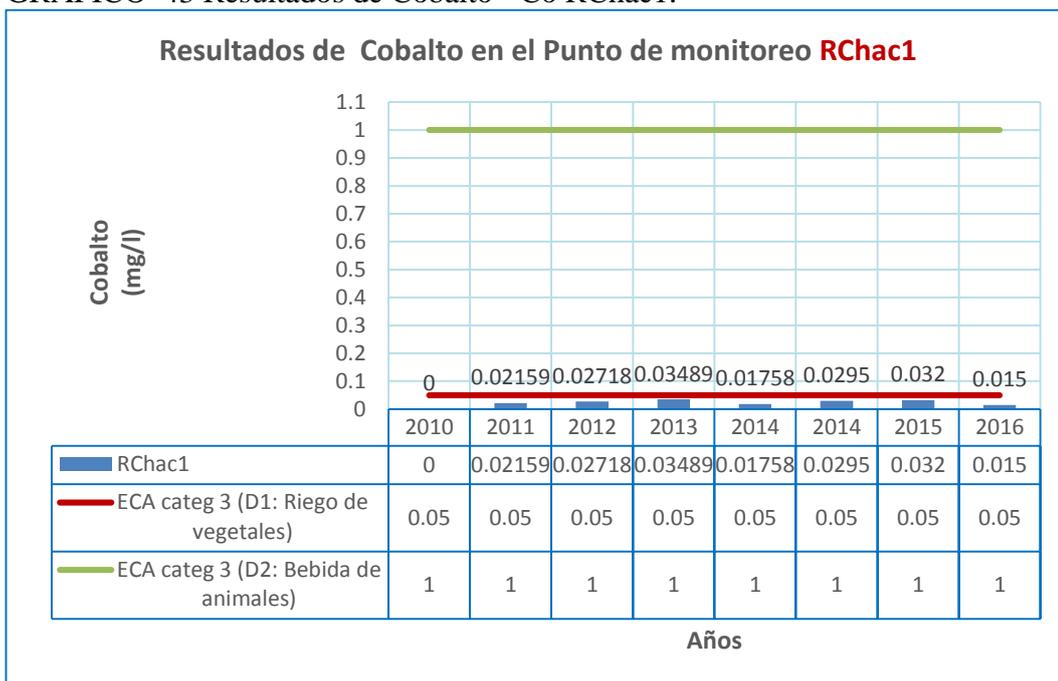
### Resultados de Cobalto en los puntos de monitoreo.

Tabla 16 Resultados de Cobalto-Co.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Co	mg/l	0.05	1	-	-	-	-
2011	DIC.	Co	mg/l	0.05	1	0.02159	0.00043	-	<0.00022
2012	ABR.	Co	mg/l	0.05	1	0.02718	0.02853	0.00524	0.00072
2013	DIC.	Co	mg/l	0.05	1	0.03489	0.02743	-	<0.0003
2014	MAR.	Co	mg/l	0.05	1	0.01758	0.01896	0.003	<0.0003
2014	OCT.	Co	mg/l	0.05	1	0.0295	0.0432	0.0095	0.0023
2015	SET.	Co	mg/l	0.05	1	0.032	0.056	0.007	0.002
2016	ABR.	Co	mg/l	0.05	1	0.015	0.022	0.012	0.0009

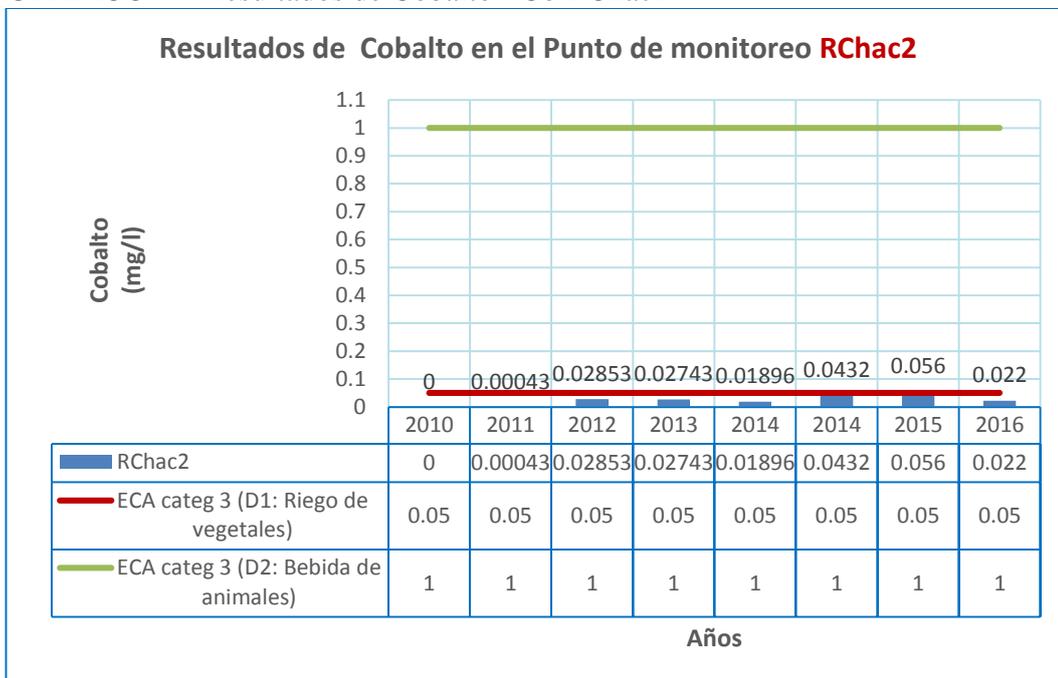
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 43 Resultados de Cobalto - Co RChac1.



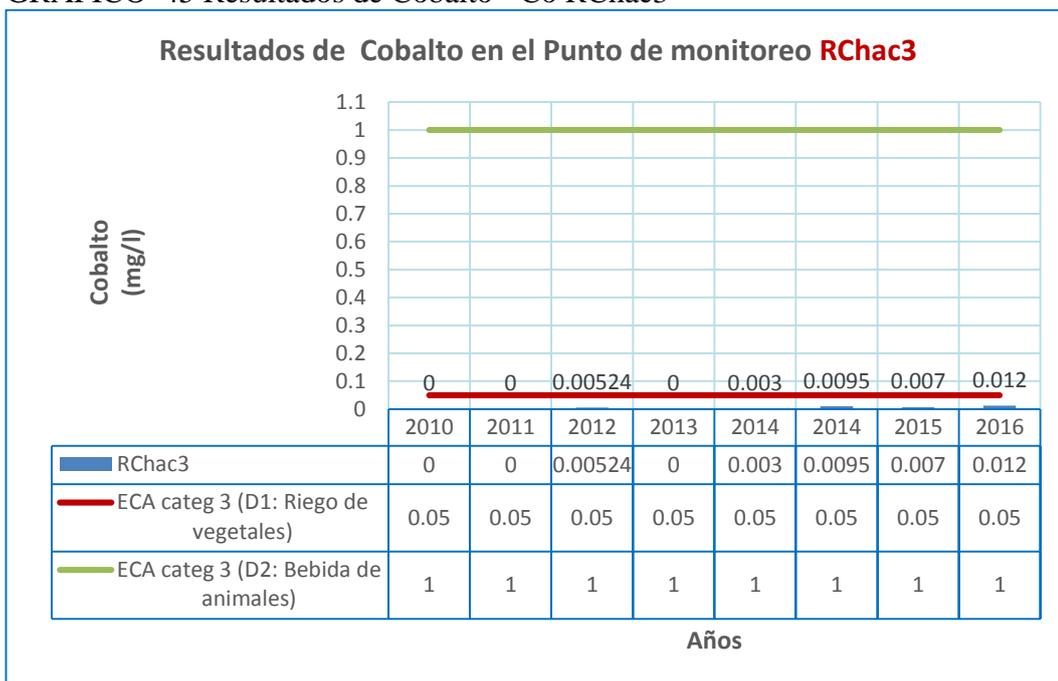
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 44 Resultados de Cobalto - Co RChac2



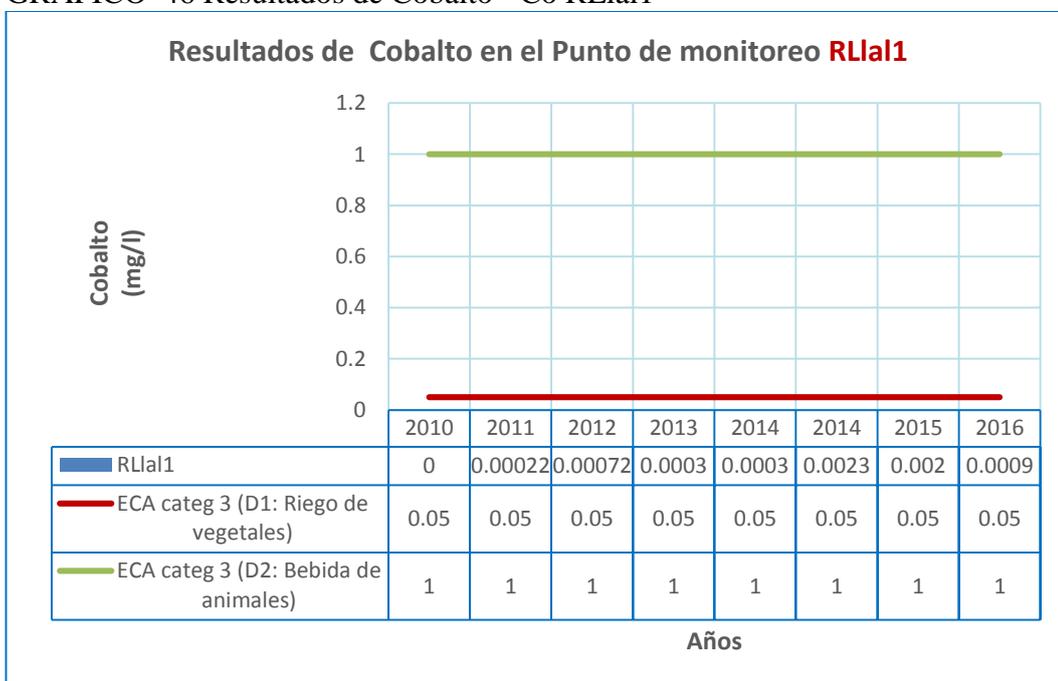
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 45 Resultados de Cobalto - Co RChac3



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 46 Resultados de Cobalto - Co RLlal1



Fuente: Elaboración propia.

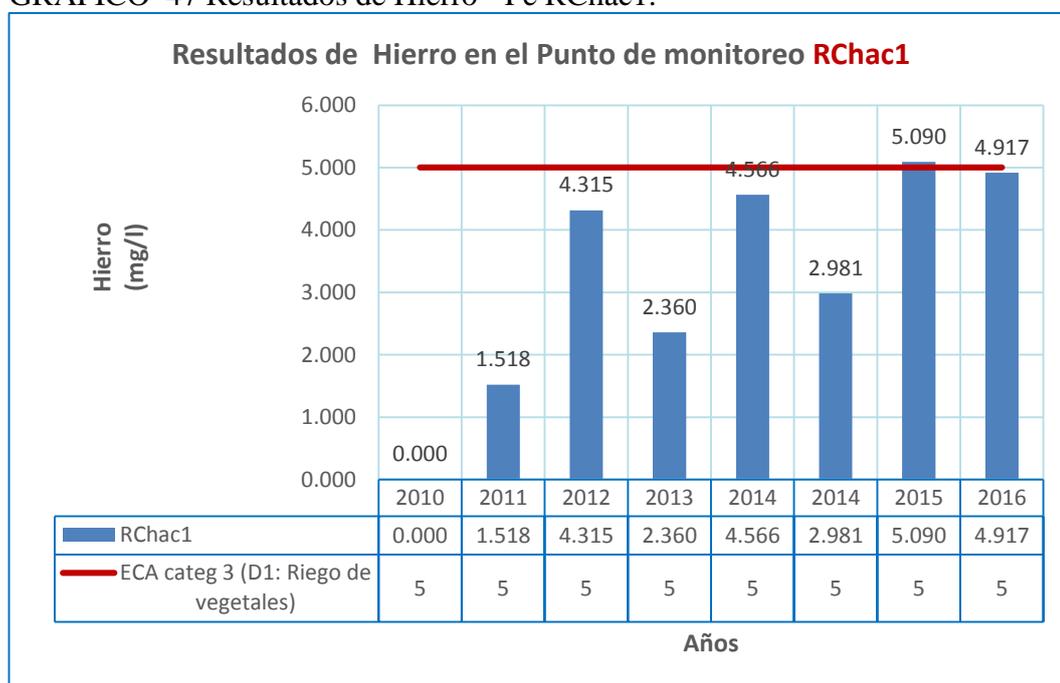
## Resultados de Hierro en los puntos de monitoreo

Tabla 17 Resultados de Hierro-Fe.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA	ECA categ 3	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
				categ 3 (D1: Riego de vegetales)	(D2: Bebida de animales)				
2010	NOV.	Fe	mg/l	5	**	-	-	-	-
2011	DIC.	Fe	mg/l	5	**	1.518	0.143	-	0.043
2012	ABR.	Fe	mg/l	5	**	4.315	4.798	0.833	0.221
2013	DIC.	Fe	mg/l	5	**	2.35983	0.19042	-	0.03183
2014	MAR.	Fe	mg/l	5	**	4.566	1.3505	0.5144	0.1593
2014	OCT.	Fe	mg/l	5	**	2,981	0.5	0.172	0.119
2015	SET.	Fe	mg/l	5	**	5.09	2.622	0.86	0.104
2016	ABR.	Fe	mg/l	5	**	4.917	3.174	1.671	0.861

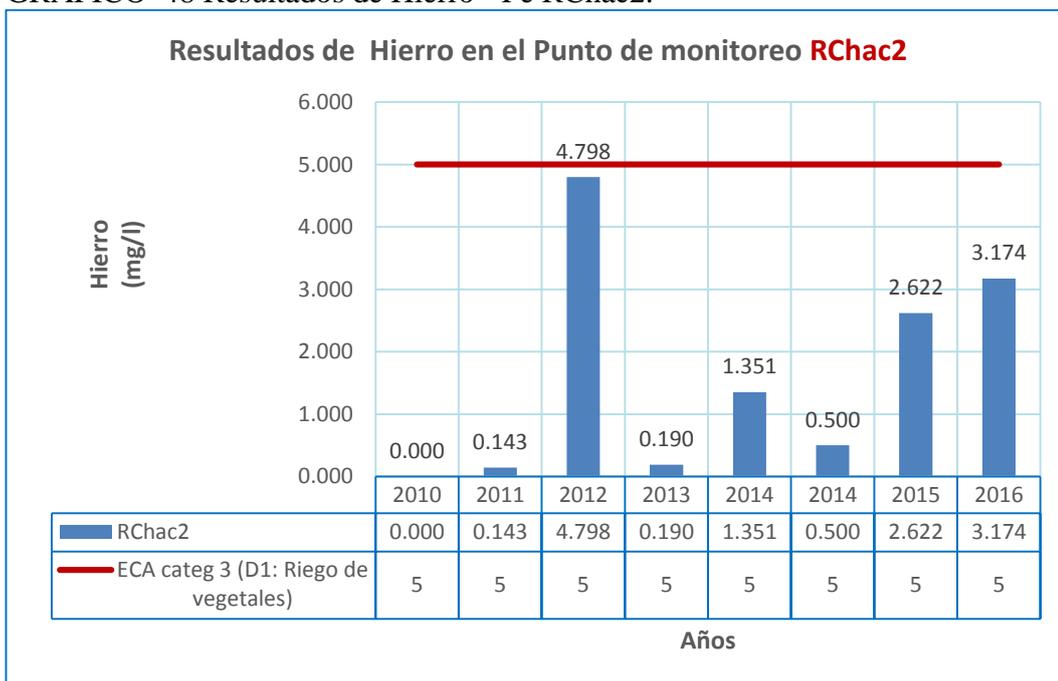
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 47 Resultados de Hierro - Fe RChac1.



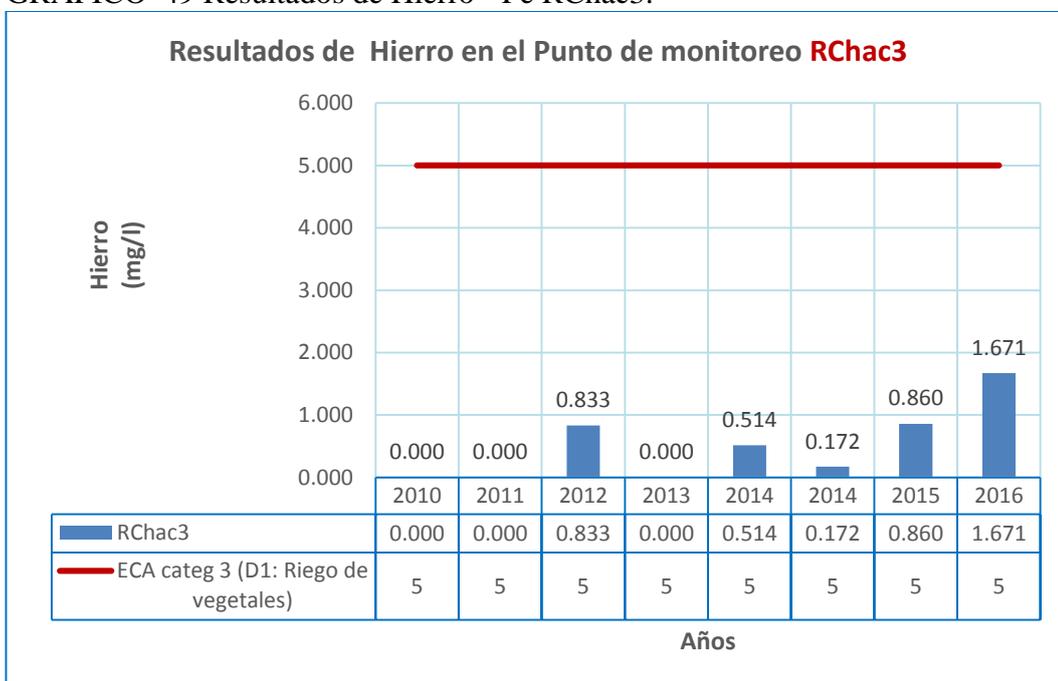
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 48 Resultados de Hierro - Fe RChac2.



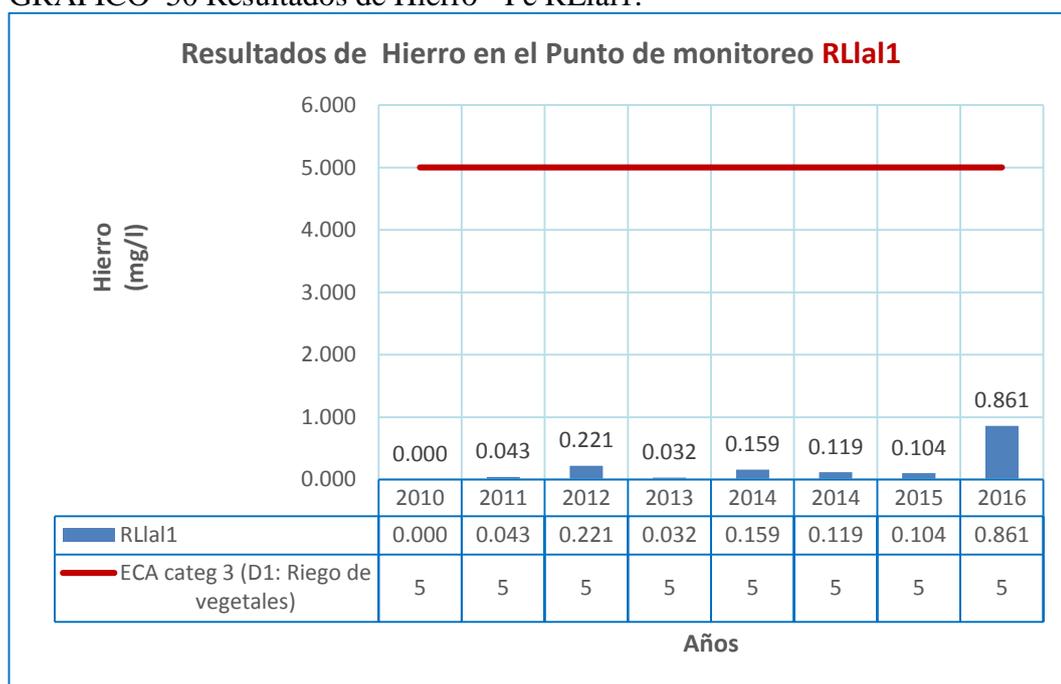
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 49 Resultados de Hierro - Fe RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 50 Resultados de Hierro - Fe RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

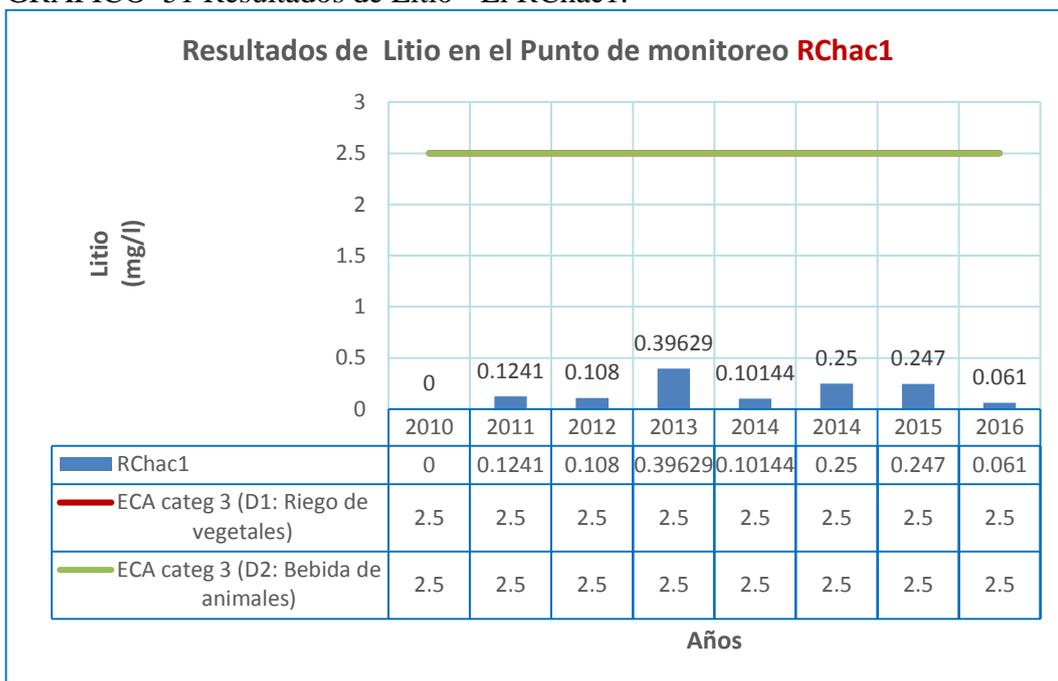
### Resultados de Litio en los puntos de monitoreo

Tabla 18 Resultados de Litio-Li.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
<b>2010</b>	NOV.	Li	mg/l	2.5	2.5	-	-	-	-
<b>2011</b>	DIC.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.1241	0.3335	-	0.1137
<b>2012</b>	ABR.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.108	0.1117	0.1339	0.0685
<b>2013</b>	DIC.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.39629	0.38778		0.21445
<b>2014</b>	MAR.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.10144	0.12651	0.19254	0.08846
<b>2014</b>	OCT.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.25	0.29	0.58	0.259
<b>2015</b>	SET.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.247	0.416	0.256	0.166
<b>2016</b>	ABR.	Li	mg/l	2.5	2.5	0.061	0.084	0.135	0.079

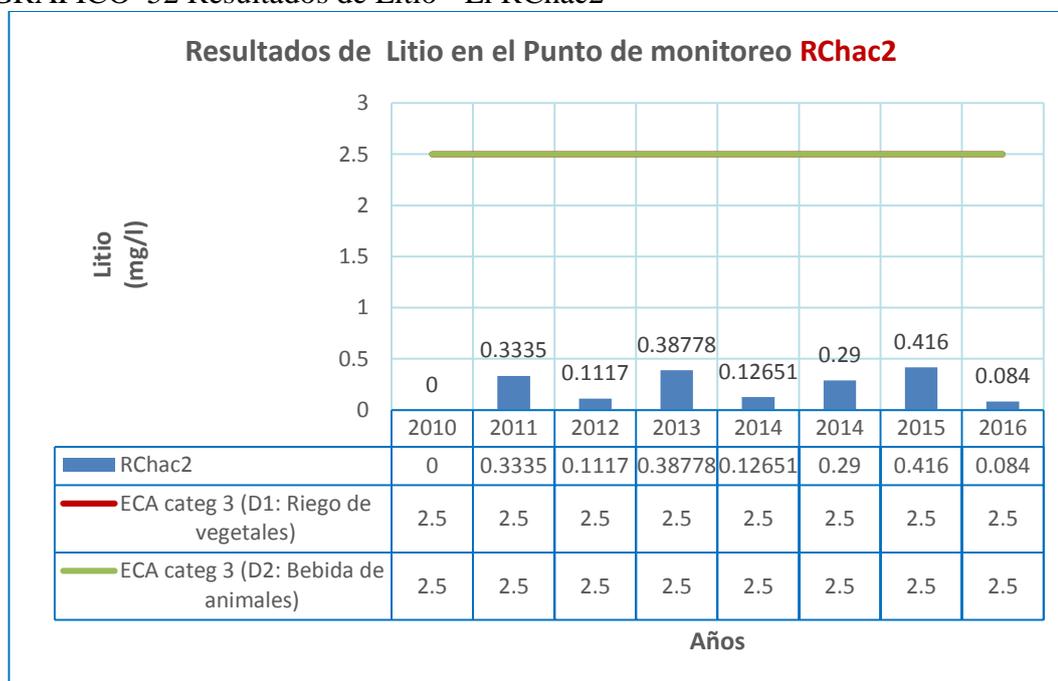
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 51 Resultados de Litio - Li RChac1.



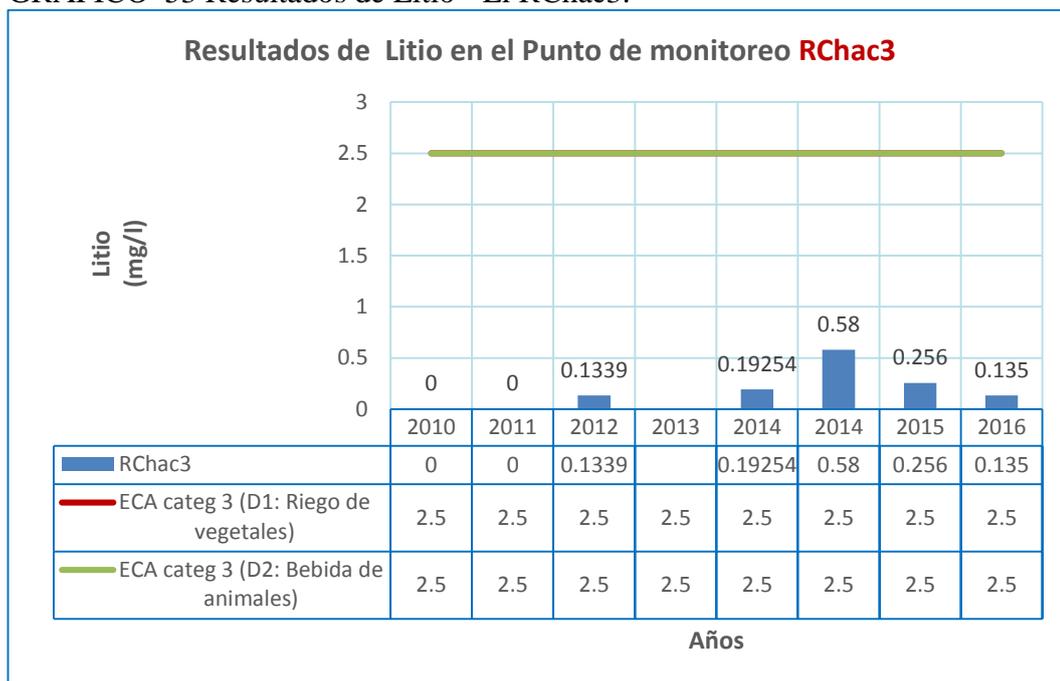
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 52 Resultados de Litio - Li RChac2



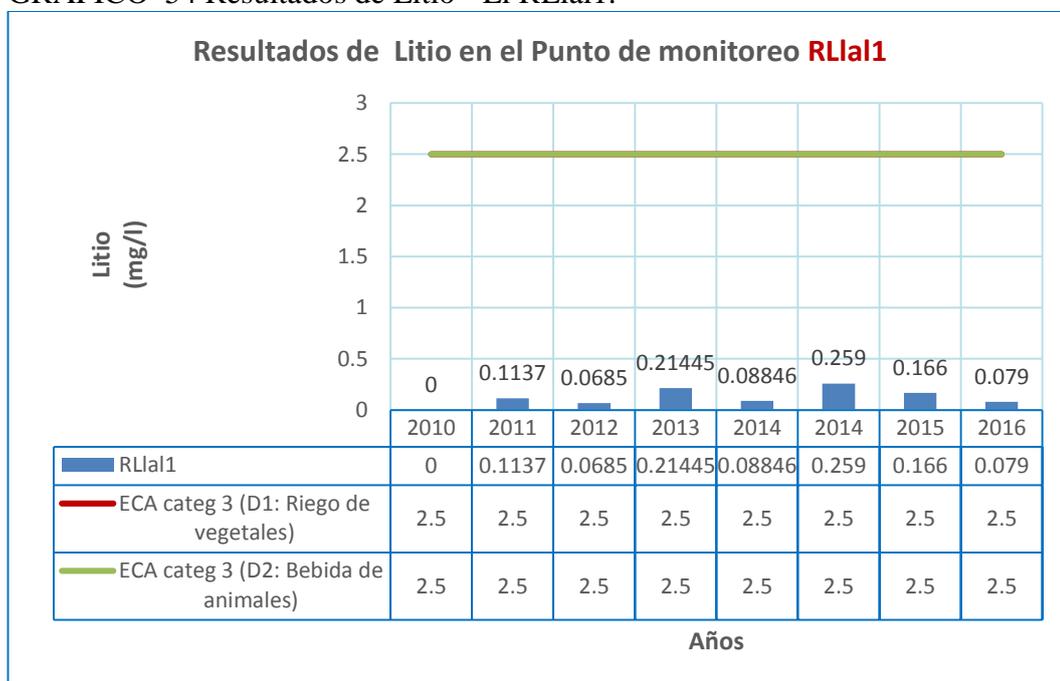
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 53 Resultados de Litio - Li RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 54 Resultados de Litio - Li RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

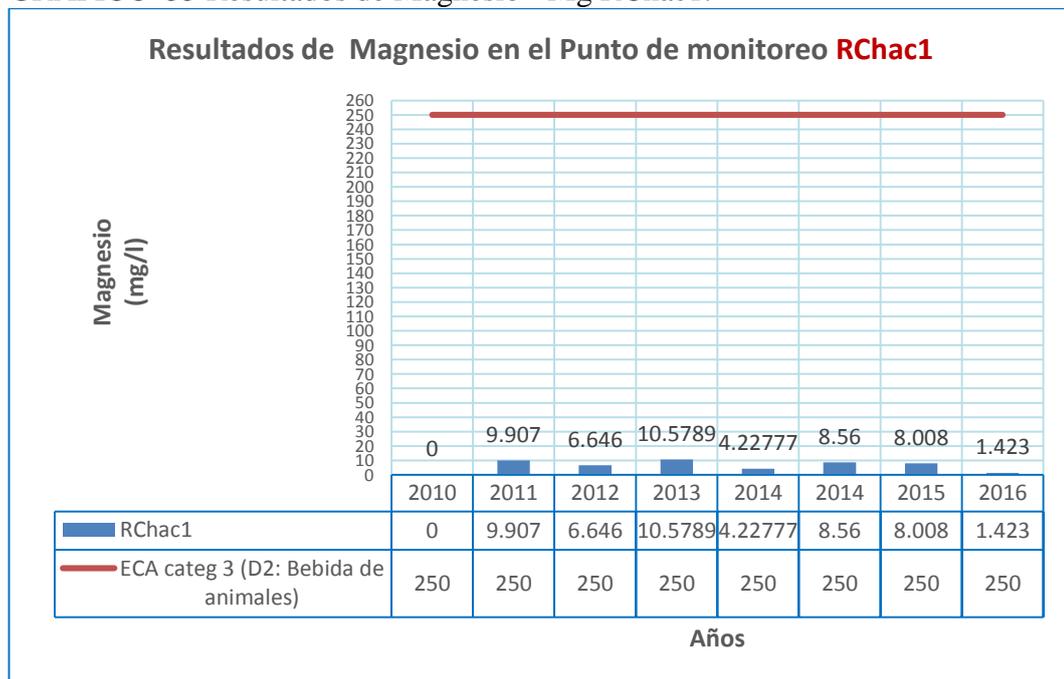
## Resultados de Magnesio en los puntos de monitoreo

Tabla 19 Resultados de Magnesio-Mg

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Mg	mg/l	**	250	-	-	-	-
2011	DIC.	Mg	mg/l	**	250	9.907	8.856	-	10.1
2012	ABR.	Mg	mg/l	**	250	6.646	7.662	5.568	6.257
2013	DIC.	Mg	mg/l	**	250	10.5789	11.5879		7.16901
2014	MAR.	Mg	mg/l	**	250	4.22777	4.61972	3.59123	3.49713
2014	OCT.	Mg	mg/l	**	250	8.56	11.33	7.83	7.7
2015	SET.	Mg	mg/l	**	250	8.008	11.38	5.21	6.743
2016	ABR.	Mg	mg/l	**	250	1.423	3.756	4.707	4.357

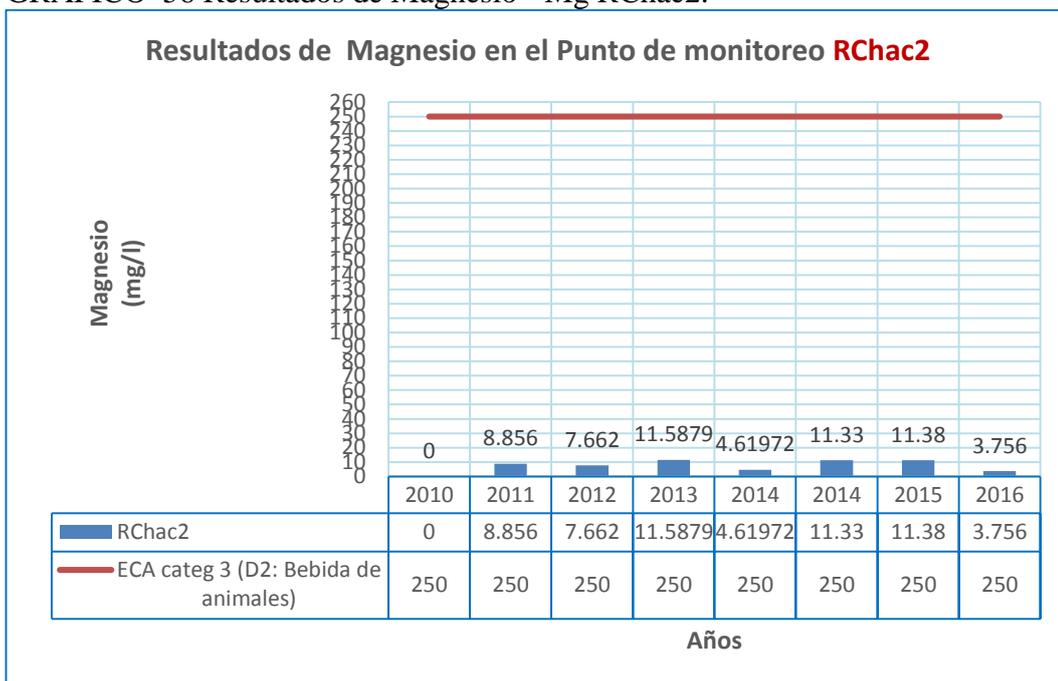
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 55 Resultados de Magnesio - Mg RChac1.



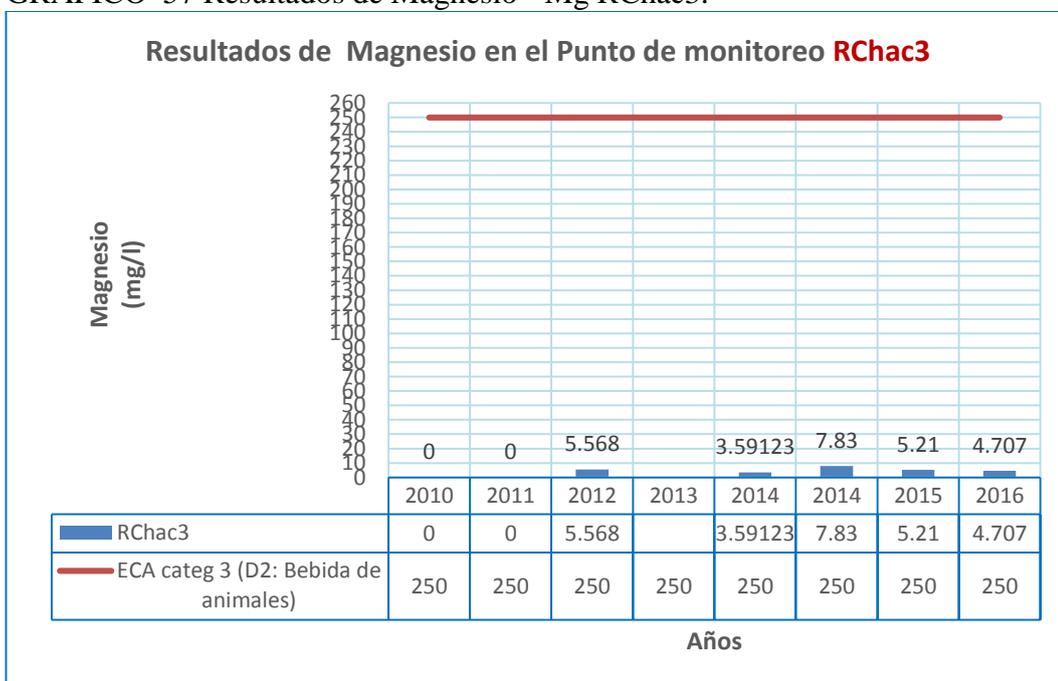
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 56 Resultados de Magnesio - Mg RChac2.



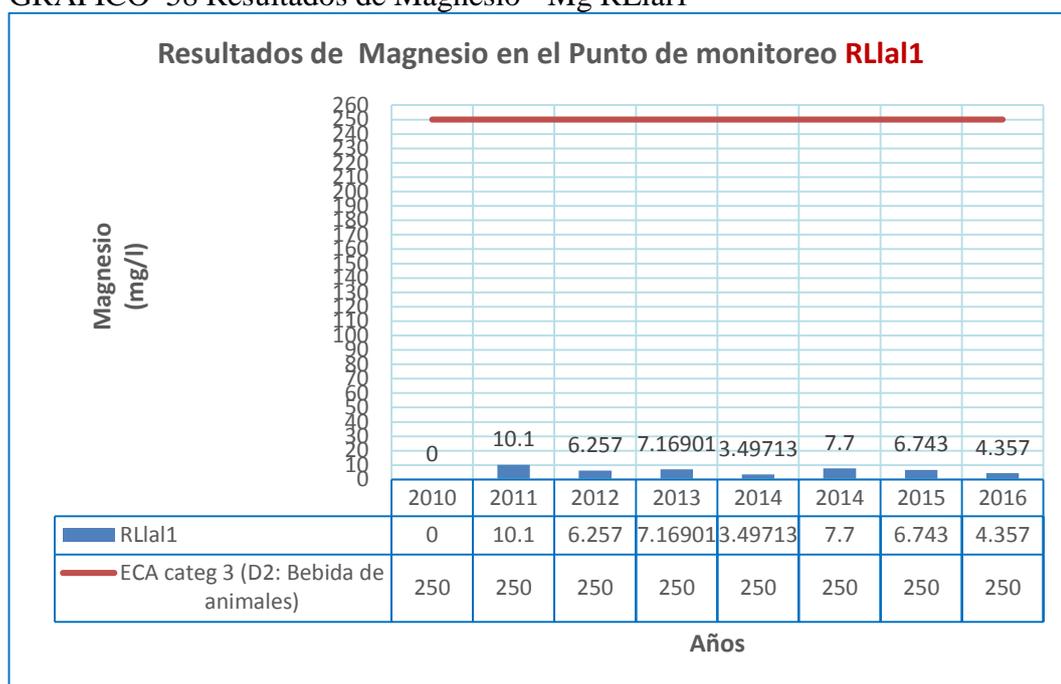
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 57 Resultados de Magnesio - Mg RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 58 Resultados de Magnesio - Mg RLlal1



Fuente: Elaboración propia.

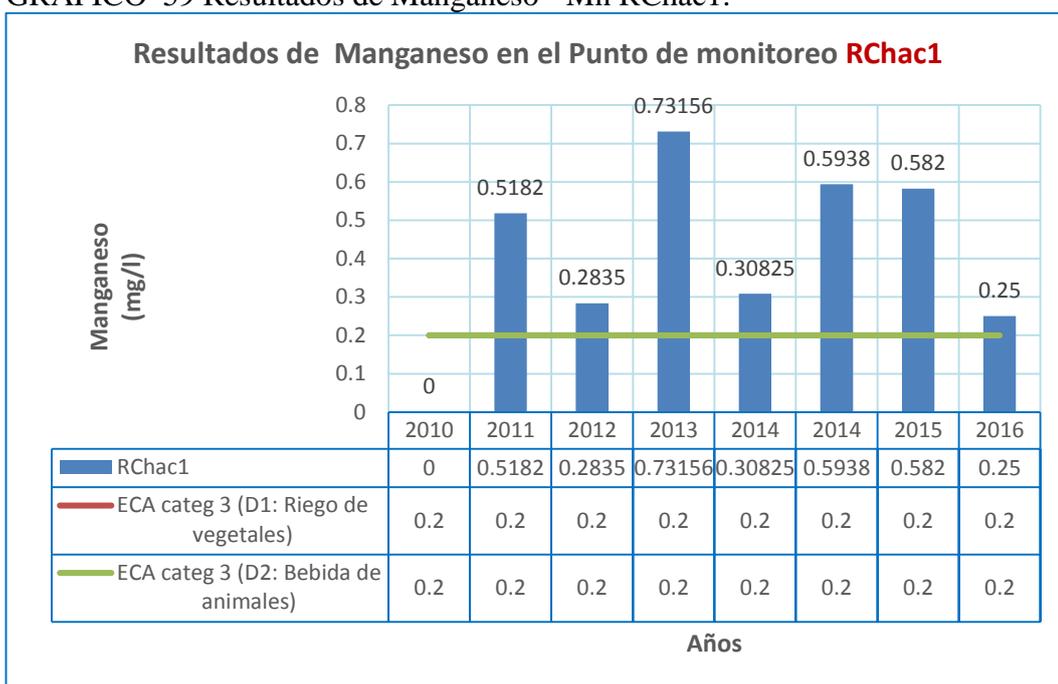
### Resultados de Manganeso en los puntos de monitoreo

Tabla 20 Resultados de Manganeso-Mn.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
<b>2010</b>	NOV.	Mn	mg/l	0.2	0.2	-	-	-	-
<b>2011</b>	DIC.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.5182	0.0288	-	0.0138
<b>2012</b>	ABR.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.2835	0.5281	0.1512	0.0303
<b>2013</b>	DIC.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.73156	0.81348	-	0.01393
<b>2014</b>	MAR.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.30825	0.51148	0.16846	0.02234
<b>2014</b>	OCT.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.5938	13,705	0.1059	0.0337
<b>2015</b>	SET.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.582	0.929	0.174	0.019
<b>2016</b>	ABR.	Mn	mg/l	0.2	0.2	0.25	0.518	0.295	0.107

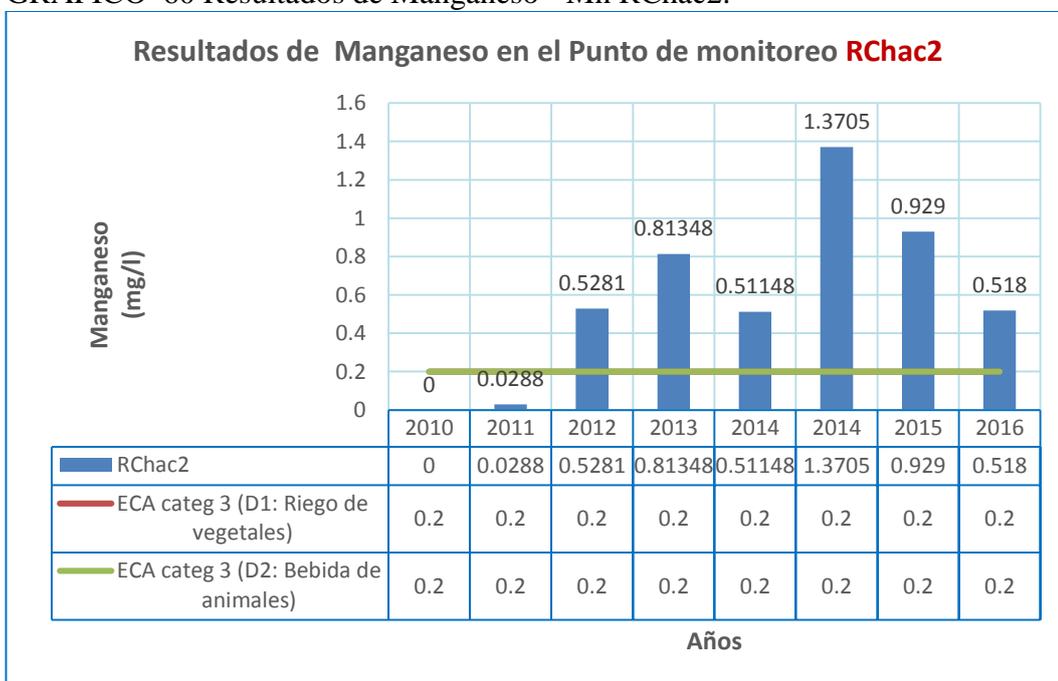
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 59 Resultados de Manganeso - Mn RChac1.



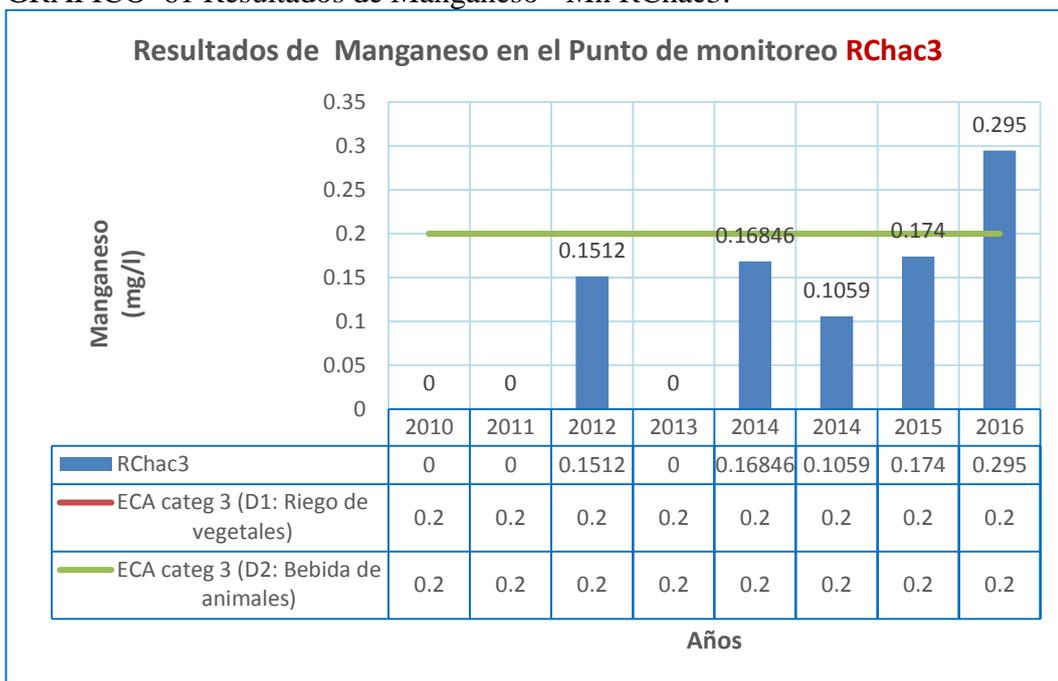
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 60 Resultados de Manganeso - Mn RChac2.



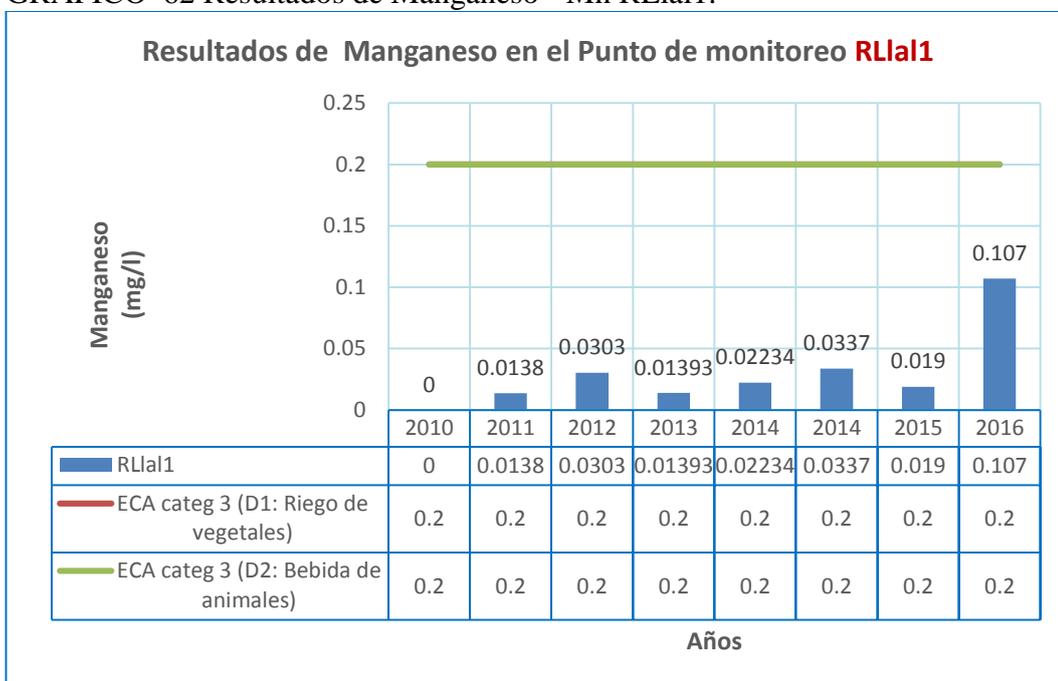
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 61 Resultados de Manganeso - Mn RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 62 Resultados de Manganeso - Mn RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

## Resultados de Mercurio en los puntos de monitoreo

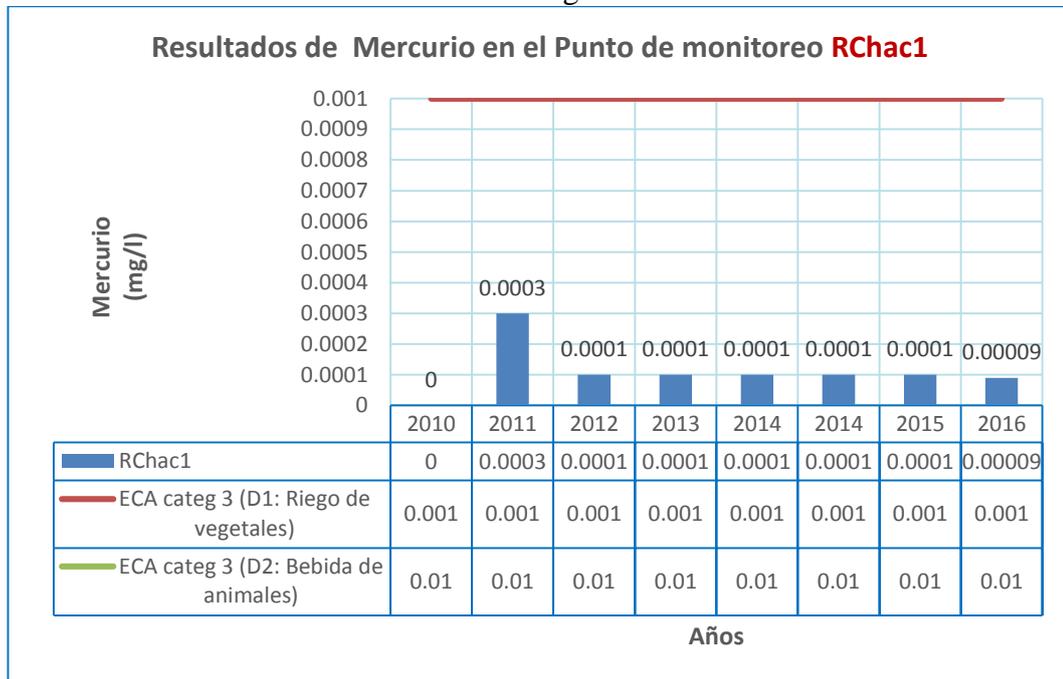
Tabla 21 Resultados de Mercurio-Hg.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Hg	mg/l	0.001	0.01	-	-	-	-
2011	DIC.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0003	<0.0003	-	<0.0003
2012	ABR.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
2013	DIC.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0001	<0.0001	-	<0.0001
2014	MAR.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
2014	OCT.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
2015	SET.	Hg	mg/l	0.001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
2016	ABR.	Hg	mg/l	0.001	0.01	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009

Fuente: Elaboración propia.

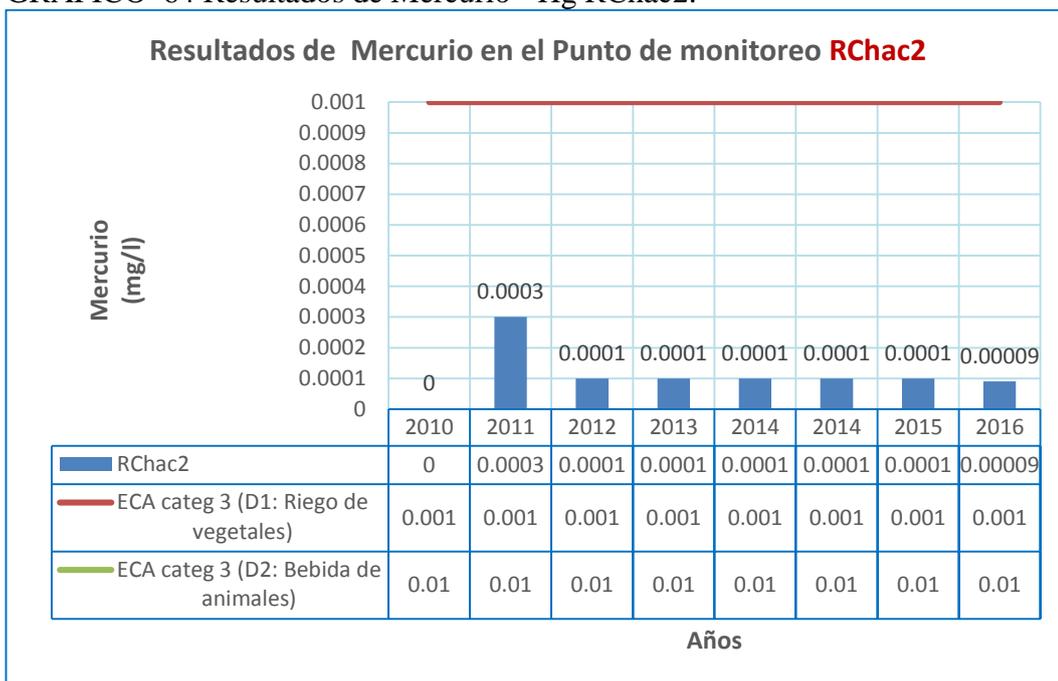
Cuadro N° 2:.

GRÁFICO 63 Resultados de Mercurio - Hg RChac 1



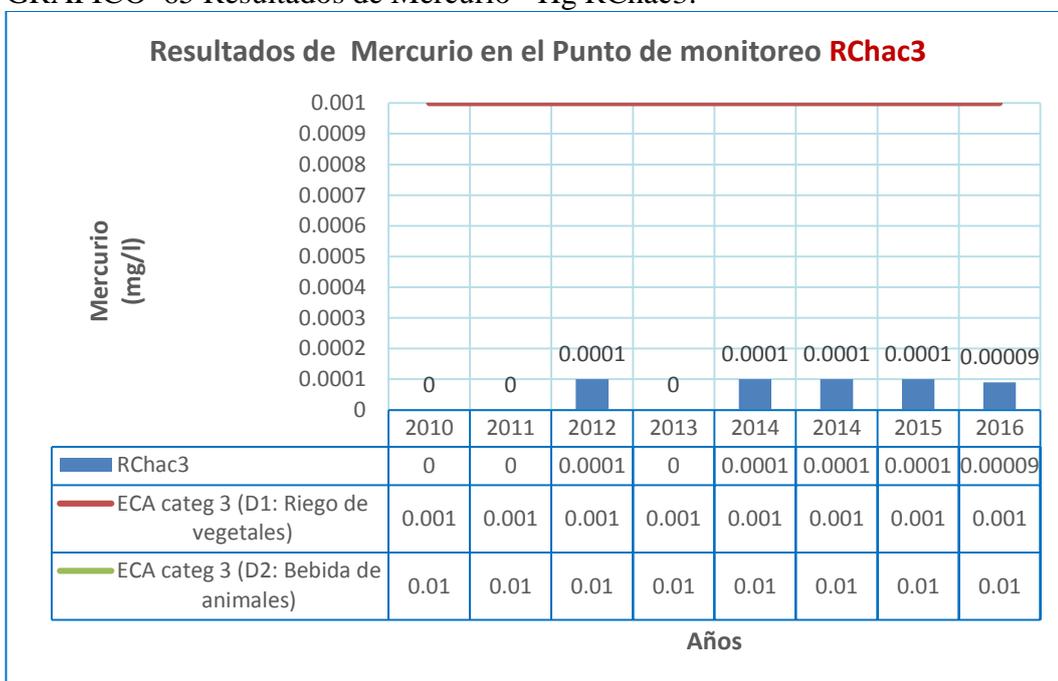
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 64 Resultados de Mercurio - Hg RChac2.



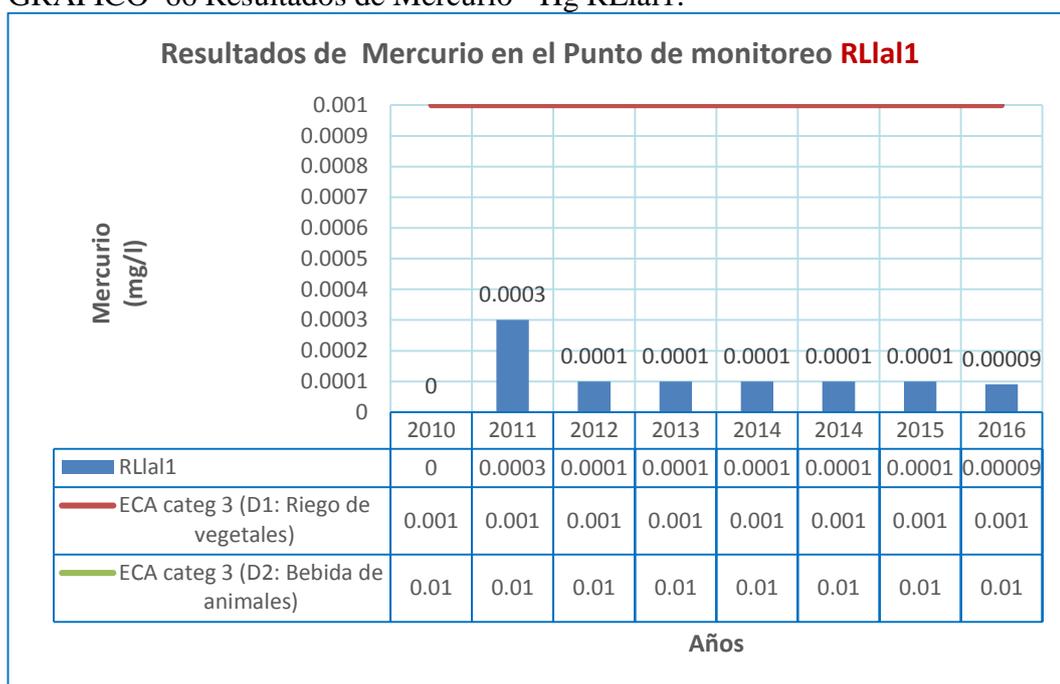
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 65 Resultados de Mercurio - Hg RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 66 Resultados de Mercurio - Hg RLlal1.



Fuente: Elaboración propia

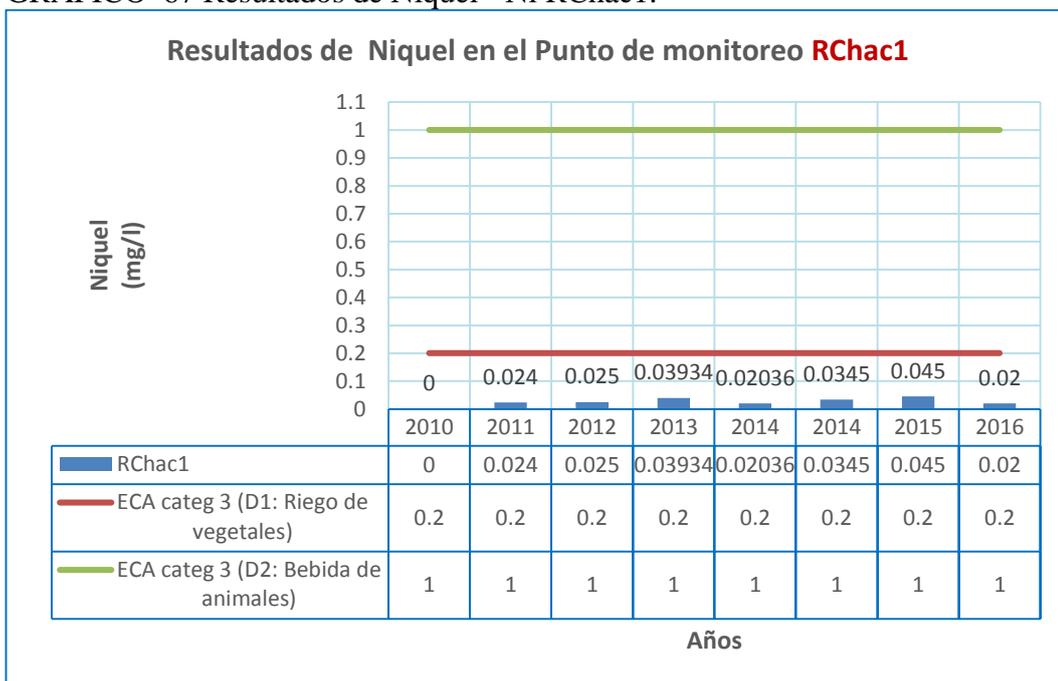
### Resultados de Níquel en los puntos de monitoreo

Tabla 22 Resultados de Níquel-Ni.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
<b>2010</b>	NOV.	Ni	mg/l	0.2	1	-	-	-	-
<b>2011</b>	DIC.	Ni	mg/l	0.2	1	0.024	<0.003	-	<0.003
<b>2012</b>	ABR.	Ni	mg/l	0.2	1	0.025	0.029	0.006	<0.003
<b>2013</b>	DIC.	Ni	mg/l	0.2	1	0.03934	0.03694	-	<0.0004
<b>2014</b>	MAR.	Ni	mg/l	0.2	1	0.02036	0.02429	0.00694	<0.0004
<b>2014</b>	OCT.	Ni	mg/l	0.2	1	0.0345	0.0443	0.0049	<0.0004
<b>2015</b>	SET.	Ni	mg/l	0.2	1	0.045	<0.002	0.011	<0.002
<b>2016</b>	ABR.	Ni	mg/l	0.2	1	0.02	0.03	0.016	0.007

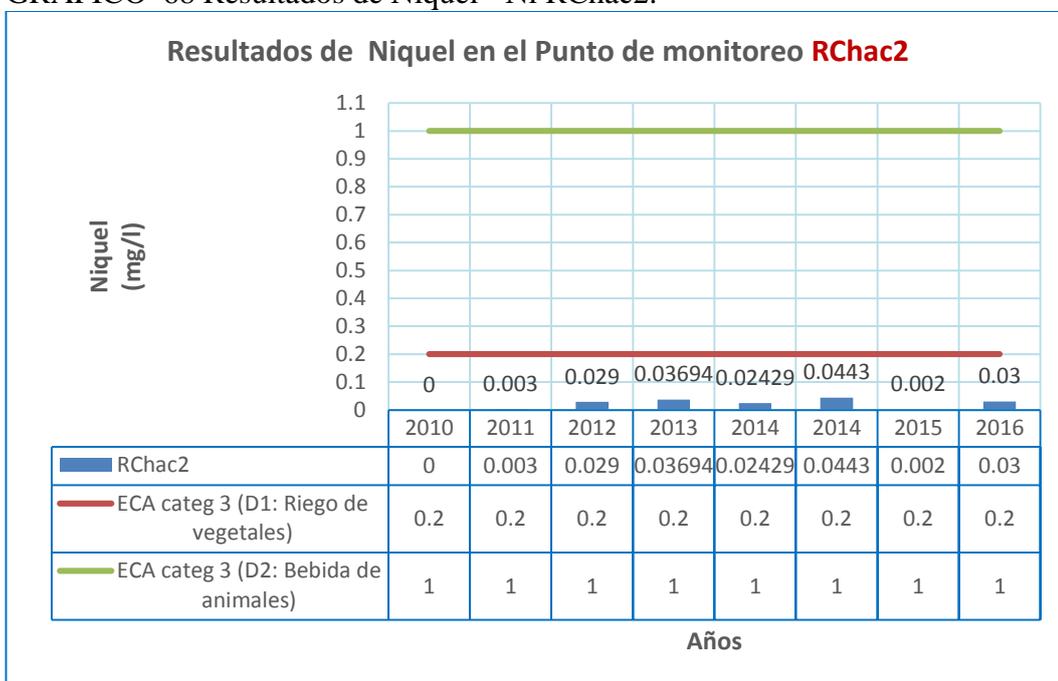
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 67 Resultados de Níquel - Ni RChac1.



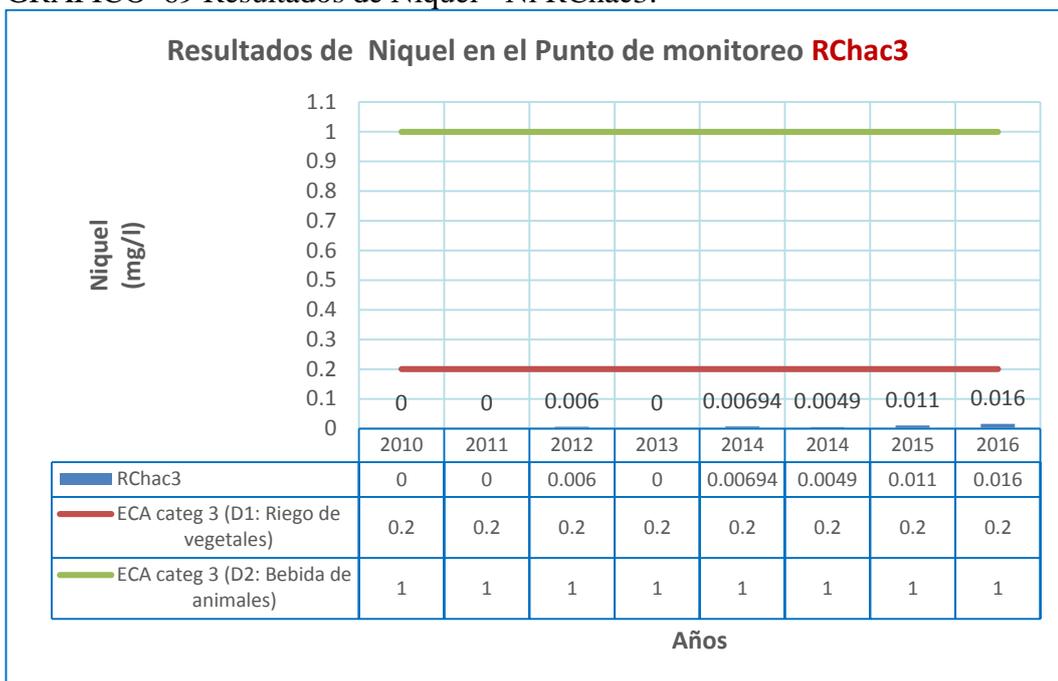
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 68 Resultados de Níquel - Ni RChac2.



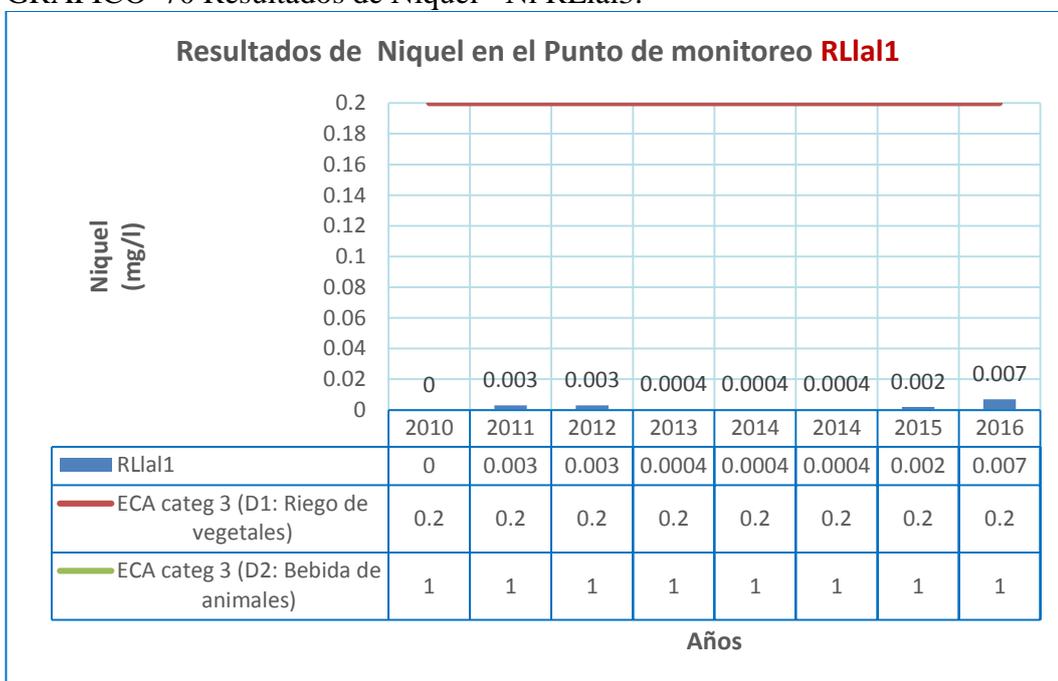
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 69 Resultados de Níquel - Ni RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 70 Resultados de Níquel - Ni RLl13.



Fuente: Elaboración propia.

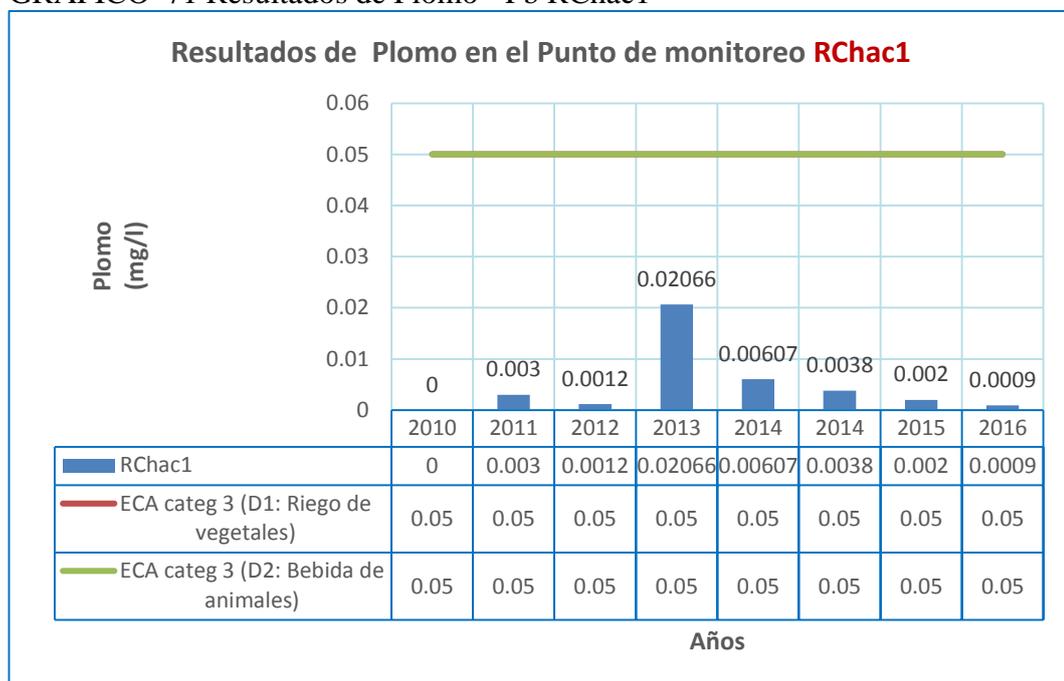
## Resultados de Plomo en los puntos de monitoreo

Tabla 23 Resultado de Plomo-Pb.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Pb	mg/l	0.05	0.05	-	-	-	-
2011	DIC.	Pb	mg/l	0.05	0.05	<0.003	<0.003	-	<0.003
2012	ABR.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.0012	0.0015	<0.001	<0.001
2013	DIC.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.02066	0.01285	-	0.005757
2014	MAR.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.00607	0.00647	0.00395	0.00299
2014	OCT.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.0038	0.0019	0.0023	0.0011
2015	SET.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
2016	ABR.	Pb	mg/l	0.05	0.05	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009

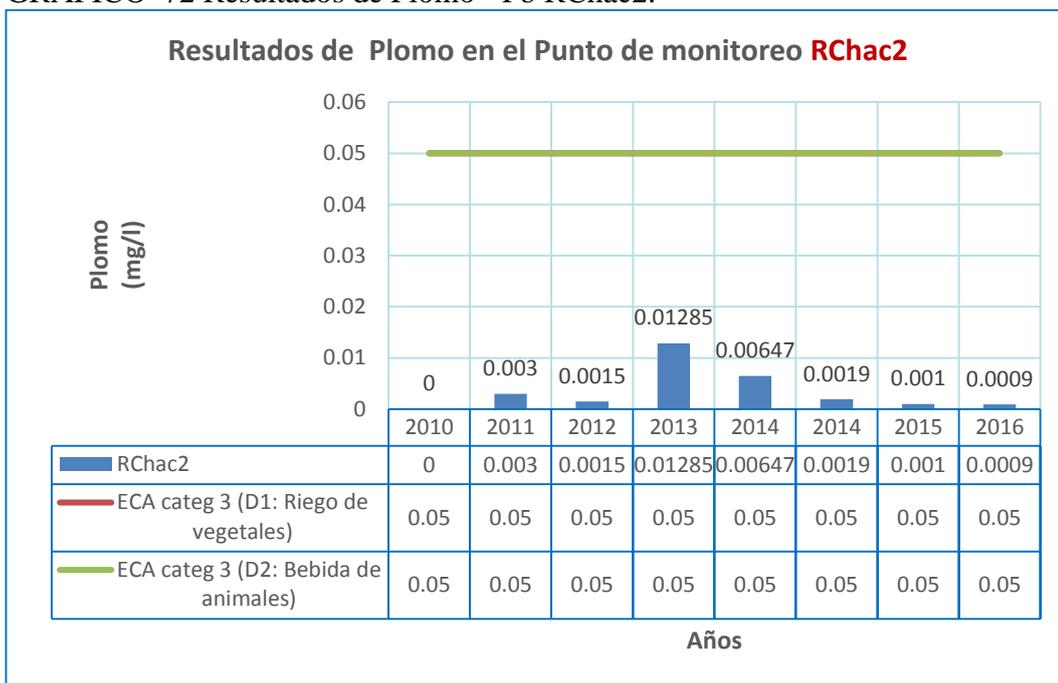
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 71 Resultados de Plomo - Pb RChac1



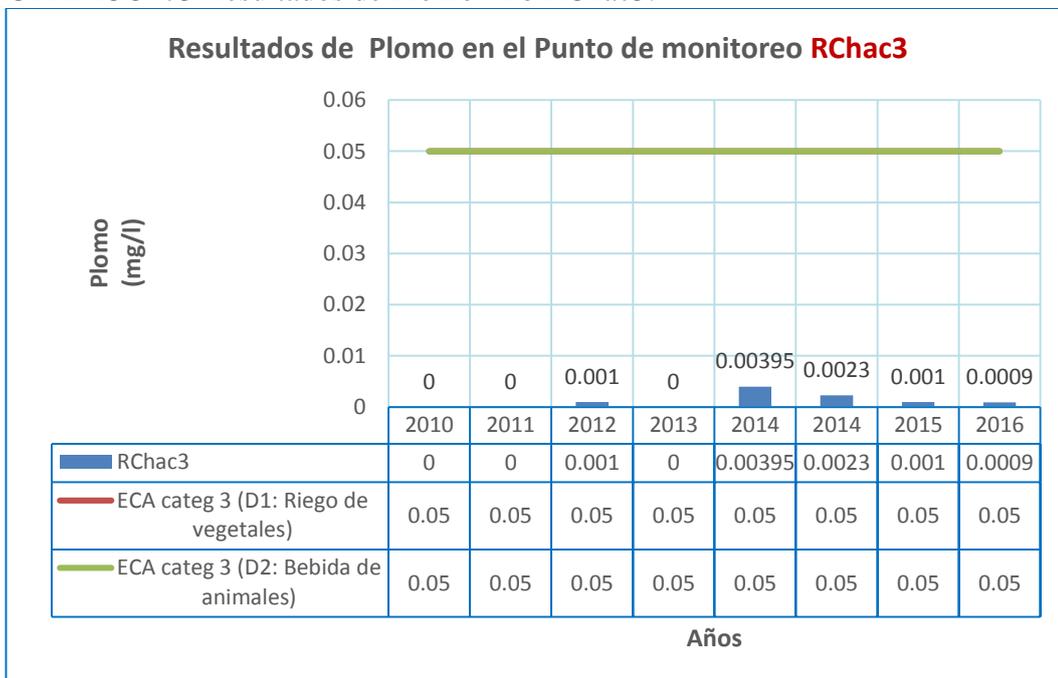
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 72 Resultados de Plomo - Pb RChac2.



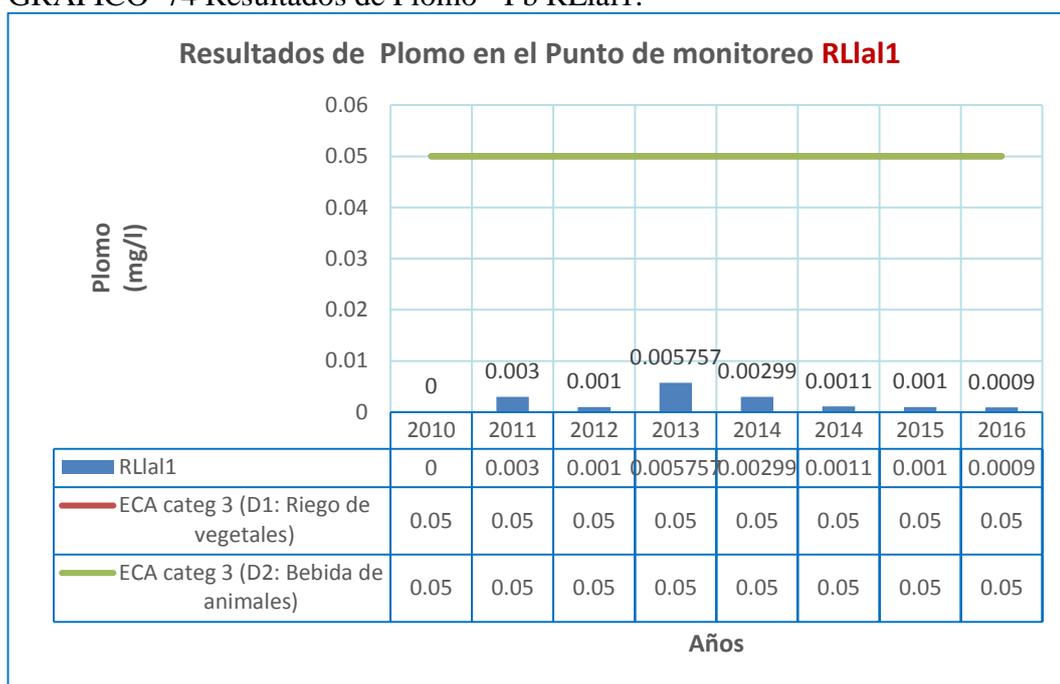
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 73 Resultados de Plomo - Pb RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 74 Resultados de Plomo - Pb RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

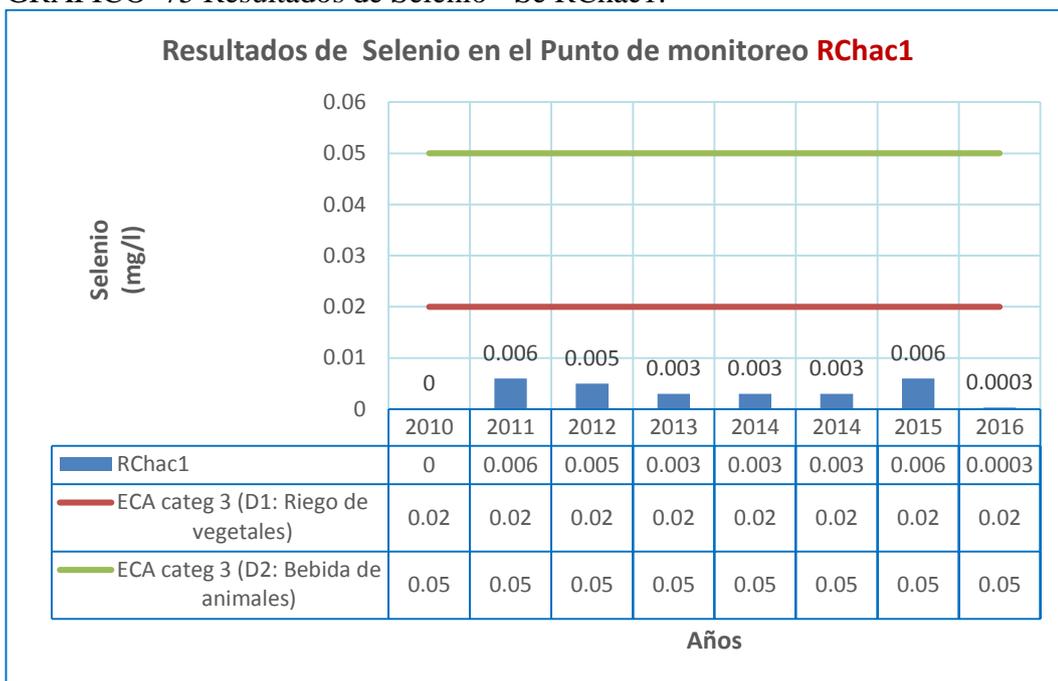
### Resultados de Selenio en los puntos de monitoreo

Tabla 24 Resultado de Selenio-Se.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
<b>2010</b>	NOV.	Se	mg/l	0.02	0.05	-	-	-	-
<b>2011</b>	DIC.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.006	<0.006	-	<0.006
<b>2012</b>	ABR.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
<b>2013</b>	DIC.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.003	<.003	<0.003	<.003
<b>2014</b>	MAR.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.003	<.003	<0.003	<.003
<b>2014</b>	OCT.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
<b>2015</b>	SET.	Se	mg/l	0.02	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
<b>2016</b>	ABR.	Se	mg/l	0.02	0.05	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003

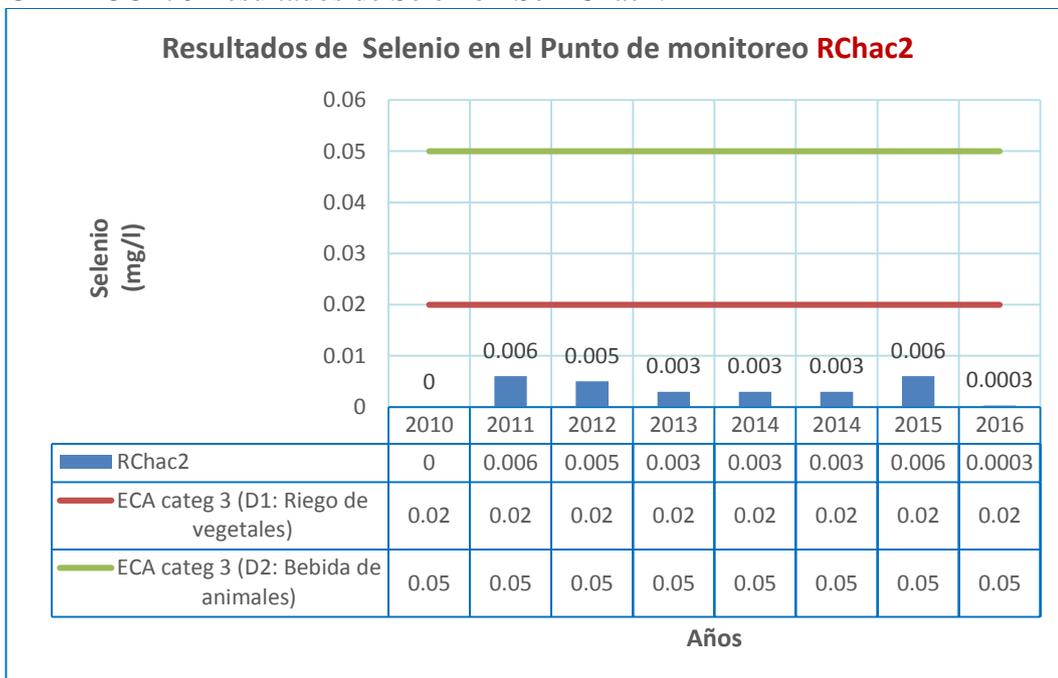
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 75 Resultados de Selenio - Se RChac1.



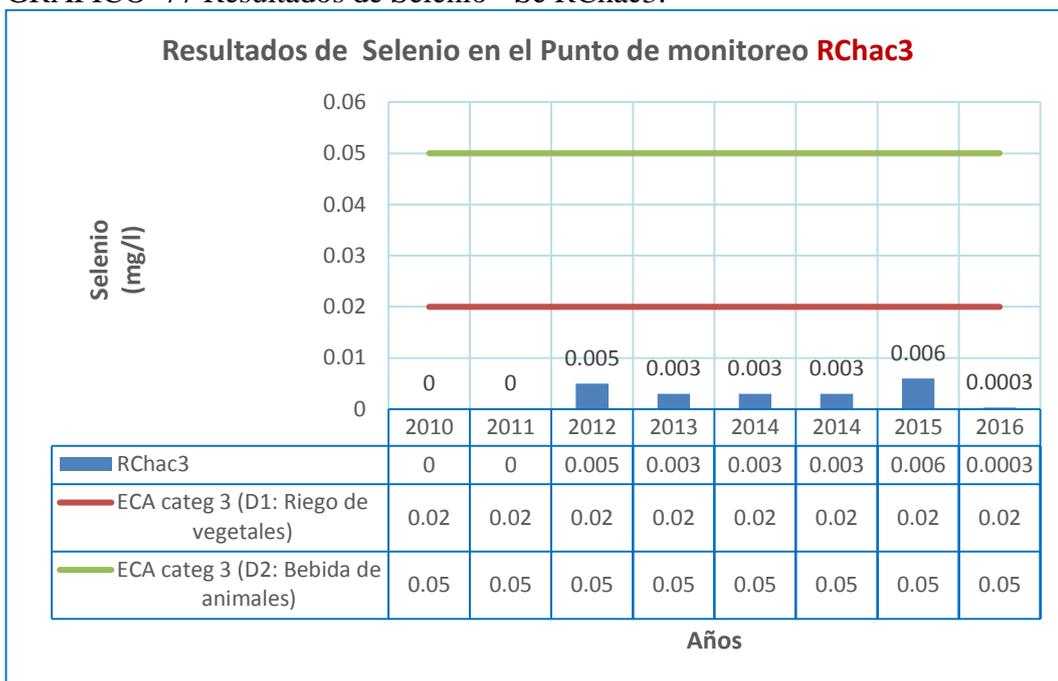
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 76 Resultados de Selenio - Se RChac2.



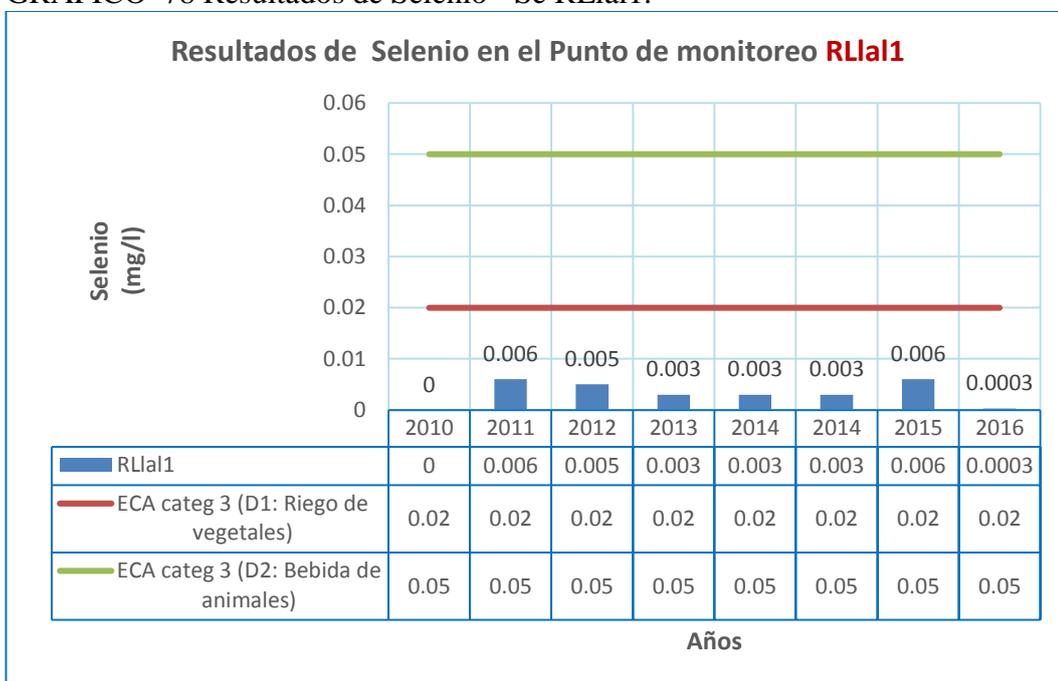
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 77 Resultados de Selenio - Se RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 78 Resultados de Selenio - Se RLlal1.



Fuente: Elaboración propia.

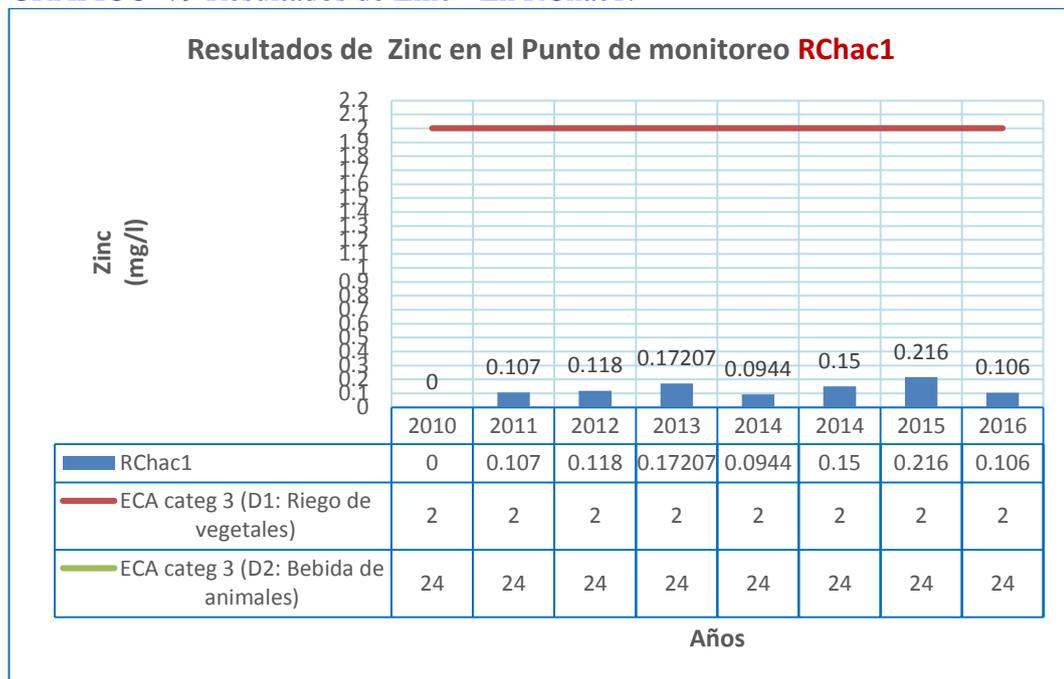
## Resultados de Zinc en los puntos de monitoreo

Tabla 25 Resultados de Zinc-Zn.

Año	Mes	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)	ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlal1
2010	NOV.	Zn	mg/l	2	24	-	-	-	-
2011	DIC.	Zn	mg/l	2	24	0.107	0.007	-	0.004
2012	ABR.	Zn	mg/l	2	24	0.118	0.123	0.027	0.007
2013	DIC.	Zn	mg/l	2	24	0.17207	0.12534	-	<0.003
2014	MAR.	Zn	mg/l	2	24	0.0944	0.08863	0.0273	0.0063
2014	OCT.	Zn	mg/l	2	24	0.15	0.179	0.017	0.012
2015	SET.	Zn	mg/l	2	24	0.216	0.221	0.052	0.025
2016	ABR.	Zn	mg/l	2	24	0.106	0.133	0.064	0.087

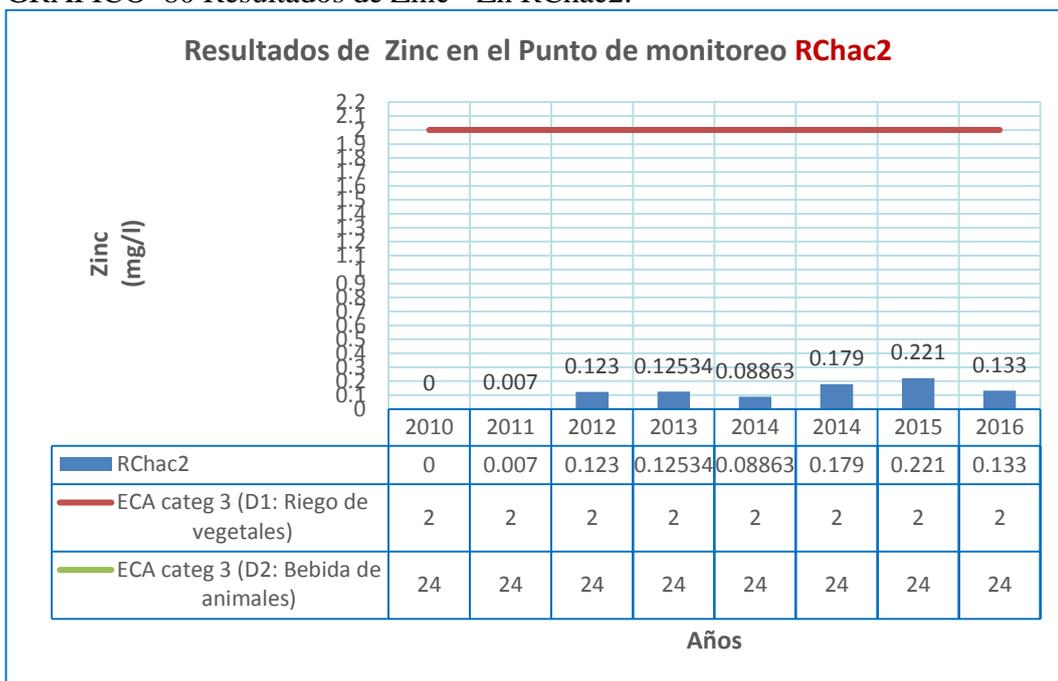
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 79 Resultados de Zinc - Zn RChac1.



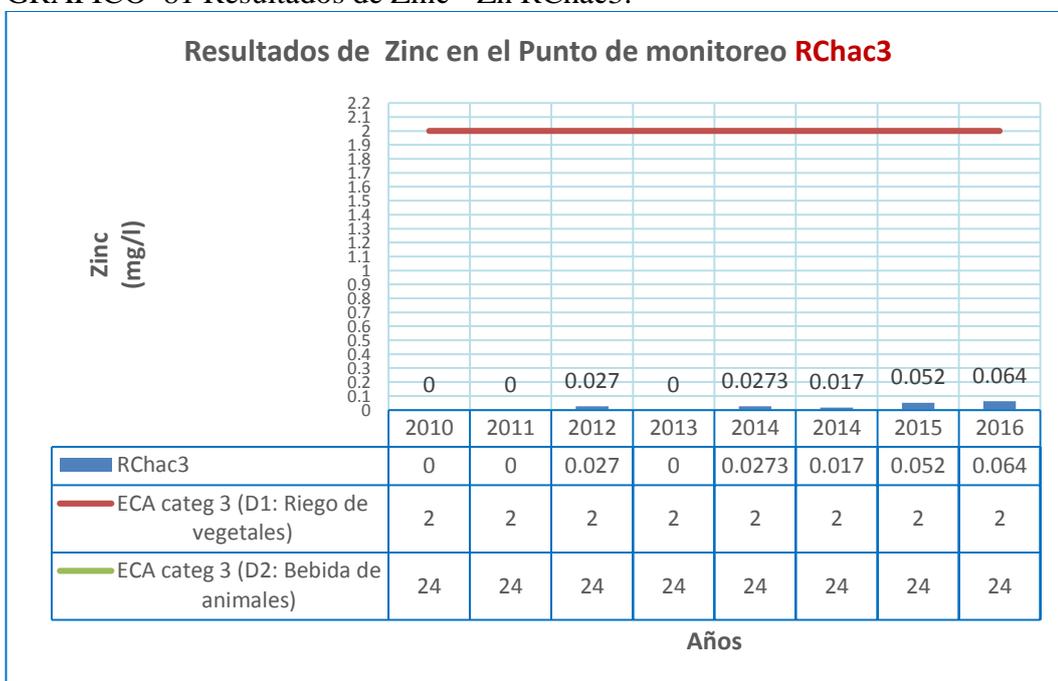
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 80 Resultados de Zinc - Zn RChac2.



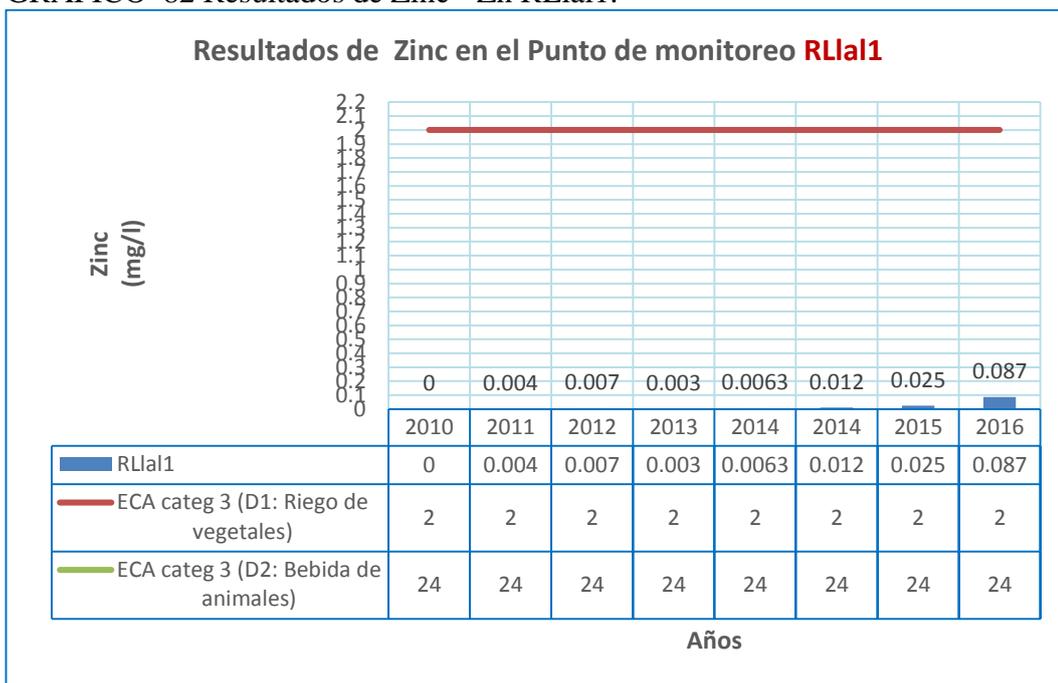
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 81 Resultados de Zinc - Zn RChac3.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 82 Resultados de Zinc - Zn RLlal1.



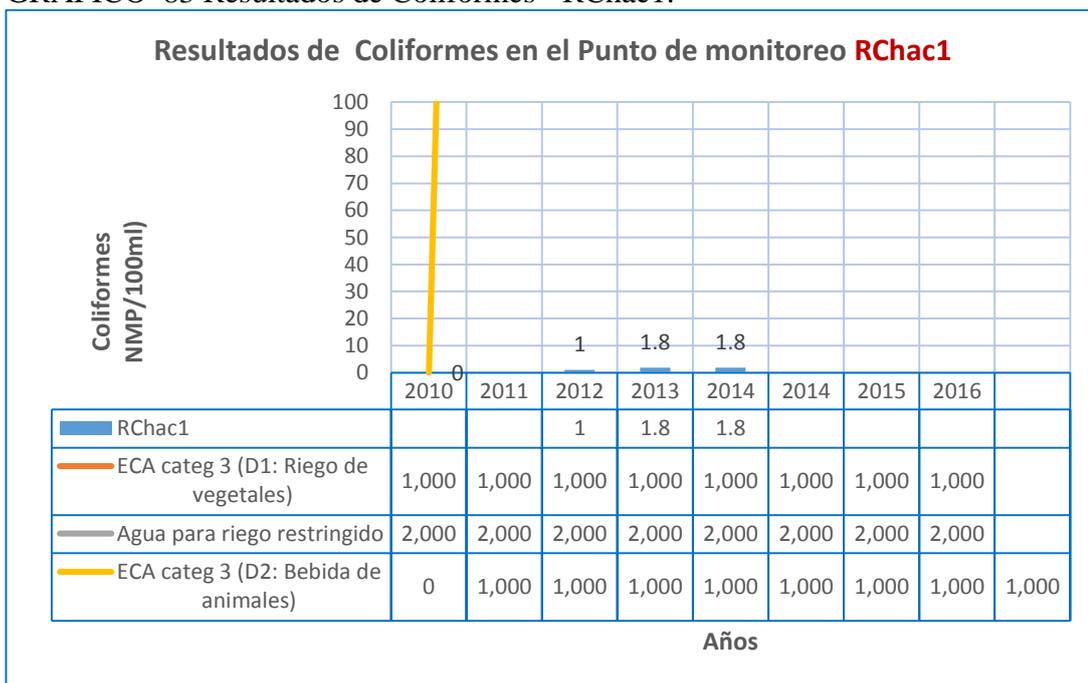
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Parámetros microbiológicos de los puntos de monitoreo

Año	Mes Año	Parámetro	Unidad de Medida	ECA categ 3 (D1: Riego de vegetales)		ECA categ 3 (D2: Bebida de animales)	RChac1	RChac2	RChac3	RLlall
				Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales				
2010	NOV.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000				
2011	DIC.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000				
2012	ABR.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000	1	0	4.5	11
2013	DIC.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000	1.8	2		6.8
2014	MAR.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000	1.8	4.5	6.8	4.5
2014	OCT.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000				
2015	SET.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000				
2016	ABR.	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,000	2,000	1,000				

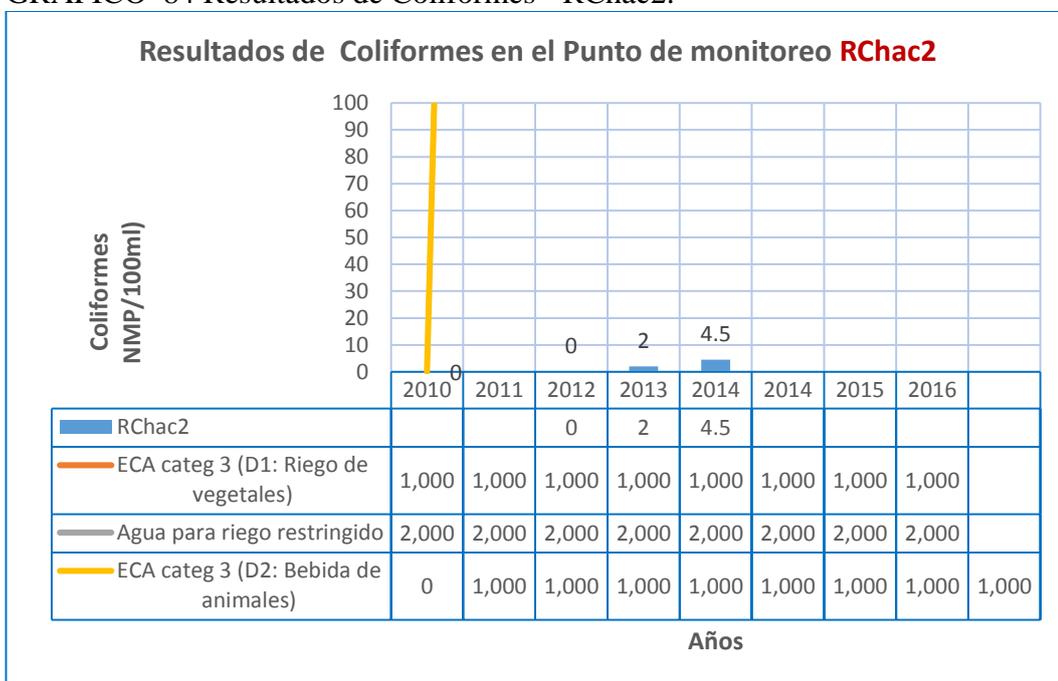
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 83 Resultados de Coliformes - RChac1.



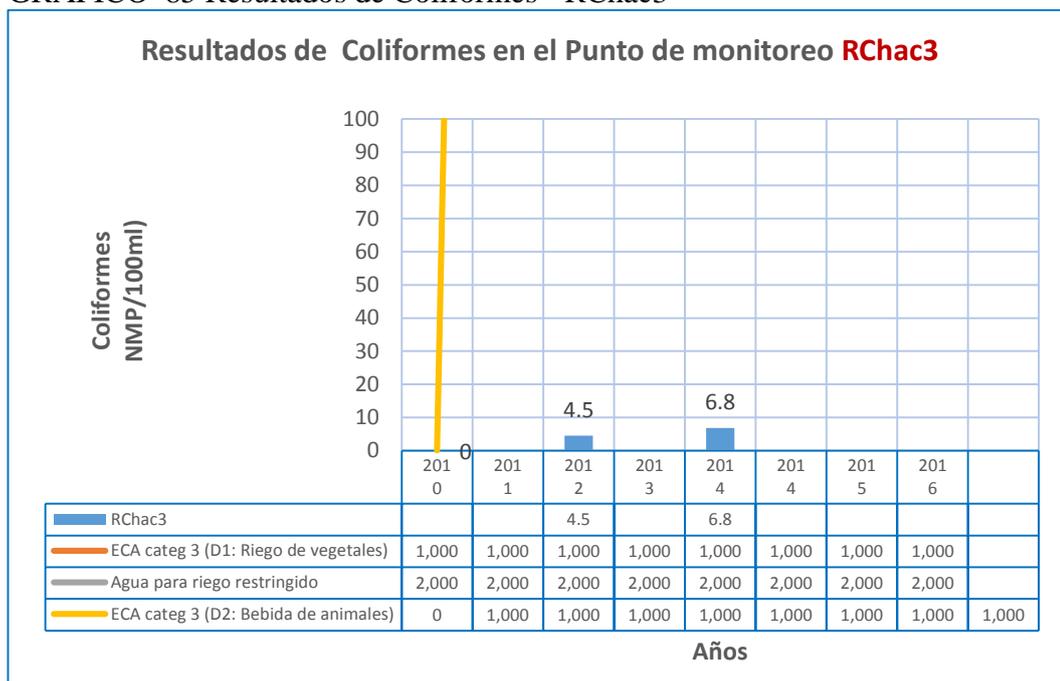
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 84 Resultados de Coliformes - RChac2.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 85 Resultados de Coliformes - RChac3



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1. Contrastación de hipótesis

La presente contrastación tiene por finalidad demostrar la Hipótesis formulada como propuesta de la investigación: El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación de la Calidad del Agua de la Cuenca Llallimayo de la Provincia de Melgar, Región de Puno”, se desarrolló teniendo en cuenta el objetivo general y los objetivos específicos definidos inicialmente para luego proceder con la presentación de los datos, análisis de los mismos y la respectiva demostración de la hipótesis.

### **Hipótesis general:**

El elemento líquido de la cuenca Llallimayo en (04 puntos de monitoreo), no es apta para el consumo de Categoría ECA 03 para agua, riego de vegetales y bebida de animales.

### **Modelo Lógico de Contrastación.**

Si los resultados de la evaluación de la cuenca Llallimayo superan los ECAS-Agua, entonces el elemento líquido de la cuenca Llallimayo en (04 puntos de monitoreo), no es apta para el consumo de Categoría ECAS-Agua, lo que indica que la Hipótesis se acerca a la verdad.

## **4.2. Discusiones de resultados**

### **Evaluación de los resultados**

La evaluación de resultados de los análisis de las muestras del agua superficial de los ríos Chacapalca, Ocuiviri y Llallimayo, *se enfatizan a los parámetros que exceden o incumplen los valores establecidos* en la Subcategoría Riego de vegetales y bebida de animales establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua del D.S. N° 004-2017-MINAM y en concordancia con Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

Los parámetros de campo; Temperatura (°C), pH, Conductividad Eléctrica (CE) y Oxígeno Disuelto (OD), se registraron in situ con equipo multiparámetro. Los parámetros Físicos,

Químicos y Microbiológicos se realizaron en el Laboratorio acreditados por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con Registro N° LE-011.

Para la evaluación y discusión de los resultados se ha tomado en consideración solo los parámetros que exceden los valores de los ECA-agua de la categoría 3 "Agua para riego de vegetales y bebida de animales", la misma que se realiza de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 27 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2010.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua Cuenca Llallimayo.
		<b>ECA -AGUA - D.S. N° 004.2017-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, en valores normales.
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, con valores normales.
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuviri.	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, en valores normales.
<b>RLlal1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Llallimayo en el Punto de monitoreo RLlal1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (8.78), así mismo PH supera a ECA Agua 6.5-8.5, siendo 8.8.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2011.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA - D.S. N° 004.2017-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.55), así mismo PH supera a ECA Agua 4-5, siendo (7.14), Al supera a ECAS Agua 5m/l, siendo 5.23 m/l, Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.518m/l)
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac2, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (4.89), no apto bebida de animales, así mismo PH supera a ECA Agua 6.5-8.5, siendo (8.3), no apto bebida de animales, As supera a ECAS Agua 0.1-0.2m/l, siendo 0.163m/l, no apto bebida de animales, B supera los ECAS Agua 1, siendo (1.45m/l).
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuviri.	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, con valores normales.
<b>Rllal1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Llallimayo en el Punto de monitoreo Rllal1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (8.15 m/l) no apta bebida de animales, PH supera a ECA Agua 6.5-8.5, siendo (9.31m/l).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2012.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA - D.S. N° 004.2017-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo Chac1, Al supera a los valores de ECA-Agua 5, siendo (5.13), así mismo Cu supera los valores de ECA-Agua 0.2-0.5, siendo (0.222m/l), Mn supera los valores de ECA-Agua 0.2 siendo (0.283m/l)
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo Chac2, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.8m/l), PH supera los valores de ECA-Agua 6.5-8.5, siendo (6.76m/l), no apto bebida de animales, Cu supera los valores de ECA-Agua 0.2-0.5, siendo (0.219m/l) no apto bebida de animales, Mn supera los valores de ECAS-Agua 0.2 siendo (0.528m/l)
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuvi.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo Chac3, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.59m/l), así mismo PH supera los valores de ECAS-Agua 6.5-8.5, siendo (8.12m/l), no apta bebida de animales.
<b>Rllal1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Llallimayo en el Punto de monitoreo Llal1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.35m/l), así mismo PH supera los valores de ECAS-Agua 6.5-8.5, siendo (7.8m/l), no apta bebida de animales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2013.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA - D.S. N° 004.2017-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5- , siendo (5.26m/l), PH supera los valores de ECAS-Agua 6.5-8.5, siendo (6.95m/l) no apta bebida de animales, Mn supera los valores de ECAS-Agua 0.2 siendo (0.731m/l).
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac2, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5- , siendo (6.07), PH supera los valores de ECAS-Agua 6.5-8.5, siendo (7.13m/l), Mn supera los valores de ECAS-Agua 0.2 siendo (0.813m/l),
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuvirí.	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, en valores normales.
<b>Rlla1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	Estándares de Calidad Ambiental ECAS Agua, en valores normales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2014.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA DECRETO D.S. N° 008.2008-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5-, siendo (4.77 m/l), no apta bebida de animales, Al supera los ECAS Agua 5, siendo (6.66m/l), Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.308 y 0.593m/l)
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac2, OD supera los ECAS Agua 4-5, siendo (5.88m/l), así mismo PH supera los valores de ECAS-Agua 6.5-8.5, siendo (7.21 y 6.65m/l), no apta bebida de animales, Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.511 y 1.370m/l)
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuvi.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac3, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5-, siendo (5.88 m/l), PH supera los valores ECA Agua 6.5-8.5, siendo (7.94m/l), As supera los valores ECAS Agua 0.1-0.2, siendo (0.123m/l),
<b>Rllal1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo Llal1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5-, siendo (5.22 m/l), no apta bebida de animales, PH supera los valores ECA Agua 6.5-8.5 siendo (8m/l) no apta bebida de animales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2015.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA DECRETO D.S. N° 008.2008-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac1, Al supera a los valores de ECA-Agua 5, siendo (9 m/l), así mismo Cu supera los ECAS Agua 0.2-0.5, siendo (0.214 m/l), no apto para bebida de animales, Fe supera los ECAS Agua 5, siendo (5.090m/l), Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.582m/l)
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac2, Cu supera a los valores de ECA-Agua 0.2-0.5, siendo (0.203 m/l), no apto para bebida de animales, Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.929m/l)
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuviri.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac3, PH supera a los valores de ECA-Agua 6.5-8.5, siendo (7.42 m/l), no apto para bebida de animales
<b>Rllal1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Llallimayo en el Punto de monitoreo Rllal1, PH supera a los valores de ECA-Agua 6.5-8.5, siendo (7.09 m/l), no apto para bebida de animales

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Resultados de parámetros que exceden en la Cuenca Llallimayo Año 2016.

Punto de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Parámetros que Afectan la Calidad del Agua
		<b>ECA -AGUA DECRETO D.S. N° 008.2008-MINAM.</b>
<b>RChac1</b>	Rio Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Pataqueña y Azufrini.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.5 m/l), Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.25m/l) no apto para bebida de animales.
<b>RChac2</b>	Rio Chacapalca, a 1 km. de la confluencia de los ríos Pataqueña y Chacapalca (salida de la mina ARUNTANI).	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac2, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.6 m/l), Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.518m/l) no apto para bebida de animales
<b>RChac3</b>	Rio Chacapalca, 100 M. Antes de la unión con el rio Ocuwiri.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo RChac3, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (5.35 m/l), Mn supera los ECAS Agua 0.2, siendo (0.298m/l) no apto para bebida de animales
<b>Rlla1</b>	Rio Llallimayo, 100 m. aguas arriba de la bocatoma Llallimayo.	En el Rio Chacapalca en el Punto de monitoreo Rlla1, OD supera a los valores de ECA-Agua 4-5, siendo (6.78 m/l), PH supera los ECAS Agua 6.5-8.5, siendo (8.63m/l)

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO V:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- La cuenca del río Llallimayo se caracteriza por ser un río en cabecera de cuenca, en una zona alto andino, con predominancia de pastos naturales (ichu), crianza de ganadería ovina, alpacas, vacuno y porcino y terreno de cultivos dispersos a nivel de cuenca baja y media. La fuente del recurso hídrico en la cuenca del río Llallimayo son las lluvias, los nevados existentes en la cuenca alta y los puquiales naturales.
- El río Llallimayo, se origina en la naciente del río Pataqueña en la zona directa, en cuyo ámbito se localiza la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C. La confluencia del río Pataqueña con el río Azufrini (cuyo tributario de este río, es la quebrada Luchusani) da origen al río Chacapalca, el cual en su recorrido al unirse con el río Ocuvirí originan el río Llallimayo en proximidades del distrito de Llallí, en cual tributa al río Santa Rosa.

- En los puntos monitoreados de la Cuenca Llallimayo, los parámetros físicos OD y PH superan los ECAS Agua, así mismo los Parámetros Químicos Aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn), exceden los ECA-agua de la Categoría 3, lo que Indica que las aguas de la Cuenca Llallimayo se encuentran afectadas por contaminación, siendo no aptos para consumo Humano, Bebida de animales y Riego de Vegetales de tallo alto y bajo.
- Por el principio de la lógica se manifiesta la presencia de estos metales en las aguas de la Cuenca Llallimayo podría ser a causa de la actividad Antropogénica de la “Empresa Minera ARUNTANI SAC.”, por movimiento de tierras y arrastre de escorrentías superficiales de los drenajes y en época de lluvias, toda vez que se demuestre su causalidad, es preciso manifestar que la zona donde se ubica la “Empresa Minera ARUNTANI SAC”, geológicamente presenta un depósito diseminado epitermal de alta sulfuración, con presencia de rocas volcánicas cortadas por brechas hidrotermales, en la que se concentra principalmente óxidos de hierro que actúa como alimentadores de oro del cuerpo mineralizado, razón por la cual tienen valores naturales elevados de metales pesados, pH ácido, y sulfatos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Se ha desarrollado en los últimos años una creciente conciencia, tanto individual como colectiva de la comunidad de Llallimayo, sobre la importancia ambiental de las aguas del río Llallimayo que son aspectos fundamentales para el desarrollo de las actividades agropecuarias, y la disponibilidad del agua para uso agropecuario y lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la agricultura sostenible, garantizando una vida sana y promover el bienestar para todos los habitantes del ámbito directo e indirecto del estudio; por lo que la presente tesis recomienda:

- Continuar con los estudios de investigación del ámbito en curso de la cuenca de Llallimayo, teniendo en cuenta del potencial en producción agropecuaria, realizando estudio, **tratamiento y remediación** de aguas para los metales que exceden en los ECAS Agua Categoría 3, así mismo evaluar los riesgos ambientales debido a la absorción de metales pesados en los suelos y animales, con relación a la absorción de metales pesados proponiendo con caracterizaciones técnicas para reducir los efectos riesgos de salud a los habitantes, flora y fauna del ámbito en estudio.
- La provincia de Melgar fue declarada Capital Ganadera del Perú, a través de la Ley N° 30031, el 4 de junio del 2013, esta denominación se concretó debido a que gran parte de la población de esa jurisdicción se dedica a la actividad ganadera (vacunos, camélidos, ovinos), y potencial en producción de carne, fibra y productos lácteos, lo que se sustenta para su implementación.

## **BIBLIOGRÁFICAS.**

- Barrenechea A. 2005. Tratamiento y calidad de agua. Editorial Universidad Nacional del Callao. Volumen I. Lima - Perú, 4-45 p.
- Carabias, J., Landa, L., Collado, J., Martines, P. 2006. Agua medio ambiente y sociedad. El Colegio de México, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 214 p.
- Carranza, F. 2001. Medio ambiente problemas y soluciones. Editorial Universidad Nacional del Callao. Callao – Perú, 201 p.
- Chavez A. 2007. Aspectos Físico-Químicos, Bioquímicos y Microbiológicos de la contaminación de aguas. Índices e Indicadores Ambientales, 2-50 p.
- Asnar Jiménez, A. & Alonso Barba, A. 2000. Determinación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de aguas. Madrid: Universidad Carlos III.
- Escurra, J., & Emanuel, C. 2000. Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en el Perú. Lima, Perú, 56 p.
- Laura C, E. 2009. Control de calidad de los alimentos. Tercera Edición. Editorial universitaria. Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Peru, 74 p.
- Manine F. 2008. El Agua, sus funciones y su equilibrio en el organismo. Nutrition in exercise and sport, 63-65 p.
- Mendoza C, C. M. 2011. Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales rios tributarios del Lago Titicaca. Para

optar el título Profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano, 88 p.

Napoles, J., & Abalos, A. (2008). Bioremediación de ecosistemas contaminados con xenobióticos. 14-15 p.

Orellana, J. 2005. Ingeniería sanitaria. Volumen III. Editorial Universidad Nacional del Callao. Lima - Peru, 70 p.

Quispe H, R. 2010. Componentes Físicoquímicos e Indicadores Bacterianos en la ciudad de Aplao, Valle de Majes, Arequipa. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano, 86.

Tolcachier, J. A. 2006. Medicina Ambiental. Libro virtual, IntraMed, 10 p.

Vargas L. 2008. Tratamiento de agua para consumo humano. Editorial Universidad Nacional del Callao. Lima - Perú. Volumen II, 4 p.

Vera H. 2009. El niño y los Caudales en la Vertiente del Titicaca. RPGA, 35-47 p.

Villena, C. 2006. Fuentes de agua y Contaminación físico-química. Academia Nacional de Medicina - Anales, 56

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). 2014. Identificación, supervisión y monitoreo participativo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en la UH-018 Cuenca Pucara, UH-0179 Intercuenca Ramis, vertiente del Titicaca, cuenca del río Llallimayo, Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, 1-65 p.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA). 2006. Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de ecológica y protección del ambiente. Área de Protección de los Recursos Hídricos: Ministerio de Salud. Lima - Perú.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA Y ALIMENTACIÓN (DIGESPA). 2007. El agua en la alimentación, nutrición y salud. Lima: Publicación Instituto de Salud Pública.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA). 2008. Procedimientos de análisis de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*. Dirección de protección del ambiente, Área de Laboratorio de Protección Ambiental: Ministerio de Salud. Puno Perú, 20 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 31 de Julio de 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua. Decreto supremo N° 002-2008-MINAM. Diario el Peruano, 377222-377224 págs.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2010. Protocolo para el monitoreo de la calidad de aguas continentales superficiales. Dirección General de Calidad Ambiental, 51 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2011. Estudios realizados en el Departamento de Puno, sobre la calidad del agua en sus diferentes cuencas del Departamento de Puno. 1-50 p.

NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP). 1992. Agua Potable - Requisitos.  
Comisión de Reglamento Técnicos y Comerciales - Tinte 240.005,  
Indecopi, 4 p.

ORGANIZACIÓN PARAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 2004. Manual para  
análisis básicos de calidad del agua de bebida. Washington D.C: OPS.

PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA (PELT). 2008.  
Boletín informativo. Dirección de estudios componentes y Preservación de  
los Recursos Hídricos, 12-15 p.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI).  
2007. Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos. Informe  
Técnico, Evaluación Hidrobiológica de las cuencas del lago Titicaca, 17 p.

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
(SUNASS). 2009. Instructivo para la toma de muestra de calidad de agua.  
11 p.

Título: Cuenca. Sitio: Definición ABC. Fecha: 27/06/2010. Autor: Cecilia  
Bembibre. URL: <https://www.definicionabc.com/geografia/cuenca.php>.

Contaminación del Agua. (25 de Setiembre de 2012). Obtenido de ckicx.wordpress:  
<https://ckicx.wordpress.com/contaminacion-del-agua/comment-page1/>.

Agua Dulce. /7 de setiembre de 2017). Obtenido de Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_dulce](https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_dulce).