

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE
LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
EN EL VALLE DE LURÍN”**

Presentado por:

GABRIELA VALERIA CARITA TAPIA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

A mis padres, Gabriel Carita y Valeria Tapia, que son los pilares fundamentales en mi formación como persona y por su incondicional apoyo, esfuerzo y comprensión durante este tiempo de aprendizaje que se inició con mis estudios en la carrera de Ingeniería Agrícola.

A mis abuelitos Valeriano Tapia y Margarita Mamani, por ser las personas más maravillosas del mundo y por demostrarme desde muy pequeña el valor de la fortaleza.

Ustedes son mi guía desde el cielo, los quiero mucho.

A mis hermanos Julissa Carita y Ronaldo Carita por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

- A mi Alma Mater, Universidad Nacional Agraria La Molina, y en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Mis agradecimientos a la Dra. Lía Ramos Fernández, por su guía y apoyo durante la realización de la tesis. Gracias por su tiempo y pasión en la investigación, y por seguir apoyando a muchos alumnos.
- A Michael Gómez Salazar por su apoyo incondicional y por impulsarme a culminar esta investigación. Eres una persona extraordinaria y agradezco a Dios por ponerte en mi camino.
- A mis amigos que me ayudaron a seguir adelante con la tesis. En especial a Luciana Oyarce, por su apoyo en la etapa final de la tesis, “Gracias Bolilu” eres grande amiga.

RESUMEN

El agua subterránea es un recurso natural muy valioso ya que es un componente esencial del ciclo hidrológico, usado directamente desde los acuíferos en las regiones secas como es el caso de la costa del Perú. En este sentido en la presente investigación con el fin de evaluar el comportamiento de los parámetros hidrogeoquímicos asociados a la calidad del agua subterránea se realizó el estudio de la variabilidad en el espacio y el tiempo de los parámetros físico-químicos para los usos de riego y doméstico, considerando un periodo de análisis de enero del 2001 a diciembre del 2013, en el valle de Lurín. Para determinar la calidad del agua subterránea, se analizaron 97 pozos en época seca y 93 en húmeda, obteniendo que el 70 por ciento de los pozos de estudio presentan agua del tipo bicarbonatada cálcica (HCO_3^- - Ca) y el 30 por ciento como sulfatada cálcica (SO_4^{2-} - Ca). La calidad del agua subterránea en la época húmeda, para fines de uso doméstico, en los distritos de Cieneguilla y Pachacámac se encuentra dentro de los rangos de los estándares de calidad de agua, a diferencia del distrito de Lurín donde es considerada de media a baja. Con respecto a los fines de uso de riego en casi todo el valle la calidad del agua subterránea es buena. En la época seca, para fines de uso doméstico, se obtuvo resultados similares que en la época húmeda; es decir, la calidad del agua es buena en Cieneguilla y Pachacámac y regular a baja en Lurín; con respecto a los fines de uso de riego se obtuvo que es de moderada a baja, debido posiblemente al uso de fertilizantes en los campos de cultivo los cuales se infiltran con el agua de riego.

Palabras claves: Calidad de agua subterránea, parámetros hidrogeoquímicos, uso doméstico, uso de riego.

ABSTRACT

Groundwater is a very valuable natural resource since it is an essential component of the hydrological cycle, used directly from aquifers in dry regions such as the coast of Peru. In this sense, in the present investigation, in order to evaluate the behavior of the hydrogeochemical parameters associated with groundwater quality, a study was made of the variability in space and time of physical-chemical parameters for irrigation and Domestic, considering a period of analysis from January 2001 to December 2013, in the Lurín Valley. In order to determine groundwater quality, 97 wells were analyzed in the dry season and 93 in the wet season, obtaining 70 percent of the study wells with bicarbonated calcium ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}$) and 30 percent as calcium sulfate ($\text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}$). The quality of groundwater in the wet season, for domestic purposes, in the districts of Cieneguilla and Pachacámac falls within the ranges of water quality standards, unlike the district of Lurín where it is considered medium to low. With respect to the purposes of irrigation use in almost all the valley the groundwater quality is good. In the dry season, for the purposes of domestic use, similar results were obtained than in the wet season; That is to say, the water quality is good in Cieneguilla and Pachacámac and regulate to low in Lurín; With respect to the purposes of irrigation use was obtained that is of moderate to low, possibly due to the use of fertilizers in the fields of which infiltrate with the water of irrigation.

Keywords: Groundwater quality, hydrogeochemical parameters, domestic use, use of irrigation.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
2.1. EL CICLO HIDROLÓGICO Y EL AGUA SUBTERRÁNEA	2
2.1.1. Acuífero	3
2.2. HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	4
2.2.1. Características físico-químicas del agua subterránea	4
2.2.2. Diagramas hidrogeoquímicos	6
2.2.3. Estándares de calidad ambiental del agua.....	8
2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA (ICAS).....	10
2.3.1. Antecedentes del índice de calidad del agua.....	10
2.3.2. Índice de calidad del agua subterránea propuesto por Babiker, Mohamed y Hiyama	11
2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14

2.4.1. Coeficiente de correlación de Pearson.....	14
2.4.2. Técnicas estadísticas multivariadas	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	18
3.1.1. Localización del área de estudio	18
3.1.2. Geología.....	23
3.1.3. Hidrogeología.....	25
3.2. MATERIALES	28
3.2.1. Información de calidad del agua subterránea.....	28
3.2.2. Herramientas computacionales	29
3.3. METODOLOGÍA	30
3.3.1. Clasificación hidrogeoquímica del agua subterránea	30
3.3.2. Variabilidad temporal de la calidad del agua subterránea	32
3.3.3. Variabilidad espacial de la calidad del agua subterránea	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. CLASIFICACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	40
4.1.1. Distrito de Lurín	40
4.1.2. Distrito de Pachacámac.....	41
4.1.3. Distrito de Cieneguilla.....	41
4.2. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	45
4.2.1. Análisis <i>Box-plot</i> de los parámetros hidrogeoquímicos en época húmeda.....	45
4.2.2. Análisis <i>Box-plot</i> de los parámetros hidrogeoquímicos en época seca	51
4.2.3. Autocorrelación de los parámetros hidrogeoquímicos	58
4.2.4. Análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ).....	60
4.2.5. Análisis de componentes principales (ACP).....	64
4.3. VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	76
4.3.1. Índice de calidad del agua subterránea en época húmeda	76
4.3.2. Índice de calidad del agua subterránea en época seca.....	81
V. CONCLUSIONES	87
VI. RECOMENDACIONES.....	88

VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	89
VIII.	ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros químicos consolidados para consumo humano	9
Tabla 2: Parámetros químicos para uso de riego (ECA-2015).....	10
Tabla 3: Canales de riego y áreas irrigadas en el sector de riego de Lurín	21
Tabla 4: Descripción de las unidades geológicas del valle de Lurín	23
Tabla 5: Parámetros de la calidad del agua subterránea	28
Tabla 6: Programas de cómputo utilizados para el desarrollo de la investigación	30
Tabla 7: Cantidad de pozos evaluados para la época seca y húmeda	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación del ciclo hidrológico	2
Figura 2: Bloque tridimensional de un acuífero libre.	3
Figura 3: Diagramas de Piper	7
Figura 4: Diagrama de Stiff.....	7
Figura 5: Diagrama de Riverside para evaluar la calidad del agua de riego	8
Figura 6: Mapa primario I, mapa primario II y mapa de rangos para un parámetro	12
Figura 7: Mapa de clasificación de acuerdo al ICAS	13
Figura 8: Dendrograma construido por un procedimiento de conglomerados jerárquicos.	16
Figura 9: Análisis de componentes principales (ACP) con datos de parámetros de calidad del agua.	17
Figura 10: Localización del valle de Lurín.	19
Figura 11: Variación estacional promedio del caudal en la parte baja del río Lurín del 2001 al 2013.....	20
Figura 12: Población total por distritos en el valle de Lurín.	20
Figura 13: Distribución espacial de los subsectores de riego del valle de Lurín.....	22
Figura 14: Geología del valle de Lurín	24
Figura 15: Mapa de isoprofundidad del valle de Lurín.....	26
Figura 16: Mapa de hidroisohipsas del valle de Lurín.....	27
Figura 17: Estimación de datos faltantes para la conductividad eléctrica	29
Figura 18: Esquema metodológico de la investigación según los objetivos específicos.	31
Figura 19: Cantidad de pozos tubulares, tajo abierto y mixtos.	32
Figura 20: Distribución espacial de la red hidrogeoquímica. Las áreas sombreadas representan la geología del área de estudio.	33
Figura 21: Esquema para obtener la autocorrelación de parámetros hidrogeoquímicos.	34
Figura 22: Esquema para el análisis de conglomerados jerárquicos en época húmeda... ..	35
Figura 23: Esquema para análisis de componentes principales.....	36
Figura 24: Esquema para la generación del Mapa Primario I	37

Figura 25: Esquema para la generación del Mapa Primario II.....	38
Figura 26: Esquema para la generación del Mapa de rangos	39
Figura 27: Diagrama Piper	42
Figura 28: Diagrama de Stiff con la geología de la zona de estudio	43
Figura 29: Diagrama de Riverside	44
Figura 30: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal del pH, conductividad eléctrica y dureza en época húmeda.....	46
Figura 31: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de alcalinidad y boro en época húmeda.	47
Figura 32: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de calcio y magnesio en época húmeda.	48
Figura 33: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de sodio y potasio en época húmeda. ..	49
Figura 34: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de cloruro y sulfato en época húmeda. 50	
Figura 35: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de nitrato y bicarbonato en época húmeda.	51
Figura 36: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal del pH, conductividad eléctrica y dureza en época seca.	52
Figura 37: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de alcalinidad y boro en época seca.....	53
Figura 38: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de calcio y magnesio en época seca.....	54
Figura 39: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de sodio y potasio en época seca.	55
Figura 40: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de cloruro y sulfato en época seca.	56
Figura 41: <i>Box-plot</i> de la variabilidad temporal de nitrato y bicarbonato en época seca.57	
Figura 42: <i>Box-plot</i> de la correlación de Pearson con tres años de desfase para los parámetros de calidad del agua en época húmeda.	58
Figura 43: <i>Box-plot</i> de la correlación de Pearson con tres años de desfase para los parámetros de calidad del agua en época seca.....	59
Figura 44: Dendograma de 93 casos que muestra dos grupos de calidad del agua subterránea para la época húmeda.	61
Figura 45: Dendograma de 97 casos que muestra dos grupos de calidad del agua subterránea para época seca.....	62
Figura 46: Distribución de los puntos en época húmeda (izquierda) y época seca (derecha) en diferentes formaciones geológicas de la zona de estudio.....	63
Figura 47: Análisis de componentes principales del 2001 para la época húmeda.	64

Figura 48: Análisis de componentes principales del 2002 (izquierda) y 2003 (derecha) para la época húmeda.	65
Figura 49: Análisis de componentes principales del 2004 (izquierda) y 2005 (derecha) para la época húmeda.	66
Figura 50: Análisis de componentes principales del 2006 para la época húmeda.	66
Figura 51: Análisis de componentes principales del 2007 para la época húmeda.	67
Figura 52: Análisis de componentes principales del 2008 (izquierda) y 2009 (derecha) para la época húmeda.	68
Figura 53: Análisis de componentes principales del 2010 para la época húmeda.	68
Figura 54: Análisis de componentes principales del 2011 para la época húmeda.	69
Figura 55: Análisis de componentes principales del 2012 (izquierda) y 2013 (derecha) para la época húmeda.	70
Figura 56: Análisis de componentes principales del 2001 (izquierda) y 2002 (derecha) para la época seca.....	70
Figura 57: Análisis de componentes principales del 2003 (izquierda) y 2004 (derecha) para la época seca.....	71
Figura 58: Análisis de componentes principales del 2005 para la época seca.	72
Figura 59: Análisis de componentes principales del 2006 para la época seca.	72
Figura 60: Análisis de componentes principales del 2007 (izquierda) y 2008 (derecha) para la época seca.....	73
Figura 61: Análisis de componentes principales del 2009 para la época seca.	74
Figura 62: Análisis de componentes principales del 2010 (izquierda) y 2011 (derecha) para la época seca.....	74
Figura 63: Análisis de componentes principales del 2012 (izquierda) y 2013 (derecha) para la época seca.....	75
Figura 64: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época húmeda para uso doméstico.....	79
Figura 65: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época húmeda para uso de riego.	80
Figura 66: Diagramas de <i>Box-plot</i> del índice de calidad del agua subterránea para uso doméstico clasificado en dos grupos (<i>Clúster I</i> y <i>Clúster II</i>) durante la época húmeda.	81

Figura 67: Diagramas de <i>Box-plot</i> del índice de calidad del agua subterránea para uso riego clasificado en dos grupos (<i>Clúster I</i> y <i>Clúster II</i>) durante la época húmeda.	81
Figura 68: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época seca para uso doméstico.	84
Figura 69: Variación espacial de índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época seca para uso de riego.	85
Figura 70: Diagramas de <i>Box-plot</i> del índice de calidad del agua subterránea para uso doméstico clasificado en dos grupos (<i>Clúster I</i> y <i>II</i>) durante la época seca.	86
Figura 71: Diagramas de <i>Box-plot</i> del índice de calidad del agua subterránea para uso de riego clasificado en dos grupos (<i>Clúster I</i> y <i>II</i>) durante la época seca.	86

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS Y FIGURAS 92

TABLAS

A1. 1: Información de las descargas medias mensuales del río Lurín (m ³ /s) Estación Manchay Bajo	93
A1. 2: Información inicial hidrogeoquímica del agua subterránea en el valle de Lurín del 2001 al 2013	94

FIGURAS

A1. 1: Perfiles litológicos.....	120
A1. 2: Mapas con datos disponibles iniciales.....	123
A1. 3: Mapa de la conductividad eléctrica en el valle de Lurín	125
A1. 4: Mapa de pH en el valle de Lurín.....	126

I. INTRODUCCIÓN

El agua subterránea es un recurso natural muy valioso ya que es un componente esencial del ciclo hidrológico. La contaminación del agua subterránea es creciente en todo el mundo, por ello es necesario un conocimiento integral de la calidad, así como la identificación de medidas eficaces y rentables para controlar las amenazas presentes y futuras de la contaminación a nivel local y regional (Bartram y Ballance, 1996).

En el Perú, la mayoría de las demandas del agua se satisfacen por los suministros del agua subterránea; sin embargo, una inadecuada explotación causa estrés hídrico en la superficie de las áreas explotadas. La calidad del agua subterránea en una zona está controlada en gran medida por procesos naturales y actividades antropogénicas.

En el valle de Lurín el uso del agua subterránea se ha incrementado en los últimos años, y ha sido muy eficaz para el alivio de la pobreza; sin embargo esto ha desarrollado la contaminación del agua subterránea, sufriendo varios procesos de degradación ambiental, afectando la calidad del agua. Por ello, la evaluación de la calidad del agua subterránea, es importante porque es una fuente para abastecer las principales actividades como el uso doméstico y de riego.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variabilidad en el espacio y el tiempo de la calidad del agua subterránea con fines de uso doméstico y de riego en el valle de Lurín.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificación hidrogeoquímica del agua subterránea del valle de Lurín.
- Evaluar la variabilidad temporal de la calidad del agua subterránea en el valle de Lurín.
- Evaluar la variabilidad espacial de la calidad del agua subterránea en el valle de Lurín, según el índice de calidad del agua subterránea.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. EL CICLO HIDROLÓGICO Y EL AGUA SUBTERRÁNEA

El ciclo hidrológico se describe como el intercambio del agua entre el océano, la atmósfera, la superficie terrestre, la biosfera, los suelos y el sistema del agua subterránea. Los océanos suministran la mayor parte del agua a escala mundial; sin embargo, la precipitación y la evaporación dominan los flujos del ciclo hidrológico ya que son muy abundantes. El sol dirige el ciclo calentando el agua de los océanos, parte de esta agua se convierte en vapor que se eleva en el aire, que a temperaturas frías se condensa en nubes que producen la precipitación o pueden acumularse como casquetes polares y glaciares. La mayor parte de la precipitación cae sobre los océanos o la tierra, que debido a la gravedad, fluye sobre la superficie. Una parte de esa agua ingresa a los ríos y el resto ingresa al perfil del suelo por filtración y percolación, llegando a los acuíferos. El agua subterránea se encuentra por debajo de la superficie del terreno, en la zona de saturación y se mueve a través de los poros del suelo o intersticios de las rocas fracturadas, como parte del ciclo hidrológico. (Marshall, 2014).

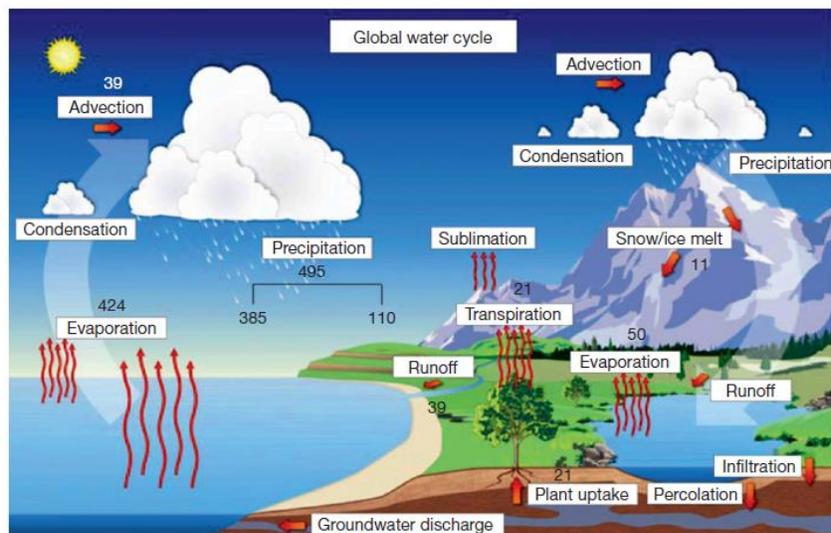


Figura 1: Representación del ciclo hidrológico
Fuente: Durack et al. (2012)

2.1.1. Acuífero

Según Custodio y Llamas (1983), un acuífero es aquel estrato o formación geológica que permite la circulación del agua por sus poros y/o grietas. En algunos materiales permeables, el agua subterránea puede moverse varios metros por día, en otros se moverá sólo unos centímetros. En relación con la presencia de estratos permeables e impermeables y de acuerdo al comportamiento hidráulico, se consideran los acuíferos confinados, semiconfinados y libres.

- a. **Acuíferos confinados:** Son una formación permeable comprendida entre dos estratos impermeables, donde el agua está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica y ocupa la totalidad de la formación geológica que lo contiene, saturándola completamente.
- b. **Acuíferos semiconfinados:** Se caracterizan porque la parte inferior y/o superior que los encierra no son completamente impermeables, sino acuitardos, permitiendo un paso vertical del agua entre ambos acuíferos, dependiendo de la diferencia potencial entre ellos.
- c. **Acuíferos libres:** Se caracterizan por la presencia de una superficie libre del agua encerrada en ellos, que están en contacto con el aire y, por lo tanto, a presión atmosférica, esta superficie del agua a presión atmosférica se conoce como superficie freática y constituye el límite superior del acuífero libre.

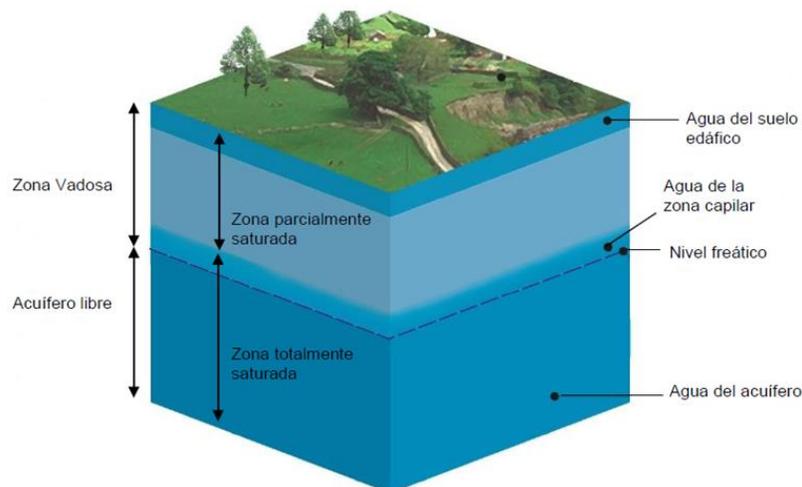


Figura 2: Bloque tridimensional de un acuífero libre.

Fuente: Wardle (2002)

2.2. HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Collazos y Montaña (2012), indican que el agua subterránea presenta condiciones de calidad más uniformes y distintas que las fuentes superficiales, ya que generalmente son más claras y mineralizadas. Es decir, son más claras porque no reciben la misma cantidad de contaminantes que se vierten en las superficiales, y además por infiltrarse al terreno, gran parte del material suspendido queda retenido en el suelo. La calidad del agua subterránea se evalúa en función de la hidrogeoquímica, que se refiere al estudio de la calidad química y la relación entre los parámetros hidrogeoquímicos con los materiales por donde circula el agua.

2.2.1. Características físico-químicas del agua subterránea

El agua subterránea contiene sales en solución, cuyo tipo y concentración depende del ambiente, movimiento y origen del agua subterránea; las sales solubles presentes se originan principalmente de la solución de materiales rocosos. En principio, el agua subterránea tiende a aumentar las concentraciones de sustancias disueltas a medida que se infiltra y aumenta su recorrido en el acuífero.

- a. Conductividad eléctrica:** Indica en forma indirecta, la concentración salina de una solución; las unidades para la conductividad eléctrica pueden estar expresadas en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o decisiemens por metro (dS/m). El agua subterránea, que corresponde a soluciones muy diluidas, la conductividad eléctrica varía directamente con la cantidad de minerales disueltos en el agua (Custodio y Llamas, 1983).
- b. pH:** La concentración del ion hidrógeno (H^+) del agua se expresa por el valor de pH, es controlado por la cantidad de anhídrido carbónico, gas disuelto, carbonatos y bicarbonatos. Por lo general el pH del agua neutra es igual a siete, el agua ácida tiene un pH menor a siete y el agua alcalina mayor a siete (Catalán, 1981).
- c. Dureza:** Representa la concentración total del calcio, sodio, potasio y magnesio disuelto; se expresa en partes por millón (ppm) o miligramo por litro (mg/l) de concentraciones de carbonato de calcio. La dureza total del agua puede dividirse en dureza carbonatada y dureza no carbonatada; la dureza carbonatada incluye aquella

porción del calcio y magnesio que se combina con el bicarbonato y las pequeñas cantidades de carbonato presentes, se llama dureza temporal, porque puede ser parcialmente removida por la ebullición del agua que precipita los carbonatos de calcio y magnesio. La dureza no carbonatada o dureza permanente, es la diferencia entre la dureza total y la dureza carbonatada, es originada por aquellas cantidades de calcio y magnesio que normalmente se combinan con los iones sulfato, cloruro y nitrato, además del pequeño efecto de dureza de otros constituyentes menores (Custodio y Llamas, 1983).

d. Alcalinidad: Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, y está determinada generalmente por el contenido de carbonato, bicarbonato e hidróxido, y se atribuye como un indicador de dichas especies iónicas (Custodio y Llamas, 1983).

e. Iones

- **Ión cloruro (Cl^-):** Se encuentra de manera natural en el agua subterránea, en concentración baja, estable en disolución y difícilmente precipitable. Generalmente, proviene del lavado del terreno de origen marino, de la mezcla del agua marina en regiones costeras y los vertidos urbanos e industriales.
- **Ión sulfato (SO_4^{2-}):** Es moderadamente soluble a muy soluble, en medios reductores con abundante materia orgánica pueden sufrir una reducción bacteriana a sulfuro (S^-), pero en general es estable. Un incremento en el sulfato puede asociarse a la infiltración de aguas residuales.
- **Ión nitrato (NO_3^-):** Es un indicador de contaminación por fuentes como fertilizantes, aguas negras municipales, fosas sépticas, y zonas donde se acumula gran cantidad de materia orgánica, entre otras. Este ión es poco adsorbido por los minerales de las arcillas, por lo tanto se mueve de manera libre en un acuífero (Hounslow, 1995).
- **Iones bicarbonato y carbonato (HCO_3^- y CO_3^{2-}):** Estos iones provienen de la disolución de CO_2 atmosférico o del suelo y la disolución de calizas y dolomías. El carbonato y bicarbonato no se oxidan ni reducen en aguas naturales, aunque se

precipitan con facilidad como carbonato de calcio. El ion carbonato está en concentraciones menores que el bicarbonato (Custodio y Llamas, 1983).

- **Ión calcio (Ca^{2+}):** Es fácil de precipitar y es afectado por el cambio iónico. Es aportada por la disolución de calizas, dolomías, yeso, anhidrita y el ataque de feldespatos y otros silicatos cálcicos.
- **Ión magnesio (Mg^{2+}):** Se disuelve lentamente; sin embargo es más soluble que el calcio y tiende a permanecer en solución cuando se precipita. Proceden por la disolución de dolomías, calizas dolomíticas y el ataque de silicatos magnésicos y ferromagnésicos.
- **Ión sodio (Na^+):** Es afectado por el cambio de bases, suele ir asociado al ión cloruro. Procede del ataque de feldespatos y silicatos, en ocasiones proviene del lavado de sedimentos de origen marino, cambio de bases con arcillas y la contaminación urbano e industrial.
- **Ión potasio (K^+):** Presenta una alta solubilidad y es difícil de precipitar. Es afectado fácilmente por el cambio de bases y es absorbido de forma muy poco reversible por las arcillas en formación, para formar parte de su estructura, circunstancia que lo diferencia notablemente del sodio. Proviene en pequeñas cantidades de aportes del agua de lluvia y en ocasiones proceden de contaminación industrial, minera y abonos agrícolas.
- **Ión boro B^{3+} :** Es un elemento fundamental para el crecimiento de las plantas, pero puede ser nocivo sí se presenta en grandes cantidades, actúa como catalizador en cantidades mínimas.

2.2.2. Diagramas hidrogeoquímicos

El manejo y estudio de los parámetros químicos del agua subterránea puede simplificarse con el empleo de diagramas, en especial cuando se trata de hacer comparaciones entre varios análisis del agua de un mismo lugar. Los diagramas pueden poner de relieve variaciones temporales, variaciones espaciales o bien resaltar relaciones entre los iones de

una misma muestra (Custodio y Llamas, 1983). Entre los más representativos se mencionan a los diagramas de Piper (Figura 3) y Stiff (Figura 4).

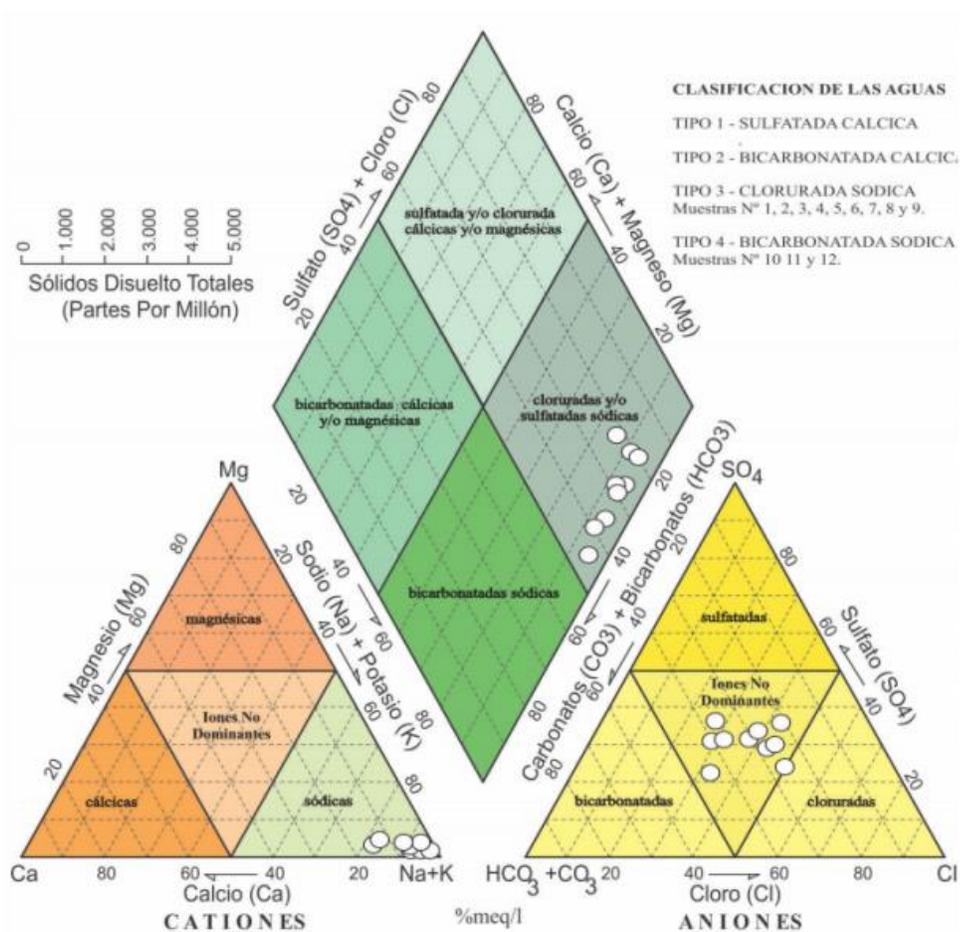


Figura 3: Diagramas de Piper

Fuente: Falcón, et. al. (2015)

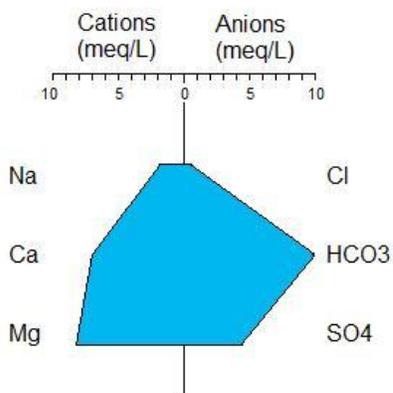


Figura 4: Diagrama de Stiff

Fuente: Stiff (1951)

Mediante el diagrama de Riverside (Figura 5), se combinan los dos índices, RAS y conductividad eléctrica, donde las abscisas corresponden al riesgo de salinización y las ordenadas con el riesgo de sodicidad respecto a los distintos tipos de agua a emplear para el riego.

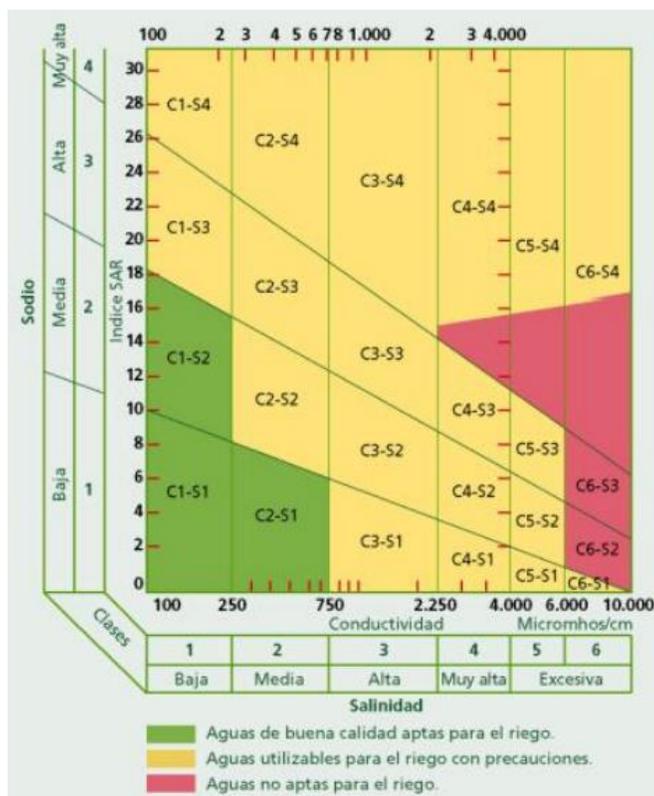


Figura 5: Diagrama de Riverside para evaluar la calidad del agua de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory)

Fuente: Blasco y De la Rubia (1973)

2.2.3. Estándares de calidad ambiental del agua

Establecen los niveles de concentración, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas y el ambiente. De manera específica, el ECA del agua es la unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. En el Perú, se señala que el ECA del agua debe fijarse en función a las categorías determinadas en relación al uso que se le va a dar al

cuerpo natural del agua. Asimismo, es importante destacar que el ECA del agua en el Perú se ha establecido considerando referentes internacionales.

a. Agua destinada para el uso doméstico

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos según los estándares de calidad del agua. En la Tabla 1, se muestran los parámetros y valores de las aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional de acuerdo al D.S. N° 015-2015-MINAM, preferentemente de las actualizaciones de la Organización Mundial para la Salud (OMS, 2011), también indica los requisitos físico-químicos del agua para consumo humano de acuerdo al reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicta el Ministerio de Salud (MINSa, 2010).

Tabla 1: Parámetros químicos consolidados para consumo humano

Parámetro	Unidad	MINAM (2015)	MINSa (2010)	OMS (2011)
pH		6.5 a 8.5	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	dS/m	1.6	1.5	
Cloruros	mg/l	250	250	200 a 300
Sulfatos	mg/l	500	250	250
Dureza	mg/l		500	100 a 500
Sodio	mg/l	200	200	200
Boro	mg/l	2.4	1.5	
Nitratos	mg/l	50	50	
Calcio	mg/l			200
Magnesio	mg/l			150

Fuente: Compilado de MINAM (2015), MINSa (2010) y OMS (2011)

b. Agua destinada para riego

La actividad del riego es uno de los elementos básicos para el desarrollo agrícola de una región, la aptitud del agua destinada para el riego varía según el cultivo. En la Tabla 2 se observan los parámetros y valores del agua para riego de vegetales de tallo alto y bajo, de acuerdo al D.S. N° 015-2015-MINAM, que se han adoptado de *Food and Agricultural Organization* (FAO).

Tabla 2: Parámetros químicos para uso de riego (ECA-2015)

Parámetro	Unidad	MINAM (2015)
pH		6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	dS/m	2.5
Bicarbonatos	mg/l	518
Cloruros	mg/l	500
Sulfatos	mg/l	1000
Nitratos	mg/l	100
Calcio	mg/l	200
Sodio	mg/l	200
Boro	mg/l	1

Fuente: Compilado de MINAM (2015)

2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA (ICAS)

2.3.1. Antecedentes del índice de calidad del agua

La calidad del agua, entendida como la medición de sus características físicas, químicas y biológicas, en relación con los estándares, implica variables diferentes e incluso factores complejos para describir su estado en términos cuantitativos. La valoración para verificar su adaptabilidad a un uso determinado, se basa en la evaluación apropiada de estos componentes frente a niveles de calidad deseables (UNESCO/WHO/UNEP, 1996). De un proceso de valoración de las condiciones en la que se encuentra una fuente hídrica se obtiene información, que en ocasiones puede ser confusa; por ello se generan y evalúan las herramientas que faciliten tanto la interpretación como la comprensión de aquellos resultados (Samboni et al., 2007). En este punto, surge el desarrollo e implementación de los índices.

El índice de calidad del agua (ICA) consiste, en una expresión simple que resulta de combinar un conjunto de parámetros valorados, con el propósito de hacer que la información sea de fácil interpretación tanto para aquellos relacionados con las ciencias básicas e ingenierías, como para otros usuarios que en general requieran conocer la fuente que está bajo observación. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Fernández y Solano, 2005). El empleo del ICA fue propuesto inicialmente por Horton (1965), sin embargo, los índices no fueron

aceptados y utilizados sino a partir de los años setenta cuando el ICA adquiere relevancia para la evaluación del recurso hídrico (Samboni et al., 2007). En las siguientes décadas se desarrollaron diferentes métodos para el cálculo del ICA, que en general, emplean parámetros físicos y químicos similares. Los índices agrupan de uno a varios parámetros, en su mayoría físico-químicos y en algunos casos microbiológicos, de tal manera que permiten reducir la información a una expresión sencilla y fácil de interpretar (Samboni et al., 2007).

2.3.2. Índice de calidad del agua subterránea propuesto por Babiker, Mohamed y Hiyama

Babiker et al. (2007) proponen el uso del índice de calidad del agua subterránea basado en el uso de sistemas de información geográfica (SIG), que permite sintetizar la información comparándolo con los estándares de calidad del agua para uso doméstico y uso de riego e incorporando el aspecto de la variación temporal. A continuación se describe los pasos a seguir:

a. Mapa Primario I

Las concentraciones de cada parámetro se representan en el Mapa Primario I, que se obtiene a partir de los datos puntuales utilizando la interpolación de *Kriging*, este método es un modelo de aproximación geoestadística, que se sustenta en la estructura de la correlación espacial para determinar el peso de los valores.

b. Mapa Primario II

Es el mapa de índice de contaminación que relaciona las concentraciones de los parámetros con una normativa, y para ello, las concentraciones medidas o calculadas en cada celda del Mapa Primario I, se relacionan con los datos de estándares de calidad según el tipo de uso del agua. Así, la medida de concentración de cada celda, X' del Mapa primario I se relaciona con la medida deseada, en base a los parámetros ECA del agua, X , usando la fórmula de índice de diferencia normalizada:

$$C = (X' - X)/(X' + X)$$

El valor de C , es el índice de contaminación obtenido de cada parámetro evaluado y es graficado en el Mapa Primario II. El índice de contaminación de cada píxel tiene un valor

de rango entre -1 y +1, dando una idea de los sectores en que se aproxima y se aleja al cumplimiento de la norma.

c. Mapa de rangos

El índice de contaminación (Mapa primario II) es calificado entre uno y diez para generar el mapa de rangos, la calificación de uno indica un impacto mínimo sobre la calidad del agua subterránea, en tanto la calificación de diez indica el máximo impacto. El índice correspondiente al nivel mínimo de contaminación (-1) se califica igual a uno, el nivel medio (0) se califica igual a cinco y el nivel máximo (1) se califica igual a diez. La siguiente función polinómica, se utiliza para calificar los niveles de contaminación C de cada píxel.

$$r = 0.5 (C)^2 + 4.5 (C) + 5$$

El valor de r es la calificación dentro del mapa de rangos. El mapa de rangos es análogo al Mapa Primario II.

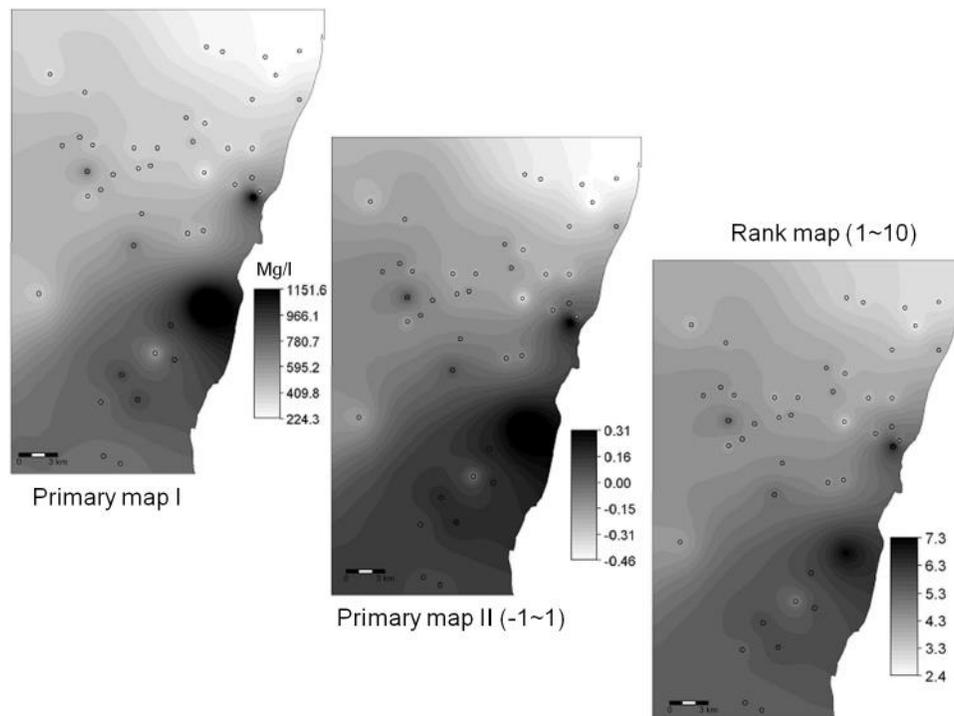


Figura 6: Mapa primario I, mapa primario II y mapa de rangos para un parámetro
Fuente: Babiker et al. (2007)

d. Índice de Calidad del Agua Subterránea (ICAS)

El ICAS se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$GQI_j = 100 - \left[\sum_{i=1}^N (r_i w_i) / N \right]$$

El valor de w , representa el peso relativo del parámetro que corresponde al promedio del valor de la clasificación r de cada mapa rango, y N es el número total de parámetros utilizados. El peso w asignado a cada parámetro, indica la importancia relativa a la calidad del agua subterránea. Los parámetros que causan mayor impacto sobre la calidad del agua son importantes ya que ayuda a reducir la subjetividad asociada con la asignación de los pesos de importancia para los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo del índice. El valor de 100 se incorpora en la primera parte de la fórmula, para proyectar directamente el valor del ICAS ya sea de alta calidad del agua o un índice muy por debajo de 100 que indica baja calidad del agua.

El ICAS está clasificado de acuerdo a un intervalo fijo de porcentaje en el área de estudio. Los colores fríos (tonos de azul) indican que la calidad del agua es óptima, los tonos de verde indican que la calidad del agua es moderada y los colores cálidos (tonos de rojo) indican que la calidad del agua es baja.

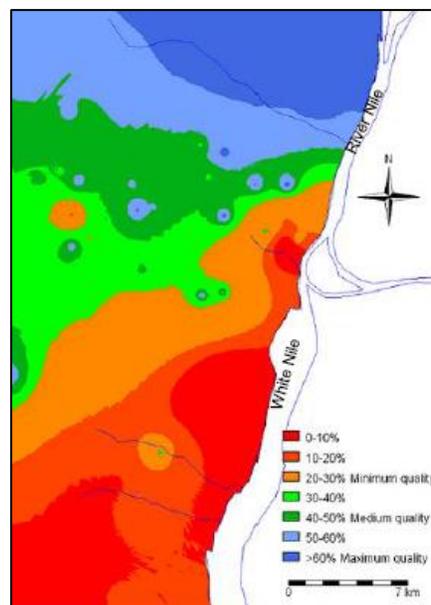


Figura 7: Mapa de clasificación de acuerdo al ICAS

Fuente: Babiker et al. (2007)

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La estadística es una rama de las matemáticas que se ocupa de reunir, organizar y analizar datos numéricos para resolver problemas, analizarlos o tomar decisiones (Murray, 1969). Para el análisis de los datos y las relaciones entre las variables se aplican técnicas estadísticas como el análisis exploratorio de datos (AED) que es un enfoque apoyado en un conjunto de herramientas gráficas y síntesis de los datos.

2.4.1. Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson (r) es un índice de dependencia lineal entre dos variables, sus valores adimensionales varían de -1 a +1. Una correlación positiva perfecta tiene un coeficiente +1 y para una correlación negativa perfecta es -1, la ausencia de correlación da como coeficientes valores cercanos a cero. (Murray, 1969). Los coeficientes positivos indican que uno de los parámetros crece en forma simultánea y proporcional al otro parámetro relacionado, mientras que los coeficientes negativos indican que cuando uno de los parámetros crece el otro decrece en la misma proporción.

Para evaluar la significación y los intervalos de confianza del coeficiente de correlación, se ha empleado un nivel de significancia (α) del cinco por ciento y la prueba t-Student para el coeficiente de correlación de Pearson. La hipótesis nula H_0 es que las variables son independientes y distribuidas normalmente (Hirsh et al, 1992). La prueba estadística t-Student se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

El valor T_c es el estadístico t-Student. H_0 es rechazada si $|T_c| > T_{1-\alpha/2}$, donde $T_{1-\alpha/2}$ es un punto de la distribución t-Student con “n-2” grados de libertad y probabilidad de excedencia de $\alpha/2$ (Hirsh et al., 1992).

2.4.2. Técnicas estadísticas multivariadas

Las técnicas multivariadas se definen como el conjunto de métodos estadísticos para el tratamiento de un conjunto de variables con el propósito de analizar, describir e interpretar datos de múltiples variables (Gil, 2003). Existen varios tipos de técnicas multivariadas,

como la interdependencia que no distingue entre variables dependientes e independientes y su objetivo consiste en identificar qué variables están relacionadas. Entre los métodos de interdependencia se encuentran el análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ) y el análisis de componentes principales (ACP).

a. Análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ)

El análisis de conglomerados o *Clúster*, es una técnica que tiene por objetivo encontrar la agrupación implícita que subyace en las unidades de análisis en relación con un determinado conjunto de variables y permite clasificar las unidades en grupos homogéneos de tal manera que las unidades pertenecientes a cada grupo o conglomerado serán similares entre sí, aunque muy diferentes respecto a los otros grupos (Rodríguez y Mora, 2001).

El ACJ es el método más común donde las agrupaciones se forman secuencialmente, comenzando con el par más similar de las observaciones y formando secuencias más altas. El proceso de formación y unión de grupos se repite hasta que se obtiene un *Clúster* que contiene todas las observaciones, la similaridad es proporcionada por la distancia euclidiana que puede representarse por la diferencia entre los valores analíticos de ambas observaciones (Singh et al., 2004).

Antes de realizar el ACJ, se recomienda transformar los datos de calidad del agua observados a datos estandarizados utilizando la siguiente ecuación:

$$z = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{s_j}$$

Donde: x_{ji} es el valor del parámetro de calidad de agua subterránea media en el periodo j; \bar{x}_j es el promedio del valor espacial del parámetro en periodo j; s_j es la desviación estándar del valor del parámetro en el periodo j.

Para evaluar el conjunto de observaciones se utiliza el método de Ward, para maximizar el agrupamiento a partir de una medida de homogeneidad, que se cuantifica como la suma de distancias al cuadrado de cada elemento (Ward, 1963).

Los resultados se representan en un diagrama de árbol o dendograma (Figura 8), que es el resumen visual del proceso de agrupación mediante la presentación de una imagen de los

grupos y su proximidad con una reducción en la dimensionalidad de los datos originales. (Kruskal y Landwehr, 1983).

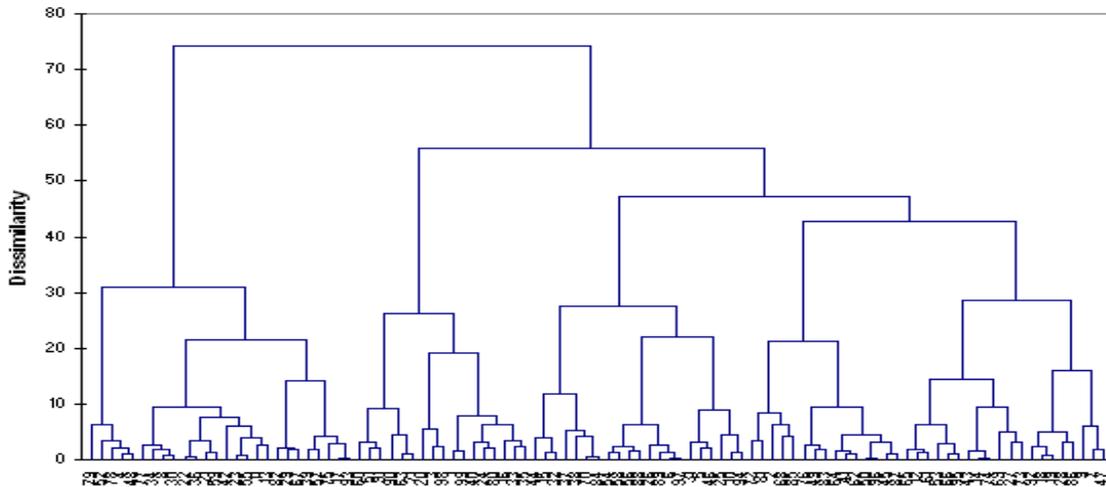


Figura 8: Dendrograma construido por un procedimiento de conglomerados jerárquicos.
Fuente: Rencher (1998)

b. Análisis de componentes principales (ACP)

El ACP es una técnica de reducción de dimensionalidad, basada en la extracción de un número determinado de componentes que es inferior al número de variables involucradas. Este método busca, a partir de una información relativamente sencilla, explicar la mayor parte posible de la varianza presente en los datos que son objeto de análisis (Meyers et al., 2006).

Mediante la aplicación del ACP, se calculan los componentes que representan el comportamiento de los datos y cuyos valores permiten determinar la importancia relativa de cada perfil de fuente identificado. (Henry et al., 1984).

En este tipo de correlación en base a un banco de datos con muchas variables, se reduce el análisis sin perder información. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí. (Dunteman, 1989).

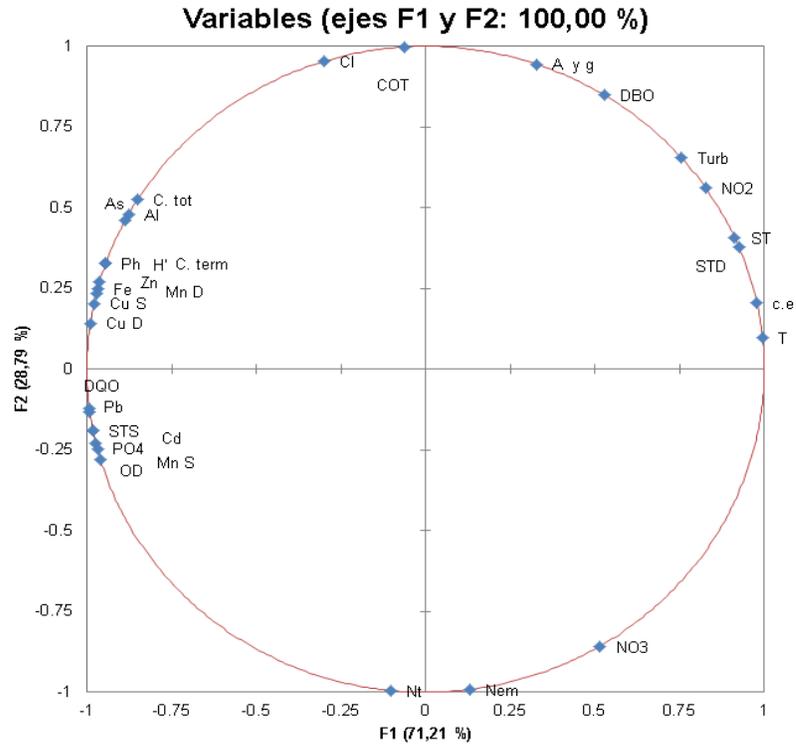


Figura 9: Análisis de componentes principales (ACP) con datos de parámetros de calidad del agua.

Fuente: Castillo y Medina (2014)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización del área de estudio

El valle de Lurín, pertenece a la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Lurín, en esta área se encuentra la zona agrícola más importante de la cuenca. El agua subterránea del valle es utilizada mayormente para fines de uso doméstico y de riego. Geográficamente, se localiza entre las coordenadas E 289000m, N 8638000m y E 316000m, N 8666600m (Datum WGS84 zona 18 Sur). Políticamente pertenece a la provincia y departamento de Lima; abarcando los distritos de Lurín, Pachacámac y Cieneguilla. La altitud de esta zona varía de 0 a 800 m.s.n.m (Figura 10), esta variación altitudinal se debe a la presencia de cadenas de lomas y cerros, que confieren un relieve que van ligeramente inclinado a fuertemente inclinado en función de la litología de las unidades geológicas.

El cauce natural del río Lurín presenta un comportamiento similar a otros ríos de la costa, es decir torrentoso, con mayores caudales de Enero a Marzo (Figura 11) y en los meses restantes los caudales van disminuyendo gradualmente hasta Noviembre, con descargas muy bajas y decrecientes. En el Anexo Tablas A1.1 se observa la descarga media anual registrada en la estación Manchay Bajo, administrada por SENAMHI-Lima, para el periodo de registro de Enero del 2001 a Diciembre del 2013, fue de 4.91 m³/s que representa un volumen medio anual de 152.60 Hm³. El río Lurín descarga el 69 por ciento de su volumen promedio anual durante los tres meses que dura el periodo de avenidas (enero a marzo), el 12 por ciento durante los siete meses que constituyen el periodo de estiaje (mayo a noviembre) y el 20 por ciento restante durante los dos periodos transicionales que tiene en conjunto una duración de dos meses (abril y diciembre).

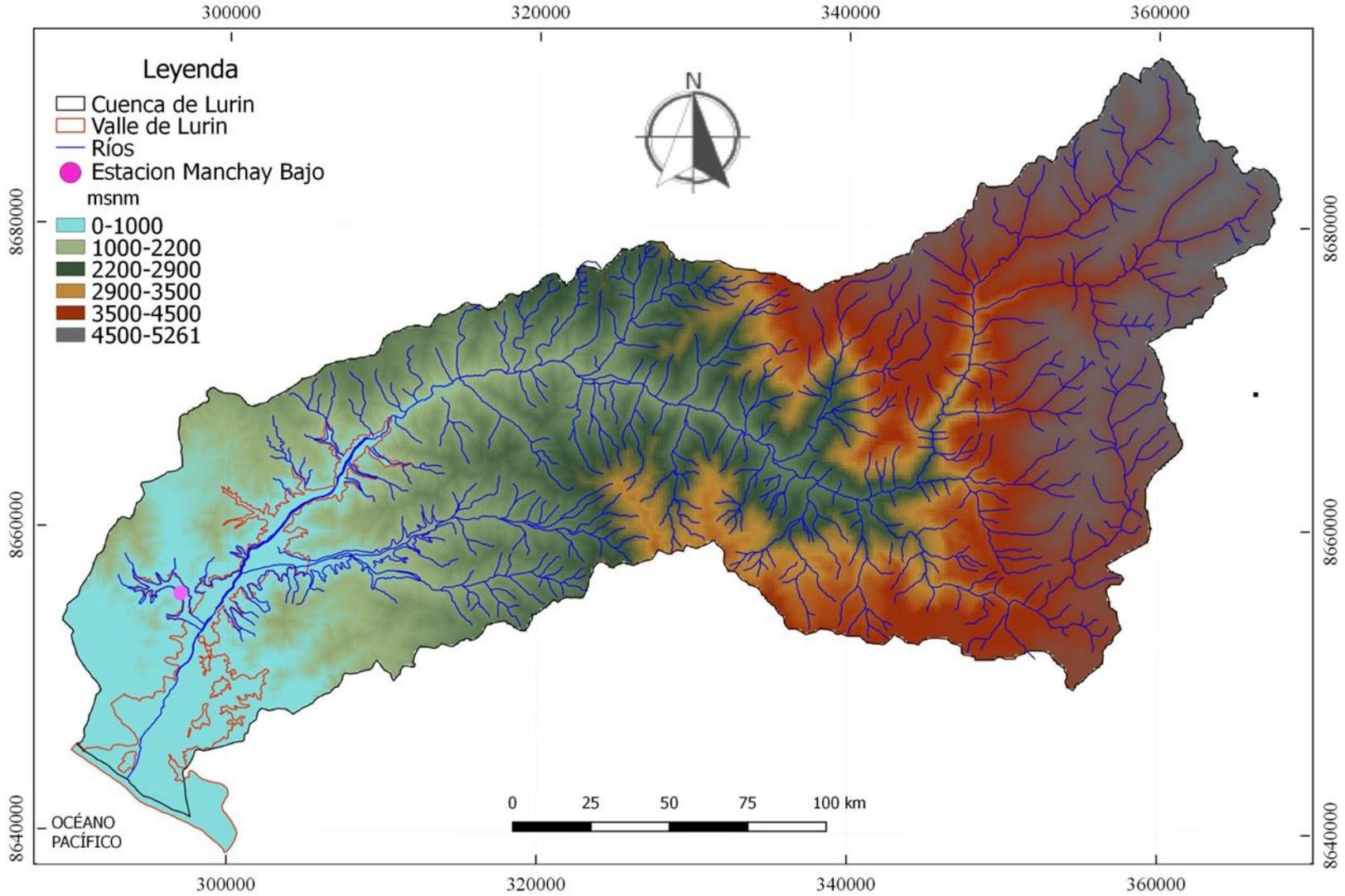


Figura 10: Localización del valle de Lurín.

Fuente: Elaboración propia usando el Modelo Digital de Elevación ASTER-GDEM

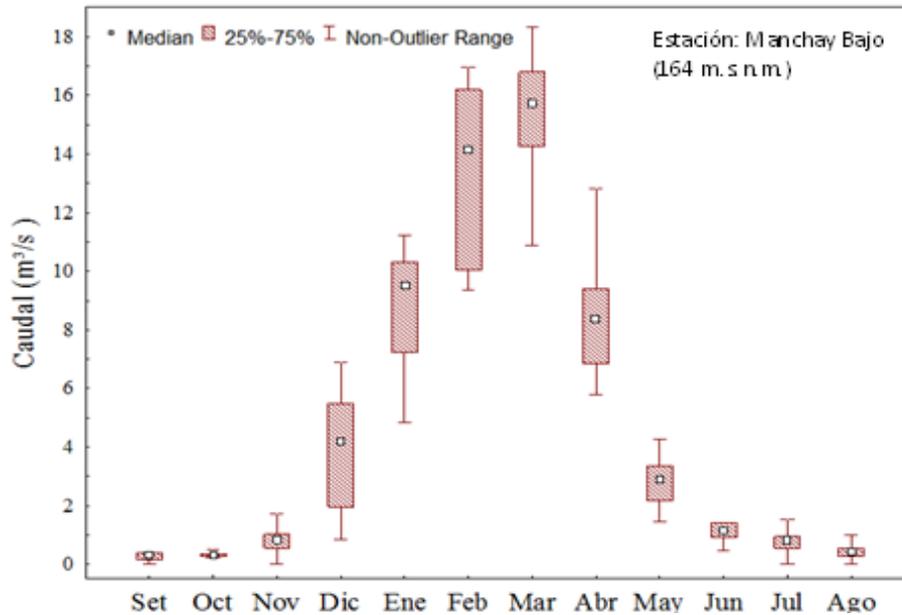


Figura 11 : Variación estacional promedio del caudal en la parte baja del río Lurín del 2001 al 2013

Fuente: Elaborado con información disponible de SENAMHI (2013)

En el valle de Lurín existen actividades que se desarrollan en entornos vulnerables del medio ambiente, debido a la sobreexplotación del agua subterránea causados por el crecimiento poblacional para satisfacer las demandas de agua para el uso doméstico y de riego. El incremento de la población del 2000 al 2013 para el distrito de Lurín fue del 62 por ciento, en Cieneguilla alcanzó el 40 por ciento y en Pachacamac el 35 por ciento, según información que se indica en la Figura 12.

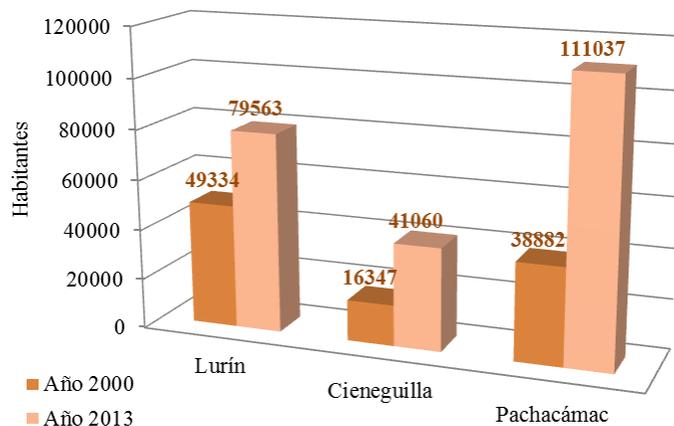


Figura 12: Población total por distritos en el valle de Lurín.

Fuente: Elaborada con información del INEI (2000 y 2013)

El sector de riego de Lurín, ubicado en la parte baja de la cuenca tiene un área de 4981 has, con canales de tierra de tramos cortos revestidos con mampostería. En la Tabla 3, se observa que existen 11 subsectores de riego, siendo los de mayor área irrigada, el subsector de Cieneguilla que irrigan 740 has y el subsector Lurín que tiene cinco canales que irrigan 1055.5 has. El área agrícola en el valle de Lurín está orientada para la siembra de cultivos; destacando el maíz y los frutales, y como cultivos alternativos al camote, ají, además de riego de pastos y/o alfalfa.

Tabla 3: Canales de riego y áreas irrigadas en el sector de riego de Lurín

Sub Sector	Canal	Cantidad de predios	Total de áreas irrigadas (ha)
Cieneguilla	Carricillo	31	34.3
	Chontay Alto	1	1.7
	Chontay Bajo	3	8.9
	Huaycan	125	42.8
	Lindero	20	36.4
	Molle Bajo - Alto	22	65.7
	Piedra Liza	38	32.0
	San Francisco	13	16.6
	San Isidro	3	15.5
	Santa Augusta	1	6.0
	Cieneguilla	138	480.3
Toledo	Toledo	618	157.8
Condor Huaca - Molino	Condor Huaca Molino	15	62.1
	Molino	50	156.2
Tambo Inga	Tambo Inga	101	274.5
Jatosisa-Sotelo	Jatosisa	87	187.4
	Sotelo	17	48.1
Caña Hueca	Caña Hueca	128	311.6
San Fernando	San Fernando	343	458.9
Pan de Azucar	Pan de Azucar	430	417.2
Mejorada	Filtracion	24	25.5
	Mejorada	437	747.3
Venturosa	Venturosa	152	338.9
Lurin	Mamacona	23	89.2
	Santa Rosa	6	14.2
	Suche	49	130.6
	Lurin	422	748.5
	Puquio	71	73.0
		Total	4981.0

Fuente: Elaborado con información de la base cartográfica digital del Instituto Geográfico Militar (2004) – SEDAPAL

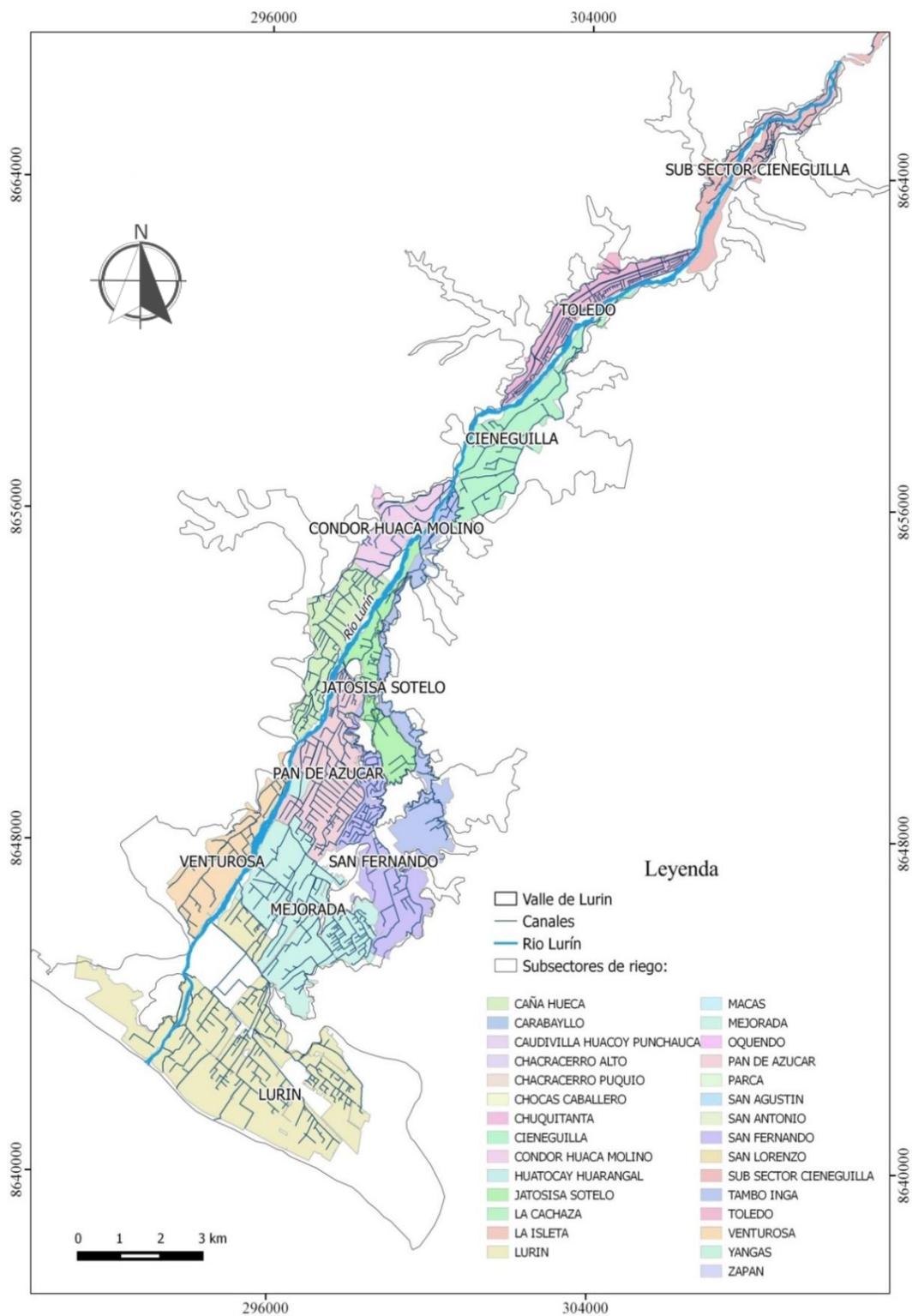


Figura 13: Distribución espacial de los subsectores de riego del valle de Lurín.

Fuente: Elaborado con información de la base cartográfica digital del Instituto Geográfico Militar (2004) - IGM

3.1.2. Geología

Se utilizó el mapa geológico de la cuenca de Lurín, desarrollado por el INGEMMET (1998). En la Tabla 4 se observa que la zona de estudio se caracteriza por la presencia de afloramientos de rocas sedimentarias e intrusivas, también existen depósitos aluviales, con edades que van desde el Cretácico inferior hasta el Cuaternario reciente.

Tabla 4: Descripción de las unidades geológicas del valle de Lurín

Cronoestratigrafía			Litoestratigrafía		
Eratema	Sistema	Serie	Formación		Símbolo
Rocas sedimentarias					
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Depósitos	Aluviales	Qh-c
Mesozoico	Cretáceo	Inferior	Grupo Morro Solar	Fm. Marcavilca	Ki-mc Ki-m
Rocas intrusivas					
Cenozoico	Terciario	Superior	Santa Rosa	Diorita, Granodiorita, tonalita	Ks-mzgr/gdi-sr
Mesozoico	Cretáceo	Superior	Patap	Diorita	Ki-di/gb-pt/gdi- j/Kis-vs

Fuente: INGEMMET (1998)

En la zona de estudio se encontró diferentes estratigrafías geológicas como las rocas sedimentarias que se describen como:

- **Grupo Morro Solar:** Representado por la formación Marcavilca con presencia de rocas sedimentarias del cretáceo inferior, está compuesta por cuarcitas grises a blanquecinas muy duras y compactas con granos medios a gruesos.
- **Depósitos:** Constituidos principalmente por depósitos aluviales recientes que se encuentran en las franjas aledañas al río Lurín, conformando terrazas antiguas compuestas por cantos y gravas sub-redondeados con matriz arenosa.

Las rocas intrusivas es decir los cuerpos subvolcánicos de intrusiones tempranas y cuerpos plutónicos que constituyen el batolito de la costa, están representados por:

- **Patap:** Esta roca se caracteriza por tener un color gris oscuro, cuya edad geológica es el Cretáceo Superior. Constituida por cuerpos de gabros y dioritas con grano fino a medio.

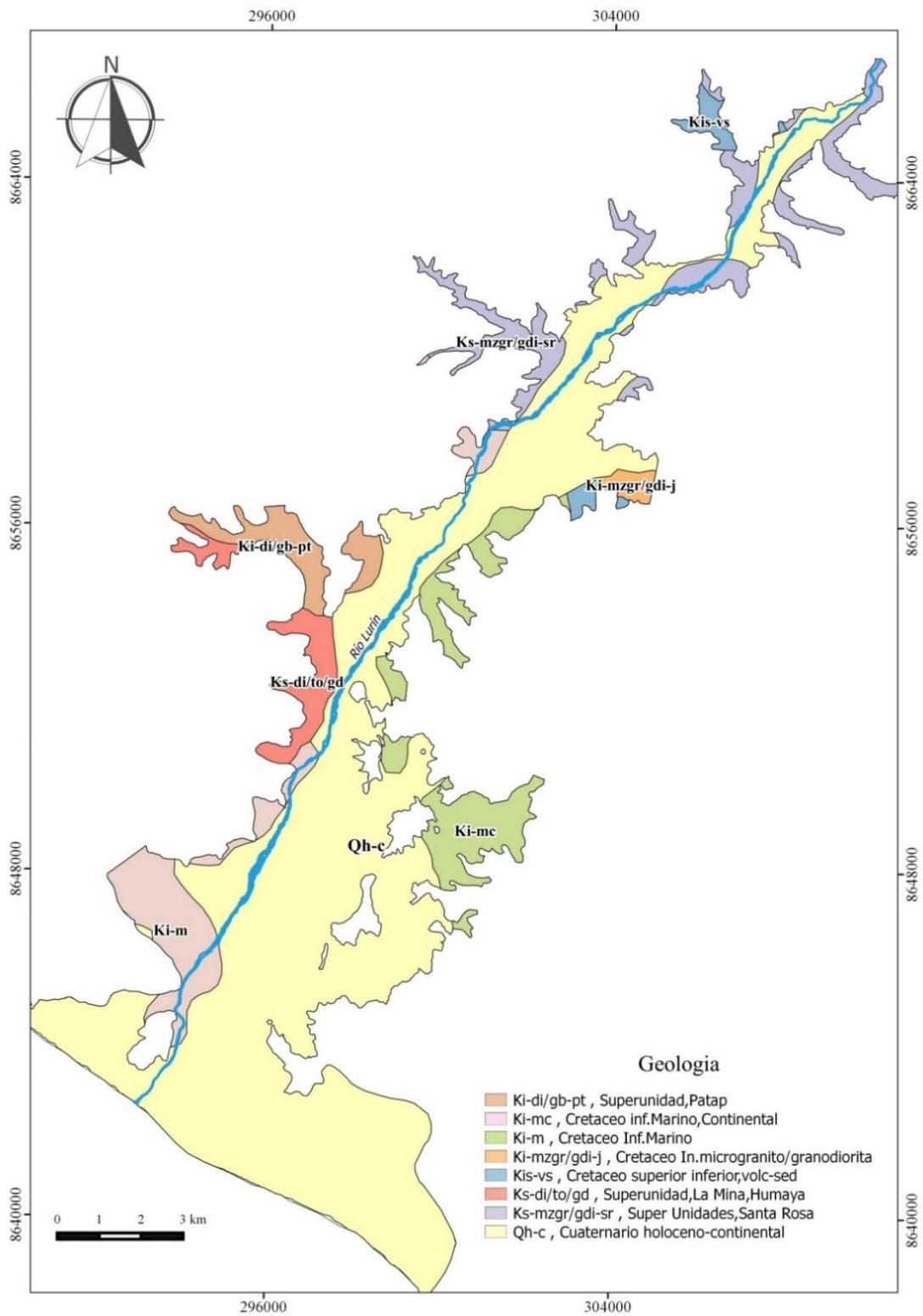


Figura 14: Geología del valle de Lurín
Fuente: Elaborado con información de INGEMMET (1998)

- **Santa Rosa:** Constituida por dioritas, granodioritas y tonalitas. Predominan las dioritas que afloran en forma restringida en la zona de estudio y son cortados por componentes del batolito de la costa donde la mayor parte consiste de granodioritas, que son unidades extensas con bordes que se han emplazado sobre las rocas por metamorfismo.

3.1.3. Hidrogeología

El acuífero de Lurín se encuentra conformado principalmente por materiales de origen aluvial, los mismos que constituyen el relleno del fondo del valle. Con respecto a la descripción litológica, se realizó el análisis de los perfiles litológicos (Anexo Figura A1.1) de algunos pozos perforados en la zona de estudio. Litológicamente, al margen del río del valle existen materiales de origen fluvio-aluvial, principalmente clastos gruesos como cantos y gravas entremezclados con clastos finos (arenas y arcillas) presentándose en forma de capas. Asimismo, en la zona urbana del valle, la litología del acuífero está compuesta por materiales gruesos con matriz arcillosa, que le confieren en conjunto una baja permeabilidad de los sedimentos del acuífero. El acuífero de Lurín contiene una napa freática libre y superficial, con recarga en la parte alta del valle, principalmente por la lluvia infiltrada, así como el agua que se infiltra por el lecho del río Lurín, los canales de riego no revestidos y en las áreas que se encuentran bajo riego.

De los estudios del INRENA (2005) y SEDAPAL (2013), se compiló información del monitoreo de niveles del agua subterránea, recolectando información de 45 pozos de observación, a partir del cual se obtuvo los mapas de isoprofundidad e hidroisohipsas. En la Figura 15 se observa las isolíneas que representan la profundidad de la napa freática para los períodos de agosto en el 2000 y 2013, en la zona de Cieneguilla la profundidad del nivel del agua varía entre 6 y 15 metros, en la zona de Pachacámac fluctúan de 4 a 16 metros, en la zona de Lurín las profundidades varían de 2 a 8 metros, y finalmente en la zona cercana al litoral, fluctúan de 1 a 4 metros; es por ello que el acuífero de Lurín es considerado poco profundo. En la Figura 16 se observan las cargas hidráulicas estimadas para cada uno de los pozos de observación y los niveles freáticos medidos en agosto del 2000 y 2013, donde el sentido de flujo del agua subterránea es de Nor-Este a Sur-Oeste que es aproximadamente paralelo al curso del río Lurín.

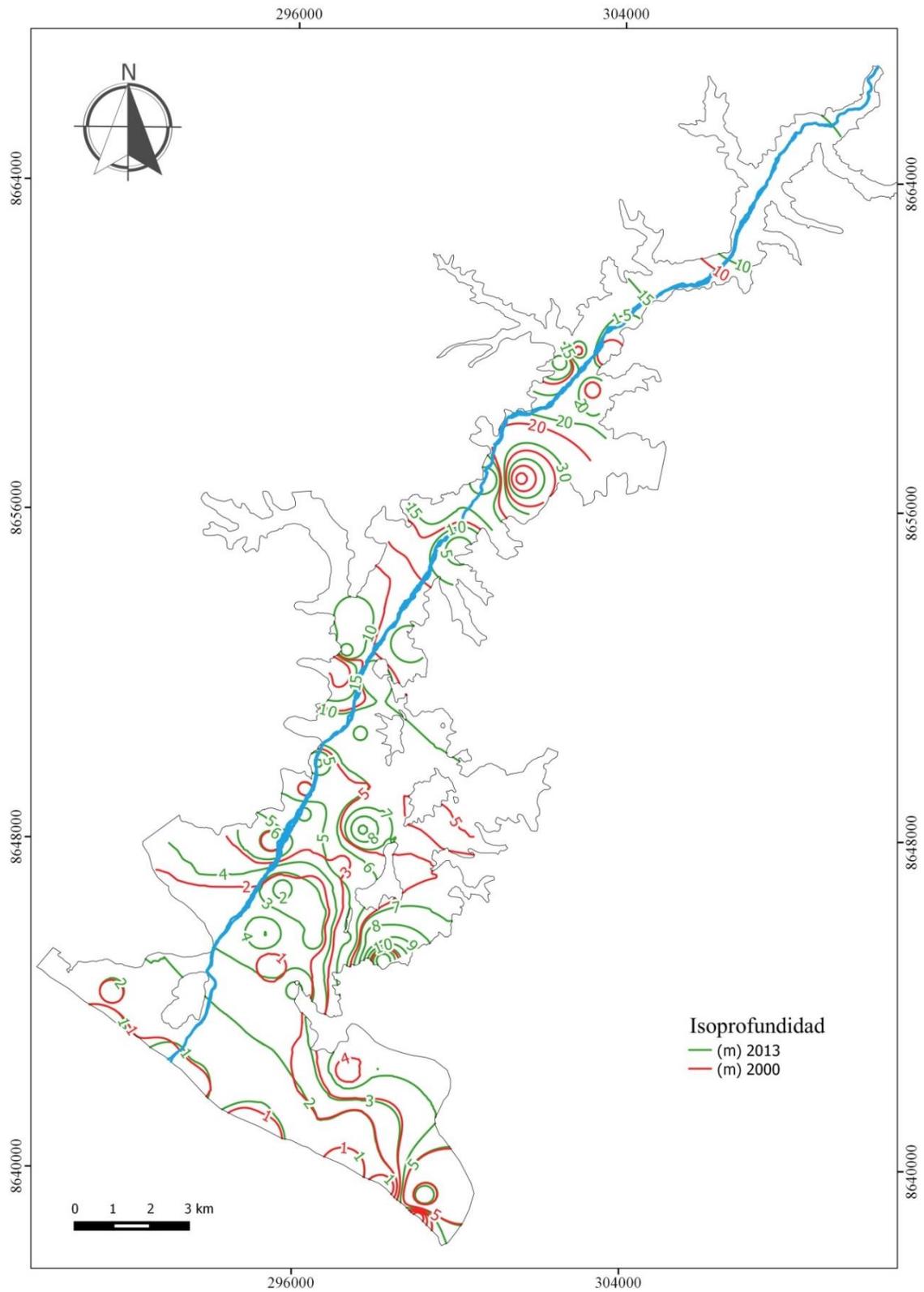


Figura 15: Mapa de isopropfundidad del valle de Lurín
Fuente: SEDAPAL (2013)

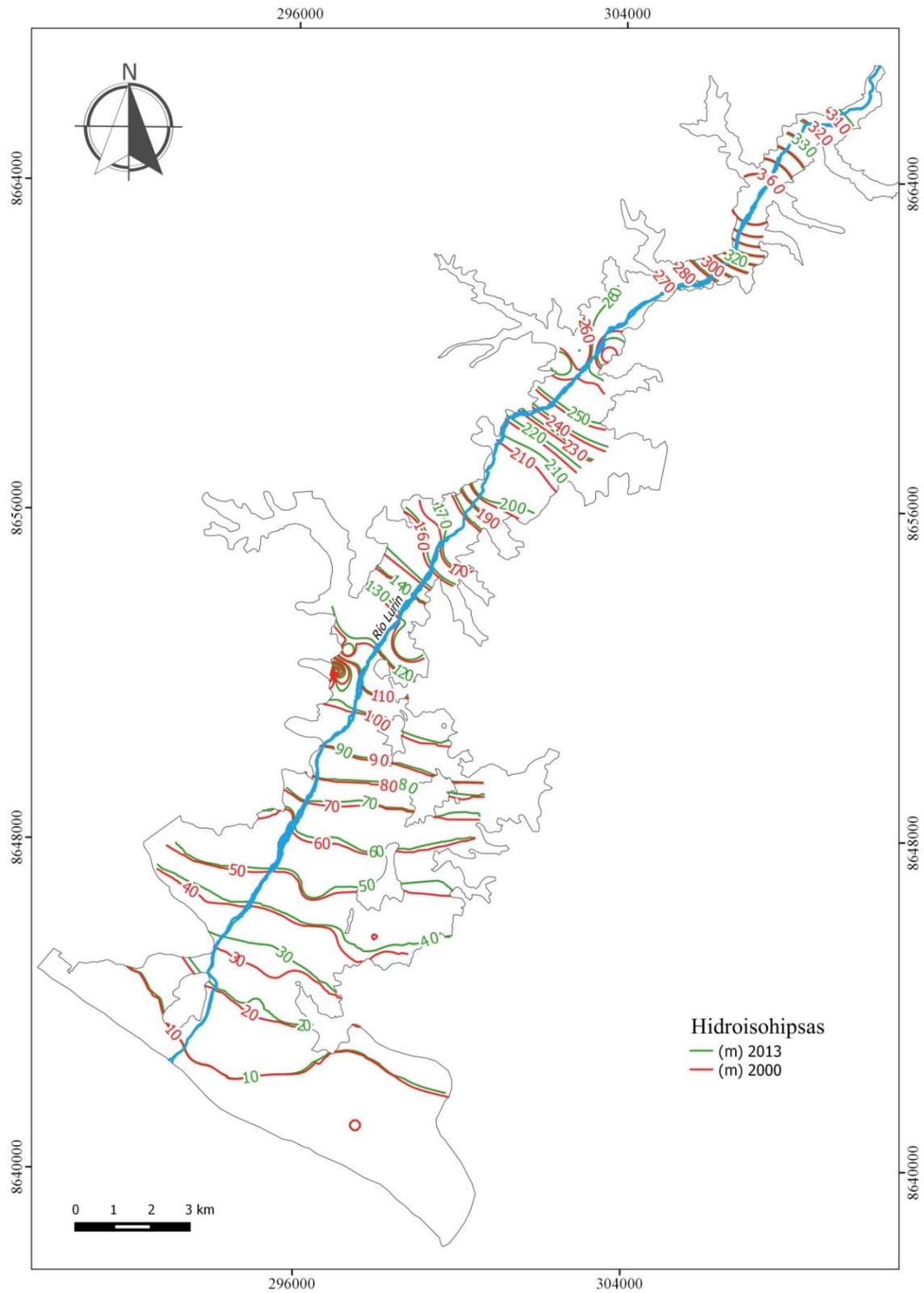


Figura 16: Mapa de hidroisohipsas del valle de Lurín
Fuente: SEDAPAL (2013)

3.2. MATERIALES

3.2.1. Información de calidad del agua subterránea

La información hidrogeoquímica del valle de Lurín se recopiló de 600 pozos de SEDAPAL, 20 pozos de la ANA, 35 pozos del “Laboratorio de Análisis Agua, Suelo y Medio Ambiente” de la Facultad de Ingeniería Agrícola y 31 pozos del “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina, obteniéndose información referida a los parámetros químicos para la actividad doméstica y de riego.

Tabla 5: Parámetros de la calidad del agua subterránea

Parámetros - químicos	Símbolo	Unidad	
Conductividad Eléctrica		dS/m	
pH			
Dureza		mg/l	
Alcalinidad		mg/l	
Cationes	Calcio	Ca ²⁺	mg/l
	Magnesio	Mg ²⁺	mg/l
	Sodio	Na ⁺	mg/l
	Potasio	K ⁺	mg/l
	Boro	B ³⁺	mg/l
Aniones	Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mg/l
	Carbonato	CO ₃ ²⁻	mg/l
	Cloruro	Cl ⁻	mg/l
	Sulfato	SO ₄ ²⁻	mg/l
	Nitrato	NO ₃ ⁻	mg/l

Fuente: Información obtenida de SEDAPAL (2013)

Con la base de datos iniciales del Anexo Tabla A1. 2, se agrupó la información por cada año, para completar los datos temporales de cada pozo de análisis. Se generó mapas de cada parámetro químico por el método de interpolación de *Krigging*, obteniéndose mapas con información anual de las variables interpoladas, luego se extrajo la información puntual requerida con ayuda de un *script* desarrollado con el software R.

En la Figura 17 se esquematiza este procedimiento para el parámetro de conductividad eléctrica, se observa 13 mapas de cada año, los rásters que contienen los datos interpolados y la extracción de la información estimada según las coordenadas de interés (Este y Norte) de cada año analizado.

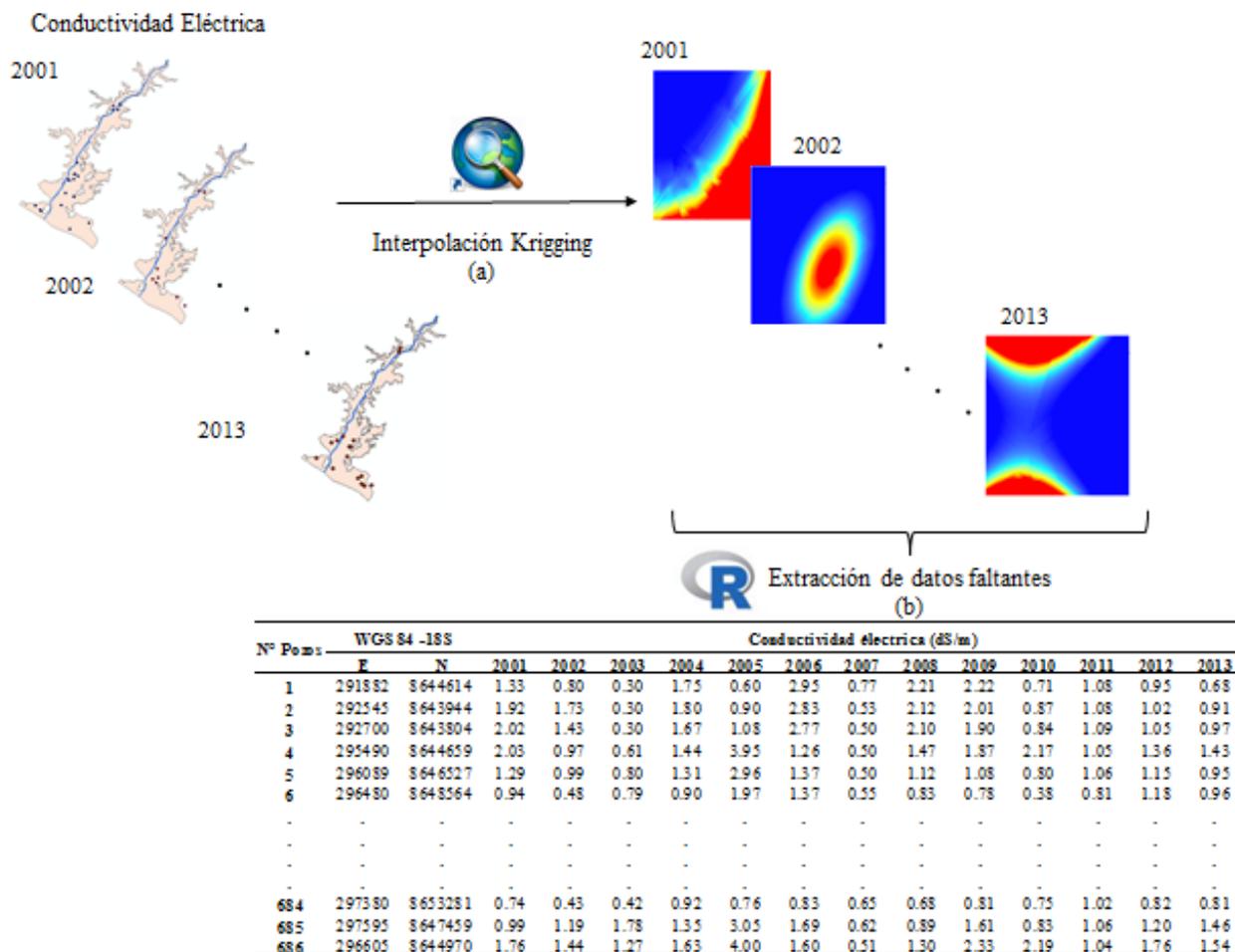


Figura 17: Estimación de datos faltantes para la conductividad eléctrica
Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Herramientas computacionales

Para el desarrollo de la presente investigación se han utilizado los siguientes programas de cómputo que ayudaron a describir la variabilidad espacio-temporal de las características de calidad del agua subterránea (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Programas de cómputo utilizados para el desarrollo de la investigación

Software	Descripción
STATISTICA 2010	Software libre, utilizado para la estadística descriptiva como diagramas <i>Box-plot</i> , estadística multivariada como el análisis de conglomerados jerárquicos y análisis de componentes principales.
ARCGIS 10.2	Software comercial, usado para los métodos de interpolación <i>Krigging</i> y generación de ráster de los parámetros de calidad del agua subterránea.
QGIS 2.14 Essen	Software libre, para procesamiento y presentación de mapas.
Aquachem 2010.1	Software comercial que permitió realizar gráficos de Piper, Stiff y Riverside con datos de calidad del agua subterránea.
Strater 3	Software libre, para la elaboración de perfiles litológicos.
Otros	Excel 2013 usado para realizar cálculos y Microsoft Office 2013 utilizado para la redacción de la tesis.

Fuente: Elaboración propia

3.3. METODOLOGÍA

En el presente acápite, se detallan las técnicas y procedimientos de análisis planteados en la investigación. En la Figura 18 se muestra el esquema de la metodología.

3.3.1. Clasificación hidrogeoquímica del agua subterránea

Se recopiló información de 686 pozos como base de datos iniciales y se seleccionó 190 pozos, en la Tabla 7 se observa que se definieron dos redes hidrogeoquímicas que se agruparon en 97 pozos durante la época seca (junio a setiembre) y 93 pozos en época húmeda (enero a marzo). Los tipos de pozos que se registraron fueron 150 pozos de tajo abierto, 37 tubulares y tres mixtos, en la Figura 19 se indica el porcentaje de pozos tubulares, tajos abiertos y mixtos.

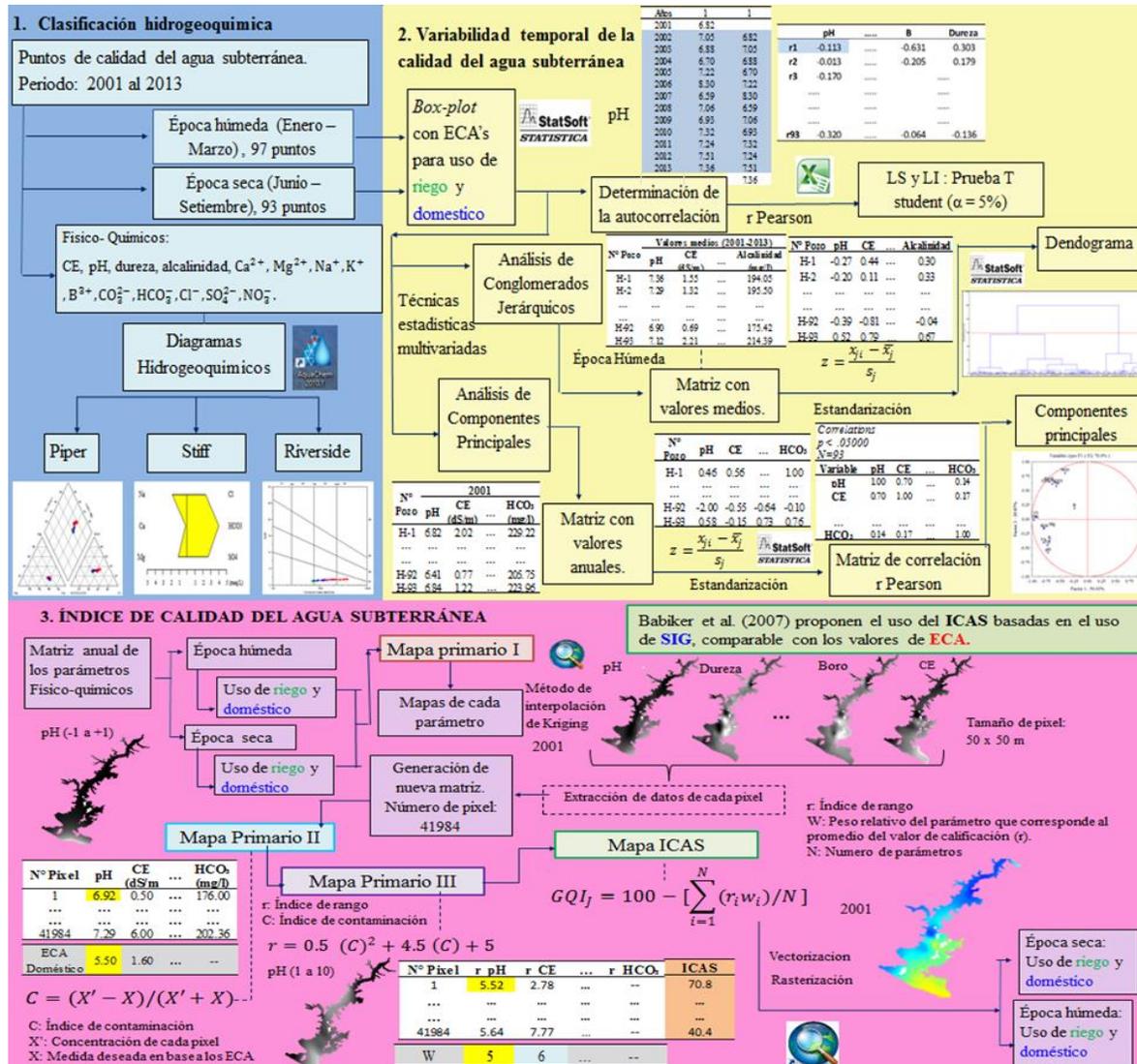


Figura 18: Esquema metodológico de la investigación según los objetivos específicos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Cantidad de pozos evaluados para la época seca y húmeda

	Cantidad de pozos	Cantidad de información obtenida (2001 -2013)
Época Seca (junio-setiembre)	97	1261
Época Húmeda (enero-marzo)	93	1209

Fuente: Información obtenida de SEDAPAL (2013)

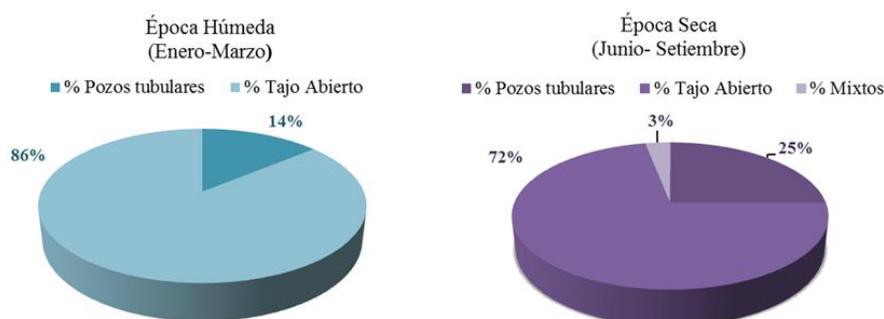


Figura 19: Cantidad de pozos tubulares, tajo abierto y mixtos.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 20 se observa la ubicación de los pozos en el área de estudio, donde los pozos a tajo abierto son los más utilizados en el valle, en el distrito de Lurín se registraron 62 pozos, seguido por el distrito de Pachacámac con 48 pozos y Cieneguilla con 40 pozos. Los pozos tubulares se concentran en el distrito de Lurín con 23 pozos, mientras que en el distrito de Pachacámac existen nueve pozos y en Cieneguilla cuatro pozos de este tipo. Los pozos mixtos se ubican en el distrito de Lurín con tres pozos de la información recopilada. Para tener una visión general de la composición de la calidad del agua subterránea en el valle de Lurín, se determinó el tipo de agua utilizando los diagramas Piper, Stiff y Riverside que permitieron identificar los iones predominantes como los cationes y aniones de la información disponible.

3.3.2. Variabilidad temporal de la calidad del agua subterránea

A fin de realizar el análisis de la variabilidad temporal en el valle de Lurín se ordenaron los resultados de los puntos de análisis de calidad del agua subterránea en hojas de cálculo del programa Excel.

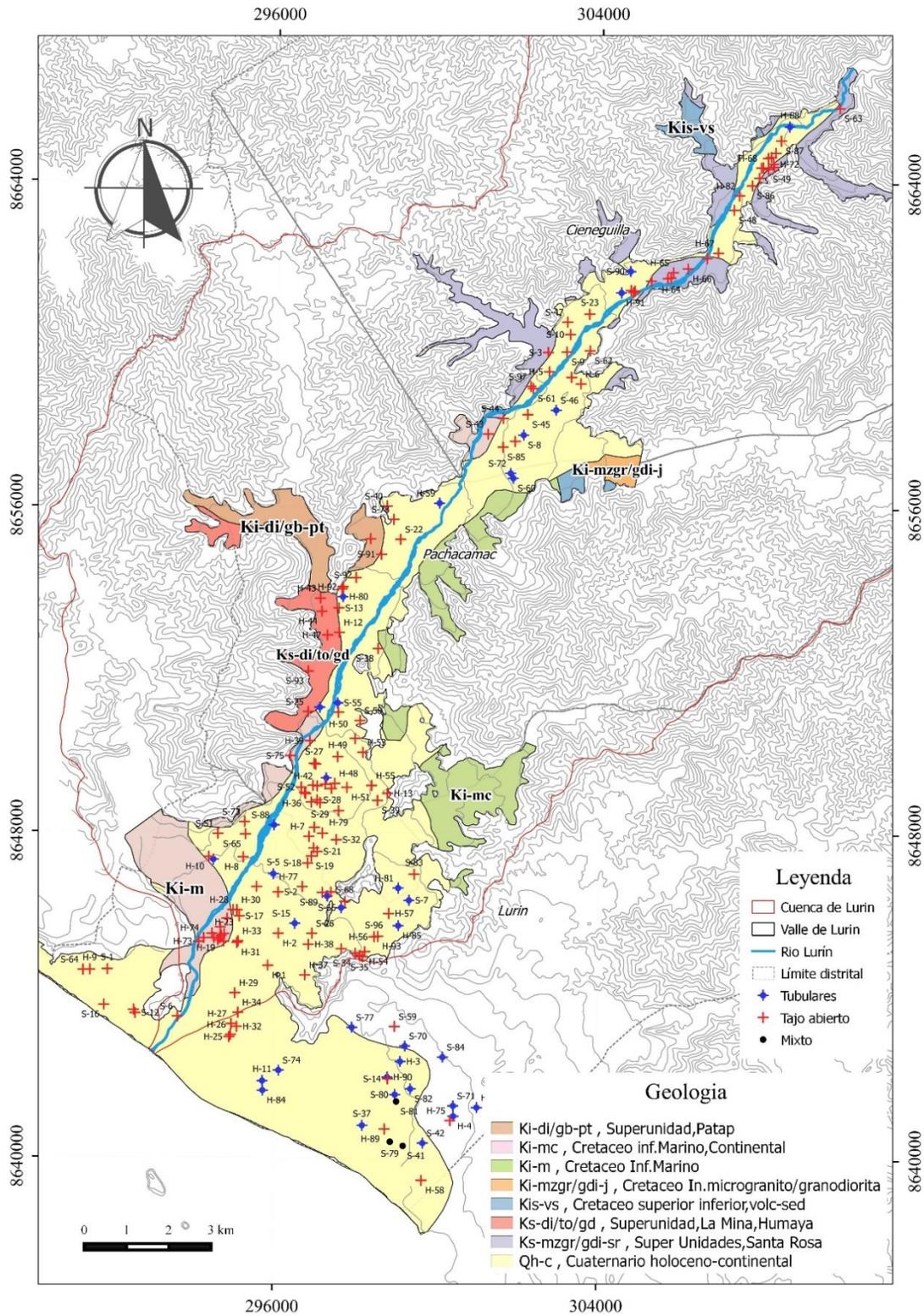


Figura 20: Distribución espacial de la red hidrogeoquímica. Las áreas sombreadas representan la geología del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

a. Análisis con graficas *Box-plot* de los parámetros hidrogeoquímicos

Para el análisis de los parámetros de la calidad del agua subterránea de cada época, se comprobaron la regularidad sin espacios de tal manera que permitió obtener dos matrices de datos. Estas matrices fueron utilizadas para la descripción estadística mediante la elaboración de *Box-plot* con los estándares de calidad de agua con respecto al uso de riego, para la categoría 3 D1: Riego de vegetales (Normativa vigente) y uso doméstico, relacionados al ECA del agua para la categoría A2: agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional (Normativa vigente).

b. Autocorrelación de los parámetros hidrogeoquímicos

La determinación de la autocorrelación se realizó con los datos del mismo punto con tres años de desfase para cada parámetro de calidad del agua subterránea (Figura 21), para obtener una matriz con los coeficientes de correlación de Pearson, que permitió calcular el grado de dependencia de cada punto. Los límites superior e inferior se determinaron con los intervalos de confianza de la prueba t-Student, a un nivel de significación del cinco por ciento; con este procedimiento se analizó si hay un cambio significativo a lo largo del tiempo en los parámetros de calidad del agua subterránea.

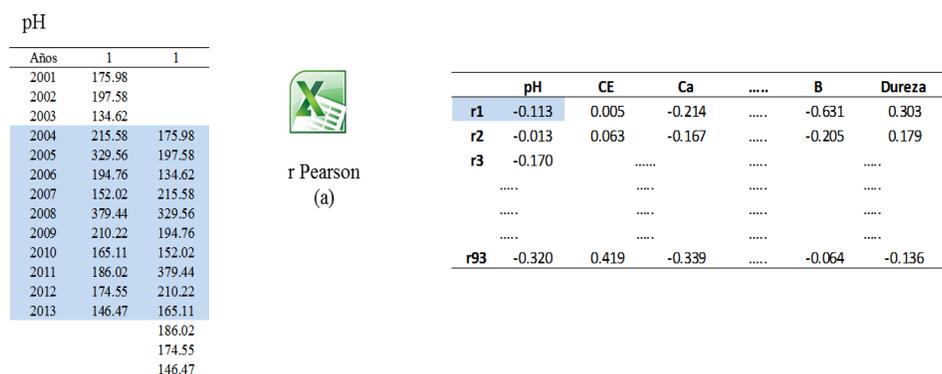


Figura 21: Esquema para obtener la autocorrelación de parámetros hidrogeoquímicos.
Fuente: Elaboración propia

c. Análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ)

La aplicación del ACJ se realizó para agrupar en *Clúster* los sitios de muestreo del agua subterránea, de manera que sean similares entre sí. El ACJ se realizó con el software

STATISTICA utilizando información de los puntos en las épocas seca (97 sitios) y húmeda (93 sitios), con 14 parámetros de calidad del agua subterránea del cual se consideró los valores medios. Luego, los datos se estandarizaron, y se aplicó el método de Ward, que utiliza un análisis de varianza para evaluar la distancia entre los *Clúster*, tratando de minimizar la suma de los cuadrados de los *Clústeres* formados. La distribución de los puntos de muestreo del agua subterránea se agrupó en *Clústeres* con características similares en las diferentes formaciones geológicas de la zona de estudio. En la Figura 22 se esquematiza el procedimiento para el ACJ con datos de calidad del agua subterránea en época húmeda.

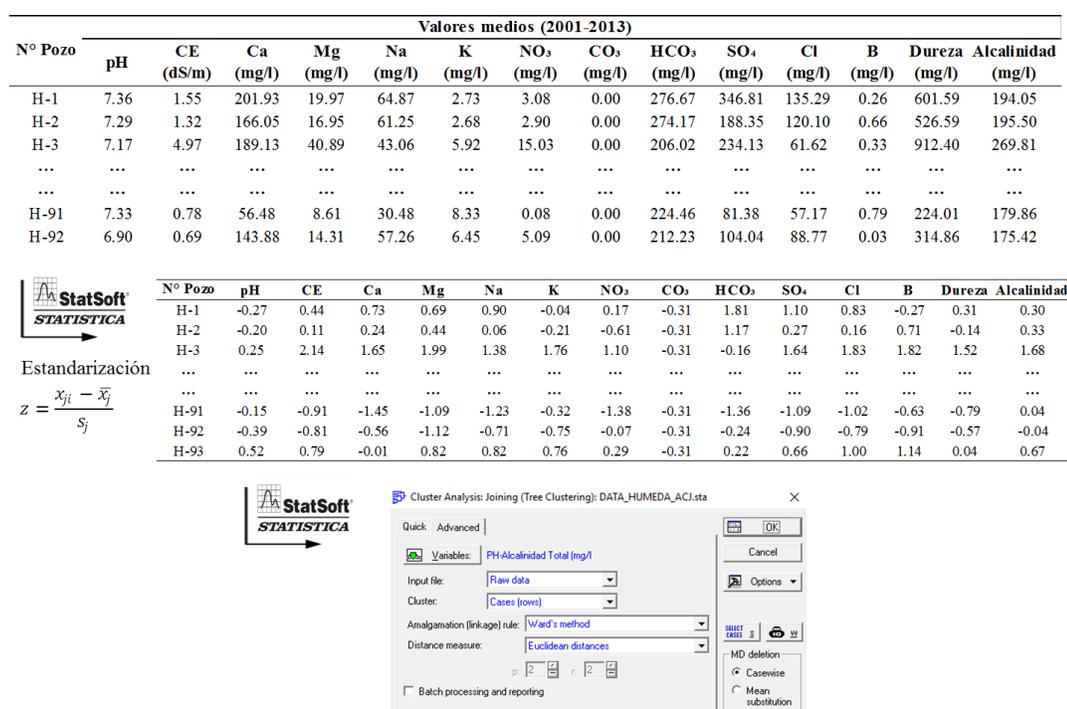


Figura 22: Esquema para el análisis de conglomerados jerárquicos en época húmeda

Fuente: Elaboración propia

d. Análisis de componentes principales (ACP)

El ACP se realizó para generar un nuevo grupo de variables de calidad del agua subterránea, con la finalidad de reducir los datos multidimensionales para cada año. El ACP se realizó con información de 13 parámetros de calidad del agua subterránea como dureza, alcalinidad, calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonato, bicarbonato, sulfato,

cloruro, boro, nitrato, conductividad eléctrica y pH, en las épocas seca y húmeda. Los datos de calidad del agua subterránea se estandarizaron, como medida de asociación se ha utilizado la matriz de correlaciones de Pearson, de tal forma que se reordene y se explique mejor la estructura del sistema subyacente que produce los datos. En la Figura 23, se observa el procedimiento para el ACP con información del 2001 en la época húmeda. Para cada año, con los datos de cada pozo, se hallaron matrices de correlación de cada época. De estas matrices, los parámetros que más se acerquen a la circunferencia del grafico serán los parámetros con correlaciones más altas de la matriz de correlación de Pearson, en el caso que los parámetros se encuentren dentro de un mismo cuadrante corresponden a correlaciones positivas y aquellos que se encuentren en cuadrantes opuestos tendrán correlaciones negativas y finalmente los parámetros más cercanos entre sí serán aquellos que tengan más relación. Se seleccionó las correlaciones positivas con calificaciones más altas; es decir a aquellos valores cercanos a uno, con el objetivo de generar grupos de correlación.

Datos de calidad del agua subterránea (2001)														
Nº Pozo	pH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza a(mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
H-1	6.82	2.02	104.48	22.69	38.11	3.22	28.75	0.00	229.22	128.10	0.03	281.53	219.98	219.98
H-2	6.79	1.61	99.58	22.53	42.05	2.96	21.54	0.00	204.44	136.24	0.68	282.90	205.54	205.54
H-3	7.04	2.58	231.19	23.01	43.61	9.15	2.19	0.00	210.64	172.49	0.49	407.84	189.37	189.37
...
H-91	6.61	0.69	78.43	13.12	35.17	2.71	1.03	0.00	187.79	59.83	0.00	188.55	149.39	149.39
H-92	6.41	0.77	68.91	13.54	44.45	2.73	19.39	0.00	205.75	76.66	0.75	211.43	180.87	180.87
H-93	6.84	1.22	146.43	21.37	52.02	7.36	26.98	0.00	223.96	102.17	0.45	305.70	222.97	222.97

Nº Pozo	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	NO ₃	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl	B	Dureza	Alcalinidad
H-1	0.46	0.56	-0.01	1.13	-0.67	-0.62	0.85	-0.31	1.00	1.28	0.44	-1.06	0.54	1.32
H-2	0.25	0.20	-0.10	1.09	-0.24	-0.78	0.33	-0.31	-0.16	0.45	0.64	0.99	0.56	0.70
H-3	1.73	1.05	2.23	1.21	-0.07	2.89	-1.07	-0.31	0.13	2.71	1.52	0.40	2.84	0.01
...
H-91	-0.83	-0.61	-0.47	-1.21	-0.99	-0.92	-1.15	-0.31	-0.94	-1.39	-1.22	-1.13	-1.15	0.41
H-92	-2.00	-0.55	-0.64	-1.11	0.02	-0.91	0.17	-0.31	-0.10	-0.21	-0.81	1.21	-0.74	0.29
H-93	0.58	-0.15	0.73	0.81	0.84	1.83	0.72	-0.31	0.76	0.22	-0.19	0.29	0.98	0.01

Estandarización

$$z = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{s_j}$$

Variable	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	NO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl	B	Dureza	Alcalinidad
pH	1.00	0.70	0.83	0.56	0.10	0.79	-0.14	0.14	0.47	0.62	-0.17	0.69	0.14
CE	0.70	1.00	0.65	0.69	0.12	0.46	-0.07	0.17	0.70	0.69	0.22	0.62	0.16
Ca	0.83	0.65	1.00	0.47	0.35	0.83	-0.01	0.29	0.57	0.66	-0.10	0.81	0.28
Mg	0.56	0.69	0.47	1.00	0.19	0.35	0.18	0.33	0.78	0.77	0.38	0.73	0.44
Na	0.10	0.12	0.35	0.19	1.00	0.26	0.59	0.68	0.17	0.54	0.08	0.52	0.71
K	0.79	0.46	0.83	0.35	0.26	1.00	0.02	0.27	0.38	0.52	-0.15	0.70	0.25
NO ₃	-0.14	-0.07	-0.01	0.18	0.59	0.02	1.00	0.66	0.12	0.46	0.23	0.39	0.77
CO ₃ -HCO ₃	0.14	0.17	0.29	0.33	0.68	0.27	0.66	1.00	0.35	0.54	0.04	0.59	0.88
SO ₄	0.47	0.70	0.57	0.78	0.17	0.38	0.12	0.35	1.00	0.71	0.49	0.74	0.40
Cl	0.62	0.69	0.66	0.77	0.54	0.52	0.46	0.54	0.71	1.00	0.31	0.86	0.10
B	-0.17	0.22	-0.10	0.38	0.08	-0.15	0.23	0.04	0.49	0.31	1.00	0.21	0.15
Dureza	0.69	0.62	0.81	0.73	0.52	0.70	0.39	0.59	0.74	0.86	0.21	1.00	0.64
Alcalinidad	0.14	0.16	0.28	0.44	0.71	0.25	0.77	0.88	0.40	0.10	0.15	0.64	1.00

Correlations (Datos Años Humeda)
Marked correlations are significant at p < .05000
N=93 (Casewise deletion of missing data)

Figura 23: Esquema para análisis de componentes principales

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Variabilidad espacial de la calidad del agua subterránea

Mediante la evaluación del índice de calidad del agua subterránea (ICAS) del enfoque realizado por Babiker, Mohamed y Hiyama basado en sistemas de información geográfica. Con la información de los parámetros químicos de los puntos en la época seca y húmeda, se tabularon para obtener matrices durante el periodo del 2001 al 2013, con la información ordenada se procedió a calcular el índice de calidad del agua subterránea para cada año.

Primero, se generó los Mapas Primarios I, para ello se obtuvo mapas de cada parámetro durante cada año utilizando la interpolación de *kriging* con el software ARCGIS 10.2, con un tamaño de celda de 50 por 50 metros, luego se obtuvo los valores de cada celda que abarca el área de estudio y se generó una nueva matriz de datos de cada parámetro evaluado durante el periodo de análisis. En la Figura 24 se muestra el procedimiento con datos del 2001 en la época húmeda.

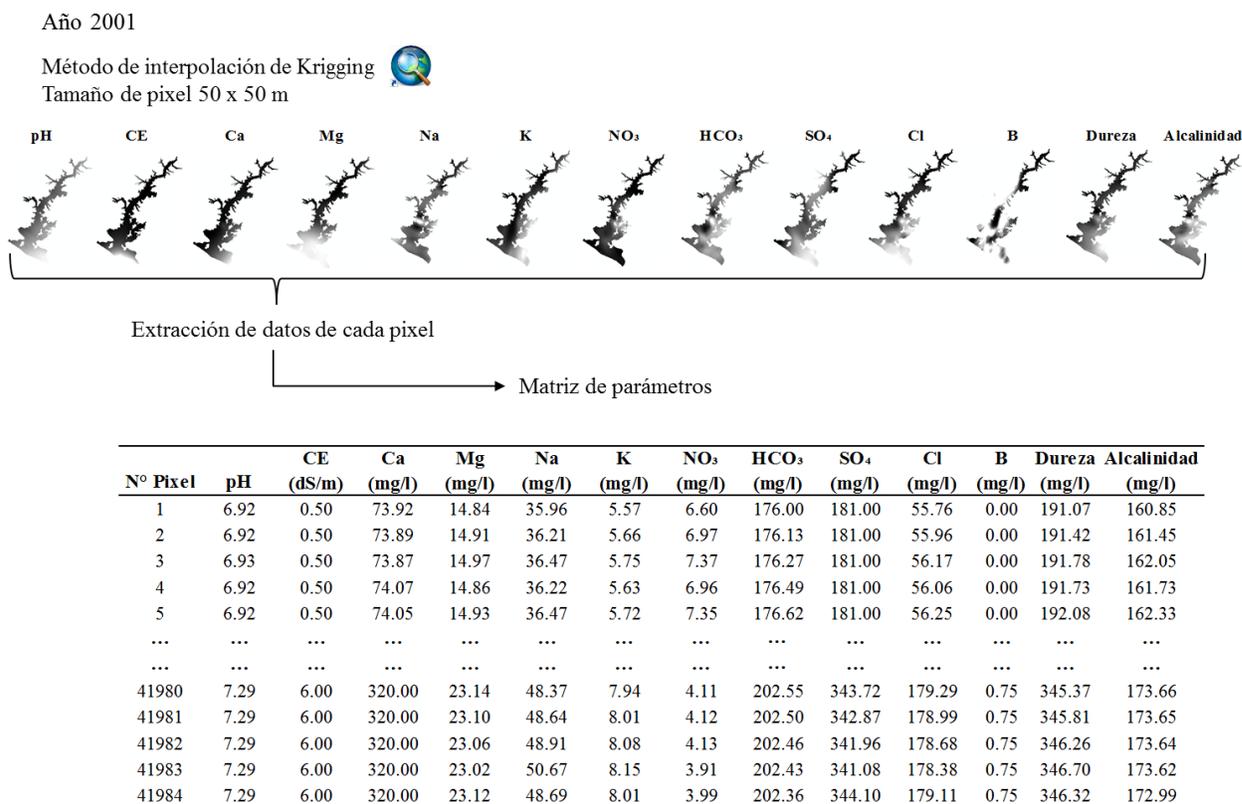


Figura 24: Esquema para la generación del Mapa Primario I

Fuente: Elaboración propia

Segundo, se obtuvo los Mapas Primarios II, relacionando la matriz de datos obtenidos en los Mapas Primarios I comparándolo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua) Categoría 3 D1: riego de vegetales y ECA para agua Categoría A2: agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional asociado también a los valores de la norma OMS para el agua potable, usando la fórmula de índice de diferencia normalizada se generaron los valores de índice de contaminación para cada celda o pixel. En la Figura 25 se muestra el procedimiento con datos de cada pixel en época húmeda comparados con el ECA para uso doméstico.

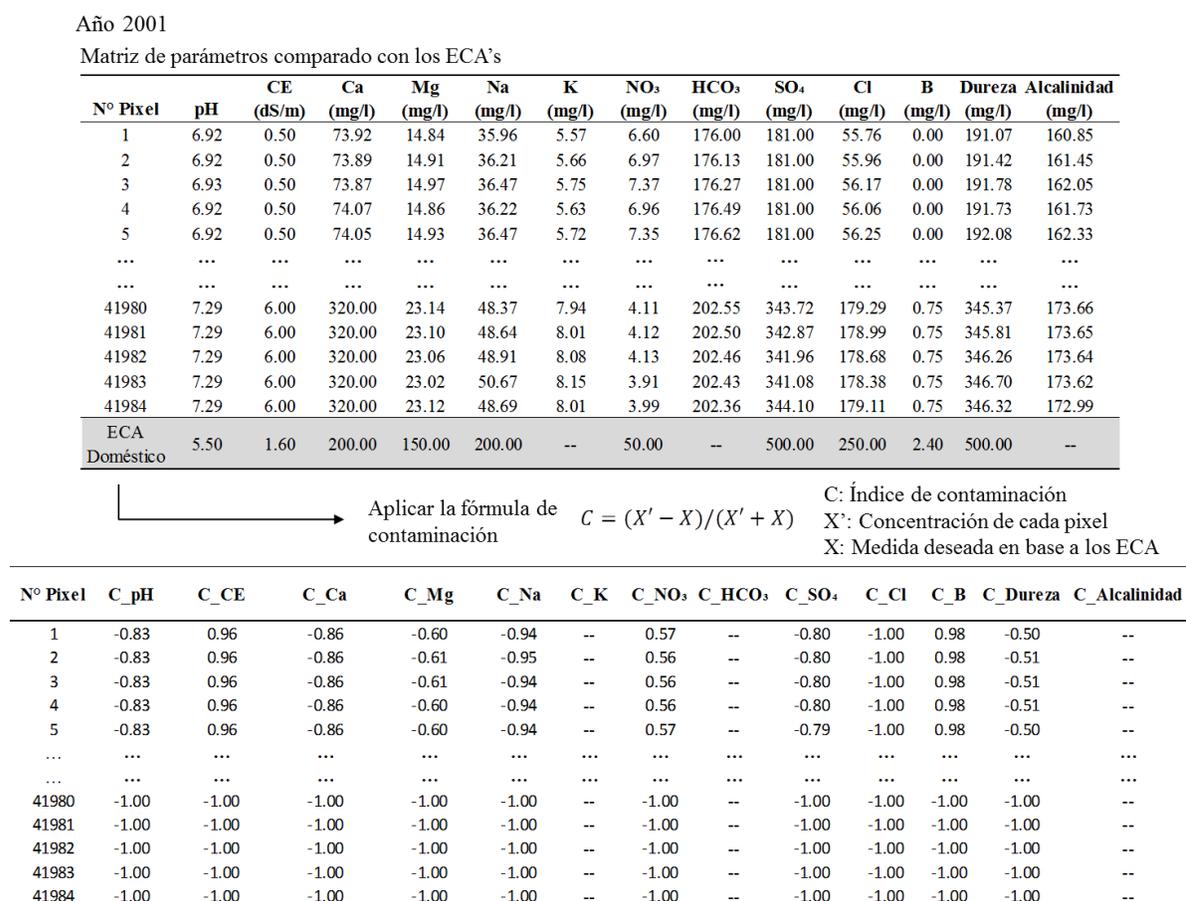


Figura 25: Esquema para la generación del Mapa Primario II

Fuente: Elaboración propia

Tercero, los mapas de rangos se obtuvieron para la calificación de los índices de contaminación, utilizando la función polinómica de calificación de rangos para cada celda. La ponderación se realizó de acuerdo al grado de parámetros que son más nocivos de acuerdo al tipo de uso, ya sea agrícola y doméstico. Los mapas de índice de calidad

del agua subterránea se desarrollaron para la época seca y húmeda, considerando el tipo de uso del agua subterránea. En la Figura 26 se muestra el procedimiento con datos de los índices de contaminación del 2001 en la época húmeda.

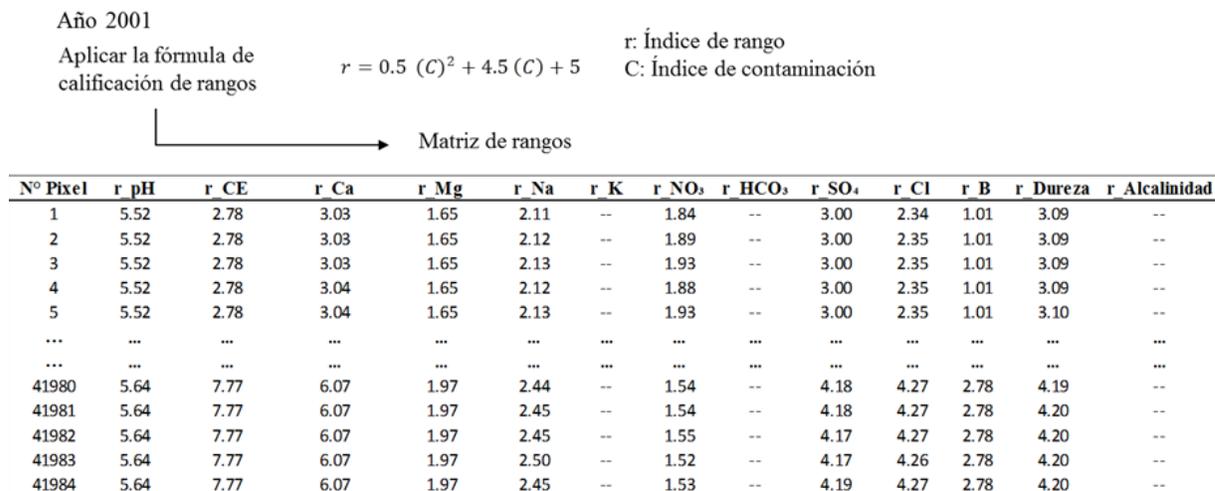


Figura 26: Esquema para la generación del Mapa de rangos

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión se presentan teniendo en cuenta: i. resultados de la clasificación hidrogeoquímica del valle de Lurín, ii) resultados del análisis de la variabilidad temporal de la calidad de agua subterránea del valle de Lurín y iii) resultados del análisis de la variabilidad espacial de la calidad del agua subterránea en el valle de Lurín, a través del índice de calidad del agua subterránea asociado a técnicas de información geográfica.

4.1. CLASIFICACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La clasificación hidrogeoquímica se realizó mediante el análisis de los diagramas hidrogeoquímicos en el valle de Lurín con información de los 190 pozos seleccionados. Se analizó los aniones (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^-) y los cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) mayoritarios, además de parámetros de campo como pH y conductividad eléctrica. La representación gráfica de la información química en el diagrama Piper (Figura 27) y Stiff (Figura 28) ha permitido identificar la clasificación hidrogeoquímica en cada distrito del valle de Lurín. Mientras que la clasificación de agua para riego, se realizó el diagrama de Riverside (Figura 29).

4.1.1. Distrito de Lurín

En el distrito de Lurín, el agua de los pozos que se localizan al margen del río Lurín son del tipo bicarbonatada-cálcica, con valores de conductividad eléctrica menores a 2.00 dS/m. Mientras que en la zona urbana de valle, el agua es del tipo sulfatada-cálcica, con valores de sulfato que oscilan de 8.00 a 11.00 mg/l, con conductividades eléctricas cuyos valores puntuales son de 8.90 a 11.00 dS/m que corresponden a agua de muy alta mineralización.

En el diagrama Stiff se observa que los pozos mantienen el patrón característico del agua subterránea. El agua bicarbonatada cálcica de baja mineralización, obtenida en los pozos del cretáceo inferior y cuaternario reciente ubicadas en las cercanías del río Lurín,

contienen levemente cloruros y sulfatos. En la zona urbana, los pozos pertenecen al cuaternario reciente, constituido principalmente por depósitos aluviales; el agua sulfatada procede de la oxidación de sulfuros que se encuentran ampliamente distribuidas en las rocas así como la descomposición de la materia orgánica, en esta zona se encontró calcio y sodio ya que el comportamiento del sulfato tiene a formar estos iones complejos.

En el diagrama de Riverside se observa que predomina la clase C4S1, que corresponde a agua de alto contenido de salinidad y bajo sodio, que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas condiciones. Asimismo, en otros sectores del distrito, se encontró la clase C3S1 que representan agua de alta salinidad y bajo contenido de sodio que no son adecuados para determinados cultivos.

4.1.2. Distrito de Pachacámac

El agua subterránea de la margen izquierda del río Lurín, en su mayoría es bicarbonatada cálcica, con valores de bicarbonato mayores a 300 mg/l. Por otro lado, los valores de pH oscilan de 6.22 a 8.30 y representa al agua ligeramente ácida a alcalina, la conductividad eléctrica fluctúa, entre 0.30 a 3.90 dS/m, valores que representa agua de baja a alta mineralización. Con respecto a la margen derecha del río Lurín, los pozos contienen agua del tipo clorurada-sódica, con valores de cloruro de 300 a 700 mg/l.

En la Figura 28 se observa que los pozos que contienen agua bicarbonatada cálcica pertenecen a la formación de Cuaternario reciente y Cretáceo superior. El calcio puede ser liberado de las plagioclasas cálcicas, al margen derecho del río se descarta el origen marino del agua ya que el diagrama Stiff indica que no existe equilibrio entre los cloruros y sodios presentes. En la Figura 29, predominan las clases C2S1 y C3S1, la primera clase son agua de buena calidad y apta para la agricultura, mientras que la segunda puede ser utilizada en la agricultura bajo ciertas condiciones.

4.1.3. Distrito de Cieneguilla

En el distrito de Cieneguilla, los pozos cerca o lejos del río Lurín, contienen agua del tipo bicarbonatada-sódica o bicarbonatada cálcica, con valores de pH que varía entre 6.20 a 11.31, valores que representa al agua ligeramente ácida a alcalina. Los valores de

conductividad oscilan de 0.30 a 1.20 dS/m, que representan a agua de baja a ligeramente mineralizada, en esta zona se han obtenido las concentraciones más bajas en todo el valle.

El diagrama Stiff permite visualizar que los pozos pertenecen a la formación del Cuaternario Reciente y Cretáceo Superior. El agua bicarbonatada proviene de los macizos ígneos y las características químicas que son definidas por el proceso de hidrólisis de los minerales presentes. Las clases de agua para riego que destaca es C2S1 de mediana salinidad y bajo sodio, son agua de buena calidad y aptas para la agricultura; en segundo orden se encuentran la C3S1, agua de alta salinidad y bajo sodio.

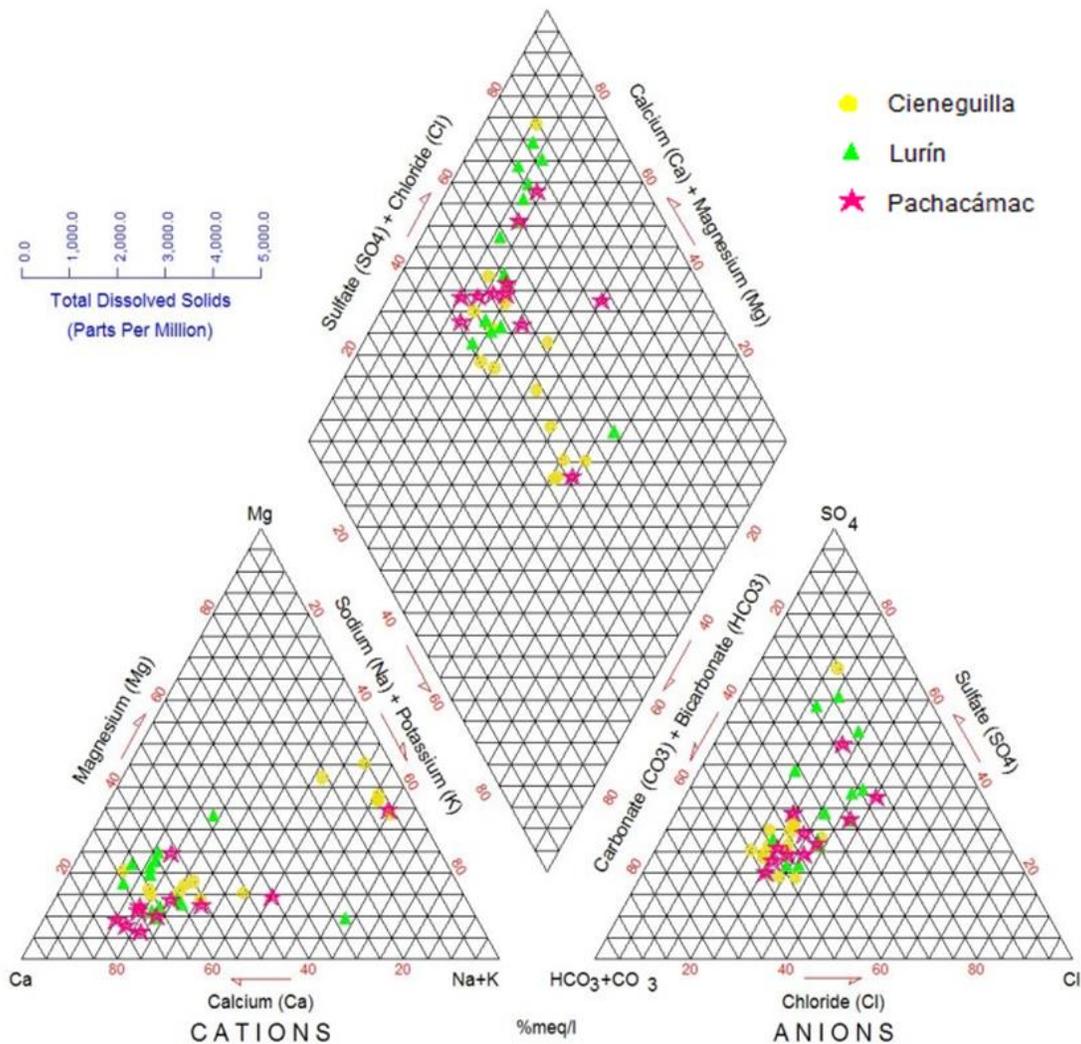


Figura 27: Diagrama Piper

Fuente: Elaboración propia

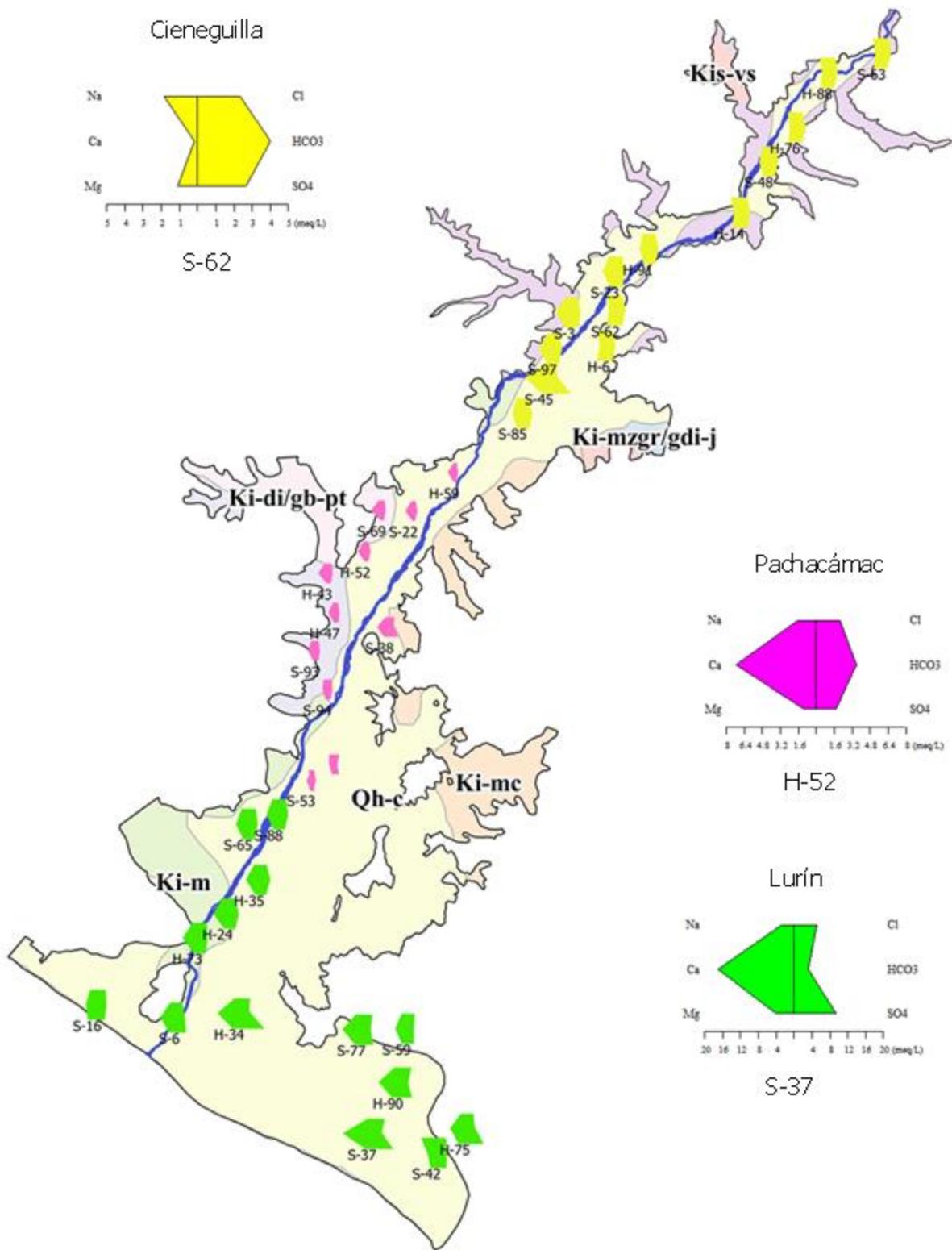


Figura 28: Diagrama de Stiff con la geología de la zona de estudio
 Fuente: Elaboración propia

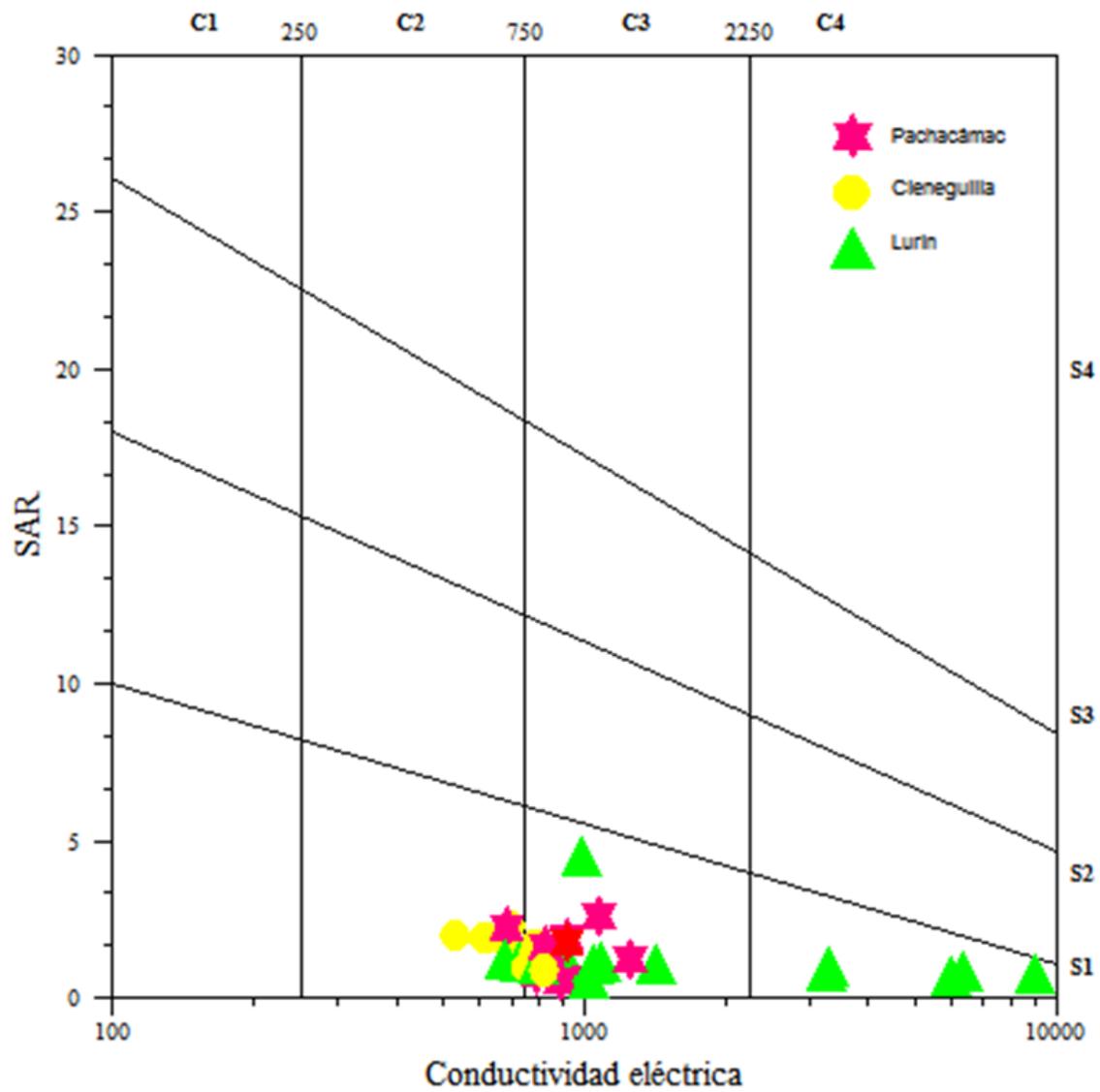


Figura 29: Diagrama de Riverside
Fuente: Elaboración propia

4.2. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El análisis de las gráficas *Box-plot* se realizó para los puntos durante las épocas húmeda y seca, donde la línea verde representa el ECA para la categoría III (uso de riego) y la línea azul representa el ECA para la categoría II (uso doméstico).

4.2.1. Análisis *Box-plot* de los parámetros hidrogeoquímicos en época húmeda

En la Figura 30 se observa que los valores de pH varían de 5.80 a 8.75, cuyo alto valor fue en el 2010, indicando que la naturaleza del agua subterránea es ligeramente ácida a alcalina. Los valores de conductividad eléctrica variaron de 0.30 a 4.00 dS/m, registrándose altos valores en el 2005, cuya agua es de baja mineralización a ligeramente mineralizada. Las concentraciones de dureza varían de 87.45 a 912.40 mg/l, durante el 2009 y 2013, se caracterizan por ser agua blanda a muy dura.

La longitud de los *Box-plot* de los parámetros es de tamaño variado, esto indica las grandes variaciones temporales. Es perceptible que los valores medios de los parámetros como pH y conductividad eléctrica permanecen dentro del ECA según el uso de riego, mientras que los bigotes superiores de los parámetros de pH (2011), conductividad eléctrica (2001, 2002, 2005, 2006 y 2010), exceden el ECA para uso de riego para los años descritos.

Con respecto a los parámetros de calidad del agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de parámetros como pH permanecen dentro del ECA para uso doméstico, a diferencia de la conductividad eléctrica cuyo valor medio exceden el valor permitido para el 2005 y 2004 respectivamente. Los bigotes superiores de los parámetros de pH (2011), conductividad eléctrica (todos los años a excepción del 2007 y 2011), dureza (2006, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013) exceden el ECA para uso doméstico.

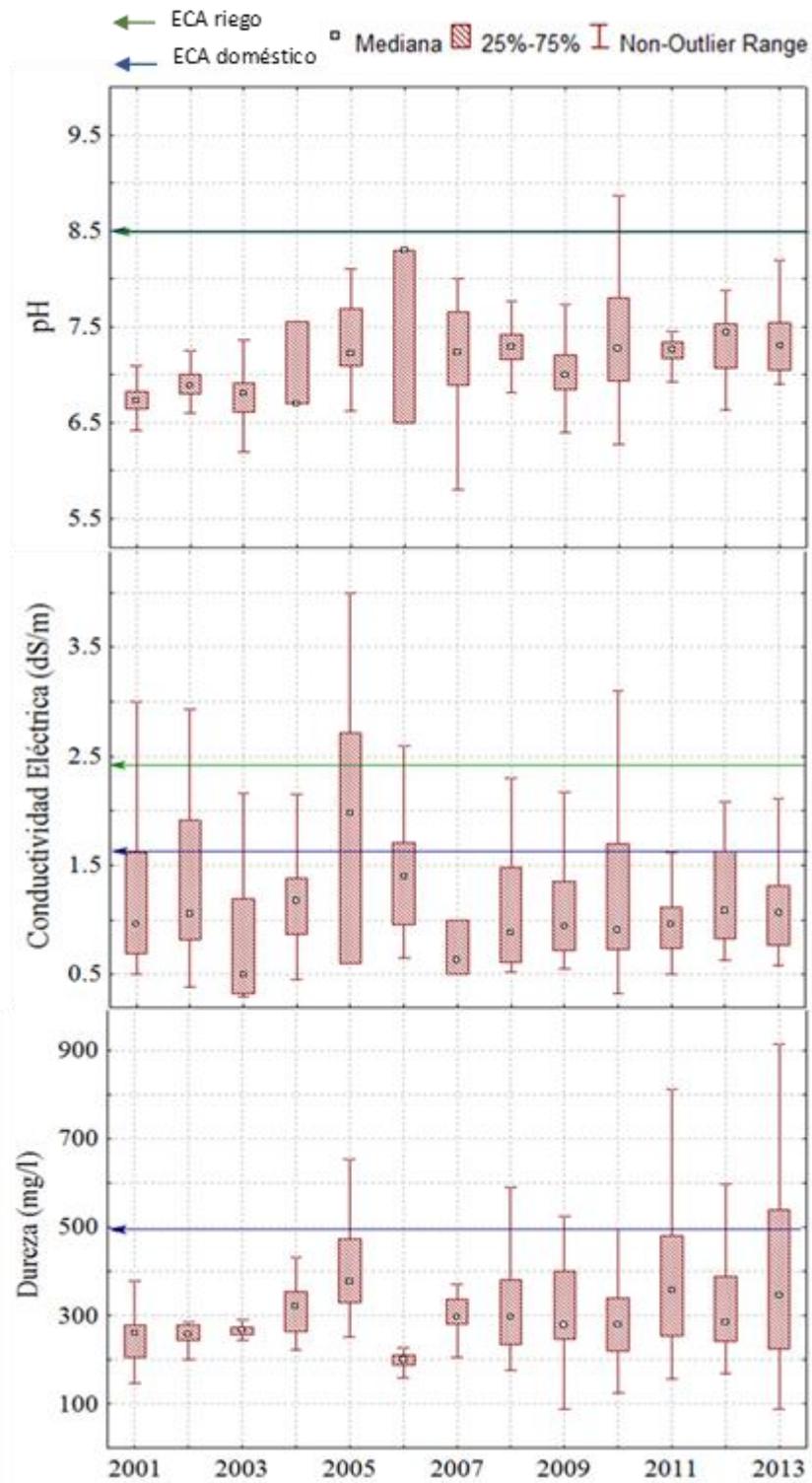


Figura 30: *Box-plot* de la variabilidad temporal del pH, conductividad eléctrica y dureza en época húmeda.

En la Figura 31, los valores de alcalinidad se encuentran en el rango de 61.28 a 337.18 mg/l, cuyo alto valor se registró en el 2008. Por otra parte, las concentraciones de boro varían de 0.00 a 1.80 mg/l, con altos valores en el 2002. Se observa que los valores medios boro, permanecen dentro del ECA según el uso de riego, asimismo, los bigotes superiores de boro (2002) exceden el ECA para uso de riego para los años descritos. El parámetro de boro presenta altas concentraciones en el 2002, 2010 y 2011, que se atribuyen a la recarga reducida a causa de la ocurrencia de escasas precipitaciones durante esos años.

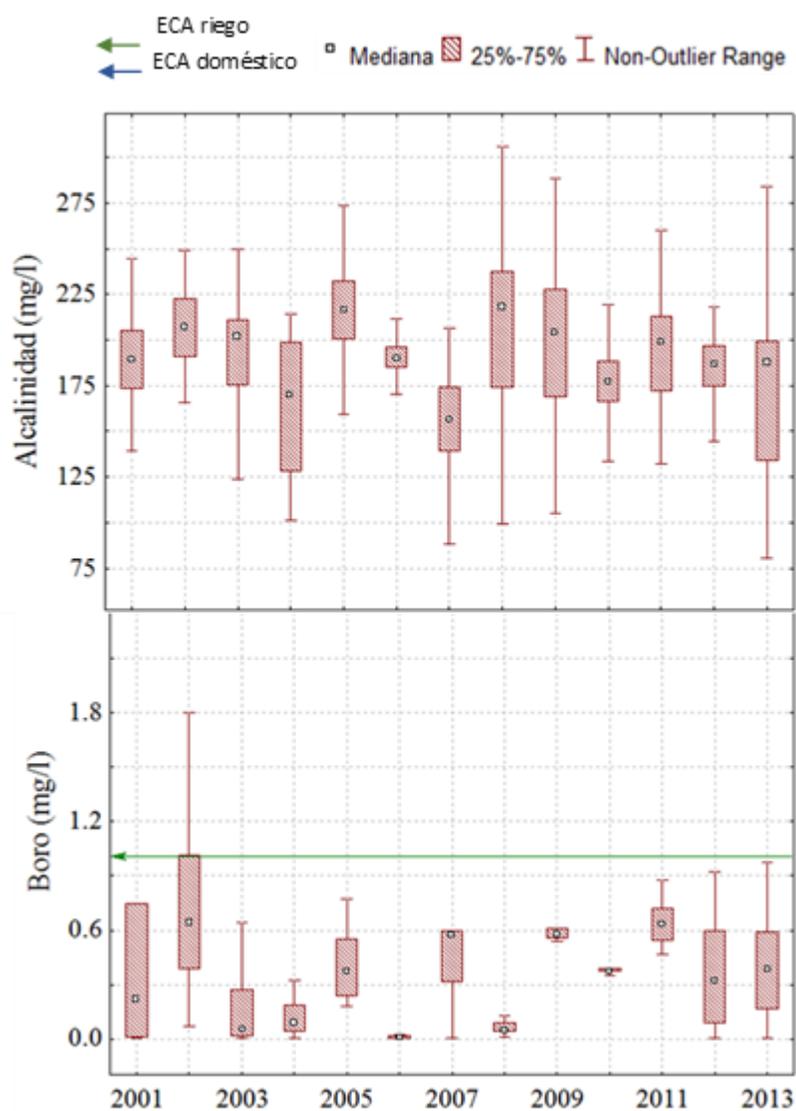


Figura 31: Box-plot de la variabilidad temporal de alcalinidad y boro en época húmeda.

En la Figura 32, las concentraciones del calcio variaron en un intervalo de 4 a 346 mg/l, donde el alto valor se registró en el 2003. El valor medio de calcio para el 2004 se encuentra por encima del valor permitido; asimismo, los bigotes superiores de calcio (2003, 2005, 2009 y 2013) exceden el ECA para uso de riego para los años descritos. Las concentraciones del magnesio variaron desde 2.00 hasta 43.10 mg/l, mientras que valores medios permanecen dentro del ECA para uso doméstico.

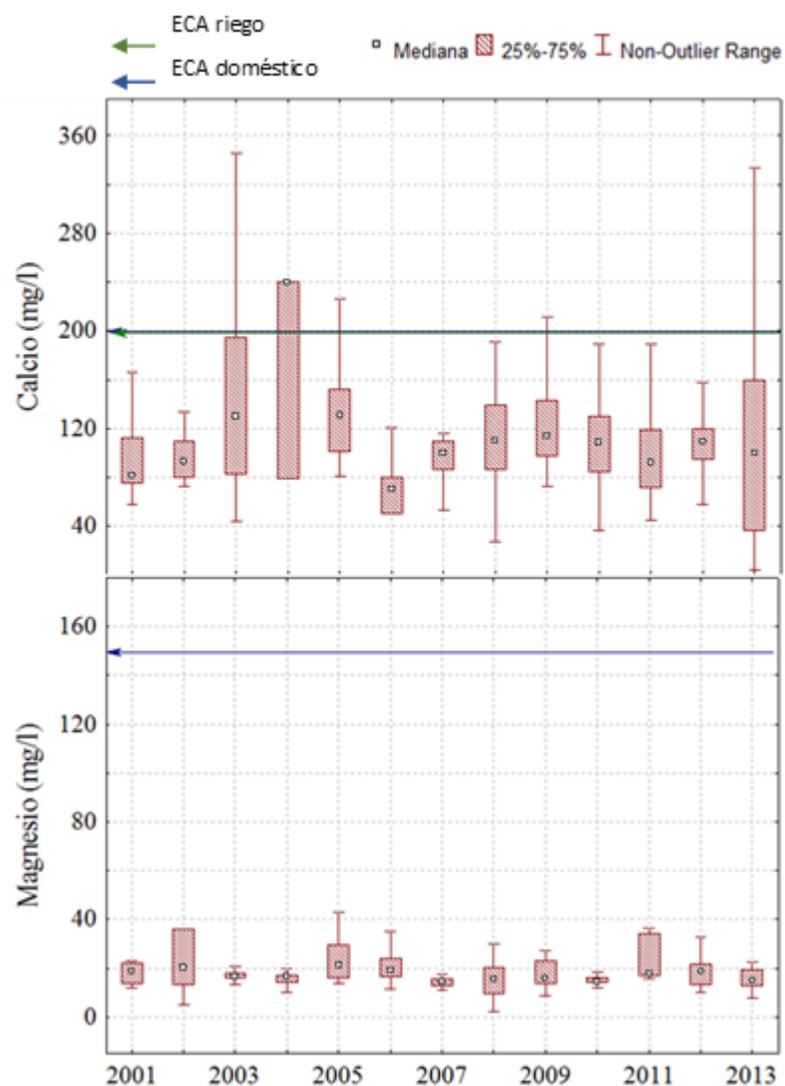


Figura 32: *Box-plot* de la variabilidad temporal de calcio y magnesio en época húmeda.

En la Figura 33, los valores de sodio oscilan de 20.12 a 259.06 mg/l, que fueron registrados en el 2013 y 2012. Los valores medios de sodio permanecen dentro del ECA según el uso de riego y doméstico. Los bigotes superiores de los parámetros de sodio en

el 2012 exceden el ECA para uso doméstico. El sodio presenta altas concentraciones en el 2002, 2010 y 2011, debido a escasas precipitaciones durante esos años. Con respecto a las concentraciones de potasio variaron de 0.37 a 29.01, con altos valores en el 2012.

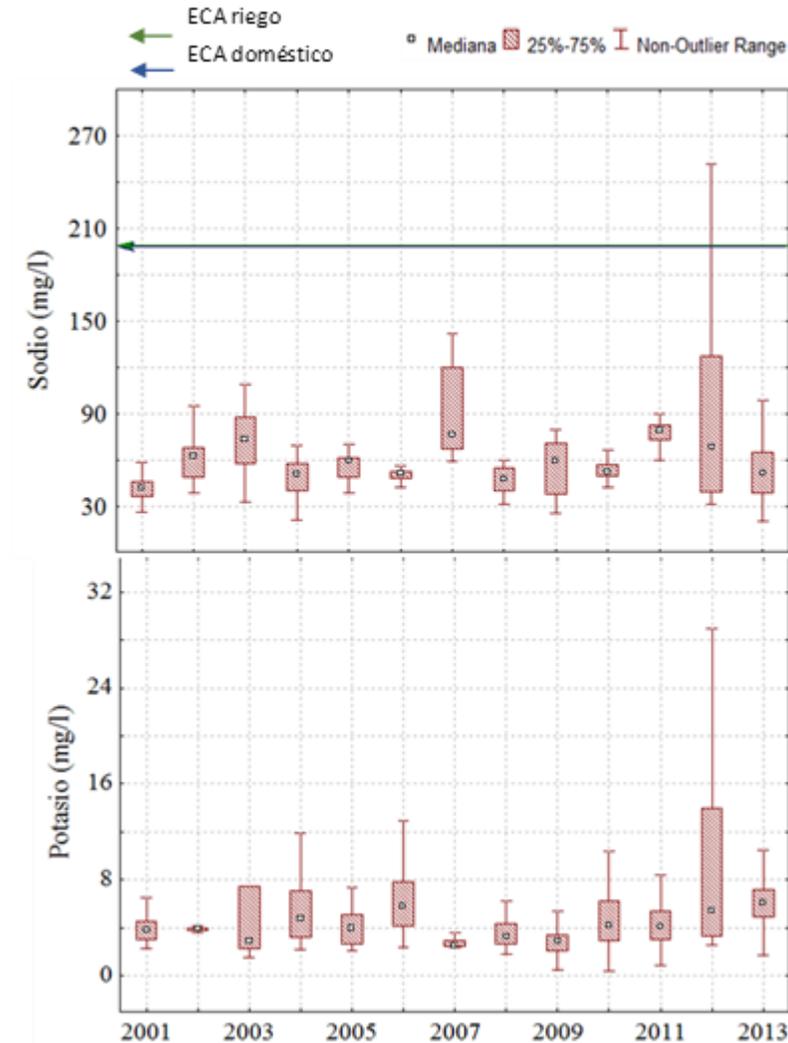


Figura 33: Box-plot de la variabilidad temporal de sodio y potasio en época húmeda.

En la Figura 34, los valores de cloruro varían desde 41.00 a 422.40, registrados en el 2007 y 2005. Las concentraciones de sulfato oscilan de 45.76 a 422.14 mg/l, en el 2002 y 2009. Los valores medios de cloruro permanecen dentro del ECA según el uso de riego. Con respecto a los parámetros de calidad del agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de cloruro y sulfatos permanecen dentro del ECA, a diferencia de los bigotes superiores de cloruro (2005, 2008, 2009, 2011 y 2012) que exceden el ECA.

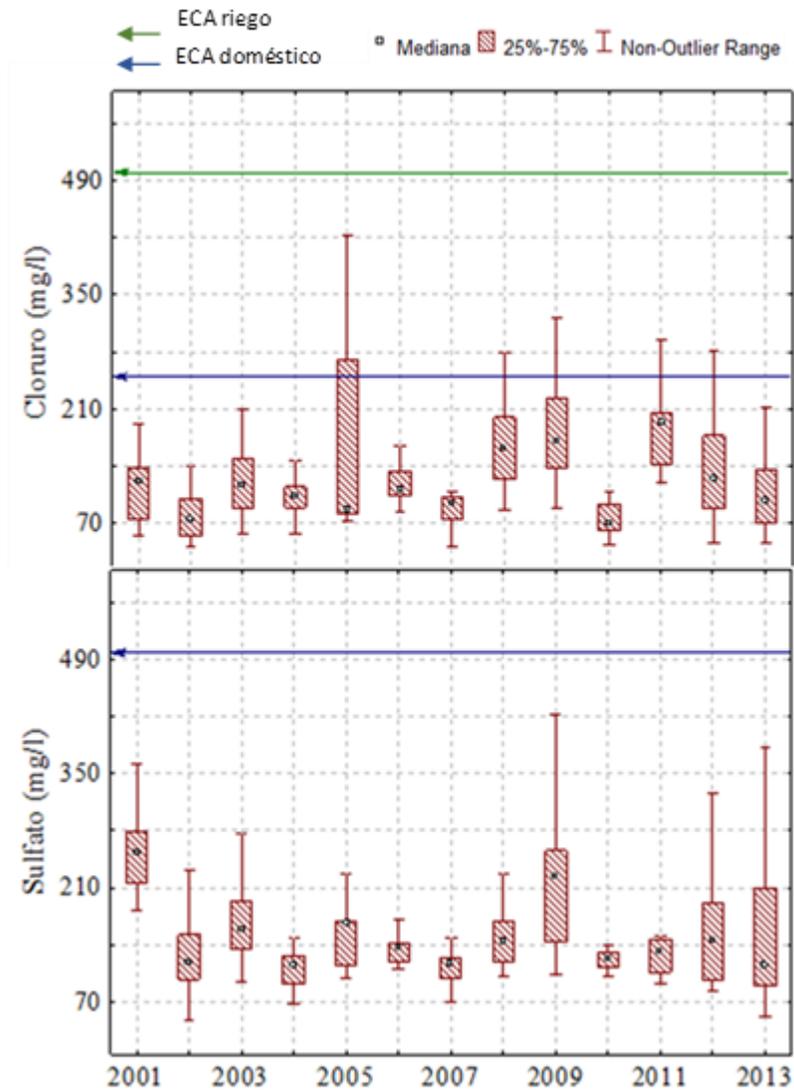


Figura 34: *Box-plot* de la variabilidad temporal de cloruro y sulfato en época húmeda.

En la Figura 35, los niveles del nitrato detectados en el agua subterránea varían de 0.00 a 46.67 mg/l, cuyas altas concentraciones son tóxicas. Las concentraciones de bicarbonato varían de 89.18 a 318.33 mg/l, el bicarbonato, responsable de la alcalinidad del agua subterránea. Los valores medios de nitratos y bicarbonato, permanecen dentro del ECA según el uso de riego. Mientras que los valores medios de nitratos, permanecen dentro del ECA para uso doméstico.

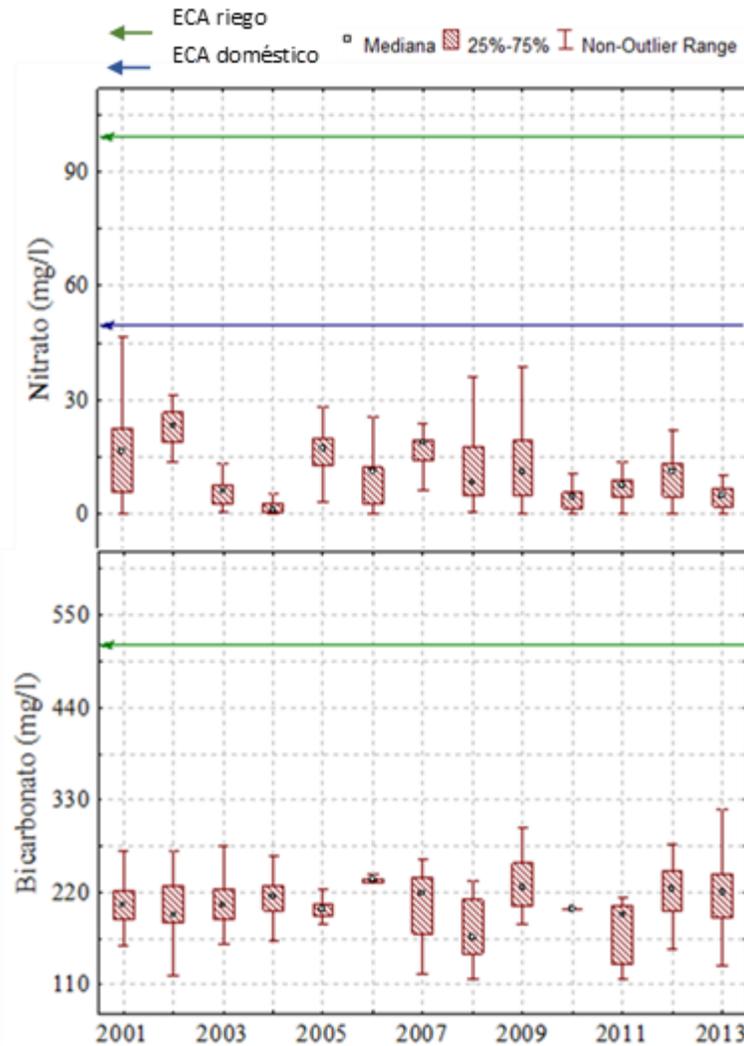


Figura 35: *Box-plot* de la variabilidad temporal de nitrato y bicarbonato en época húmeda.

4.2.2. Análisis *Box-plot* de los parámetros hidrogeoquímicos en época seca

En la Figura 36, los valores de pH varían de 5.80 a 9.06, cuyo alto valor fue en el 2010, indicando que la naturaleza del agua subterránea es ligeramente ácido a alcalina. Las concentraciones de conductividad eléctrica varían de 0.30 a 4.16 dS/m, registrándose altos valores en el 2006. Los valores de dureza oscilan de 13.91 a 866.48 mg/l. Los valores medios de pH y conductividad eléctrica permanecen dentro del ECA para uso de riego; sin embargo, los bigotes superiores para pH (2011) y conductividad eléctrica (2001-2006 y 2009) exceden los valores permitidos. Referente a los parámetros de calidad de agua subterránea para uso doméstico, los valores medios de pH y dureza

permanecen dentro del ECA, mientras que los bigotes superiores de pH (2011), conductividad eléctrica (todos los años a excepción de 2007 y 2011) y dureza (2005, 2006, 2008, 2011 y 2013) exceden el ECA.

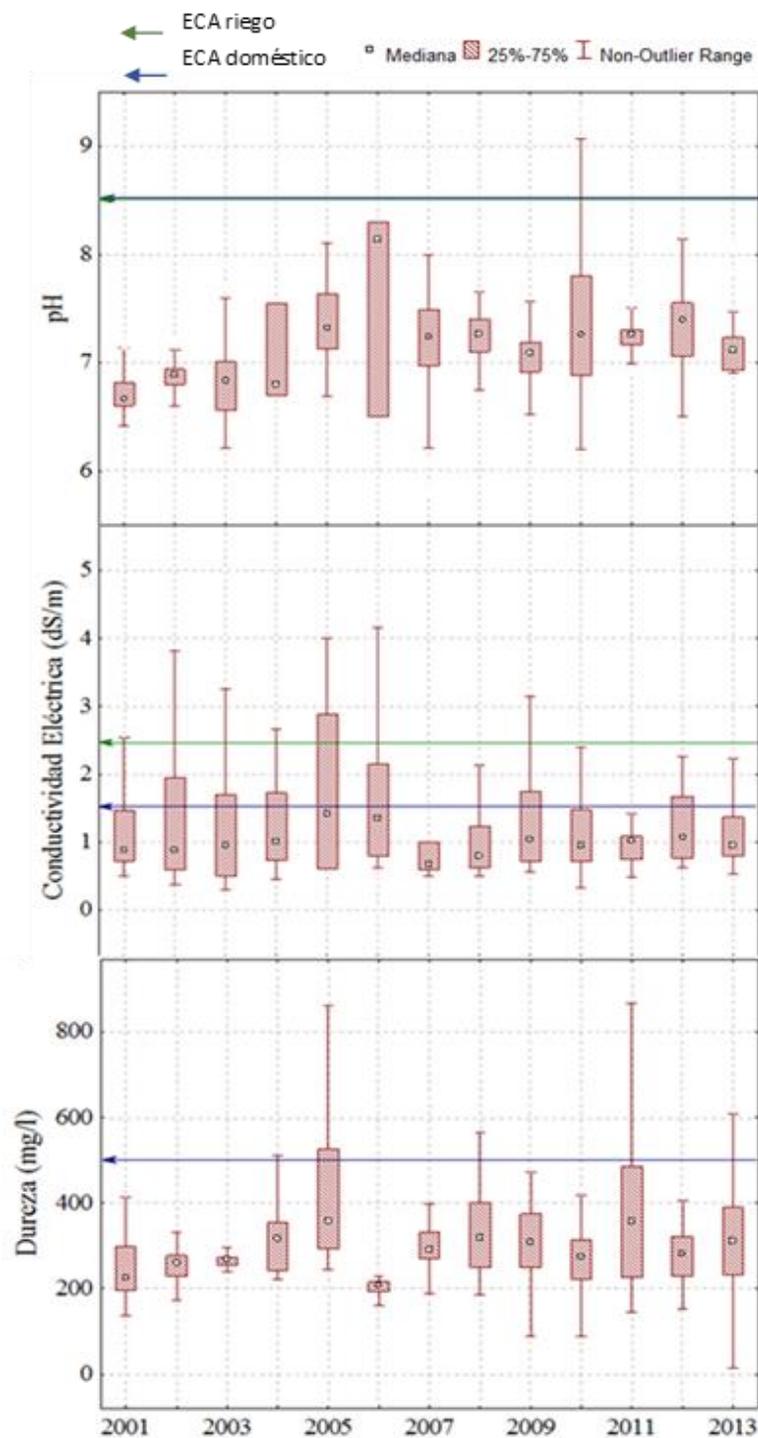


Figura 36: *Box-plot* de la variabilidad temporal del pH, conductividad eléctrica y dureza en época seca.

En la Figura 37, se observa las concentraciones de alcalinidad se encuentran en el rango de 26.08 a 332.87 mg/l, mientras que las concentraciones de boro varían de 0.00 a 1.85 mg/l, registrándose altos valores en el 2002. Los valores medios boro permanecen dentro del ECA para uso riego; sin embargo, los bigotes superiores (2002, 2012) exceden los valores permitidos para uso de riego. Referente a los parámetros de calidad de agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de boro, permanecen dentro del ECA.

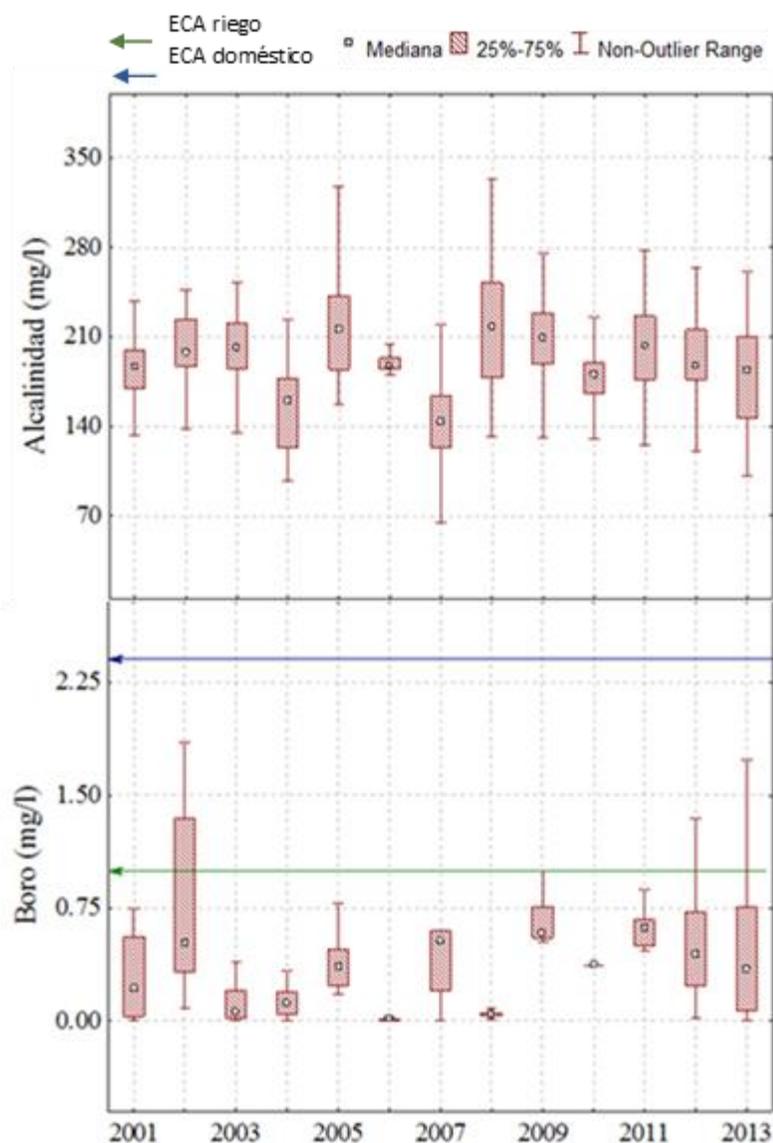


Figura 37: *Box-plot* de la variabilidad temporal de alcalinidad y boro en época seca.

En la Figura 38, las concentraciones del calcio varían en un intervalo de 4.00 a 315.02 mg/l, cuyo alto valor fue registrado en el 2003. Las concentraciones de magnesio oscilan desde 2.00 hasta 43.38 mg/l. Los valores medios de calcio permanecen dentro del ECA para uso de riego; sin embargo, los bigotes superiores de calcio (2003, 2005, 2007-2010 y 2013) exceden los valores permitidos. Referente a los parámetros de calidad del agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de calcio y magnesio permanecen dentro del ECA, a diferencia del calcio cuyo valor medio en el 2004 excede el valor permitido. Los bigotes superiores de calcio (2003, 2005, 2008-2010 y 2013) exceden el ECA.

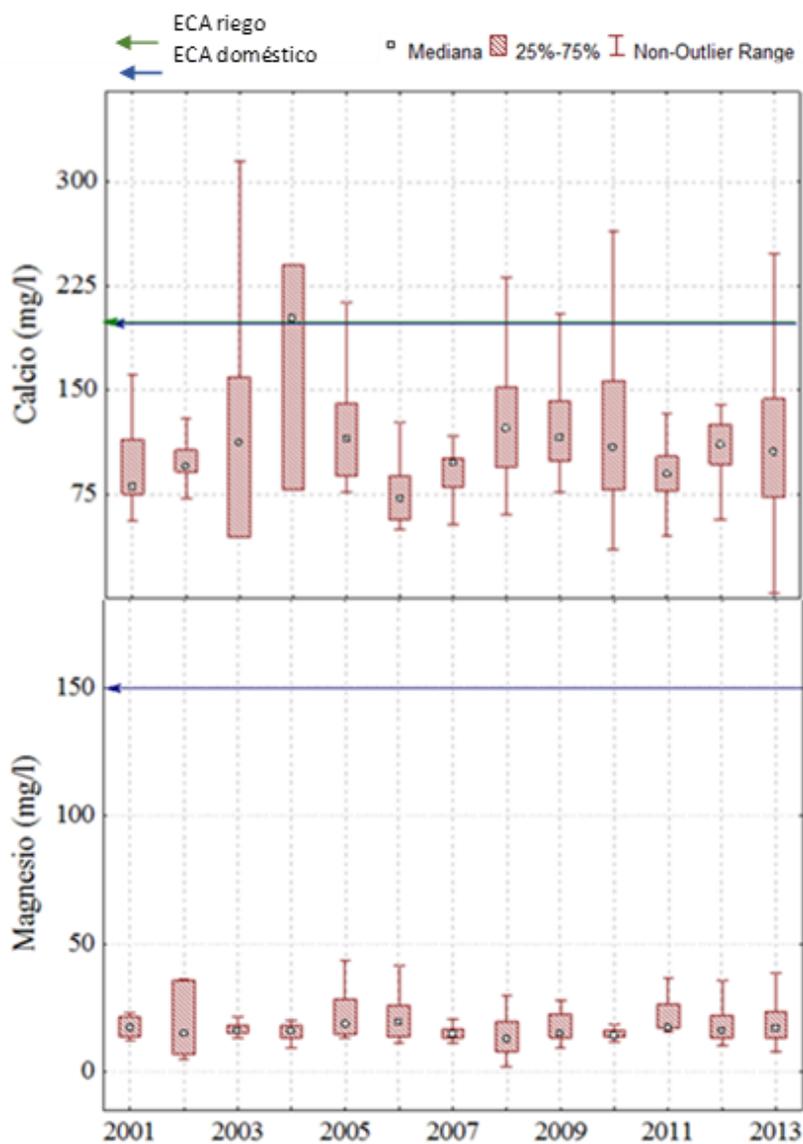


Figura 38: *Box-plot* de la variabilidad temporal de calcio y magnesio en época seca.

En la Figura 39, los valores de sodio varían de 17.38 a 327.48 mg/l, en el 2004 y 2012 respectivamente. Con respecto a las concentraciones de potasio variaron de 0.42 a 18.07, con altos valores en el 2012. Los valores medios de sodio permanecen dentro del ECA para uso de riego; sin embargo, los bigotes superiores de sodio (2012) exceden los valores permitidos. Referente a los parámetros de calidad de agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de sodio permanecen dentro del ECA para uso doméstico.

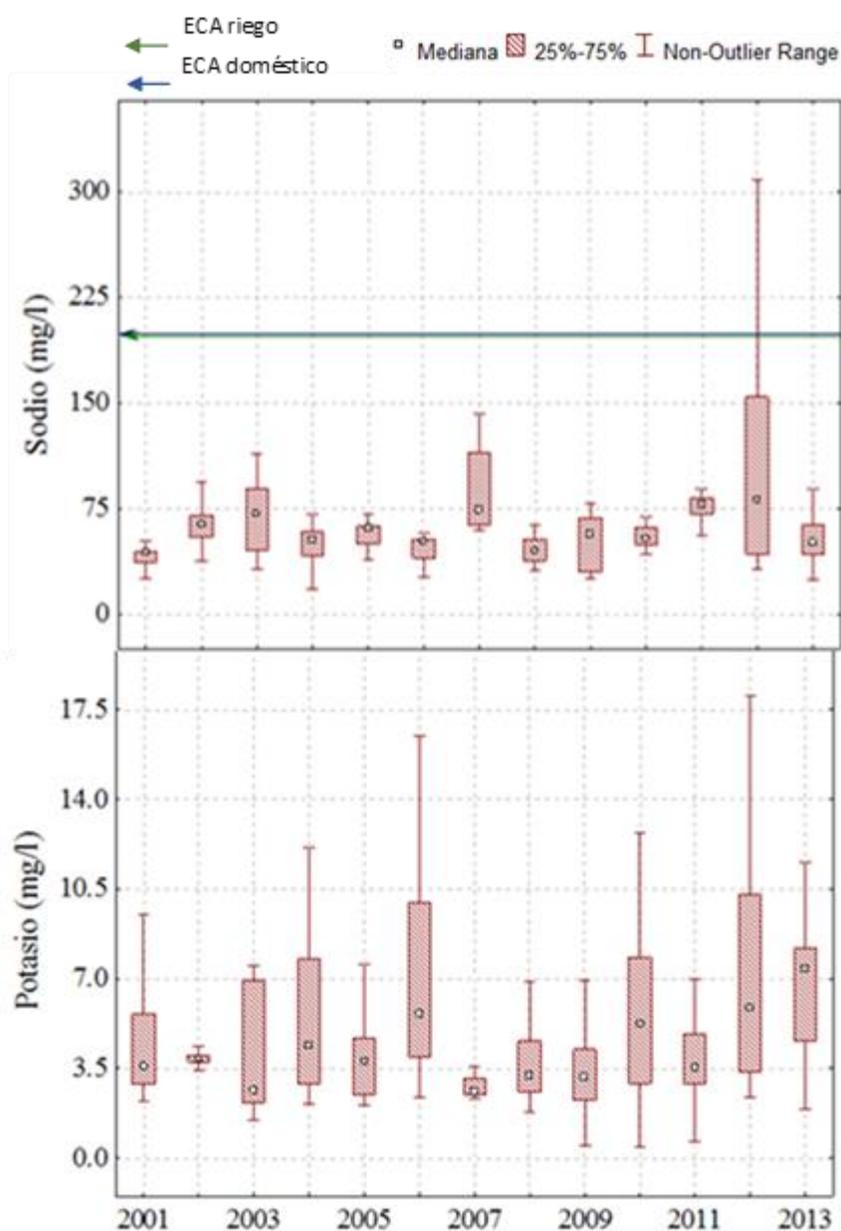


Figura 39: Box-plot de la variabilidad temporal de sodio y potasio en época seca.

En la Figura 40, se observa que los valores de cloruro varían desde 26.48 a 422.81, registrados en el 2002 y 2005. Las concentraciones del sulfato oscilan de 40.72 a 456.07 mg/l, en el 2002 y 2012. Los valores medios de cloruro permanecen dentro del ECA para uso de riego; referente a los parámetros de calidad de agua subterránea para uso doméstico, se observa que los valores medios de cloruro y sulfatos y nitratos, permanecen dentro del ECA, a diferencia de los bigotes superiores de cloruro (2005, 2008, 2009, 2011 y 2012) que exceden el ECA. Los cloruros y sulfatos presentan altos valores medios para el 2009, debido a las disminuciones de precipitación que indican la reducción de la recarga del acuífero.

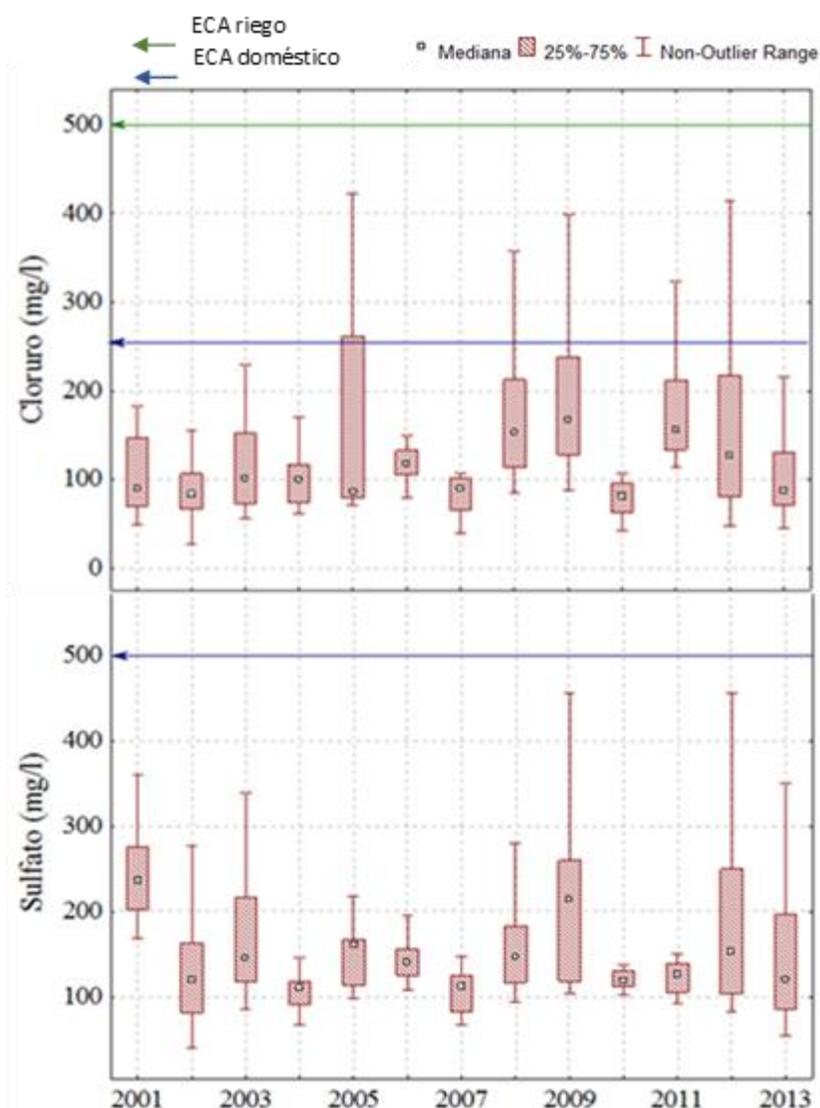


Figura 40: *Box-plot* de la variabilidad temporal de cloruro y sulfato en época seca.

En la Figura 41, los niveles del nitrato varían de 0.00 a 48.41 mg/l, cuyas altas concentraciones son tóxicas y fueron registradas en el 2001. Las concentraciones del ión bicarbonato-carbonato varían de 89.18 a 342.18 mg/l, con altos valores en el 2012. Los valores medios de nitrato y -bicarbonato, permanecen dentro del ECA para uso de riego. Mientras que, los parámetros de calidad de agua subterránea para uso doméstico, los valores medios de parámetros de nitratos, permanecen dentro del ECA para uso doméstico. Los valores de bicarbonato presentan altos valores medios para el 2009, debido a las disminuciones de precipitación.

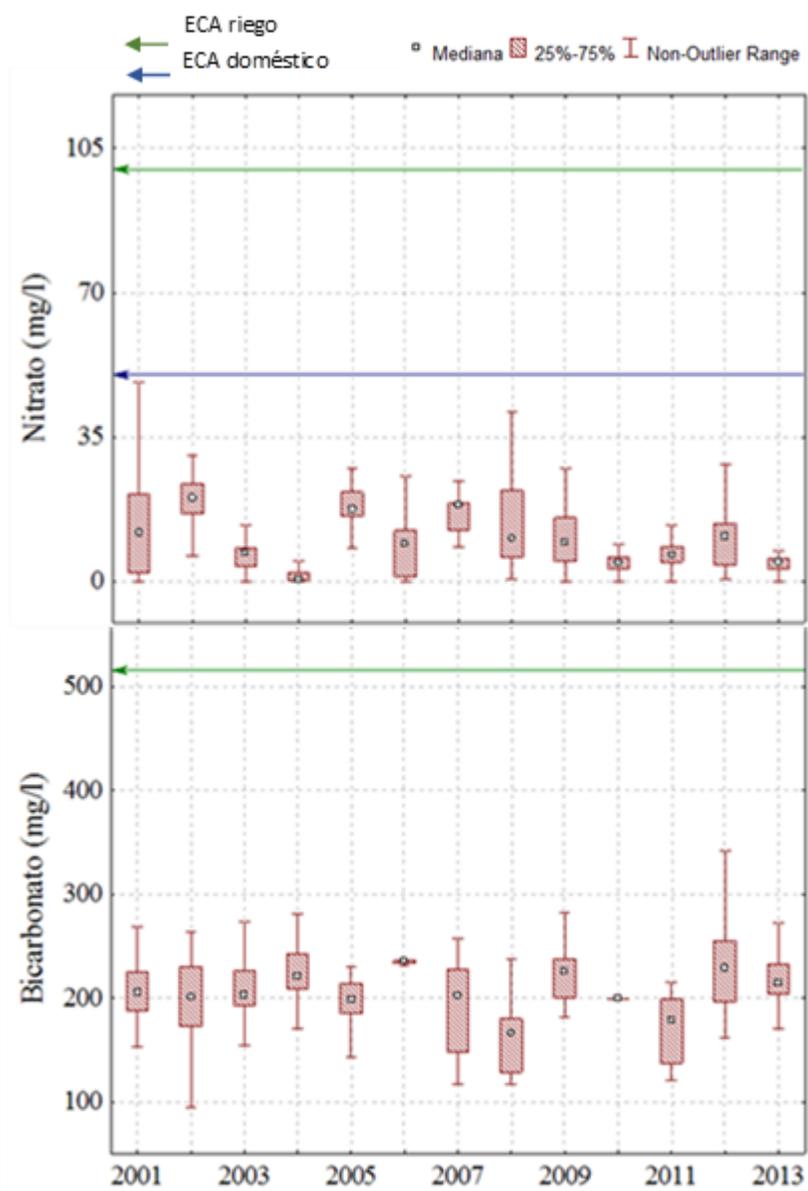


Figura 41: *Box-plot* de la variabilidad temporal de nitrato y bicarbonato en época seca.

4.2.3. Autocorrelación de los parámetros hidrogeoquímicos

Se cuantificó el grado de dependencia de los niveles de concentración de los parámetros en tres años (desfase), empleando la correlación de Pearson para un nivel de significancia de cinco por ciento con prueba t-Student para determinar los intervalos de confianza.

En la Figura 42 se observa que el *Box-plot* generado con la matriz de datos en época húmeda, los coeficientes de correlación alcanzan valores máximos de 0.58 (pH), 0.34 (CE), 0.40 (Ca), 0.82 (Mg), 0.28 (Na), 0.71 (K), 0.61 (NO₃), 0.79 (HCO₃), 0.42 (SO₄), 0.78 (Cl), 0.28 (B), 0.58 (Dureza) y 0.67 (Alcalinidad). Los valores de Pearson presentan mayor variabilidad al tener mayor rango intercuartil, esto se debe a que los valores más altos de Pearson están influenciados por concentraciones máximas y mínimas en algunas zonas del valle de Lurín.

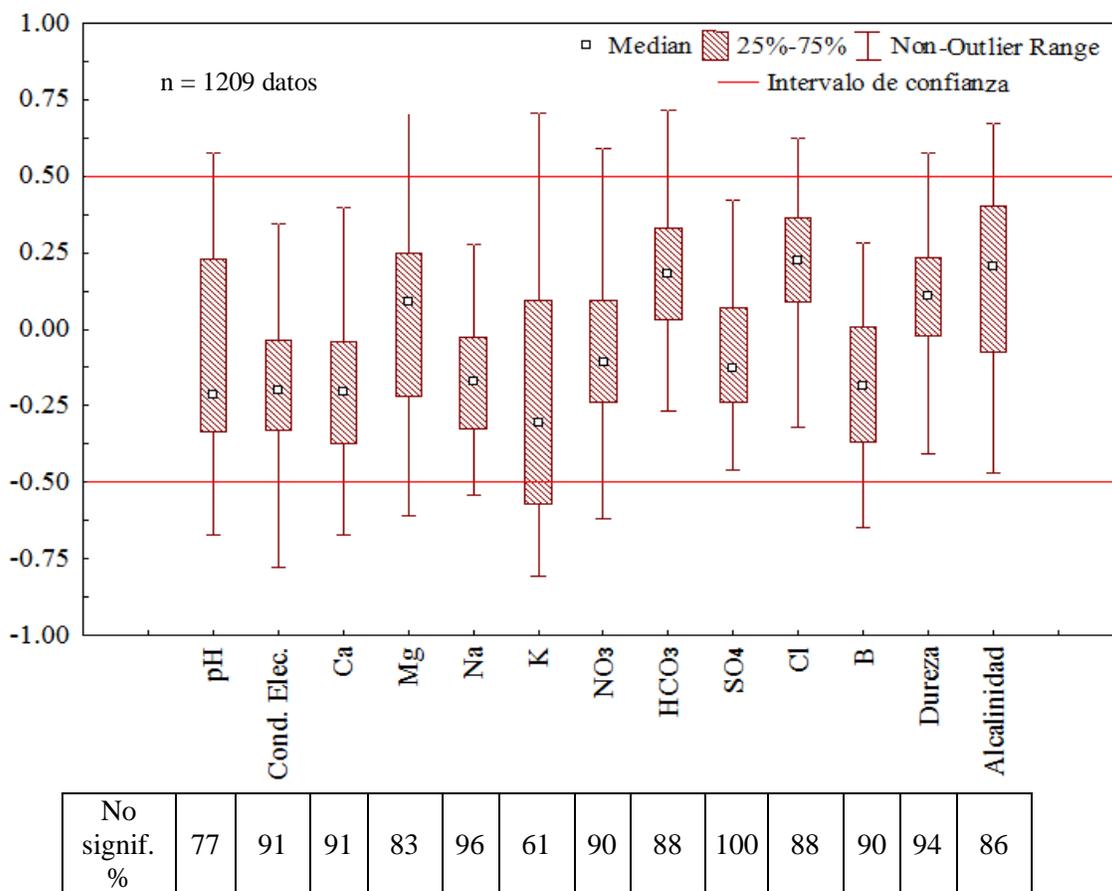
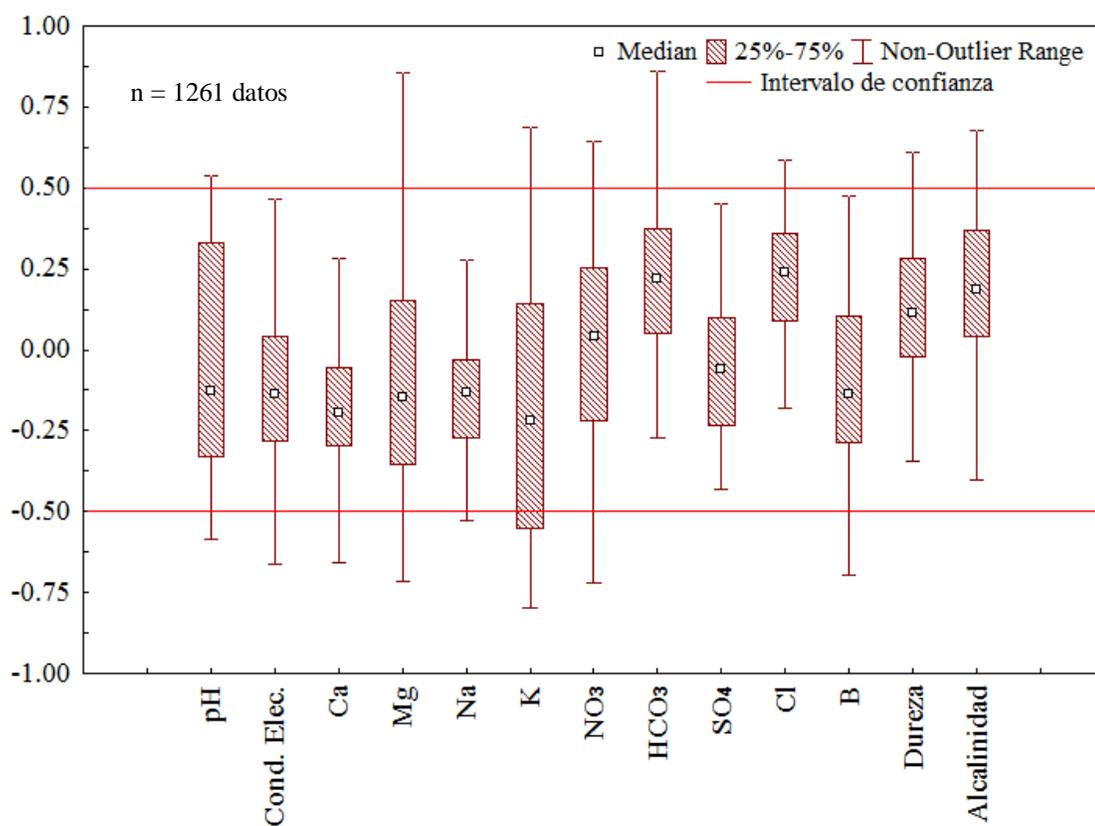


Figura 42: Box-plot de la correlación de Pearson con tres años de desfase para los parámetros de calidad del agua en época húmeda.

En la Figura 43 se observa el *Box-plot* generado con la matriz de datos en época seca, los coeficientes de correlación alcanzan valores máximos de 0.54 (pH), 0.46 (CE), 0.36 (Ca), 0.86 (Mg), 0.44 (Na), 0.69 (K), 0.64 (NO₃), 0.86 (HCO₃), 0.45 (SO₄), 0.58 (Cl), 0.47 (B), 0.61 (Dureza) y 0.68 (Alcalinidad). Se observa que la gran mayoría de los puntos en época seca presentan valores no significativos en las variables de calidad del agua subterránea lo cual indica que se encuentran libres de correlación en una serie de tiempo.



No signif. %	89	91	90	80	98	57	87	85	100	96	93	93	92
--------------	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----

Figura 43: *Box-plot* de la correlación de Pearson con tres años de desfase para los parámetros de calidad del agua en época seca.

4.2.4. Análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ)

En la Figura 44 se observa el dendograma para la época húmeda, obtenido con datos de 1209 observaciones estandarizadas, que equivale a 93 puntos con información durante 13 años. El dendograma agrupó a los valores medios de 93 puntos en dos *Clústeres* a una escala $D_{link}/D_{max} < 58$ por ciento, que se comportan de manera similar; el primer grupo *Clúster I* comprende 68 puntos y el segundo grupo *Clúster II* contiene 25 puntos.

En la Figura 46 se observa que 11 puntos corresponden a sitios con una composición de roca predominante de cuarcita gris blanquecina, siete puntos ubicados al norte del río Lurín cuyos afloramientos corresponden a rocas intrusivas como las granodioritas, cuatro puntos se ubicaron en zonas con composición de rocas dioritas y granodioritas de tamaño mediano y 46 puntos corresponden a sitios con unidad hidrogeológica de depósito aluvial; mientras que la mayoría de los sitios del *Clúster II* comprenden gravas, arenas y limos, compuestos de los depósitos aluviales.

En la Figura 45 se observa el dendograma para la época seca, cuya base de datos de calidad del agua subterránea corresponde a 1261 observaciones estandarizadas; el dendograma se obtuvo con los valores medios de 97 puntos agrupándolos en dos *Clúster* a una escala $D_{link}/D_{max} < 56$ por ciento, el primer grupo *Clúster I* comprende 49 sitios, mientras que el segundo grupo *Clúster II* contiene 48 sitios. En la Figura 46, los sitios del *Clúster I*, presentan cuatro sitios cuya composición es de granodiorita, la gran mayoría de puntos corresponden a depósitos aluviales que coinciden con las mismas características geológicas que los puntos de muestro del *Clúster II*.

En general, se aprecia que los puntos que pertenecen al *Clúster I* de las épocas seca y húmeda se ubican al noreste y suroeste de la zona de estudio, donde predominan unidades hidrogeológicas como depósitos aluviales. Por otra parte, los puntos de que pertenecen al *Clúster II*, aparecen sobre todo en la parte sureste del área de estudio cubierta por la geología de depósitos aluviales.

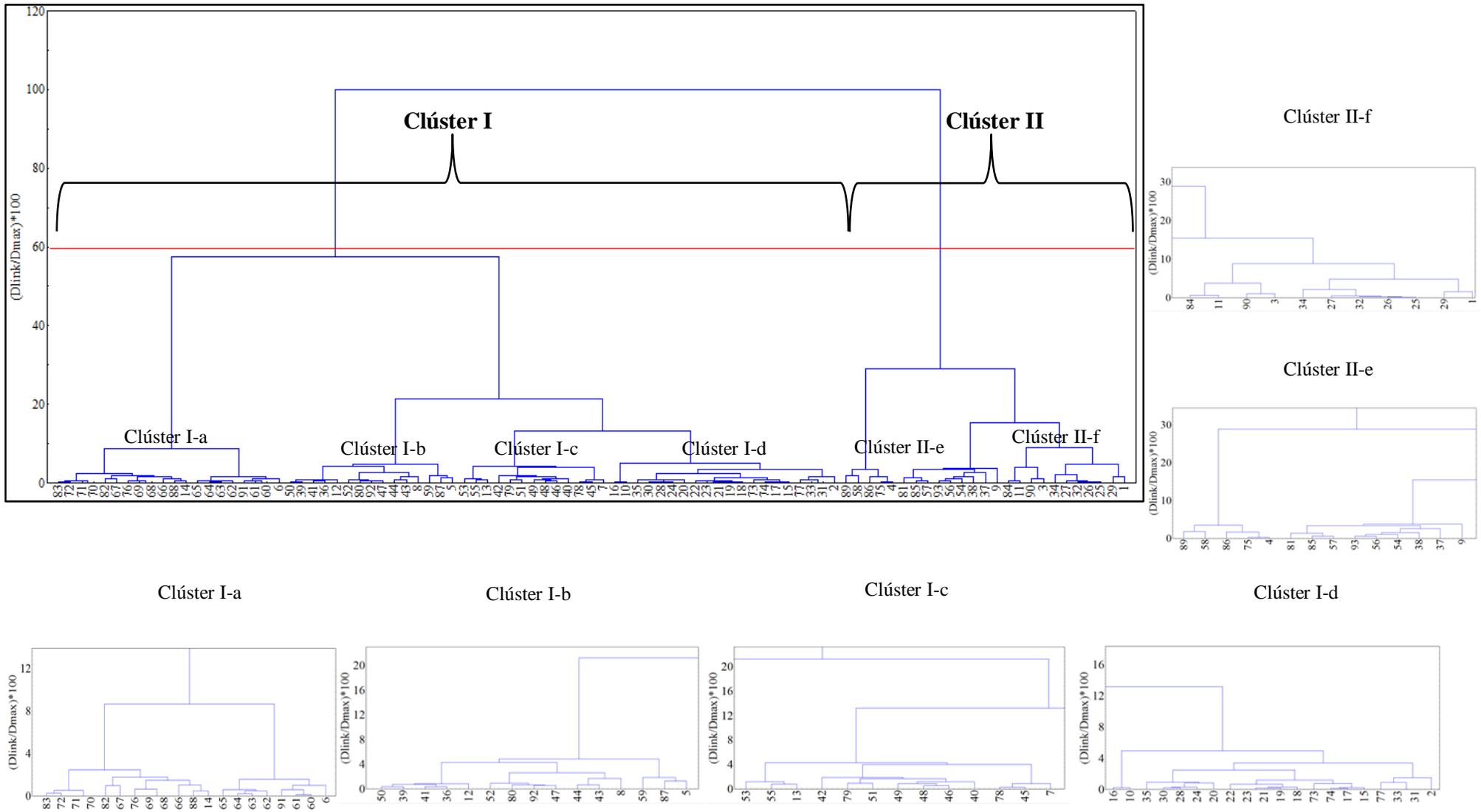


Figura 44: Dendrograma de 93 casos que muestra dos grupos de calidad del agua subterránea para la época húmeda.

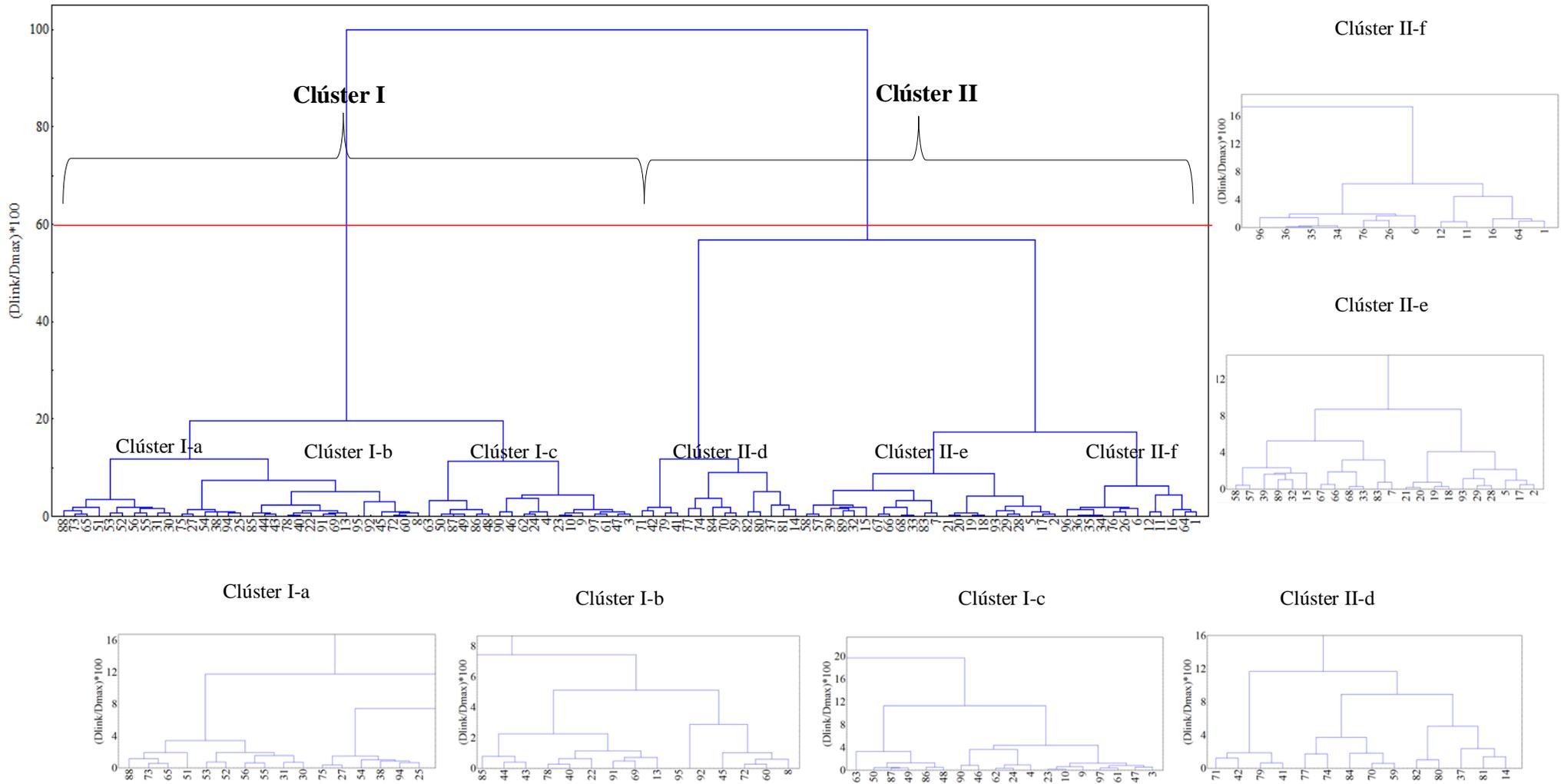


Figura 45: Dendrograma de 97 casos que muestra dos grupos de calidad del agua subterránea para época seca.

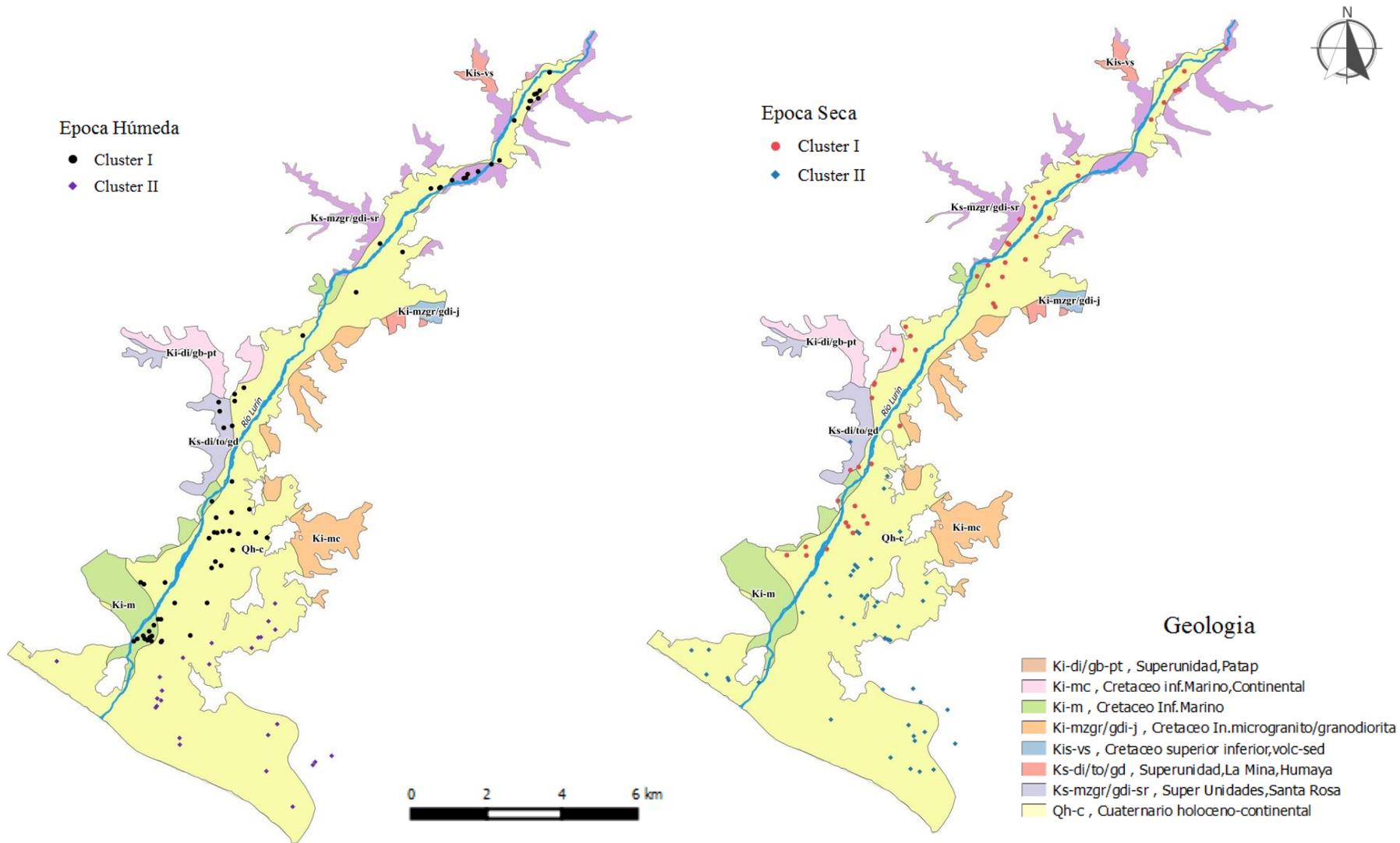


Figura 46: Distribución de los puntos en época húmeda (izquierda) y época seca (derecha) en diferentes formaciones geológicas de la zona de estudio.

4.2.5. Análisis de componentes principales (ACP)

Para cada año que comprende la evaluación, se obtuvo los gráficos de ACP de cada época (húmeda y seca). En el 2001 se extrajo dos componentes principales que representan el 70.90 por ciento de la varianza total. Los dos primeros componentes explican el 50.03 por ciento y el 20.58 por ciento de la varianza respectivamente, que representa la mayor parte de la varianza del conjunto de datos originales. Se presenta un primer grupo con una alta correlación positiva conformada por: Alcalinidad, HCO_3^- y Na, en este sentido la alcalinidad del agua subterránea en el año 2001 está determinada generalmente por el contenido de bicarbonatos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. El segundo grupo por pH, CE y Ca, esta relación indica que moderada acidez del agua subterránea se encuentra relacionada con una débil mineralización.

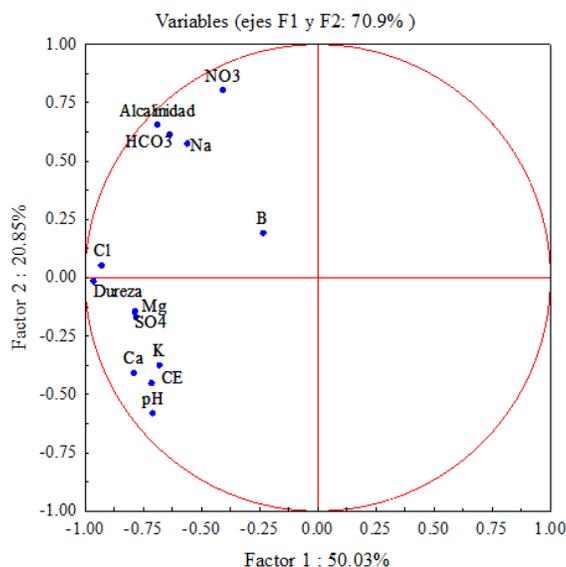


Figura 47: Análisis de componentes principales del 2001 para la época húmeda.

En el 2002, los componentes principales representan el 60.20 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 36.62 por ciento y el 23.63 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: CE y Na, las fuentes sódicas se encuentran relacionadas con altos valores de conductividad eléctrica. El segundo grupo por: Dureza y Ca, las concentraciones de dureza se adquieren principalmente por el contenido de calcio. En el 2003, los componentes principales representan el 69.70 por ciento de la varianza total. Los primeros dos

componentes explican el 45.36 por ciento y el 24.39 por ciento de la varianza respectivamente. El primer grupo con una alta correlación positiva se encuentra conformado por: Dureza, Alcalinidad y Na, comparar el valor de la alcalinidad de las muestras del agua con el valor de dureza, indicó que el valor de la dureza del agua es mayor que el valor de la alcalinidad, el cual se denomina como dureza de no carbonatos. El segundo grupo por Cl, SO₄ y CE, la relación del agua moderadamente salina se asocian a las altas concentraciones de sulfatos y cloruros.

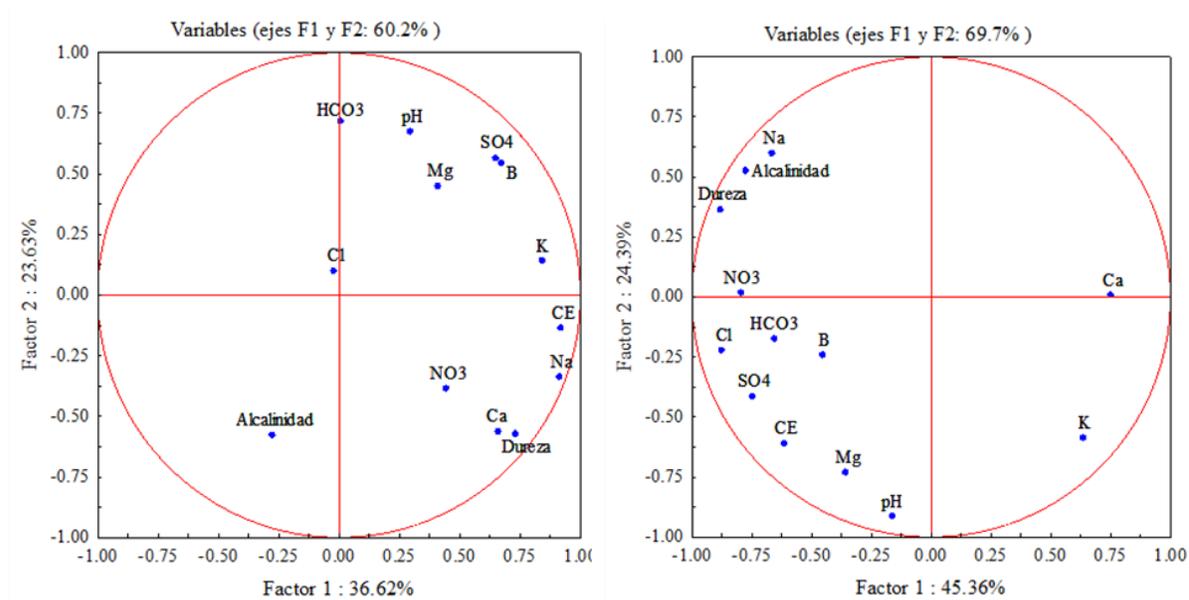


Figura 48: Análisis de componentes principales del 2002 (izquierda) y 2003 (derecha) para la época húmeda.

En el 2004, los componentes principales representan el 76.70 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 57.70 por ciento y el 19.00 por ciento de la varianza respectivamente. El primer grupo con correlación positiva alta está conformado por: Alcalinidad y Ca. El segundo grupo por K y Dureza. En el 2005, los componentes principales representan el 79.20 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 61.05 por ciento y el 18.32 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentó un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: Ca y Dureza, que indicó que las altas concentraciones de dureza ven afectados con las altas concentraciones de calcio. El segundo grupo por K y SO₄, las fuentes de sulfatos se

encuentran relacionadas a los bajos contenido de potasio debido a que la fijación en el agua es menor cuanto más concentrada en sales está el agua.

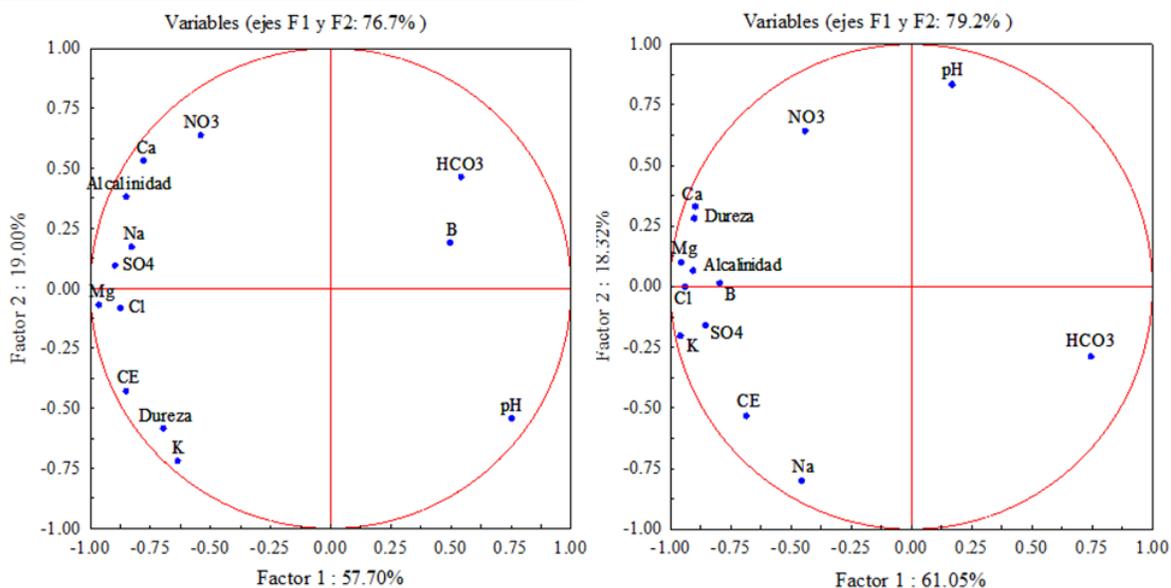


Figura 49: Análisis de componentes principales del 2004 (izquierda) y 2005 (derecha) para la época húmeda.

En el 2006, los componentes principales representan el 66.00 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 44.42 por ciento y el 21.59 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: SO₄ y Cl. El segundo grupo por NO₃ y Na.

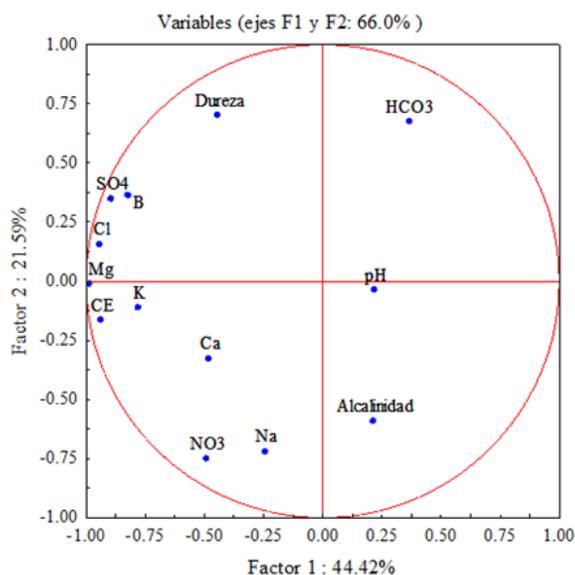


Figura 50: Análisis de componentes principales del 2006 para la época húmeda.

En el 2007, los componentes principales representan el 76.70 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 61.14 por ciento y el 15.56 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: SO_4 , Ca y HCO_3 . El segundo grupo formado por Cl, NO_3 y Na.

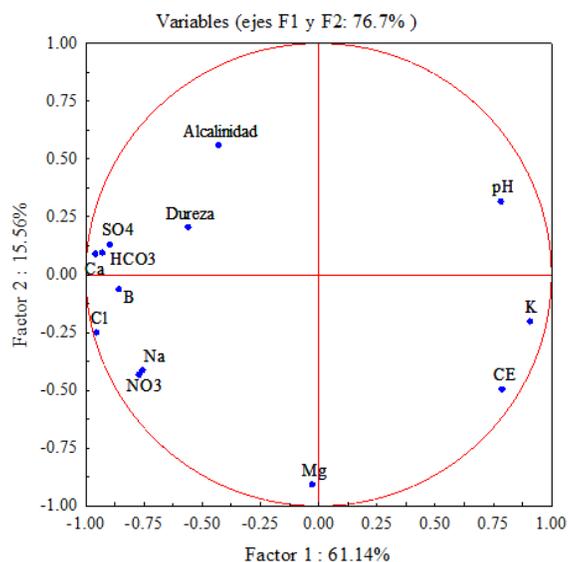


Figura 51: Análisis de componentes principales del 2007 para la época húmeda.

En el 2008, los componentes principales representan el 67.30 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 47.71 por ciento y el 19.64 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: SO_4 , Cl y K. El segundo grupo formado por CE, Na y HCO_3 . En el 2009, los componentes principales representan el 60.10 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 47.33 por ciento y el 12.77 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: HCO_3 , Na y Mg. El segundo grupo formado por CE, Dureza y Cl.

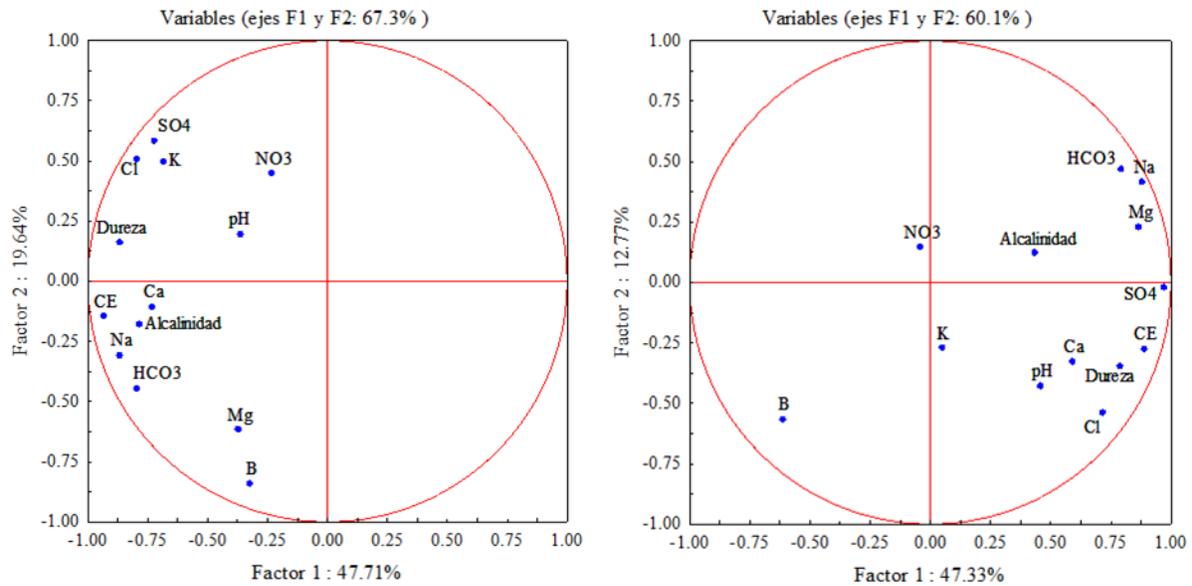


Figura 52: Análisis de componentes principales del 2008 (izquierda) y 2009 (derecha) para la época húmeda.

En el 2010, los componentes principales representan el 62.80 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 46.58 por ciento y el 16.24 por ciento de la varianza respectivamente. El primer grupo con correlación positiva alta se encuentra conformado por: Dureza, Ca y B. El segundo grupo por Mg, NO₃ y CE.

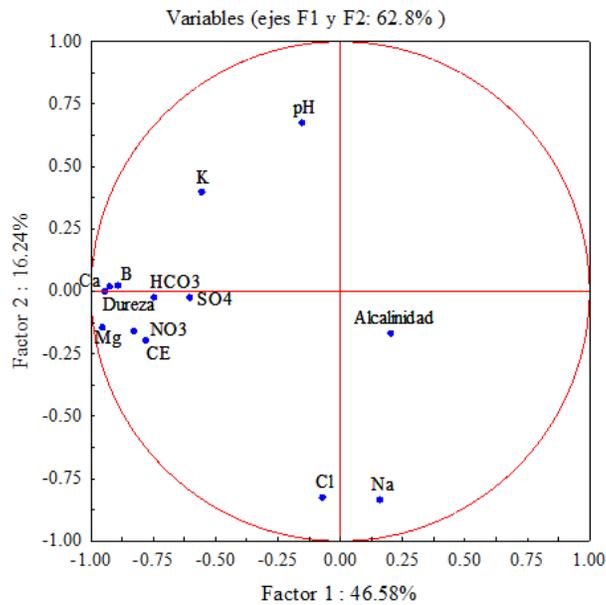


Figura 53: Análisis de componentes principales del 2010 para la época húmeda.

En el 2011, los componentes principales representan el 64.40 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 44.96 por ciento y el 19.45 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformada por: HCO_3 y Ca. El segundo grupo por: SO_4 , Na y B.

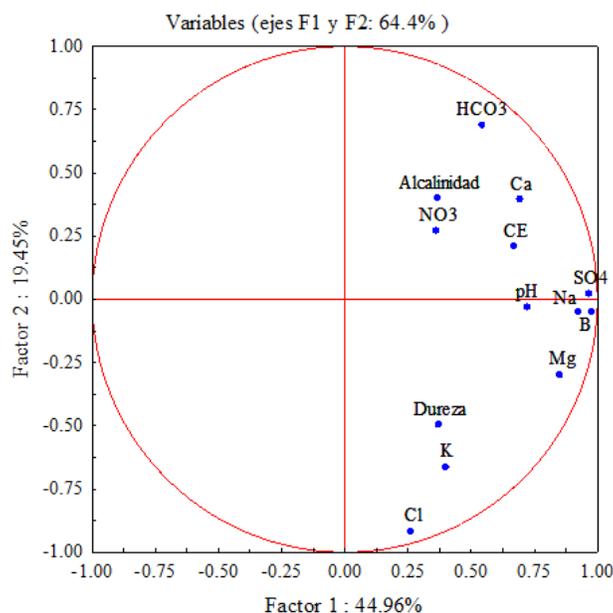


Figura 54: Análisis de componentes principales del 2011 para la época húmeda.

En el 2012, los componentes principales representan el 69.00 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 54.54 por ciento y el 14.49 por ciento de la varianza respectivamente. Se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: Dureza, Ca, CE y K. El segundo grupo formado por Na, SO_4 y Mg. En el 2013, los componentes principales representan el 57.60 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 36.48 por ciento y el 21.14 por ciento de la varianza respectivamente. El primer grupo con correlación positiva alta está conformado por: Alcalinidad, Cl y Na. El segundo grupo por CE, Dureza y NO_3 .

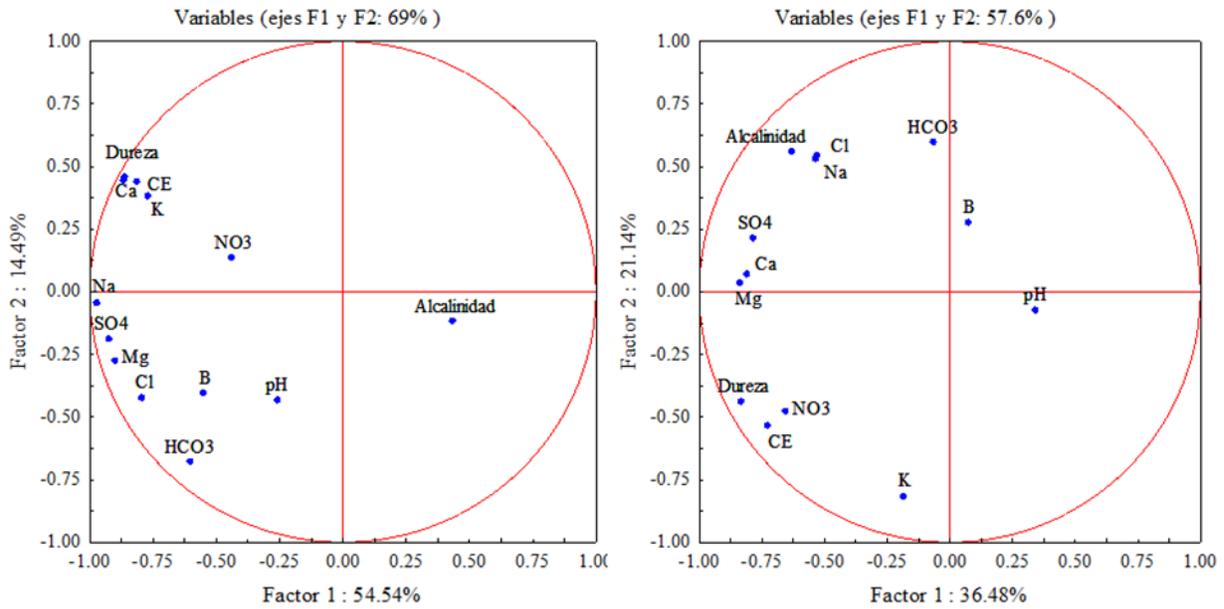


Figura 55: Análisis de componentes principales del 2012 (izquierda) y 2013 (derecha) para la época húmeda.

El ACP en la época seca, en el 2001 se extrajo dos componentes principales que representan el 70.70 por ciento de la varianza total. Los dos primeros componentes explican el 51.98 por ciento y el 18.71 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformada por: Alcalinidad, HCO₃ y NO₃. El segundo grupo por: Dureza, Cl y Mg. El tercer grupo por Ca, pH, CE y K.

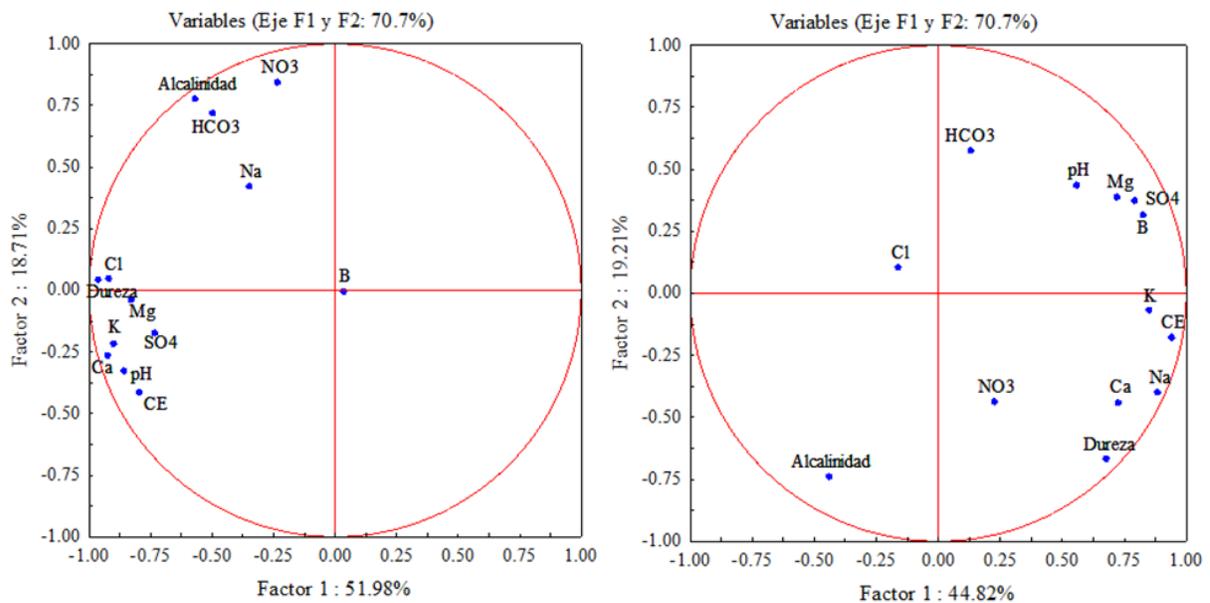


Figura 56: Análisis de componentes principales del 2001 (izquierda) y 2002 (derecha) para la época seca.

En el 2002, los componentes principales representan el 70.70 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 44.82 por ciento y el 19.21 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: Mg, SO₄, pH y B. El segundo grupo por: K, CE y Na y finalmente el tercer grupo por Dureza y Ca.

En el 2003, los componentes principales representan el 65.10 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 41.83 por ciento y el 23.29 por ciento de la varianza respectivamente, el primer grupo con alta correlación positiva se encuentra conformado por: Dureza, Alcalinidad y NO₃. El segundo grupo por Cl, SO₄, Mg y CE. En el 2004, los componentes principales representan el 71.80 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 52.26 por ciento y el 19.57 por ciento de la varianza respectivamente, el primer grupo con alta correlación positiva está conformado por: K, Dureza y CE. El segundo grupo por SO₄, Cl y Mg. Mientras que el tercer grupo por Na, Alcalinidad y Ca.

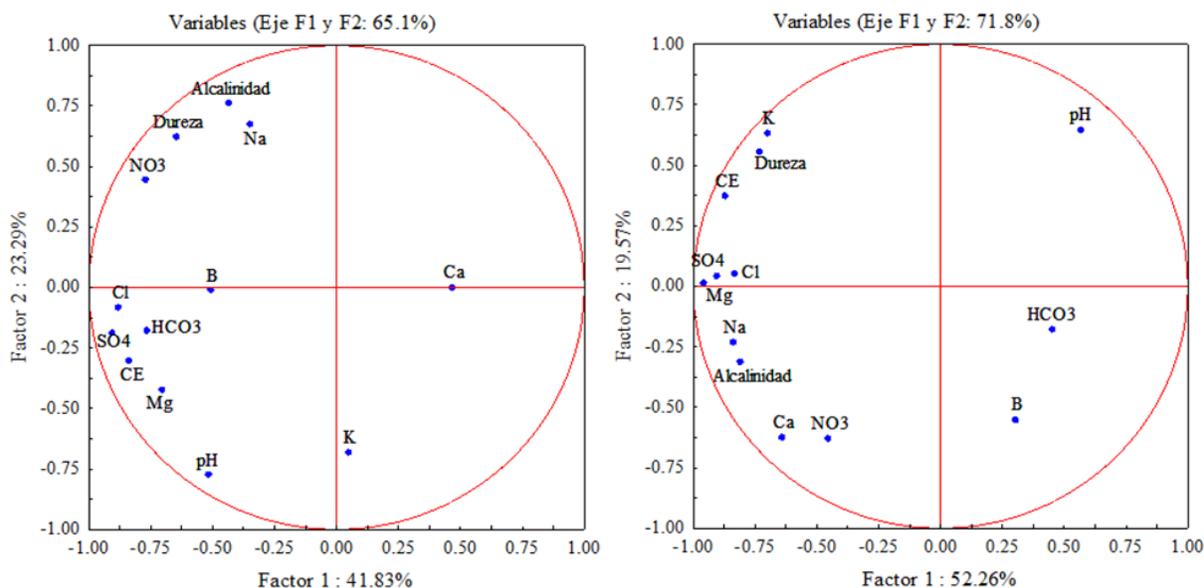


Figura 57: Análisis de componentes principales del 2003 (izquierda) y 2004 (derecha) para la época seca.

En el 2005, los componentes principales representan el 80.00 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 65.88 por ciento y el 14.17 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: SO₄, K, Alcalinidad, Mg. El segundo grupo por: Cl, Dureza y Ca.

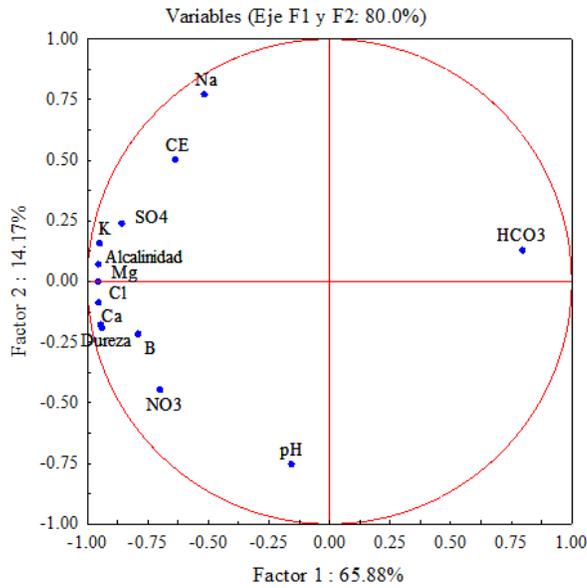


Figura 58: Análisis de componentes principales del 2005 para la época seca.

En el 2006, los componentes principales representan el 66.90 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 47.58 por ciento y el 19.29 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con un correlación positiva alta conformado por: SO₄, Cl y B. El segundo grupo por: Mg, K y CE. El tercer grupo conformado por NO₃ y Na.

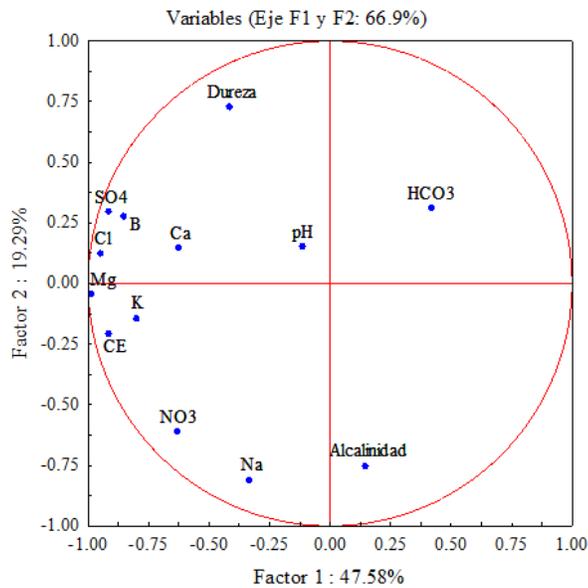


Figura 59: Análisis de componentes principales del 2006 para la época seca.

En el 2007, los componentes principales representan el 70.50 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 51.18 por ciento y el 19.29 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: SO_4 , Ca y HCO_3 . El segundo grupo formado por B, Cl, NO_3 y Na. El tercer grupo conformado por CE y K. En el 2008, los componentes principales representan el 70.90 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 53.18 por ciento y el 17.67 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: SO_4 , Cl y NO_3 . El segundo grupo formado por Dureza, K, Na, Alcalinidad, Ca y HCO_3 .

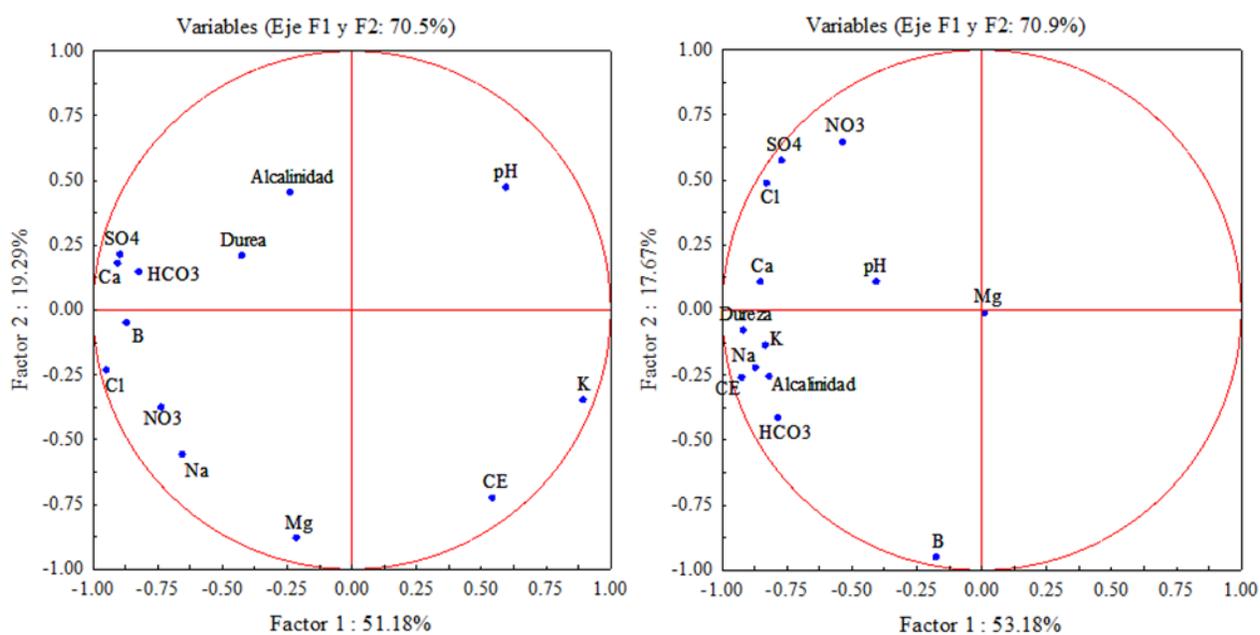


Figura 60: Análisis de componentes principales del 2007 (izquierda) y 2008 (derecha) para la época seca.

En el 2009, los componentes principales representan el 63.10 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 50.73 por ciento y el 12.41 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformado por: Cl, Dureza, CE, Ca y Mg. El segundo grupo formado por Na y HCO_3 .

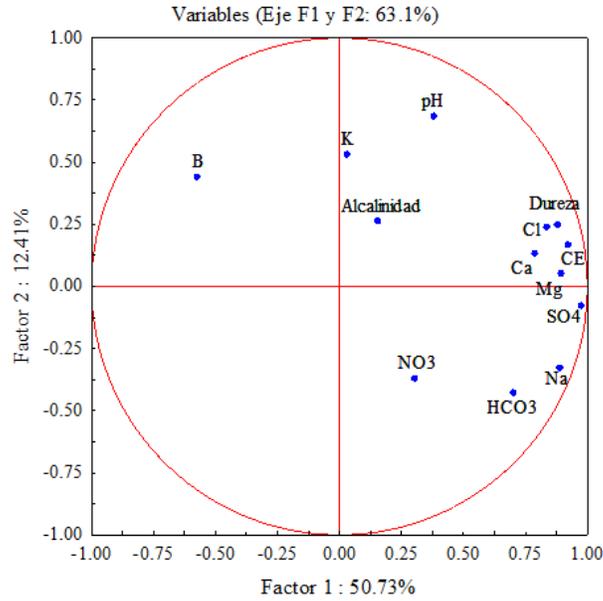


Figura 61: Análisis de componentes principales del 2009 para la época seca.

En el 2010, los componentes principales representan el 66.10 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 48.33 por ciento y el 17.79 por ciento de la varianza respectivamente, el primer grupo con correlación positiva alta se encuentra conformado por: CE, NO₃ y Mg. El segundo grupo por Ca, Dureza y B.

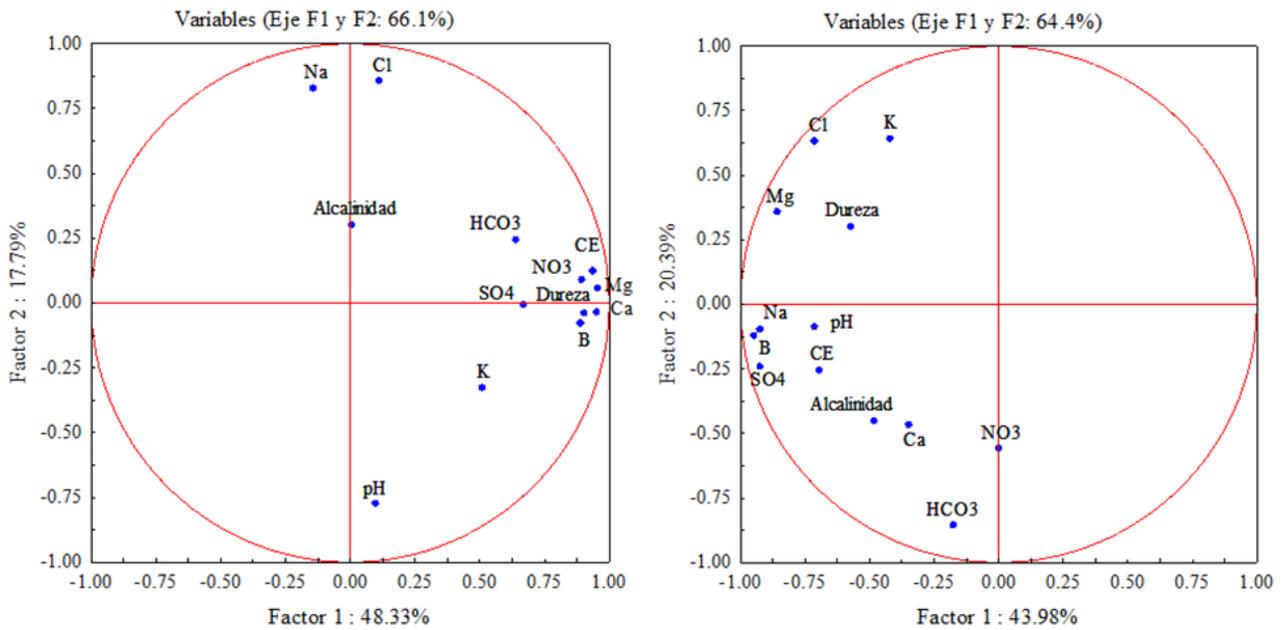


Figura 62: Análisis de componentes principales del 2010 (izquierda) y 2011 (derecha) para la época seca.

En el 2011, los componentes principales representan el 64.40 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 43.98 por ciento y el 20.39 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una correlación positiva alta conformada por: Cl y Mg. El segundo grupo por: B, SO₄ y Na.

En el 2012, los componentes principales representan el 71.70 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 53.13 por ciento y el 18.53 por ciento de la varianza respectivamente, se presentan un primer grupo con una alta correlación positiva conformado por: SO₄, Mg y Cl. El segundo grupo formado por Na, CE, Dureza y K. En el

2013, los componentes principales representan el 57.10 por ciento de la varianza total. Los primeros dos componentes explican el 38.17 por ciento y el 18.91 por ciento de la varianza respectivamente, el primer grupo con alta correlación positiva está conformado por: Alcalinidad y Na. El segundo grupo por Ca, Mg, Dureza, NO₃ y CE.

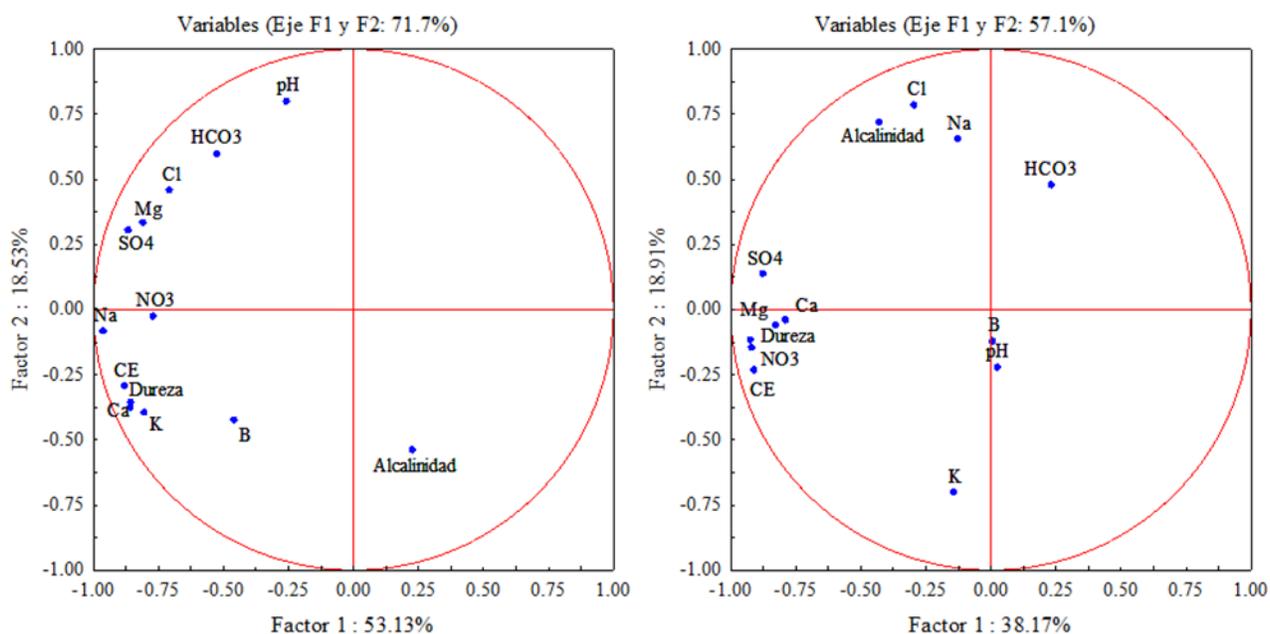


Figura 63: Análisis de componentes principales del 2012 (izquierda) y 2013 (derecha) para la época seca.

4.3. VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El análisis del índice de calidad del agua subterránea durante el periodo del 2001 al 2013, se desarrolló mediante mapas espaciales de los parámetros de calidad del agua subterránea en las épocas húmeda y seca, para los fines de uso doméstico y de riego; donde se representa la variabilidad espacial de la calidad del agua subterránea en el área de estudio.

4.3.1. Índice de calidad del agua subterránea en época húmeda

En la Figura 64 se observa los mapas de índice de calidad del agua subterránea en época húmeda para fines de uso doméstico. En el 2001, la calidad del agua subterránea es óptima en los distritos de Cieneguilla y Pachacámac, en estas zonas el agua subterránea atraviesa por formaciones de caliza, con grandes concentraciones de bicarbonato debido al aporte del CO₂ del suelo, cuando no existen sales carbonatadas:



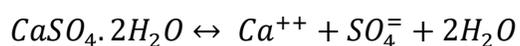
En el 2002, en casi todo el distrito de Cieneguilla se observa que la calidad del agua es moderada, mientras que en Pachacámac la calidad es ligeramente alta y en Lurín la calidad es moderada a ligeramente baja por la presencia de altas concentraciones de nitrato. En el 2003 y 2004 la calidad del agua subterránea es alta, debido a que las concentraciones de los parámetros químicos eran aceptables.

En el 2005, se observa que en Lurín, la calidad del agua subterránea es ligeramente moderada a ligeramente de baja, causado por las altas concentraciones de nitrato y cloruro que sobrepasan el ECA. Por las condiciones naturales del acuífero no deben presentarse concentraciones relativamente altas; sin embargo, algunos pozos presentaron concentraciones de nitrato de hasta 420 mg/l y en el 2006 el agua es de calidad moderada por la influencia de altas concentraciones de cloruro.

En el 2007, el agua subterránea presenta una calidad alta. En el 2008, la calidad del agua subterránea en Lurín es moderada debido a la influencia del agua clorurada que supera el ECA y la presencia de nitrato en la zona urbana y margen izquierda del río. En el 2009, la calidad del agua subterránea en Lurín es moderada a ligeramente baja por la influencia de la dureza y cloruro que superan el ECA.

En el 2010, el agua subterránea en Lurín son de calidad moderada a ligeramente baja, en este año se presentó altas concentraciones de dureza que exceden el ECA. En el 2011, la calidad del agua subterránea al noreste del valle es alta y en sureste la calidad es moderada por la influencia de agua dura y clorurada que sobrepasan el ECA.

En el 2012, el agua subterránea al lado sureste del valle es de baja calidad debido a la influencia del agua dura, sódica y clorurada que sobrepasan el ECA con altas concentraciones de sulfato. En el 2013, la calidad del agua subterránea al sureste del valle es baja, debido a altas concentraciones de dureza y sulfato que exceden el ECA, en esta zona existe una formación de yesos que se disuelven al contacto con el agua subterránea, originando la entrada de sulfatos y calcio:



En la Figura 65 se aprecia los mapas de índice de calidad del agua subterránea en época húmeda para fines de uso de riego. En el 2001, la calidad del agua subterránea es óptima en Cieneguilla y Pachacámac, en estas zonas la precipitación alimenta el agua en la superficie terrestre, produciéndose agua de escorrentía donde una parte son almacenadas en el acuífero donde el grado de mineralización es mayor. En Lurín la calidad de agua es moderada, debido a que en los cursos de río más bajos, el agua incorpora más sustancias por medio de la disolución de sales.

En el 2002, el agua subterránea en Lurín es de calidad moderada a ligeramente baja en los subsectores de La Mejorada y Lurín, donde existen altas concentraciones de boro que superan el ECA. En el 2003 y 2004, la calidad del agua subterránea es alta. En el 2005 se observa que en Lurín, el agua subterránea son de calidad moderada, debido a la amplia difusión de rocas sedimentarias, las concentraciones de calcio son altas y superan el ECA.

En el 2006, 2007 y 2008, el agua subterránea del valle de Lurín es de calidad alta a ligeramente moderada al noreste del valle en el 2006, se presenta una mineralización que procede de los horizontes superiores e incorpora material soluble y al contacto extensivo de la disolución del suelo hace que la mineralización sea elevada y que la variedad de sales disueltas también sea alta.

En el 2009 y 2010, la calidad del agua subterránea en Lurín es moderada, el catión encontrado en mayor concentración es el calcio, entre los minerales que contribuyen a este elemento está en yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). En el 2010, en el subsector Pan de azúcar el agua es ácida con pH de 5.80 a 6.80, estos valores generalmente están asociados a la baja alcalinidad; es decir, a la capacidad del agua de aceptar iones H^+ . En el 2011, la calidad del agua subterránea en Lurín es de calidad moderada.

En el 2012, el agua subterránea en Cieneguilla y Pachacámac la calidad del agua es óptima, mientras que en los subsectores La Mejorada y Lurín es baja, las concentraciones de cloruro, debido a que las sales alcanzan una elevada solubilidad que permite pasar a una fase acuosa produciendo concentraciones muy altas que sobrepasan el ECA. Una de las sales que son altamente solubles es el sodio que es liberado por la disolución de las rocas sedimentarias y depósitos evaporíticos que se presenta como NaCl. Por otro lado, las concentraciones de boro son altas y exceden el ECA.

En el 2013, la calidad del agua subterránea en el subsector Lurín es ligeramente baja, los valores de boro alcanzan 0.90 mg/l, este ión es perjudicial en concentraciones excesivas produciendo toxicidad para ciertos cultivos.

En la Figura 66, se observa el valor medio del ICAS para uso doméstico, en el *Clúster* I oscila entre los rangos de 73 y 86, mientras que el valor para el *Clúster* II varía de 66 a 76. Se observa que los valores de ICAS del *Clúster* II son inferiores a los valores del *Clúster* I en cada año. En la Figura 67 se aprecia los diagramas *Box-plot* del ICAS para fines de riego, los valores medios del *Clúster* I varían de 77 a 81, a diferencia del *Clúster* II que presentan un rango de 70 a 77.

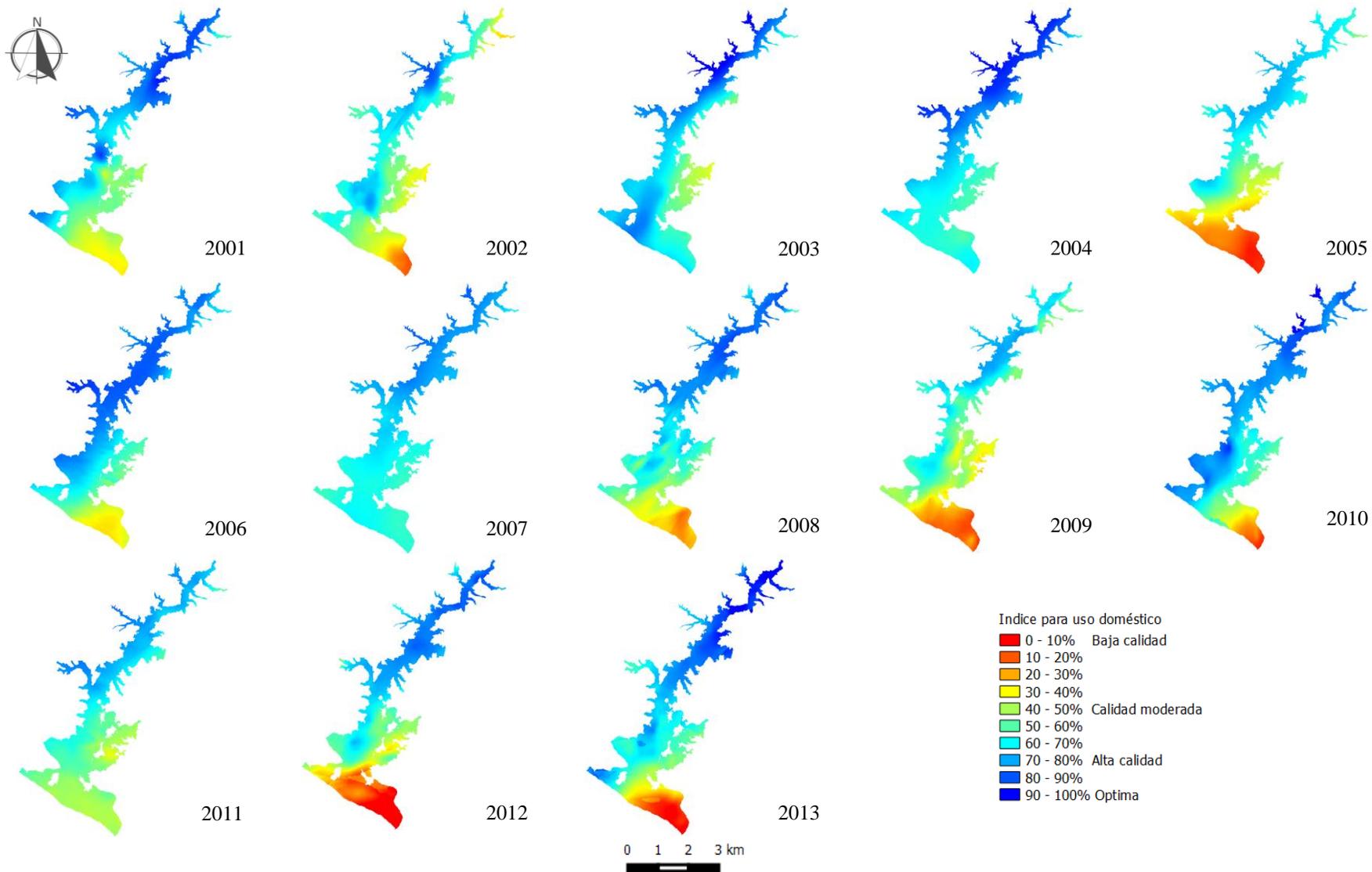


Figura 64: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época húmeda para uso doméstico.

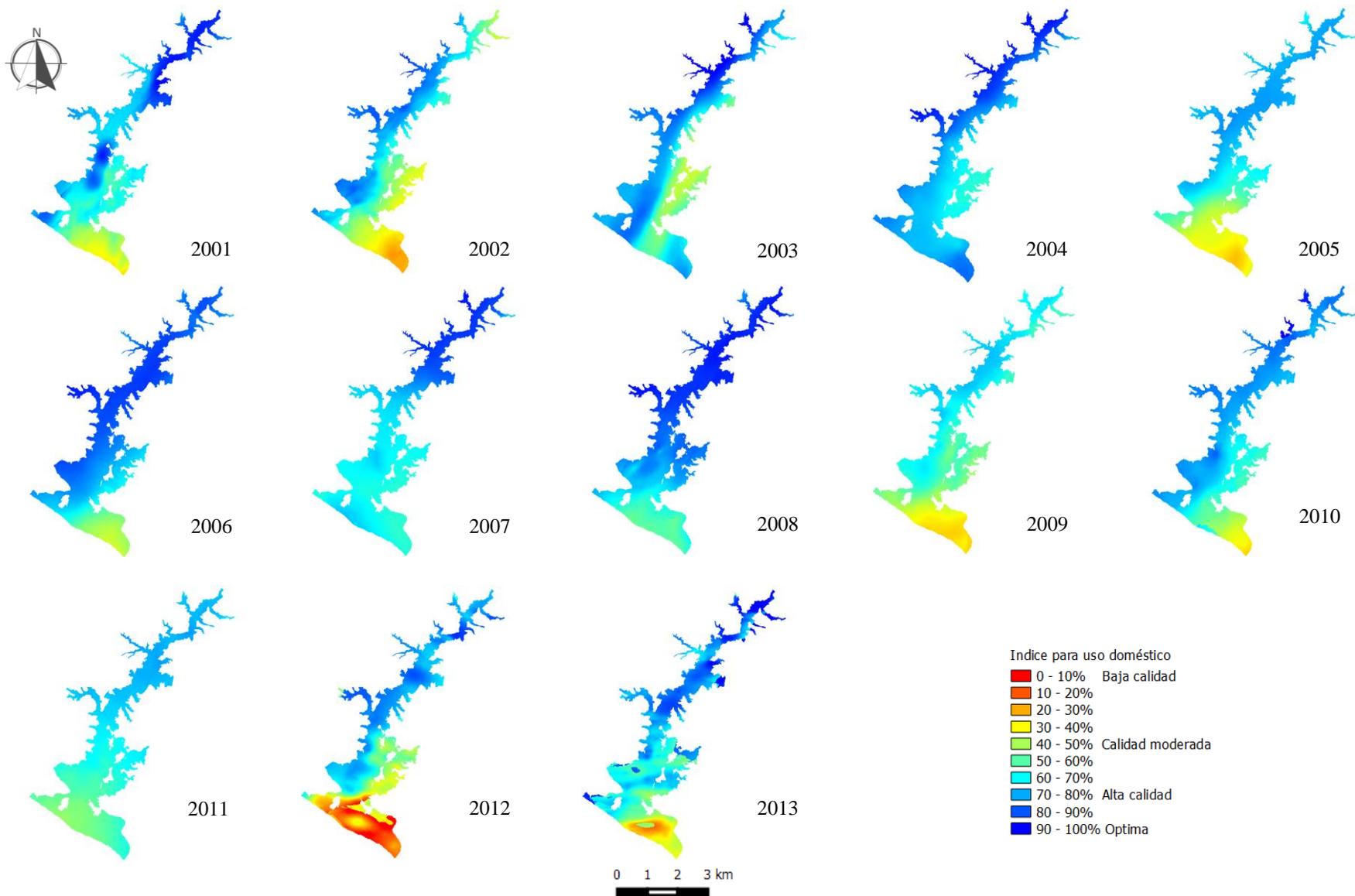


Figura 65: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época húmeda para uso de riego.

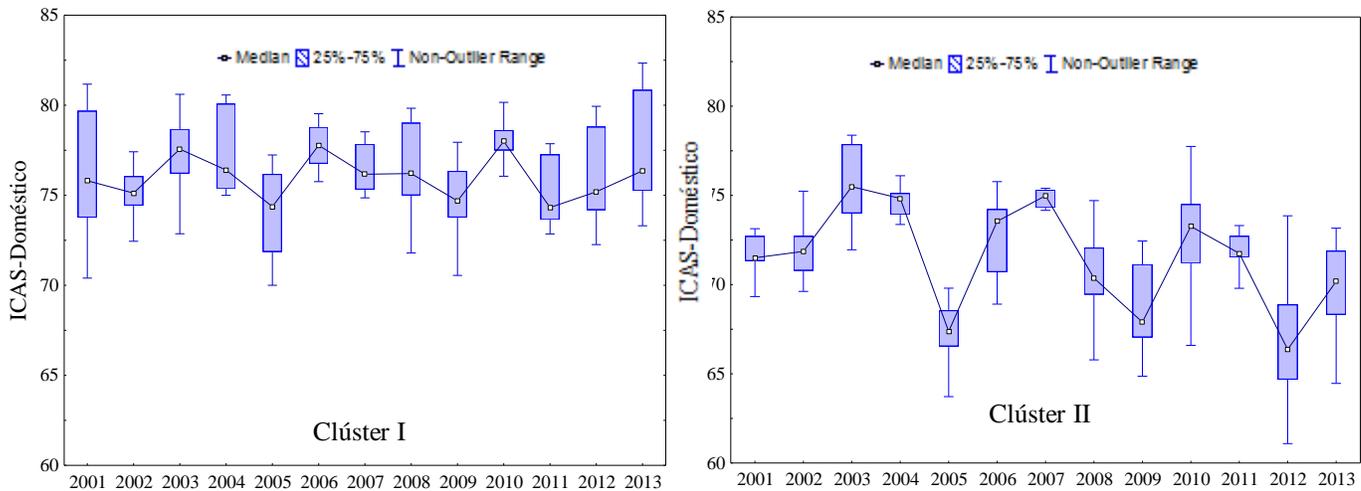


Figura 66: Diagramas de *Box-plot* del índice de calidad del agua subterránea para uso doméstico clasificado en dos grupos (*Clúster I* y *Clúster II*) durante la época húmeda.

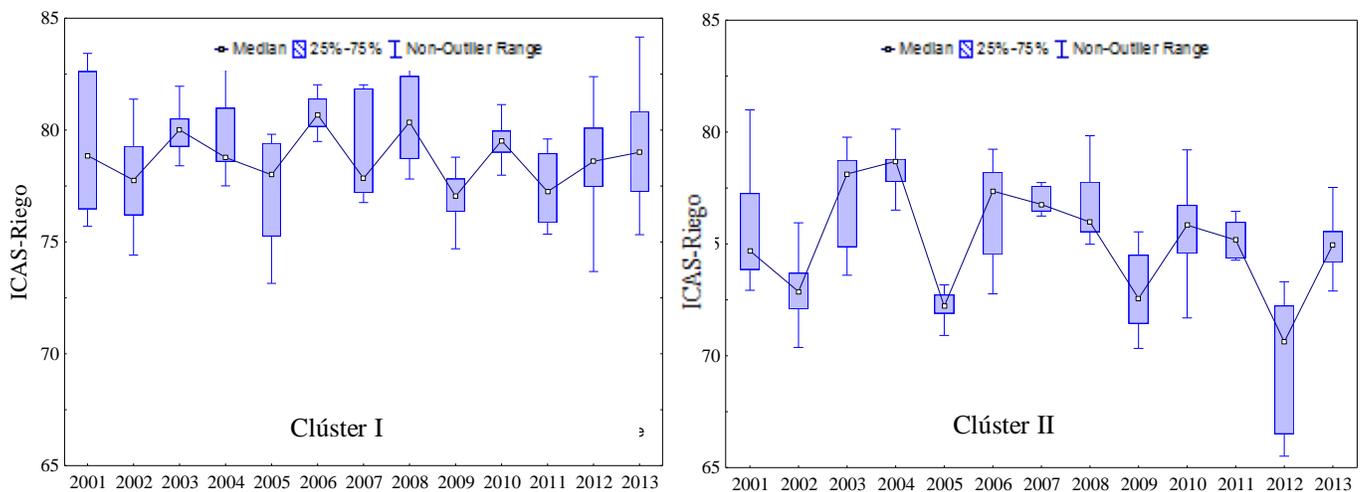


Figura 67: Diagramas de *Box-plot* del índice de calidad del agua subterránea para uso riego clasificado en dos grupos (*Clúster I* y *Clúster II*) durante la época húmeda.

4.3.2. Índice de calidad del agua subterránea en época seca

En la Figura 68 se aprecia los mapas de índice de calidad del agua subterránea en época seca para fines de uso doméstico. En el 2001, la calidad del agua subterránea es moderada en el distrito Lurín, donde la mineralización del agua es más evidente debido la precipitación se encuentra en menos proporción. En el 2002, en Lurín el agua subterránea

es de calidad moderada a ligeramente baja, la presencia de sales solubles como el sodio tienden a permanecer en solución.

En el 2003 y 2004 la calidad de agua subterránea es alta. Mientras que en el 2005, se observa que en Lurín, el agua subterránea es de calidad ligeramente moderada a baja, por la presencia de altas concentraciones de dureza que son contribuidas por iones como calcio y magnesio. En el valle de Lurín el agua alcalina presenta altos valores de pH y contiene elevados niveles de sólidos disueltos, la alcalinidad sirve para amortiguar el pH, generalmente los iones básicos de la alcalinidad se encuentran en el bicarbonato.

En el 2006, el agua subterránea de Lurín es de calidad moderada, mientras que en el 2007, presenta una calidad alta. En el 2008, el agua subterránea de Lurín es de calidad moderada, algunos pozos presentan concentraciones de nitrato que supera el ECA, presentando una estratificación con predominio de las concentraciones más elevadas en la parte superior del acuífero.

En el 2009, la calidad del agua subterránea en Lurín es moderada a ligeramente baja, con presencia de altas concentraciones de cloruro que sobrepasan el ECA. En el 2010, el agua subterránea de Lurín es de calidad moderada a ligeramente baja, donde las concentraciones de dureza exceden el ECA. En el 2011, la calidad del agua de Lurín es óptima a ligeramente moderada.

En el 2012 y 2013, el agua subterránea en Cieneguilla y Pachacamac son de calidad óptima, mientras que en el distrito de Lurín es baja, en el 2012 se presentaron altas concentraciones de dureza, cloruro y sodio que sobrepasan el ECA, mientras que en el 2013, el agua es dura y cálcica que exceden el ECA.

En la Figura 69 se observa los mapas de índice de calidad del agua subterránea en época seca para fines de uso de riego. En el 2001, se observa que la calidad del agua subterránea es óptima en Cieneguilla y Pachacamac, mientras que en Lurín es moderada. En el 2002, en Lurín, el agua subterránea es de calidad moderada y presentan altas concentraciones de boro y sodio que superan el ECA.

En el 2003 y 2004 la calidad del agua subterránea es alta, debido a que las concentraciones de los parámetros químicos eran aceptables. En el 2005, en Lurín el agua subterránea es de

calidad moderada, donde las altas concentraciones de cloruro pueden ocasionar unas corrosiones en las canalizaciones de los subsectores de Lurín y La Mejorada, y perjudicar el crecimiento de los cultivos.

En el 2006, en Lurín se presenta agua de calidad moderada, mientras que en el 2007 y 2008, se presentan calidad alta y ligeramente moderada en Lurín. En el 2009, la calidad del agua subterránea en Lurín es moderada, donde las concentraciones de cloruro supera el ECA. En el 2010 y 2011, el agua subterránea en Cieneguilla y Pachacámac es de calidad óptima, mientras que en Lurín es moderada.

En el 2012, en el subsector Lurín, el agua subterránea es de baja calidad debido a la influencia del agua cloruradas y sódica, donde la presencia de sodio en cantidades elevadas es muy perjudicial para la agricultura ya que tiende a impermeabilizar los suelos, especialmente en zonas de drenaje deficiente y con la presencia con la presencia de calcio y magnesio se atenúa este efecto. En el 2013, la calidad del agua subterránea en Cieneguilla y Pachacámac es óptima por las concentraciones cumplen con el ECA, mientras que en Lurín es baja, donde las concentraciones de boro y calcio exceden el ECA.

En la Figura 70 se observa que el valor medio del ICAS para uso doméstico en el *Clúster I*, oscila entre los rango de 76 y 80, mientras que en el *Clúster II* varía de 70 a 75. Se observa que el los valores de ICAS del *Clúster II* son inferiores a los valores del *Clúster I* en cada año. En la Figura 71 se observa los ICAS para uso de riego, en el *Clúster I* los valores medios están en un rango de 78 a 87; mientras que en el *Clúster II* los valores medios siguen siendo inferiores que el *Clúster I* variando en rango de 74 a 78.

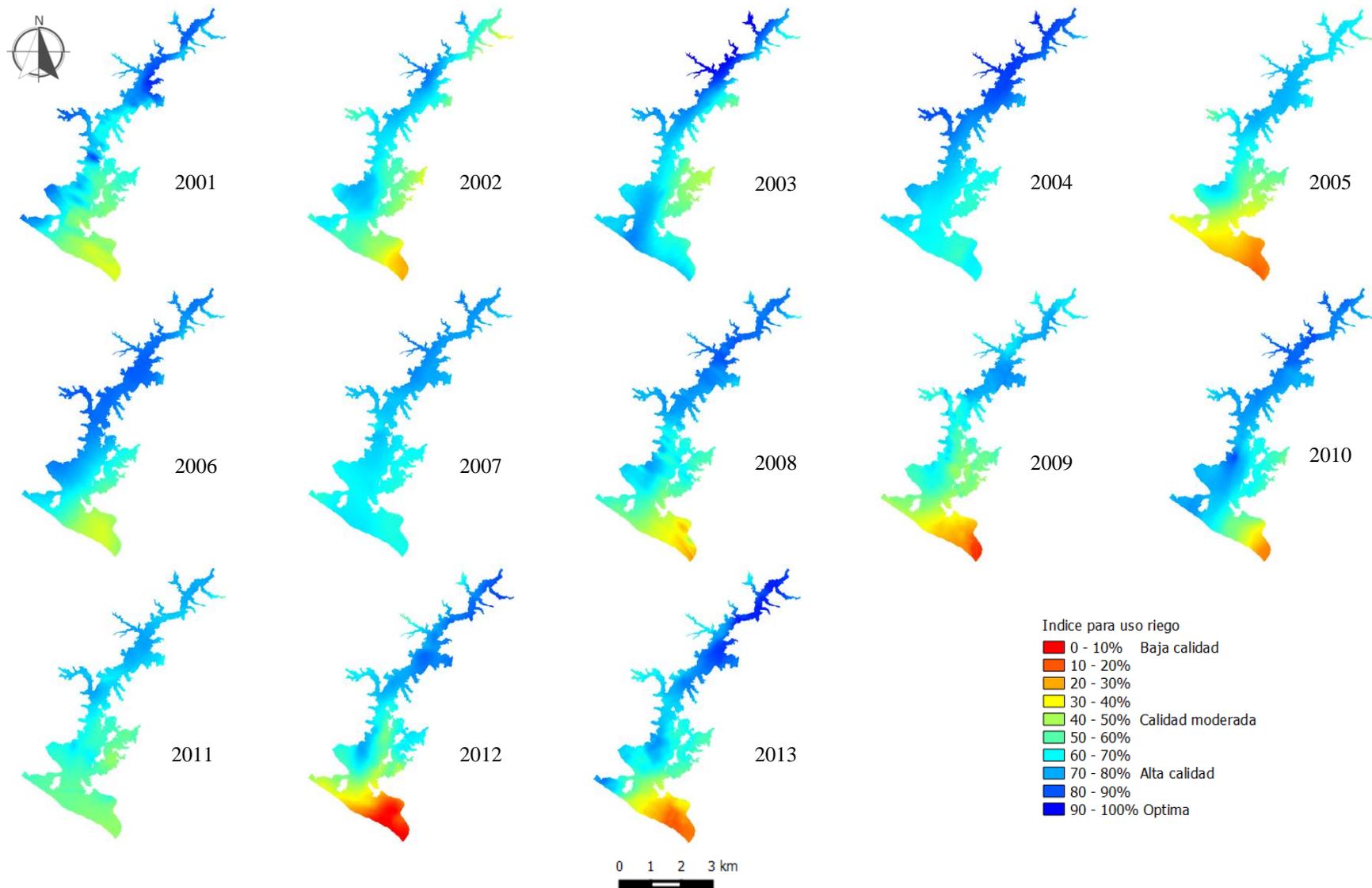


Figura 68: Variación espacial del índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época seca para uso doméstico.

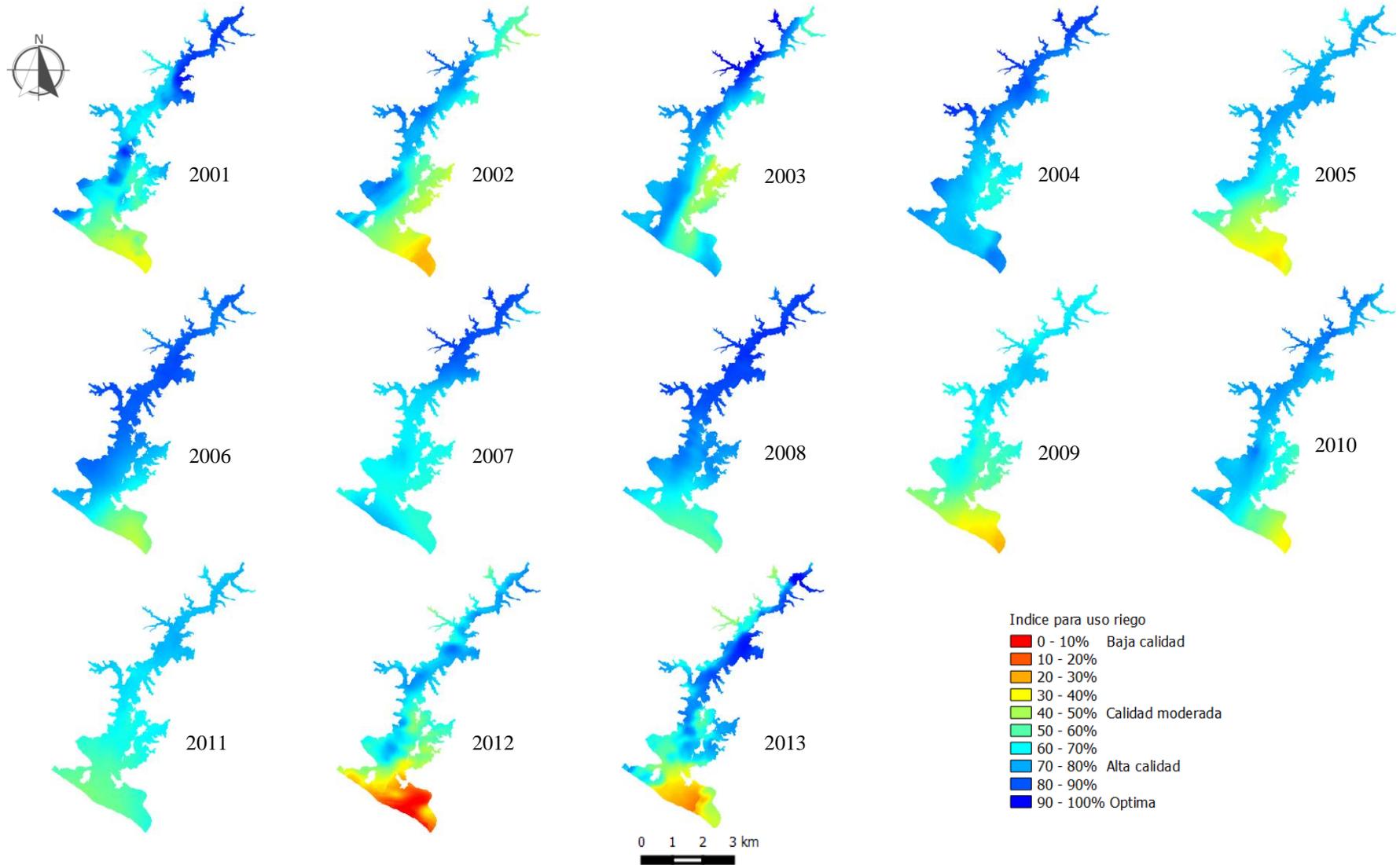


Figura 69: Variación espacial de índice de calidad del agua subterránea del valle de Lurín en época seca para uso de riego.

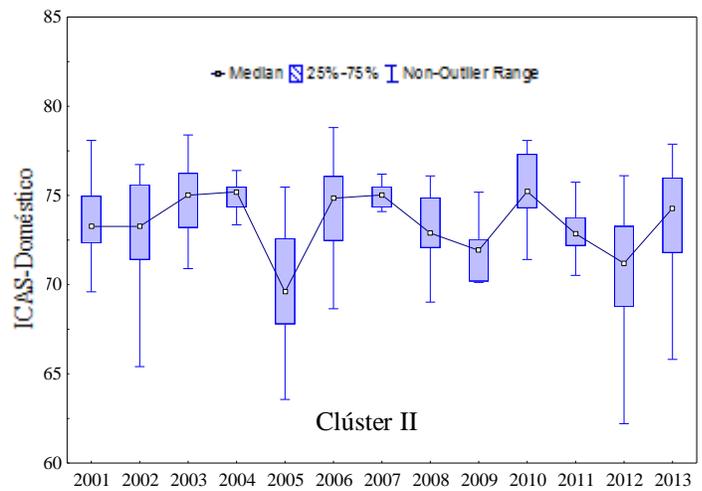
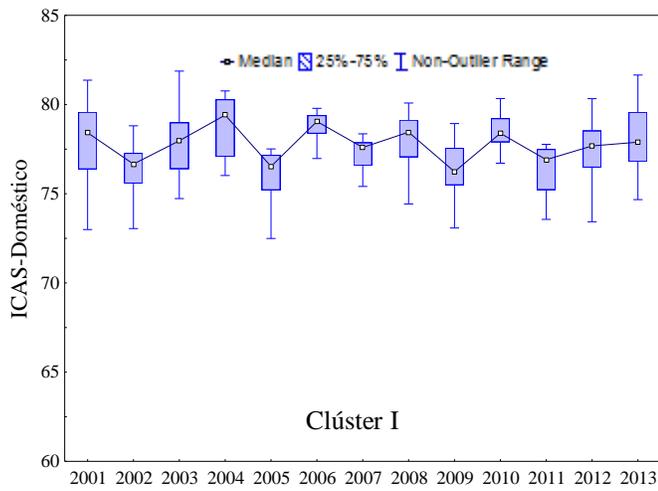


Figura 70: Diagramas de *Box-plot* del índice de calidad del agua subterránea para uso doméstico clasificado en dos grupos (*Clúster I* y *II*) durante la época seca.

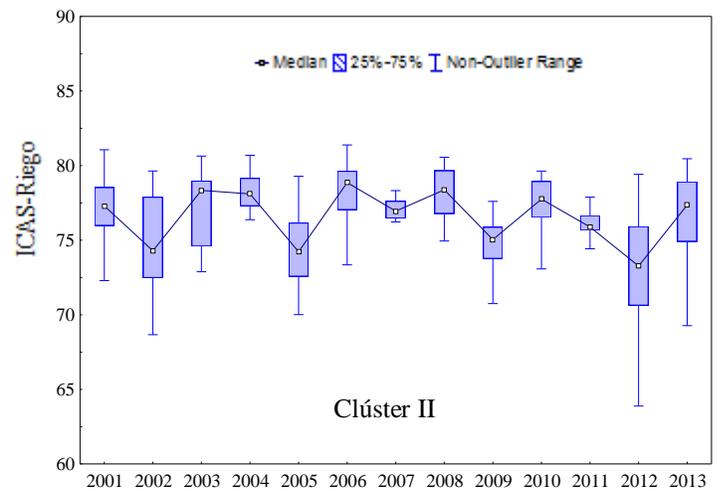
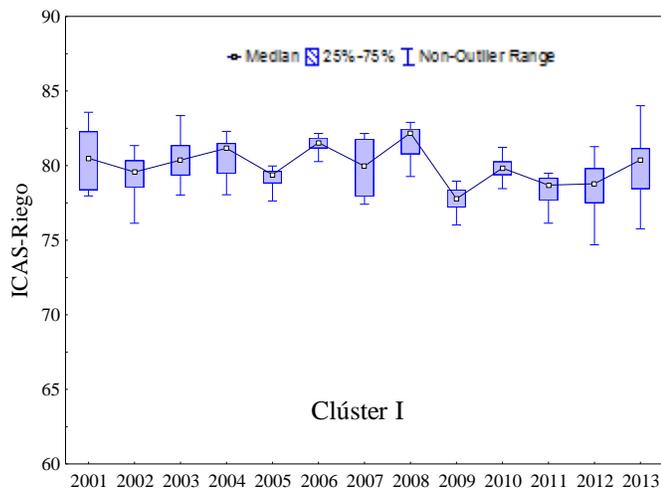


Figura 71: Diagramas de *Box-plot* del índice de calidad del agua subterránea para uso de riego clasificado en dos grupos (*Clúster I* y *II*) durante la época seca.

V. CONCLUSIONES

- La calidad del agua subterránea en el valle de Lurín se encuentra asociado al comportamiento de los parámetros hidrogeoquímicos durante el periodo del 2001 al 2013. A nivel espacial y temporal, se determinó que en el distrito de Lurín, la calidad del agua fue baja debido a que ciertos parámetros sobrepasaban el ECA doméstico y de riego, a diferencia de Pachacamac y Cieneguilla.
- En ambas épocas se pone de manifiesto el predominio de agua sulfatada cálcica en el distrito de Lurín y bicarbonatada cálcica en los distritos de Pachacamac y Cieneguilla, detectadas con el análisis de los diagramas hidrogeoquímicos que indicaron que el 70 por ciento de los pozos analizados, presentaron agua del tipo bicarbonatada cálcica ($\text{HCO}_3 - \text{Ca}$) y el 30 por ciento se tipifican como agua sulfatada cálcica ($\text{SO}_4 - \text{Ca}$).
- En la época húmeda y seca se determinó grandes variaciones temporales de acuerdo al análisis de los *Box-plot* de los parámetros hidrogeoquímicos. Se detectó que en ambas épocas los parámetros como conductividad eléctrica, dureza y cloruro exceden el ECA doméstico en los años 2001, 2002, 2005 y 2008 al 2013. El Análisis de Conglomerados Jerárquicos y Análisis de Componentes Principales determinaron, que en el valle de Lurín, los parámetros evaluados están asociados a las composiciones geológicas como depósitos aluviales, cuarcitas y granodioritas.
- La variabilidad espacial en ambas épocas se estableció con el índice de calidad del agua subterránea propuesto por Babiker et. al (2007). Se observó que en Cieneguilla y Pachacamac la calidad es buena ya que la gran mayoría de concentraciones cumplen con el ECA tanto para uso doméstico y de riego. En Lurín se detectó que en los años 2001, 2002, 2005, 2009 2012 y 2013 la calidad del agua subterránea es de moderada a baja calidad ya que no cumplen el ECA para uso doméstico y de riego.

VI. RECOMENDACIONES

- Elaborar el modelamiento hidrogeoquímico del valle de Lurín, para determinar el origen y funcionamiento del sistema de la calidad del agua subterránea.
- Evaluar las interacciones de los parámetros químicos con la presencia de minerales, gases, materia orgánica o la mezcla con otras aguas.
- Realizar más investigaciones enfocadas a evaluaciones espaciales y temporales de la calidad del agua subterránea, debido a la importancia y demanda de los recursos hídricos subterráneos, por ello se sugiere tomar como referencia este estudio.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Babiker, I., Mohamed, M. y Hiyama, T. 2007. Assessing groundwater quality using GIS. *Water Resour. Manage.* 21: 699–715.
- Bartram, J. y Ballance, R., 1996. *Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes.* The United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Health Organization (WHO). 348 p.
- Blasco, F. y De la Rubia, J. 1973. *Guía para clasificar las aguas en relación con su calidad para el riego.* IRYDA. Madrid. 7 p.
- Catalán, J. 1981. *Química del agua.* Segunda edición. Hermann Blume.
- Castillo, Z. y Medina, V. 2014. *Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río Rímac (riego), de enero a agosto del 2011, en tres puntos de monitoreo.* Trabajo de Titulación. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Collazos, M. y Montañó, J. 2012. *Manual de agua subterránea.* Uruguay, Ministerio de Agricultura y Pesca. p. 16-19
- Custodio, E. y Llamas, M. 1983. *Hidrología subterránea.* Segunda Edición. Tomo 1. Omega S.A. Barcelona. 259 p.
- Dunteman, G. 1989. *Principal Component Analysis.* Sage, Thousand Oaks, CA.
- Durack, P., Wijffels, S. y Matear, R. 2012. Ocean salinities reveal strong global water cycle intensification during 1950 to 2000. *Science.* 336: 455–458.
- Falcón, C., Moreno, G. y Combina, A. 2015. *Evaluación de las aguas termales en el área de Santa Teresita.* Universidad Nacional de La Rioja – Argentina.
- Fernández, N. y Solano, F. 2005. *Índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial.* Colombia. Universidad de Pamplona.
- Gil, J. 2003. *Métodos de investigación en educación. Volumen III: Análisis multivariante*”. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

- Hirsh, R., Helsel, D., Cohn, T. y Gilroy, E. 1992. Handbook of Hydrology, Chapter 17.
- Henry, R., Lewis, M., Hopke, P. y Willianson, J. 1984. Review of receptor model fundamentals. Atmospheric Environment, McGraw-Hill. 18(1): 1507- 1515.
- Horton, R. 1965. An index number system for rating water quality. J of WPCF. 37(3): 300-306.
- Hounslow, A. 1995. Water quality data. Análisis and interpretation. Editores Lewis.
- IGM (del Instituto Geográfico Militar, PE). 2004. Base cartográfica digital de Lurín.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2014. Compendio estadístico Perú 2014. Lima.
- INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, PE). 1998. Carta geológica del cuadrángulo de Lurín 25-j.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 2005. Inventario de Fuentes de agua subterránea en el Valle Lurín. Lima.
- Kruskal, J. y Landwehr, J. 1983. Icicle plots: better displays for hierarchical clustering. Am. Stat. 37 (2): 162–168.
- Marshall, S. 2014. Módulo de referencia en sistemas de la tierra y ciencias ambientales. Universidad de Calgary. Canadá.
- Meyers, L., Gamst, G. y Guarino, A. 2006. Applied Multivariate Research, Design and Interpretation. Sage Publications.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2015. ECA (Estándares Nacional de Calidad ambiental para Agua). El Peruano. DS N° 015 – 2015
- MINSA (Ministerio de Salud, PE). 2010 Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano. Dirección general de la salud ambiental del Ministerio de Salud. DS N° 031 – 2010 – SA.
- Murray, R. 1969. Estadística, teoría y problemas. Editorial Mc Graw-Hill.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2011. Suiza. Guías para la calidad del agua potable. 1(10): 185 p.
- Rencher, A. 1998. Multivariate statistical inference and applications. Wiley. 361 p.
- Rodríguez, J. y Mora, J. 2001. Análisis de varianza simple (o con un factor), factorial y multivariable. Universidad de Alicante. ISBN. p. 179-211.

- Samboni, N., Carvajal, Y. y Escobar, J. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación* 27: 172-181.
- SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, PE). 2013. Modelo matemático del acuífero Lurín. Lima.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2013. Boletín hídrico de la cuenca Lurín. Lima.
- Singh, K., Malik, A., Mohan, D. y Sinha, S. 2004. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. *Water Research*. 38(18).
- Stiff, H. 1951. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns: *Journal of Petroleum Technology*. 3(10): 15-16.
- UNESCO/WHO/UNEP (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization/ World Health Organization/ United Nations Environment Programme). 1996. *Water quality assessment-a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58 (301): 236–244.
- Wardle, A. 2002. UK-groundwater forum: Groundwater, our hidden asset. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en: <http://www.groundwateruk.org/Image-Gallery.aspx>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: TABLAS Y FIGURAS

Tabla A1. 1: Información de las descargas medias mensuales del río Lurín (m³/s) Estación Manchay Bajo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2001	10.57	14.22	32.56	22.25	3.86	2.66	2	1.81	1.78	0.5	1.73	1.6
2002	1.54	9.5	14.92	12.82	2.9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.74	1.97
2003	11.21	16.19	27.39	8.39	1.46	0.45	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	6.89
2004	10.43	14.89	18.32	10.68	4.28	2.24	1.54	0.96	0.41	0.34	0.57	4.92
2005	10.32	16.38	15.88	6.72	1.48	0.71	0.55	0.27	0.17	0.27	1.07	5.49
2006	9.85	16.97	15.73	8.06	2.93	1.18	0.82	0.47	0.39	0.40	1.03	5.76
2007	9.50	16.31	16.81	8.51	3.37	1.25	0.86	0.45	0.36	0.27	0.80	4.40
2008	8.16	13.37	15.65	8.65	2.20	1.42	0.95	0.57	0.31	0.37	0.49	1.85
2009	4.84	9.35	14.26	7.24	3.23	1.31	0.73	0.31	0.23	0.25	0.84	3.37
2010	5.94	11.13	11.72	5.79	1.81	1.15	0.83	0.43	0.24	0.28	0.90	4.19
2011	7.98	9.54	12.51	5.79	2.18	0.91	0.51	0.01	0.08	0.41	1.01	5.51
2012	10.31	10.04	10.88	6.87	3.68	2.51	1.75	0.99	0.39	0.30	0.80	3.88
2013	7.24	14.15	16.06	9.41	2.44	1.14	0.69	0.32	0.34	0.33	0.23	0.83
Promedio	8.30	13.23	17.13	9.32	2.75	1.30	0.87	0.51	0.36	0.29	0.94	3.90

Fuente: Información disponible de SENAMHI (2013)

Tabla A1. 2: Información inicial hidrogeoquímica del agua subterránea en el valle de Lurín del 2001 al 2013

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
1	S-1	FRANCISCO DE LA CRUZ V. ALFREDO GARCIA ELMORE	291882	8644614	T.A	04/09/2001	6.55	0.65	60.12	7.30	60.46	3.13	0.00	0.001	195.26	146.97	2.38	0.00	151.41	175.98
2		ASOCIACION NACIONAL DE CRIADORES DE CABALLOS DE PASO PERUANO	292545	8643944	T.A	25/10/2001	6.40	3.05	327.65	85.85	156.33	11.73	1.24	0.001	165.97	193.08	843.95	0.30		
3		ASOCIACION NACIONAL DE CRIADORES DE CABALLOS DE PASO PERUANO	292700	8643804	T.A	15/10/2001	7.10	1.01	104.61	23.83	65.75	4.30	0.00	0.001	154.38	121.52	180.85	0.10		
4		DIONISIO PERALTA ESCOBAR	295490	8644659	T.A	01/10/2001	7.03	0.84	96.19	29.18	35.86	2.74	31.01	0.001	244.08	518.72	2694.96	0.00		
5	S-2	VIVERO LOS INKAS S.A.	296089	8646527	T.A	11/09/2001	6.80	1.04	77.96	22.37	106.90	1.96	0.62	0.001	157.43	214.21	120.56	0.70	225.44	138.45
6		PRAMINSA	296480	8648564	T.A	01/11/2001	6.37	0.42	56.11	5.35	24.83	1.96	0.00	0.001	152.55	22.57	41.84	0.00		
7		PRAMINSA	296566	8648462	T.A	01/11/2001	6.37	0.42	56.11	5.35	24.83	1.96	0.00	0.001	152.55	22.57	41.84	0.00		
8		JARDINES DE LURIN S.A	296630	8641014	T.A	09/11/2001	6.80	3.60	360.72	72.96	258.87	12.12	186.03	0.001	16.48	368.39	886.50	1.19		
9		MAXIMILIANA HUAMANI ASTORAY	297170	8645994	T.A	01/10/2001	6.69	1.29	120.24	31.62	89.43	3.91	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00		
10		LUIS R. ARRIETA BATIFORA Y SRA.	297193	8648646	T.A	01/10/2001	7.03	0.84	96.19	29.18	35.86	2.74	31.01	0.001	244.08	518.72	2694.96	0.00		
11		ELSA MARITZA PERALTA CANCHO	297205	8646024	T.A	01/10/2001	6.69	1.29	120.24	31.62	89.43	3.91	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00		
12		ABRAHAM ZAVALA FALCON	297242	8649345	T.A	25/10/2001	6.90	0.92	110.42	13.50	76.10	5.08	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00		
13		ABRAHAM ZAVALA FALCON	297368	8649468	T.A	25/10/2001	6.80	1.02	111.42	13.74	77.94	5.47	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00		
14		DIONISIO PERALTA ESCOBAR	297645	8651124	T.A	01/10/2001	6.37	0.42	56.11	5.35	24.83	1.96	0.00	0.001	152.55	22.57	41.84	0.00		
15		HERACLIO MARCOS MARTIN	297815	8649134	T.A	01/12/2001	6.66	1.82	120.24	34.05	185.76	7.04	93.02	0.001	244.08	228.14	255.31	0.40		
16		ROBERT WATSON BARBER	299280	8641939	T.A	15/10/2001	7.20	4.78	149.50	35.39	857.76	10.95	1.24	0.001	208.08	480.78	1223.37	2.50		
17		LUIS VEGA MONTEFERRI	302605	8659239	T.A	01/11/2001	6.75	0.63	88.18	6.08	44.37	2.97	0.00	0.001	225.77	38.90	70.92	0.37		
18	S-3	JULIO RIVARA RUIZ	302681	8659827	T.A	01/07/2001	6.75	0.68	88.18	6.08	44.37	2.97	0.00	0.001	225.77	38.90	70.92	0.37	211.50	206.30
19	S-4	ERNESTO ORTIZ DE ZEVALLOS SANTISTEBAN	303261	8659219	T.A	01/07/2001	6.37	0.68	56.11	5.35	24.83	1.96	0.00	0.001	152.55	22.57	41.84	0.00	138.02	133.33
20		JAVIER DUCASSI WIESE	303600	8660029	T.A	12/12/2001	6.78	0.39	36.07	9.73	27.59	1.96	0.00	0.001	128.14	75.89	1.35	0.00		
21		DAGOBERTO DIAZ GONZALES Y HERNANDINA	295230	8645254	T.A	01/05/2002	7.30	0.84	96.19	29.18	35.86	2.74	31.01	0.001	244.08	518.72	2694.96	0.00		
22	H-1	ELEUTERIO JARA GALINDO Y BERNARDINA GAMARRA CONDOR	295845	8644724	T.A	01/01/2002	6.90	0.92	110.42	13.50	76.10	5.08	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00	277.96	248.99
23	S-5	AGROINDUSTRIAS FLORIS S.A.C.	295970	8646974	T	01/09/2001	6.92	0.48	64.13	13.38	30.07	2.58	Trazas	0.001	183.06	73.97	42.55	0.04	235.96	160.47
24	H-2	JORGE PUN LA TORRE	296100	8645513	T.A	13/02/2002	6.78	0.39	36.07	9.73	27.59	1.96	0.00	0.001	128.14	75.89	1.35	0.00	103.66	109.48
25		RODOLFO FRANCISCO CLAUSEN SOLIS Y MARIA ANGELICA ARCA PATIÑO	297360	8651774	T.A	01/12/2002	6.90	0.92	110.42	13.50	76.10	5.08	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00		
26	H-3	FELIPE LARKIN THORNIKE VALDEZ	299130	8642382	T	01/03/2002	7.20	4.78	149.50	35.39	857.76	10.95	1.24	0.001	208.08	480.78	1223.37	2.50	414.98	188.82
27	H-4	INMOBILIARIA GALLOS S.A.	300450	8641044	T	01/01/2002	6.78	2.20	160.32	34.05	303.47	5.87	62.01	0.001	67.12	216.62	709.20	0.30	436.34	190.75

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
28	H-5	MILICIADES RENAN CALLE CALLE	302710	8659354	T.A	01/01/2002	6.75	0.68	88.18	6.08	44.37	2.97	0.00	0.001	225.77	38.90	70.92	0.37	212.02	206.65
29	H-6	AA.HH VIRGEN INMACULADA CONCEPCION	303495	8659059	T.A	01/01/2002	6.66	1.27	120.24	31.62	89.89	3.91	31.01	0.001	268.49	153.70	141.84	0.00	340.80	249.19
30		ASOCIACION NACIONAL DE CRIADORES DE CABALLOS DE PASO PERUANO	292460	8643972	T.A	27/05/2003	7.01	2.50	345.69	72.11	108.51	21.11	0.00	0.001	128.14	150.33	817.00	0.29		
31	S-6	ASOCIACION CIVIL LIMA POLO CLUB	293620	8643464	T.A	01/09/2003	6.90	0.83	102.60	15.81	56.56	3.13	1.24	0.001	256.28	99.90	106.38	0.20	265.84	236.97
32		LUIS BENTIN REMY	296828	8648213	T.A	03/04/2003	6.20	0.80	102.20	15.69	100.93	1.96	9.30	0.001	234.32	120.08	89.36	0.30		
33	H-7	LUIS BENTIN REMY	296843	8647898	T.A	28/03/2003	6.20	0.99	119.24	17.75	91.96	1.56	5.58	0.001	256.28	140.25	92.20	0.30	306.91	236.74
34		LUIS BENTIN REMY	296912	8648580	T.A	03/04/2003	6.20	0.80	102.20	15.69	100.93	1.96	9.30	0.001	234.32	120.08	89.36	0.30		
35		LUIS BENTIN REMY	297030	8648409	T.A	03/04/2003	6.40	0.91	109.02	15.56	168.75	3.91	7.44	0.001	255.67	134.96	99.29	0.50		
36	S-7	ABRAHAM ZAVALA FALCON	299324	8646342	T	13/08/2003	7.90	3.51	96.79	20.06	1339.40	7.43	13.64	3.003	187.33	800.66	673.74	2.60	262.35	168.09
37	S-8	NINA PROPERTIES CORP.	302085	8657792	T	01/08/2003	6.80	0.67	99.80	12.52	39.77	3.13	4.34	0.001	271.54	77.33	62.06	0.10	292.00	252.11
38	S-9	JAVIER ALFREDO ZOLLNER ALMONTE	303144	8659841	T.A	22/08/2003	6.82	0.45	47.29	11.43	33.34	3.13	0.00	0.001	131.80	67.72	49.64	0.00	131.81	112.50
39	S-10	MODESTO MANUEL CARBALLEIRA SOTO	303226	8660272	T.A	22/08/2003	6.95	0.42	44.09	8.51	31.96	2.74	0.00	0.001	115.94	66.76	39.01	0.00	118.19	96.79
40	S-11	SEGUNDO MANUEL SANCHEZ PAREDES	292537	8643620	T.A	17/06/2004	7.01	1.10	128.46	29.55	63.22	4.69	Trazas	0.001	244.08	114.31	195.03	0.44	347.91	223.51
41	S-12	SEGUNDO MANUEL SANCHEZ PAREDES	292573	8643541	T.A	17/06/2004	7.49	0.94	104.61	25.05	60.46	3.52	Trazas	0.001	231.88	126.32	124.11	0.44	306.24	215.52
42		FLAVIO JARA MARQUEZ	293915	8646905	T.A	30/11/2004	7.20	0.85	119.64	16.05	52.65	2.74	5.58	0.001	220.89	120.08	109.93	0.10		
43	S-13	LAURA ELIZABETH MAYOR GUERRA	297548	8653516	T.A	07/06/2004	7.26	0.76	92.58	14.59	31.27	3.13	0.00	0.001	34.78	140.73	141.84	0.00	240.62	138.30
44	S-14	MARIO FERNANDO PAREDES CARPIO	298823	8641954	T.A	30/09/2004	6.73	3.90	238.88	76.97	526.70	21.51	0.00	45.045	195.26	381.84	992.88	1.38	708.85	175.98
45		ENRIQUE GOMEZ MANRIQUE	299902	8643569	T	14/12/2004	7.50	1.90	79.36	43.90	276.34	15.64	0.00	0.001	134.24	288.18	432.61	0.00		
46		CARLOS SILVA ARRIETA DELGADO	301026	8657315	T.A	03/12/2004	6.94	0.67	85.17	12.40	38.62	1.96	0.00	Trazas	134.24	98.46	85.10	0.11		
47		CARLOS SILVA ARRIETA DELGADO	301132	8657518	T.A	03/12/2004	7.12	0.62	84.97	13.50	36.09	43.40	0.00	15.015	109.84	93.18	74.47	0.10		
48		CRICENCIO MEJIA OBLITAS	295134	8642354	T.A	15/12/2005	7.40	3.00	240.08	49.00	294.96	11.34	19.22	0.001	344.15	552.35	492.89	0.67	802.10	
49	H-8	RITA BELARMINA CASTAÑEDA	295220	8647384	T.A	15/02/2005	6.20	0.81	98.40	16.29	42.99	3.13	3.10	0.001	244.08	131.60	83.33	0.20	257.60	224.86
50		HECTOR GONZALO COLOMA ROSSE	297380	8653281	T.A	30/11/2006	6.88	0.65	76.15	11.80	46.44	3.13	4.96	0.001	195.26	100.38	56.74	0.67		
51	H-9	RAUL BELLATIN GALDOS	291448	8644602	T.A	30/03/2007	7.94	2.30	111.82	53.75	329.91	16.42	12.40	12.012	170.86	210.37	475.16	1.14	371.70	151.60
52		MIGUEL UCCELLI RODRIGUEZ	296345	8645636	T.A	13/04/2007	6.68	1.18	110.42	67.00	98.86	5.12	25.42	0.001	244.08	163.78	113.47	0.57		
53		MIGUEL UCCELLI RODRIGUEZ	296396	8645696	T.A	13/04/2007	6.63	1.14	104.61	20.92	112.88	1.21	20.46	0.001	280.69	159.46	99.29	0.57		
54	S-15	INVERNADEROS HIDROPONICOS DEL PERÚ S.A.	296506	8645760	T	28/08/2007	7.18	1.18	123.05	30.40	93.80	1.17	13.02	12.012	61.02	157.54	276.59	1.14	337.47	88.93

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
55		DAVID ÁVALOS GÓMEZ	290605	8644494	T.A	20/11/2008	6.88	2.10	100.60	40.49	284.85	41.45	4.34	0.001	305.71	230.06	425.52	0.80		
56		GLORIA MARIA REYES PRETELL	291572	8643675	T.A	04/12/2008	7.66	1.39	117.23	70.89	95.87	10.95	1.24	0.001	394.80	242.07	184.39	0.85		
57		IBSEM DEL CASTILLO VILLACREZ	291625	8643609	T.A	04/12/2008	7.42	2.39	164.33	73.93	639.81	17.99	0.62	0.001	444.23	399.13	950.33	1.32		
58		MIGUEL MELQUIADES CASTRO ROMAN	291662	8643654	T.A	01/12/2008	7.04	2.41	176.35	76.97	669.70	18.77	1.24	0.001	447.28	440.44	868.77	1.19		
59		GUILLERMINA MARIA SERRANO LUNA DE ESCOBAR	291699	8643583	T.A	04/12/2008	7.10	2.18	331.66	98.25	111.04	16.03	0.62	0.001	368.56	278.09	585.09	0.81		
60		MARIA EDELMIRA GAMARRA COPELLO DE TAPIA	291702	8643689	T.A	18/11/2008	7.86	2.46	229.46	107.37	236.80	19.55	0.62	0.001	435.07	358.78	560.27	0.60		
61		MARIA ESCALANTE MOSQUERA DE BARDALES	291752	8643552	T.A	04/12/2008	7.27	2.98	264.53	111.51	479.80	23.46	0.62	0.001	485.72	510.56	858.13	1.10		
62	S-16	AQUILINO CABRERA HUANCAHUARI	291801	8643742	T.A	01/06/2001	6.81	2.66	316.63	132.79	128.97	16.81	1.86	0.001	395.41	465.41	592.18	0.78	220.98	155.25
63		VICTOR WILSON HIDALGO LOZANO	291860	8643706	T.A	01/12/2008	7.17	3.32	187.37	147.99	169.90	27.96	0.00	0.001	377.10	143.13	744.66	0.83	1069.00	
64		OSWALDO GALLEGOS ROJAS	291861	8643735	T.A	01/12/2008	7.12	3.53	212.42	160.15	161.85	31.48	0.00	0.001	421.04	139.29	737.57	0.82	1181.00	
65		RENZO MARTIN CALLE SAAVEDRA	291864	8643655	T.A	04/12/2008	6.63	2.86	290.58	144.95	177.94	21.11	0.62	0.001	417.99	355.42	734.02	0.84		
66		AMERICA RODRIGUEZ DE CACERES	291883	8643617	T.A	04/12/2008	6.68	2.60	355.71	177.29	137.02	22.29	0.62	0.001	403.34	319.40	893.59	0.74		
67		JUANA ZEGARRA VDA DE BLANCO	291886	8643637	T.A	04/12/2008	7.54	2.77	266.53	167.20	118.86	25.81	0.62	0.001	259.34	338.13	765.94	0.81		
68		LEONOR BALTAZARA VÉLIZ SERQUEN DE LARA	291888	8643709	T.A	01/12/2008	7.30	3.75	213.43	155.04	200.93	41.21	0.00	0.001	407.00	343.89	780.12	0.79	1162.90	
69		LUCIO ACOSTA MUÑOZ	291895	8643712	T.A	01/12/2008	7.82	3.99	250.50	158.08	253.81	51.22	0.00	0.001	363.68	570.60	723.38	1.28	1267.70	
70		MAURICIO HERMEJAS MANRIQUE ACOSTA	291975	8643657	T.A	04/12/2008	7.15	2.21	227.45	94.24	103.00	17.20	0.62	0.001	375.88	270.41	443.25	0.72		
71		DANIEL GABRIEL TOYOFUKU MISTUYAGI	292045	8643345	T.A	04/12/2008	7.19	1.74	232.46	67.85	103.91	12.12	0.62	0.001	425.92	290.10	312.05	0.83		
72		LEONCIO RUBEN GILVANO ALEGRIA	292067	8643333	T.A	04/12/2008	7.14	1.71	235.47	69.92	115.87	11.73	0.62	0.001	434.46	280.98	290.77	0.80		
73		CATHERINE ROXI CABRERA ARANGUENA	292073	8643534	T.A	04/12/2008	6.98	3.15	282.56	155.04	359.79	23.07	0.62	0.001	399.07	551.38	854.59	0.97		
74		EDUARDO ANTONIOLLI ALVAREZ	292100	8643314	T.A	04/12/2008	7.23	1.72	237.47	64.81	101.85	11.34	1.86	0.001	408.83	292.98	315.59	0.93		
75		EDWIN DAVID HENRIQUEZ NIETO	292101	8643505	T.A	04/12/2008	7.19	2.72	264.53	138.87	177.02	20.72	0.62	0.001	451.55	392.41	609.91	0.94		
76		CARMELA OLGA CARRILLO ARCE	292144	8643508	T.A	04/12/2008	7.31	2.44	253.51	126.71	177.02	17.60	0.62	0.001	446.67	380.40	560.27	0.97		
77		SAMUEL SAENZ CAJALEON	292150	8643584	T.A	04/12/2008	6.91	2.92	365.73	130.72	128.05	19.94	0.62	0.001	355.14	346.30	780.12	0.97		
78		LUIS MIGUEL CHÁVEZ ESCOBAR	292193	8643559	T.A	04/12/2008	6.65	2.05	300.60	103.36	117.02	12.90	0.62	0.001	360.63	236.31	620.55	0.73		
79		HERNÁN MONTOYA TEJADA	292227	8643527	T.A	01/12/2008	7.03	2.03	254.51	94.24	89.89	12.51	0.62	0.001	356.97	262.24	482.26	0.68		
80		ODILIO HERMES NORABUENA MONTES	292231	8643223	T.A	04/12/2008	7.27	2.36	251.50	119.53	143.00	15.25	0.62	0.001	346.59	324.20	585.09	0.80		
81		MIGUEL ALEJANDRO YZAGA CASTAÑEDA	292992	8647214	M	28/11/2008	7.25	1.79	87.17	45.60	217.95	16.54	0.00	0.001	327.07	180.11	212.76	1.49		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
82		INSTITUCION ALCANCE MUNDIAL PERU	293076	8647594	T.A	09/12/2008	7.92	2.15	162.32	51.68	180.01	21.04	31.01	6.607	375.88	284.34	347.51	0.17		
83		MIGUEL ALEJANDRO YZAGA CASTAÑEDA	293167	8647166	T.A	28/11/2008	7.39	1.77	124.25	47.67	147.83	1.60	0.00	0.001	323.41	194.52	212.76	1.39		
84		CARLOS EDGARDO MASALIAS ERAUSQUIN	293643	8647525	T.A	09/12/2008	7.33	3.96	398.80	73.93	609.69	10.17	40.31	0.001	274.59	585.49	1241.10	2.61		
85		FREDY. E CARTAGENA CUADROS	293857	8643163	T.A	14/11/2008	7.28	1.59	203.41	33.44	149.89	5.08	0.62	0.001	373.44	356.86	177.30	0.70		
86		PATACHE S.A.C	294123	8643724	T.A	27/11/2008	8.02	2.74	233.47	34.41	228.98	11.03	0.00	0.001	374.66	510.08	255.31	0.06		
87		ALEJANDRO VICENTE BUSTAMANTE OLIVARES	294193	8643676	T.A	04/12/2008	6.88	2.41	315.63	39.52	241.85	5.47	2.48	0.001	323.41	625.35	397.15	1.00		
88		FRANCISCA HIGA VDA. DE ARAKAKI	294201	8644616	T.A	10/11/2008	7.55	0.91	105.61	20.79	78.86	2.74	1.24	0.001	264.83	108.07	131.20	0.25		
89		JUAN KOBASHIGAWA ASTATO	294224	8643979	T.A	14/11/2008	7.00	2.23	199.40	33.44	184.84	1.96	1.24	0.001	388.70	251.20	297.86	0.83		
90		ALEJANDRO ARAKAKI ARAKAKI	294227	8644566	T.A	10/11/2008	7.40	1.00	113.83	23.35	74.95	6.26	0.00	0.001	252.01	122.96	139.00	0.39		
91		JUAN KOBASHIGAWA ASTATO	294234	8643916	T.A	14/11/2008	7.20	2.20	198.40	31.37	206.91	5.08	0.62	0.001	372.22	253.12	283.68	0.85		
92		DIONISIA ZUASNABAR RAVELO	294248	8644252	T.A	31/10/2008	6.84	1.66	177.15	37.45	132.88	4.69	2.48	0.001	381.38	254.56	191.48	0.01		
93		ALEJANDRO ARAKAKI ARAKAKI	294282	8644576	T.A	31/10/2008	6.88	1.60	153.11	30.40	135.87	10.56	1.86	0.001	275.81	189.24	235.45	0.00		
94		MONJA TRUJILLO PEÑA DE PAJUELO	294332	8646286	T.A	07/11/2008	7.58	0.67	64.93	15.32	0.92	1.56	39.69	0.001	137.91	92.70	56.74	0.36		
95	H-10	FORTUNATO HUAMANI CHAUCA	294371	8647390	T.A	24/03/2008	8.12	1.00	98.20	13.62	158.86	3.91	93.02	9.009	244.08	154.66	177.30	0.00	251.30	224.79
96		INVERSIONES AGRICOLAS GG.SA (US WORLD TRADE S.A)	294494	8644449	T.A	18/12/2008	6.60	1.37	154.11	21.52	61.61	2.70	0.62	0.001	273.37	210.85	199.99	0.28		
97		GREGORIO UEHARA ARAKAKI	294499	8643941	T.A	14/11/2008	7.40	2.05	247.49	40.49	215.88	9.78	6.20	0.001	351.48	433.23	354.60	0.80		
98		SUCESION PALOMINO ALCANTARA MODESTO	294523	8644326	T.A	04/12/2008	6.69	1.34	161.12	36.48	97.94	3.91	1.24	0.001	297.17	317.96	124.11	0.50		
99		PAULA RAMOS MONTELLANOS	294524	8643599	T.A	14/11/2008	7.10	2.42	217.43	31.37	235.88	2.74	3.10	0.001	331.95	233.91	354.60	0.66		
100		MANUEL FELICIANO CASTILLO CHUMPITAZ	294557	8644264	T.A	28/11/2008	7.00	1.70	158.32	22.25	153.34	5.59	0.00	0.001	336.83	167.62	290.77	0.49		
101		FRANCISCO GARCIA CABREJOS Y ESPOSA	294567	8644765	T.A	22/12/2008	7.61	1.07	132.46	26.27	92.88	10.17	1.86	0.001	251.40	182.51	145.39	0.39		
102		INVERSIONES AGRICOLAS GG.SA (US WORLD TRADE S.A)	294585	8644528	T.A	18/12/2008	6.52	1.58	175.35	25.29	75.87	2.50	2.48	0.001	257.50	215.17	185.81	0.38		
103		EUGENIO MONTELLANOS CHUMPITAZ	294947	8643422	T.A	25/11/2008	7.09	3.40	479.96	73.93	349.91	8.21	0.62	0.001	414.94	770.40	780.12	1.10		
104		PABLO ERNESTO YAGUI AKAMINE	294951	8644643	T.A	23/12/2008	6.75	1.26	140.08	21.16	57.48	3.32	15.50	0.001	280.08	146.97	139.00	0.34		
105		PRUDENCIO MONTELLANOS CHUMPITAZ	294955	8643471	T.A	14/11/2008	7.00	3.66	356.71	79.04	279.79	4.03	0.00	0.001	458.26	317.96	614.17	1.72		
106		EDWIN JULIAN TALANCHA ACOSTA	294964	8643946	T.A	28/11/2008	7.11	2.71	209.42	48.64	302.78	4.89	17.98	0.001	414.94	401.53	404.24	0.85		
107		EMPRESA BUXER S.A.C.	294985	8645996	T.A	18/12/2008	6.96	0.89	103.81	16.17	48.74	1.80	27.28	0.001	235.54	124.40	109.93	0.22		
108		JESUS ALBERTO HEREDIA MALDONADO	295011	8648003	T.A	26/11/2008	6.99	0.68	77.35	11.92	34.94	1.96	3.10	0.001	190.38	123.92	24.82	0.30		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
109		MARIO GARCIA MEYER	295017	8644985	T.A	22/12/2008	7.50	1.05	127.05	24.32	82.99	4.69	5.58	0.001	302.05	163.30	106.38	0.08		
110	S-17	VIRGILIO TORO QUILLAMA	295135	8645932	T.A	01/06/2001	6.79	0.82	107.61	18.24	87.82	1.56	3.10	0.001	259.95	178.67	95.74	0.38	259.45	188.41
111		MIGUEL PEDRO HUARINGA CONTRERAS	295144	8646307	T.A	18/12/2008	7.12	0.91	116.83	17.15	61.15	2.70	33.49	0.001	228.21	113.83	102.12	0.33		
112		FLORISA CARPIO MORALES DE FRANCO	295171	8645795	T.A	19/11/2008	7.20	0.79	91.78	17.88	51.50	2.19	1.86	0.001	209.30	123.92	83.69	0.00		
113		DARIO CRISANTO LUJAN CARPIO	295198	8645918	T.A	19/11/2008	7.06	0.80	100.20	15.81	49.89	1.56	1.86	0.001	258.72	159.94	42.55	0.40		
114		ROLANDO PEREZ-PACHECO DELGADO	295248	8644518	T.A	22/12/2008	7.36	1.39	207.41	35.39	97.94	3.91	1.24	0.001	259.34	244.95	265.95	0.12		
115		CLAUDIO ALLENDE ANGULO	295265	8642974	T.A	07/11/2008	7.66	2.50	210.62	33.44	302.78	5.87	31.63	3.303	294.73	256.96	497.86	0.82		
116		GERARDO NUÑEZ LESCANO	295312	8645678	T.A	14/11/2008	7.50	0.74	92.38	17.75	51.96	1.29	1.24	0.001	261.78	108.55	42.55	0.00		
117		FLORISA CARPIO MORALES DE FRANCO	295364	8645953	T.A	19/11/2008	7.12	0.74	104.21	13.74	53.34	1.92	1.24	0.001	229.44	131.60	78.01	0.00		
118		MAGDA VILLAVERDE ROJAS	295399	8644465	T.A	22/12/2008	7.60	3.35	424.85	76.00	409.68	5.47	1.24	0.001	405.17	548.02	939.69	0.24		
119		GERARDO NUÑEZ LESCANO	295413	8645856	T.A	14/11/2008	7.60	0.83	114.63	18.73	51.04	0.98	0.62	0.001	281.30	85.01	92.20	0.00		
120		HONORIO FELIZ PAREDES UCHUYA	295433	8645187	T.A	30/12/2008	6.88	0.77	85.97	15.56	43.91	1.92	2.48	0.001	231.88	81.65	86.52	0.10	276.30	190.10
121		JUANA DÁVILA DE PUERTAS	295439	8643184	T.A	01/11/2008	7.61	2.76	280.56	39.52	389.91	7.43	9.92	0.001	265.44	468.29	638.28	0.80		
122		FERMINA QUISPE GARCIA	295483	8645787	T.A	14/11/2008	7.50	0.80	110.62	18.97	48.97	1.21	1.86	0.001	279.47	90.78	106.38	0.00		
123		JUANA VILCHEZ DE VERASTEGUI	295491	8647868	T.A	14/11/2008	8.16	0.56	81.56	9.36	31.96	2.74	0.62	0.001	173.91	95.58	53.19	0.20		
124		ANATOLIO JEHINER DE LA CRUZ MORENO	295501	8644276	T.A	17/12/2008	6.49	3.18	328.66	70.89	370.83	10.17	1.24	0.001	546.74	530.25	638.28	1.20		
125		EUGENIO NUÑEZ LESCANO	295552	8645531	T.A	14/11/2008	7.40	1.12	118.24	20.06	57.93	0.90	1.24	0.001	258.72	107.11	178.72	0.00		
126		ANTONIO FERNANDEZ ALVAREZ	295577	8644689	T.A	13/10/2008	7.10	1.80	172.34	39.64	133.34	15.64	0.00	0.001	439.34	249.76	212.76	0.00	593.50	361.00
127		JUANA VILCHEZ DE VERASTEGUÍ	295600	8647779	T.A	14/11/2008	8.25	0.55	76.75	9.48	31.04	1.96	1.24	0.001	152.55	91.26	63.83	0.10		
128		FRANCISCO ARIAS GOVEA	295655	8644408	T.A	27/11/2008	6.95	2.25	326.65	4.01	187.83	4.30	1.24	0.001	399.68	438.03	319.14	0.70		
129		BENEDICTO ESPILCO CASTILLO	295672	8645221	T.A	14/11/2008	7.10	1.27	143.49	22.01	57.02	0.90	3.72	0.001	299.00	121.52	154.61	0.00		
130		EUGENIO NUÑEZ LESCANO	295702	8645554	T.A	14/11/2008	7.40	1.36	150.90	22.25	62.99	1.60	1.86	0.001	247.74	128.72	156.02	0.00		
131	H-11	UNIQUE S.A.	295725	8641890	T	07/02/2008	7.40	2.96	342.48	44.38	193.20	20.33	0.00	0.001	122.04	437.07	659.56	0.00	1037.86	100.00
132		LUCIO COLLAVINO TORO	295729	8646764	T.A	27/11/2008	7.80	0.78	82.56	13.13	42.30	1.99	0.00	0.001	225.16	95.58	75.88	0.09		
133		ANATOLIO JEHINER DE LA CRUZ MORENO	295733	8644851	T.A	17/12/2008	6.36	1.96	261.52	52.65	214.73	4.30	1.24	0.001	513.79	229.10	400.70	0.02		
134		HUGO FELICIANO RODRIGUEZ MENDOZA	295741	8647000	T.A	09/12/2008	7.35	0.74	85.97	13.74	36.32	1.72	3.10	0.001	228.83	86.45	67.37	0.00		
135		CESAR RISCO HUAMAN	295762	8644338	T.A	12/11/2008	6.76	3.45	340.68	18.24	285.77	25.06	4.96	0.001	381.99	279.05	632.61	0.00		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
136		ALFREDO PAQUIYURI CANCHO	295800	8644152	T.A	18/12/2008	7.22	3.75	310.62	53.75	422.79	6.02	0.00	0.001	426.53	390.48	879.41	0.65		
137		EUDOCIA ARANGO GARAMENDI	295808	8645445	T.A	14/11/2008	7.60	0.73	103.01	17.39	46.90	0.90	2.48	0.001	255.06	83.09	87.94	0.00		
138		SATURNINO CARPIO LLOCLLA	295854	8645517	T.A	14/11/2008	7.50	0.68	94.39	16.17	45.98	1.21	1.24	0.001	234.32	59.08	78.01	0.49		
139		SERAPIO GARCIA DELGADILLO	295857	8646634	T.A	27/11/2008	7.99	0.98	102.20	20.31	85.98	9.03	0.00	0.001	248.35	161.86	106.38	0.09		
140		HUGO FELICIANO RODRIGUEZ MENDOZA	295886	8646960	T.A	09/12/2008	7.28	0.67	72.14	11.55	40.00	1.72	18.60	0.001	210.52	75.41	60.28	0.00		
141		ISAAC MAMANI CCOPA	295894	8644085	T.A	18/11/2008	7.40	3.91	466.93	85.12	419.80	5.47	3.72	0.001	386.26	1040.33	709.20	0.60		
142		LEILA GIOVANNA GARCIA ANTEZANA	295897	8648641	T.A	15/10/2008	7.13	0.69	71.94	24.32	45.98	1.56	2.48	0.001	173.30	107.11	78.01	0.30		
143		HECTOR MAYORGA MONTOYA	295904	8646186	T.A	10/12/2008	6.82	1.87	373.75	56.67	200.93	2.74	10.54	0.001	304.49	582.60	524.81	0.94		
144		MELITON CARDENAS PALOMINO	295927	8643033	T.A	07/11/2008	7.90	3.02	266.53	44.51	348.76	4.69	2.48	0.001	452.77	268.49	624.10	1.34		
145		JORGE ANDREE GAMARRA PUMACHAGUA	295943	8644830	T.A	07/11/2008	6.98	2.29	300.60	44.63	234.96	3.52	0.62	0.001	410.05	439.47	368.78	0.70		
146		VICTOR ANDRÉS BARRIENTOS SALAZAR	295972	8642813	T.A	10/12/2008	6.74	2.95	514.03	70.89	320.71	4.30	2.48	0.001	325.85	585.49	957.42	0.83		
147		ANA MARIA PALOMINO SALCEDO	295989	8643146	T.A	18/11/2008	7.62	3.55	360.72	60.80	479.80	8.99	7.44	0.001	369.78	790.09	744.66	1.40		
148		NEMESIO OROZCO DELGADO	295998	8645671	T.A	28/11/2008	7.77	0.78	94.79	16.78	46.21	1.17	0.00	0.001	148.28	131.12	103.54	0.29		
149		FAUSTINO JULIAN CHACON ARIAS	296006	8646803	T.A	28/11/2008	7.82	0.89	81.16	23.35	82.99	10.01	0.00	0.001	244.69	127.76	85.10	0.63		
150		OCTAVIO ANTONIO RUEDA RETES	296015	8647384	T.A	28/11/2008	6.93	0.64	88.18	11.19	40.00	0.78	0.00	0.001	0.00	146.97	74.47	0.30		
151		OCTAVIO ANTONIO RUEDA RETES	296016	8647385	T.A	28/11/2008	6.88	0.50	67.13	8.15	34.03	0.78	0.00	0.001	148.28	66.76	60.28	0.25		
152		MARCO ANTONIO ÁVILA MENDOZA	296021	8643989	T.A	28/11/2008	6.89	2.72	204.41	32.47	344.85	4.42	0.00	0.001	208.08	294.42	517.72	1.00		
153		CLAUDIO MUNIR KHAMIS JOHANSEN	296026	8647127	T.A	07/11/2008	7.01	0.61	59.52	13.25	44.83	1.17	13.02	0.001	144.62	76.85	69.50	0.37		
154		FELIX ALFREDO QUILCA QUISPE	296034	8644295	T.A	28/11/2008	8.30	3.04	225.45	129.75	287.83	10.01	48.37	0.001	521.72	436.59	489.35	0.34		
155		ROBERTO ARMANDO CASTRO PÉREZ	296036	8644274	T.A	28/11/2008	8.29	3.17	295.59	30.40	311.97	11.03	207.11	0.001	237.37	388.56	652.46	0.37		
156		REINALDO FAUSTO CARRIÓN PACHAS	296047	8642722	T.A	28/11/2008	8.12	3.26	302.60	40.49	314.96	11.03	16.74	0.001	353.31	476.94	659.56	1.50		
157		COMITÉ DE REGANTES DEL CANAL MEJORADA EL OLIVAR	296068	8646931	T.A	27/11/2008	7.51	0.89	97.19	15.93	45.98	1.72	0.00	0.001	236.76	117.19	84.39	0.08		
158		PEDRO MONTELLANOS CHUMPITAZ	296081	8643122	T.A	18/11/2008	7.58	3.58	375.75	63.84	329.91	3.13	26.04	0.001	336.22	750.23	531.90	1.20		
159		JOB SAN MIGUEL DE LA TORRE	296084	8646063	T.A	17/11/2008	6.28	0.87	116.63	15.81	66.90	1.17	3.10	0.001	241.03	110.95	127.66	0.30		
160		WILLIAM BERNAL NEYRA	296117	8647713	T.A	14/11/2008	7.10	0.65	71.54	11.43	34.03	1.17	3.10	0.001	187.33	68.68	62.41	0.00		
161		VICTOR CLAUDIO OROPEZA BARRETO	296155	8646231	T.A	18/12/2008	7.08	0.71	85.57	15.69	51.27	0.90	9.92	0.001	238.59	84.53	63.12	0.32		
162		MARIA ELVIRA BUSTAMANTE OLIVARES	296156	8648350	T.A	12/12/2008	6.93	0.76	120.64	14.59	50.81	2.35	4.96	0.001	208.69	134.00	70.92	0.35		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
163		EULOGIO CARDENAS MACASANO	296184	8646356	T.A	14/11/2008	7.20	1.14	124.65	19.82	57.93	1.02	2.48	0.001	242.86	105.67	139.00	0.27		
164		CLAUDIO MUNIR KHAMIS JOHANSEN	296189	8647006	T.A	07/11/2008	6.68	0.86	73.35	19.33	63.91	1.96	0.00	0.001	220.28	113.35	84.39	0.51		
165		URBANO MARCOS ESPIRITU PAREJA	296208	8646487	T.A	16/11/2008	7.40	1.17	107.82	23.35	94.30	12.51	Trazas	0.001	278.25	171.95	127.66	0.00	380.33	228.00
166		ERNESTO BRAVO ARIAS	296214	8644426	T.A	01/11/2008	7.02	2.94	261.52	30.40	359.79	9.38	13.64	0.001	227.60	537.94	567.36	1.20		
167		NATALIA PAQUIYAURI DE VILLAGARAY	296233	8643323	T.A	18/11/2008	7.45	3.28	326.65	57.76	459.80	7.43	7.44	0.001	291.07	545.14	886.50	0.70		
168		ERNESTO BRAVO ARIAS	296281	8643357	T.A	25/11/2008	7.05	2.95	276.55	35.51	339.79	7.43	11.78	0.001	238.59	420.26	673.74	1.10		
169		PASCUALA PALOMINO NUÑEZ	296328	8646213	T.A	19/11/2008	7.32	0.97	107.82	0.97	89.66	1.29	3.72	0.001	242.25	190.20	97.87	1.00		
170		TEOFILO ROBLES OLIVERA	296337	8643438	T.A	05/12/2008	7.57	3.32	240.48	38.55	349.91	8.02	13.02	0.001	278.25	296.35	886.50	0.32		
171		MARIA CANCHO PAQUIYAURI	296422	8643050	T.A	18/11/2008	6.83	3.24	310.62	51.68	379.79	6.65	8.06	0.001	291.68	605.18	673.74	1.00		
172		JOSE LUIS DEL SOLAR DIBOS	296431	8646514	T.A	28/11/2008	6.64	1.41	171.34	21.28	97.02	2.31	37.21	0.001	222.72	175.31	177.30	0.40		
173		ERNESTO BRAVO ARIAS	296495	8643059	T.A	25/11/2008	7.40	3.08	309.62	37.45	339.79	12.90	25.42	0.001	338.66	605.18	531.90	1.30		
174		FAUSTO BRAVO ARIAS	296507	8644290	T.A	20/11/2008	7.95	1.17	81.36	12.28	192.89	9.38	3.10	0.001	395.41	233.91	70.92	0.40		
175		JOSE LUIS DEL SOLAR DIBOS	296552	8646388	T.A	28/11/2008	6.59	1.05	131.26	17.27	52.88	1.13	0.00	0.001	255.06	106.15	139.00	0.31		
176		FAUSTO BRAVO ARIAS	296574	8644540	T.A	03/11/2008	7.11	2.95	149.90	25.29	389.91	3.91	13.02	0.001	216.62	379.92	531.90	1.80		
177		FULGENCIO CERON TELLO	296600	8645081	T.A	12/12/2008	6.81	2.32	201.40	23.35	216.80	7.00	0.00	0.001	261.17	292.50	385.80	0.00		
178		LIDIA CHAVEZ LUDEÑA	296618	8645054	T.A	12/12/2008	7.14	2.09	223.45	18.24	221.85	6.02	27.90	0.001	223.33	345.82	348.93	0.15		
179		JORGE ALFREDO MONTEVERDE BALMELLI	296637	8646073	T.A	23/12/2008	7.50	1.25	147.29	19.46	55.18	1.92	13.02	0.001	267.88	129.68	143.26	0.16		
180		EDGAR WILMER PIMENTEL ZUÑIGA	296686	8650917	T.A	04/12/2008	6.89	1.52	188.38	39.52	85.06	7.43	21.70	0.001	281.30	340.05	148.93	0.90		
181		PEDRO SANTOS CUYA HUAPAYA	296688	8651006	T.A	07/11/2008	7.09	0.97	112.83	20.92	66.90	2.74	58.91	0.001	234.32	131.12	152.12	0.11		
182		RODOLFO FERNANDO BORJA OLMEDO	296694	8647981	T.A	19/11/2008	6.89	0.92	108.62	15.32	42.76	1.96	1.86	0.001	226.99	106.15	95.74	0.30		
183		FERMÍN PEDRO GARCIA REYES	296694	8644138	T.A	07/11/2008	7.98	1.46	126.85	22.25	178.86	3.91	10.54	0.001	199.54	254.08	241.13	0.80		
184		ZOSIMO MARCIAL TABOAMA JANAMPA	296704	8645096	T.A	12/12/2008	7.04	2.37	199.40	23.35	213.81	8.02	29.14	0.001	252.01	221.90	506.37	0.00		
185		CIRILO GARCIA REYES	296708	8644182	T.A	20/11/2008	7.54	1.33	106.01	14.96	169.90	3.52	7.44	0.001	291.07	255.52	134.75	0.60		
186		SERVIDORAS DE JESUS Y MARIA	296710	8650672	T.A	19/11/2008	6.95	0.99	142.28	1.82	74.95	8.02	1.86	0.001	233.10	172.43	99.29	0.00		
187		JOSE LUIS DEL SOLAR DIBOS	296723	8646136	T.A	28/11/2008	6.81	0.88	115.23	18.24	47.82	0.82	40.93	0.001	212.35	114.31	92.20	0.30		
188		FELIX ALFREDO QUILCA QUISPE	296723	8645438	T.A	07/11/2008	6.95	1.73	297.59	32.47	145.99	2.74	8.06	0.001	267.27	351.10	368.78	0.50		
189		JULIA RAMOS MONTOYA	296783	8647883	T.A	14/11/2008	7.40	0.77	92.79	17.27	42.99	1.09	1.86	0.001	248.96	101.82	58.15	0.00		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
190		VICTORIA NICOLOSA CHAPARRO DURAN DE RIVERA	296789	8646323	T.A	24/11/2008	6.66	1.16	125.25	21.28	74.03	2.74	7.44	0.001	253.84	219.50	88.65	0.40		
191	S-18	ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	296814	8647243	T.A	09/09/2008	6.80	0.91	110.82	17.27	77.02	1.56	4.96	0.001	231.88	74.93	177.30	0.40	300.51	214.47
192		PAULA PONCIANA SILVERIO NUÑEZ	296822	8647950	T.A	14/11/2008	7.60	0.84	109.42	17.88	57.93	1.29	2.48	0.001	230.66	80.21	103.54	0.00		
193		PETRONILA MARIA ANITA REYES REYES	296828	8644989	T.A	18/12/2008	7.35	3.39	216.43	30.40	526.70	1.99	58.91	0.001	236.15	325.16	851.04	0.72		
194		JORGE JAVIER KOECHLIN VON STEIN	296843	8647136	T.A	28/11/2008	7.02	0.95	121.24	16.17	42.99	1.49	0.00	0.001	230.66	140.25	120.56	0.26		
195		CAMILO BLAS CHUMPITAZ	296844	8644389	T.A	07/11/2008	7.69	2.64	142.08	26.27	419.80	3.52	14.88	0.001	226.99	414.02	535.45	1.60		
196		UNION ANDINA DE CEMENTO S.A.A.	296862	8650706	T	19/11/2008	7.45	1.41	137.27	18.00	74.95	8.02	6.82	0.001	220.89	162.82	143.26	0.00		
197		HACIENDA RECOVECO S.A.C.	296869	8646911	T.A	28/11/2008	8.21	1.31	159.32	20.31	62.07	8.02	55.19	0.001	260.56	267.53	85.10	0.36		
198		RODOLFO BOTTERI SOTOMAYOR	296872	8649722	T.A	20/12/2008	6.92	0.55	77.96	10.58	21.61	1.60	2.48	0.001	161.09	70.12	54.61	0.00		
199		JULLISA P. GONZALES DE SOUZA DE KOECHLIN	296899	8647146	T.A	28/11/2008	8.13	1.19	152.30	19.21	62.07	9.03	48.99	0.001	217.23	227.18	85.10	0.28		
200	S-19	ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	296904	8647413	T.A	01/09/2008	6.83	0.94	108.62	16.78	78.86	2.35	4.34	0.001	241.64	94.62	145.39	0.20	288.02	223.45
201		RODOLFO FERNANDO BORJA OLMEDO - POZO DOMICILIO	296918	8647732	T.A	19/11/2008	6.78	1.05	127.86	22.25	49.89	1.56	1.86	0.001	233.10	196.44	95.74	0.30		
202		JULITA ALEJANDRINA ARIAS DE RUEDA	296918	8647656	T.A	14/11/2008	7.50	0.88	99.40	18.73	51.04	1.49	3.10	0.001	235.54	102.30	102.12	0.00		
203		ALBERTO LEON BAZAN	296920	8645325	T.A	28/11/2008	8.34	2.09	160.32	17.27	236.80	11.03	39.69	0.001	250.18	413.06	326.23	0.65		
204		ROQUE JESUS FLORES CORNEJO	296931	8645327	T.A	18/12/2008	7.95	1.73	139.48	18.00	234.96	1.99	19.22	4.805	239.20	261.76	251.06	0.35		
205		CIRO ADOLFO ODIAGA ANDRADE	296931	8644705	T.A	10/12/2008	6.71	2.23	127.05	36.48	459.80	3.91	13.02	0.001	209.30	408.26	588.64	0.95		
206		HACIENDA RECOVECO S.A.C.	296937	8646986	T.A	28/11/2008	8.10	1.15	157.31	17.27	51.04	9.03	40.31	0.001	230.66	259.84	85.10	0.46		
207		MARIA ISABEL MARTINEZ DE RUIZ	296939	8648138	T.A	26/11/2008	7.82	0.98	133.27	17.27	60.92	8.99	35.97	0.001	219.06	176.75	85.10	0.61		
208		JUAN PRIMITIVO MOGROVEJO ARÓSTEGUI	296944	8648598	T.A	28/11/2008	6.58	1.04	111.22	13.13	85.06	2.39	0.00	0.001	218.45	120.08	134.75	0.40	330.40	179.20
209		JORGE JAVIER KOECHLIN VON STEIN	296946	8647166	T.A	28/11/2008	6.95	1.15	140.28	17.27	115.87	1.49	0.00	0.001	261.78	158.98	143.26	0.40		
210	S-20	ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	296962	8647615	T.A	01/09/2008	6.75	1.11	132.66	19.21	131.96	3.13	9.30	0.001	273.98	114.79	219.85	0.50	325.75	238.77
211		HACIENDA RECOVECO S.A.C.	296964	8646895	T.A	28/11/2008	8.41	1.18	138.28	17.27	60.00	12.04	3.72	0.001	291.68	209.89	85.10	0.40		
212		JORGE ALBERTO GONZALES ESPINOZA	296971	8648604	T.A	27/11/2008	8.26	1.06	127.25	23.35	88.97	9.03	0.00	0.001	228.46	247.83	116.31	0.00		
213		JULISSA PAOLA GONZALES DE SOUZA FERREYRA DE KOECHLIN	296973	8647135	T.A	28/11/2008	7.67	1.27	157.31	20.31	69.89	10.01	55.81	0.001	245.30	230.06	85.10	0.58		
214		MAXIMO GARCÍA REYES	296983	8644128	T.A	07/11/2008	7.69	2.63	138.28	30.40	419.80	3.52	12.40	0.001	223.33	436.11	496.44	1.70		
215		SANTIAGO PODESTA OWEN	297000	8653046	T.A	12/12/2008	7.71	1.03	129.06	17.39	62.76	6.22	11.78	0.001	216.62	109.99	178.72	0.00		
216		ROSA JOSEFINA SOTELO DE RAMIREZ	297002	8647863	T.A	17/11/2008	6.70	0.85	115.83	18.36	48.97	1.29	2.48	0.001	249.57	131.60	110.64	0.00		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
217		HACIENDA RECOVECO S.A.C.	297005	8647110	T.A	28/11/2008	8.11	1.26	156.31	20.31	60.00	9.03	59.53	0.001	253.23	273.29	85.10	0.50		
218		CARLOS MUÑOZ ORTEGA	297027	8651825	T.A	28/11/2008	8.34	1.03	134.27	17.27	52.88	13.92	40.93	0.001	245.91	240.15	85.10	0.55		
219		LUISA CANDELARIA SOTELO MARTINEZ	297036	8647895	T.A	17/11/2008	7.10	0.89	121.84	18.97	51.96	1.41	3.10	0.001	238.59	117.19	109.22	0.00		
220		HERACLIO SALAS PUGA	297042	8641486	T.A	12/12/2008	6.58	3.63	414.83	62.75	429.68	15.64	6.20	0.001	610.20	499.99	858.13	0.65		
221		ENRIQUE CARRERA VALDIVIA	297047	8646440	T.A	12/12/2008	7.02	1.33	141.28	18.24	117.02	5.00	24.80	0.001	240.42	211.81	194.32	0.00		
222	S-21	ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	297048	8647527	T.A	09/09/2008	6.91	0.97	114.63	17.39	120.93	3.52	5.58	0.001	243.47	79.73	223.40	0.30	338.69	237.98
223		SABINA CORDOVA PACHECO	297051	8649736	T.A	28/11/2008	7.63	0.78	83.57	11.92	37.93	1.49	1.86	0.001	181.23	110.47	78.01	0.41		
224		LEONIDAS FLORES CANCHAYA	297053	8649266	T.A	23/12/2008	7.49	0.87	101.80	18.12	51.96	3.32	33.49	0.001	208.08	104.23	83.69	0.16		
225		MARIA NERY LOPEZ AGUILAR DEL CASTILLO	297057	8649821	T.A	19/11/2008	6.45	0.61	75.95	15.20	41.61	2.31	21.08	0.001	161.70	92.22	63.83	0.00		
226		PÍO ARMANDO GUTIÉRREZ PAULINO	297067	8641135	T.A	30/12/2008	6.83	8.66	788.57	222.89	534.75	231.59	38.45	0.001	518.67	818.43	1978.67	1.42		
227		MACCAFERRI DE PERÚ S.A.C	297070	8640711	T.A	07/11/2008	7.51	3.83	315.63	98.25	349.91	7.82	0.19	0.001	437.51	400.57	801.40	1.66		
228		TEODORO CAMPOS CASTILLA	297074	8648367	T.A	27/11/2008	7.81	1.15	151.30	17.27	72.88	9.03	58.91	0.001	240.42	214.69	129.07	0.62		
229		JULIA FALCON VDA. DE NUÑEZ	297084	8649167	T.A	28/11/2008	7.83	0.87	114.23	14.23	68.97	2.89	140.14	6.607	183.06	85.97	73.76	0.34		
230		LUCIA SEBASTIANA FLORES CANCHANYA	297086	8649300	T.A	28/11/2008	8.15	0.96	125.25	17.27	54.95	9.03	45.89	0.001	206.25	130.64	85.10	0.73		
231		LUZMILA NUÑEZ OBISPO	297102	8641059	T.A	14/11/2008	7.41	3.89	430.86	96.31	509.69	5.47	1.24	0.001	526.60	680.10	992.88	0.90		
232		HACIENDA RECOVECO S.A.C.	297103	8647112	T.A	28/11/2008	7.60	1.23	152.30	19.21	59.08	9.03	35.97	0.001	227.60	244.95	85.10	0.36		
233		GODOFREDO JAVIER VILLA	297106	8650109	T.A	19/11/2008	7.03	0.57	54.51	15.20	38.62	2.31	26.04	0.001	53.09	126.32	68.08	0.00		
234		JUAN RUEDA MENDOZA	297115	8647886	T.A	14/11/2008	7.10	1.17	92.99	25.17	95.64	2.74	4.34	0.001	253.84	99.42	164.53	0.00		
235		CLEMENTE CAMPOS MORAN	297121	8648532	T.A	31/10/2008	6.90	1.08	137.47	18.97	81.84	4.30	50.23	0.001	238.59	173.39	133.33	0.47		
236		CONSUELO MARTINEZ VILLANUEVA	297125	8651131	T.A	30/10/2008	6.98	1.42	221.44	34.41	82.99	3.52	0.62	0.001	344.15	390.00	141.84	0.60		
237		ZENAIDA TINOCO ESTRADA	297129	8650185	T.A	04/12/2008	7.14	0.66	84.57	9.36	42.07	2.35	4.34	0.001	148.89	122.96	63.83	0.30		
238		SEVERO FLORES CANCHAYA	297142	8649378	T.A	03/12/2008	7.34	0.84	114.63	17.27	51.04	2.42	16.74	0.001	209.30	81.17	99.29	0.16		
239		NICOLASA ANYOSA VIUDA DE TANTA	297145	8645244	T.A	05/11/2008	6.88	2.06	264.53	34.41	212.89	3.13	14.88	0.001	313.03	532.17	319.14	0.50		
240		TEODOSIO MARTINEZ CHACON	297177	8646771	T.A	26/11/2008	8.22	1.55	164.33	24.32	128.05	10.95	48.37	0.001	230.66	246.87	85.10	0.51		
241		BEATRIZ RODRIGUEZ ROMERO	297190	8648124	T.A	28/11/2008	8.24	1.21	174.35	22.25	80.92	10.01	48.37	0.001	266.05	264.65	85.10	0.71		
242		UNION ANDINA DE CEMENTO S.A.A.	297210	8651602	T	19/11/2008	7.34	1.82	165.33	15.20	121.85	8.02	9.92	0.001	275.81	205.57	226.94	0.00		
243		ASOCIACION PROPIETARIOS DE CASABLANCA	297210	8650421	T	09/12/2008	7.01	0.65	93.99	12.89	57.93	1.96	1.86	0.001	173.91	115.75	109.93	0.01		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
244		CARLOS ORTEGA CASTRO	297217	8652361	T.A	28/11/2008	8.34	0.95	124.25	15.20	45.06	9.03	28.52	0.001	233.71	168.59	85.10	0.58		
245		ZENON DOMINGUEZ MUÑOZ	297220	8647352	T.A	14/11/2008	7.60	4.83	493.99	165.13	759.59	28.93	1.24	0.001	590.06	1926.00	815.58	1.50		
246		JUSTINA MONTOYA ROMERO DE LEMBCKE	297231	8647246	T.A	18/11/2008	7.37	1.29	181.36	30.40	97.02	3.91	4.34	0.001	278.86	306.91	177.30	0.50		
247		ULISES MORENO MOSCOSO	297241	8650331	T.A	09/12/2008	6.79	0.60	89.98	10.58	61.84	1.96	1.24	0.001	158.04	119.11	106.38	0.03		
248		AQUILES LEONCIO CARRASCO VILA	297242	8647773	T.A	10/12/2008	6.70	1.06	165.13	25.29	84.83	2.74	5.58	0.001	279.47	201.25	173.75	0.11		
249		OSCAR DELGADILLO DE LA CRUZ	297246	8652553	T.A	28/11/2008	8.28	0.50	64.13	10.09	32.88	8.02	0.62	0.001	119.11	85.97	70.92	0.54		
250		DANIEL RODRIGUEZ NUÑEZ	297255	8647136	T.A	18/11/2008	7.66	1.42	176.35	24.32	143.92	8.60	9.92	0.001	252.62	352.06	184.39	0.30		
251		ROSA VICTORIA GARAICOA DE DAVILA	297305	8649512	T.A	18/12/2008	6.78	1.04	136.07	17.39	58.62	4.22	46.51	0.001	265.44	184.44	107.80	0.29		
252		AMADOR ALEJANDRO VÁSQUEZ MARQUEZ	297306	8652081	T.A	19/11/2008	7.21	1.13	213.43	3.16	77.02	7.00	7.44	0.001	280.08	322.76	127.66	0.00		
253		JUAN LUIS KRUGER CARRION	297314	8649615	T.A	22/12/2008	7.64	1.06	129.46	16.66	82.99	4.69	20.46	0.001	241.64	180.11	117.02	0.54		
254		GREGORIO EUGENIO GARCIA REYES	297314	8640585	T.A	14/11/2008	7.03	3.26	403.81	100.32	188.98	8.99	1.24	0.001	209.91	510.08	744.66	0.70		
255		MARIA TALAVERA VDA. DE VALENCIA	297544	8649951	T.A	31/10/2008	7.00	4.02	362.72	70.89	436.81	10.56	5.89	0.001	770.07	351.58	710.62	0.00		
256		STEFAN WENDEL VALLE	297327	8650007	T.A	22/12/2008	7.70	0.85	122.04	13.01	67.82	4.69	1.24	0.001	224.55	119.11	106.38	0.33		
257		SEGUNDO ZARATE DIAZ	297332	8648707	T.A	10/12/2008	7.08	1.64	205.41	39.52	128.97	5.08	7.44	0.001	429.58	201.25	297.86	0.22		
258		JORGE CALISIN SANCHEZ	297335	8653060	T.A	01/11/2008	7.31	0.74	92.58	16.54	45.06	1.96	44.65	0.001	208.08	118.15	70.92	0.43		
259		DIOGENES ALVA ALVARADO	297336	8652698	T.A	12/12/2008	7.11	0.82	116.63	15.93	0.00	0.04	22.94	0.001	208.69	98.94	83.69	0.00		
260		ADRIAN NUÑEZ FERDMANN/ALIDA NUÑEZ FERDMANN	297346	8652399	T.A	28/11/2008	8.21	0.96	123.85	15.69	42.30	2.31	13.02	0.001	236.76	149.37	92.20	0.27		
261		URUHUYAYO ORLANDO ORELLANO CACERES	297363	8643145	T.A	14/11/2008	7.50	3.08	286.57	37.45	306.92	1.99	4.34	0.001	393.95	276.65	581.54	0.76		
262		GUILLERMO AUGUSTO COQUELET BARRANTES	297367	8647032	T.A	26/11/2008	7.03	1.46	149.30	19.21	134.03	4.93	0.62	0.001	231.88	217.58	205.67	0.56		
263		GLADYS SUSY RUEDA CARRANZA	297371	8651843	T.A	19/11/2008	7.16	0.76	115.43	16.78	40.69	2.89	6.82	0.001	239.56	121.04	69.50	0.00		
264		ASOCIACION PROPIETARIOS DE CASABLANCA	297386	8650344	T	09/12/2008	6.98	0.74	96.99	13.50	62.99	2.74	1.86	0.001	181.84	143.13	85.10	0.09		
265		EUGENIA GOVEA DE REYES	297397	8645764	T.A	31/10/2008	7.22	2.11	162.72	17.39	311.74	2.74	21.08	0.001	265.44	307.87	283.68	0.38		
266		OCTAVIO BARRIOS GARCIA CALDERON	297436	8646175	T.A	25/11/2008	7.77	2.07	129.86	15.20	349.91	5.87	8.68	0.001	274.59	478.86	319.14	1.00		
267		EDUMILIA YAMACACHO REYES	297437	8650699	T.A	09/12/2008	6.70	0.87	89.98	11.33	55.87	2.82	8.06	0.001	216.62	112.39	99.29	0.00		
268		BENJAMIN PEÑARANDA DE LA VEGA	297438	8647719	T.A	17/11/2008	7.90	0.92	130.66	19.94	52.88	1.96	4.34	0.001	253.84	122.96	130.49	0.00		
269		GUMERCINDA AGUIRRE TORRES	297439	8650141	T.A	28/11/2008	8.20	1.17	152.30	14.23	71.96	10.01	67.59	0.001	226.99	258.40	85.10	0.47	436.80	186.00
270		JUAN ANDRES TUDELA ARAMBURU	297439	8649858	T.A	07/11/2008	7.54	0.53	51.90	14.71	43.91	5.47	11.16	2.703	158.04	70.60	49.64	0.18		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
271		JUAN PABLO FERNANDINI MARROU	297444	8649933	T.A	27/11/2008	7.45	1.13	149.90	16.17	80.01	5.47	17.36	0.001	246.52	233.43	109.93	0.40		
272		SUCESION FRANCISCO BLAS CHUMPITAZ	297490	8645217	T.A	27/11/2008	7.32	2.04	185.17	21.28	281.86	4.69	12.40	0.001	369.78	453.88	248.22	0.90		
273		JULIA TULA FERRER MALASQUEZ	297499	8648472	T.A	28/11/2008	7.44	1.51	169.34	18.24	92.88	2.50	0.00	0.001	270.32	219.50	255.31	0.34		
274		NADIA EVELYN RAMOS BLAS	297504	8645491	T.A	23/12/2008	7.17	2.33	200.40	21.28	218.86	8.02	38.45	0.001	367.34	183.95	503.53	0.32		
275		CLAUDIO PERALTA ESCOBAR	297517	8650792	T.A	05/12/2008	6.72	0.80	78.36	9.73	75.87	4.30	3.10	0.001	176.96	150.33	74.47	0.30		
276		MERCEDES PALACIOS MOREYRA Y OTROS (RESTAURANT "LA GLORIA")	297540	8649513	T.A	27/11/2008	7.36	1.12	147.49	16.66	80.92	3.52	12.40	0.001	241.64	233.43	113.47	0.40		
277		PEDRO LORENZO ARIAS PAREJA	297541	8653744	T.A	14/11/2008	7.10	0.80	112.83	14.23	31.96	2.11	4.34	0.001	206.25	106.15	90.78	0.00		
278		COMELIO NARCISO CHUMPITAZ CHUMPITAZ	297544	8644978	T.A	14/11/2008	8.00	2.07	108.22	24.32	321.86	4.03	4.96	0.001	206.25	172.43	463.82	0.00		
279		CONSTANTINO SAAVEDRA AGUIRRE	297546	8648524	T.A	28/11/2008	7.06	1.20	146.29	17.27	49.89	2.23	17.98	0.001	248.96	165.22	143.26	0.35		
280		ANTONIO MARTÍN BENTÍN DE ARMERO	297551	8650191	T.A	07/11/2008	7.54	0.53	51.90	14.71	43.91	5.47	11.16	2.703	158.04	70.60	49.64	0.18		
281	H-12	HUMBERTO POZO SEBASTIAN	297561	8652917	T.A	16/01/2008	7.62	0.82	118.24	16.17	39.77	1.41	9.30	0.001	229.44	126.80	68.08	0.00	294.85	201.93
282		CARLOS ENRIQUE GRAZIANI CASABLANCA	297561	8647666	T.A	15/12/2008	7.69	2.28	81.16	14.23	341.86	7.00	5.58	0.001	286.79	260.32	441.12	0.00		
283		CARLOS VIDAL INGA NESTAREZ	297591	8643317	T.A	14/11/2008	7.60	2.19	176.35	31.37	208.98	1.96	0.62	0.001	289.23	196.92	403.53	0.93		
284		FLAVIO ERNESTO CASTRO HORNY	297609	8645729	T.A	14/11/2008	7.70	2.47	132.66	21.04	299.79	2.74	3.10	0.001	269.10	253.60	486.51	0.00		
285		SOLRAC S.A.C.	297617	8640879	T.A	07/11/2008	6.97	5.37	370.74	182.40	484.63	8.99	5.58	0.001	262.39	374.15	1592.86	1.32		
286		JOE ELI ATALAYA RIOS	297628	8650034	T.A	25/11/2008	7.36	1.24	170.34	18.24	134.95	3.52	9.92	0.001	248.35	261.28	191.48	0.50		
287		JUAN ANTONIO MARÍA DE LAS MERCEDES DE VINATEA DE CARDENAS Y TERESA	297634	8649607	T.A	14/11/2008	7.00	1.38	150.70	20.67	78.86	1.92	5.58	0.001	223.94	171.95	156.02	0.00		
288		LUIS ÁNGEL ÁVILA GARCÍA	297643	8651139	T.A	07/11/2008	7.84	1.12	118.04	16.29	124.84	2.74	48.37	0.001	225.16	171.95	121.98	0.42		
289		ALFONSA M. CABEZAS VILCAPOMA	297708	8653051	T.A	31/10/2008	7.23	0.77	92.58	15.81	42.07	2.74	19.84	0.001	184.28	106.15	73.76	0.00		
290		MARÍA CLAUDIA ISABEL CHECA CLARKSON	297741	8649944	T.A	12/11/2008	7.09	1.60	145.49	19.82	212.89	5.08	4.34	0.001	232.49	350.14	230.49	0.60		
291		ANTONIO MARTIN BENTIN DE ARMERO	297761	8649873	T.A	07/11/2008	7.54	0.53	51.90	14.71	23.22	5.47	11.16	2.703	158.04	70.60	49.64	0.18		
292		GUSTAVO ALEXIS PEREDA HAMANN	297775	8649308	T.A	01/12/2008	6.86	1.16	145.09	26.27	93.80	1.96	7.44	0.001	239.81	284.34	124.11	0.41	452.80	
293		SUCESION BENEDICTO CALAGUA URIBE	297776	8650948	T.A	30/12/2008	6.89	1.74	219.44	14.23	91.96	10.01	4.34	0.001	264.83	205.57	272.33	0.21		
294		ANGELICA SUSANA JULCA PEREZ	297778	8640863	T.A	14/11/2008	7.01	4.22	452.90	142.88	669.70	16.03	0.62	0.001	587.01	1165.69	992.88	1.60		
295		MÁXIMO CUYA CAYCHO	297786	8648677	T.A	01/12/2008	6.70	1.00	123.45	16.90	52.88	1.96	8.06	0.001	225.77	189.72	70.92	0.40		
296		FELIPE FEDERICO ROY MORRIS GUERINONI	297793	8650626	T.A	05/11/2008	6.24	1.50	171.14	28.33	118.86	3.91	16.74	0.001	225.77	439.95	106.38	0.30		
297		AGRICULTORES MANCHAY BAJO	297830	8653859	T	18/12/2008	7.80	0.58	88.38	11.31	28.51	1.60	8.68	0.001	140.35	72.53	61.70	0.17		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
298		MARIA ROSANNA PEYON GIRIBALDI	297847	8650388	T.A	05/11/2008	6.79	1.40	161.92	30.40	108.74	2.74	8.68	0.001	224.55	397.21	141.84	0.30		
299		ELIAS DANIEL CACERES CARBAJAL	297854	8640803	T.A	01/12/2008	6.81	5.15	423.85	149.93	1459.41	25.02	1.86	0.001	914.69	1110.45	2092.14	1.80		
300		ALEJANDRO CARDENAS HUARCAYA	297859	8650076	T.A	18/11/2008	7.33	1.58	264.53	32.47	131.04	3.91	8.68	0.001	252.01	475.98	248.22	0.50		
301		CELSE FELIX CANCHAYA FLORES	297862	8642479	T.A	31/10/2008	7.17	2.72	261.52	45.60	268.75	4.30	44.03	0.001	341.10	283.38	517.72	0.03		
302		NORBERTO DEL ANGEL CURITOMAI SUCA	297865	8641757	T.A	18/12/2008	7.01	2.80	217.43	40.49	227.83	6.02	0.00	0.001	428.36	274.25	482.26	0.41		
303		DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZACION EL ENSUEÑO S.A.C	297877	8651758	T.A	28/11/2008	7.21	1.90	185.37	16.17	174.95	2.97	6.20	0.001	214.79	319.40	333.32	0.60		
304		HANNE BORUP VDA DE GUEVARA	297886	8648172	T.A	30/12/2008	6.94	1.03	142.28	19.21	59.31	2.82	7.44	0.001	239.20	181.55	146.10	0.07		
305		JESUS CAMPOS MONTOYA	297899	8650571	T.A	07/11/2008	7.76	1.73	198.80	24.32	167.83	4.30	58.29	0.001	248.35	242.55	228.36	0.59		
306		DENISSE AMELIA BOURONCLE TELLO	297912	8650087	T.A	25/11/2008	6.82	1.61	268.54	24.32	147.83	5.47	6.82	0.001	241.03	396.96	319.14	0.40		
307		ANDREA MELISSA MENDIBURU SAAVEDRA	297913	8650025	T.A	12/11/2008	6.92	1.59	239.48	29.43	170.82	4.30	8.06	0.001	227.60	350.14	304.96	0.40		
308		CLAUDIO MUNIR KHAMIS JOHANSEN	297919	8645098	T.A	07/11/2008	6.69	1.19	132.26	20.19	130.81	1.56	5.58	0.001	254.45	179.15	168.79	0.52		
309		JANETH NATALY ESPINOZA ADRIANZEN	297922	8652943	T.A	20/11/2008	6.66	0.85	102.60	14.11	40.00	2.35	1.24	0.001	115.33	163.78	99.29	0.50		
310		CARLOS CORNEJO BUSTILLO	297925	8649361	T.A	14/11/2008	6.50	1.35	150.90	21.28	77.94	1.49	5.58	0.001	264.83	196.92	148.93	0.08		
311		PEDRO CELESTINO LO SULCA	297951	8653744	T.A	31/10/2008	7.29	1.48	164.33	30.40	75.87	3.13	0.62	0.001	241.03	298.75	103.54	0.15		
312		RAFAEL BAZAN VELASQUEZ	297966	8649401	T.A	28/11/2008	8.41	1.46	144.29	11.92	69.89	8.02	0.00	0.001	231.27	327.56	173.04	0.37		
313		PABLO RAMIRO NÚÑEZ GARCÍA	297968	8649140	T.A	28/11/2008	8.14	1.83	257.51	13.01	85.06	8.02	0.00	0.001	346.59	291.06	201.41	0.41		
314		MANUEL FLORENTINO TORRES CHACON	297968	8645569	T.A	28/11/2008	8.30	2.44	248.50	39.40	241.85	8.02	140.76	0.001	279.47	383.28	306.37	0.71		
315		IGNACION FLAVIANO CUYA LIZANO	297969	8642355	T.A	27/11/2008	7.08	2.67	221.44	31.37	203.92	9.03	0.00	0.001	316.08	367.43	255.31	0.00		
316		FRANCISCO JAVIER ARAMBURU NORIEGA	297980	8653995	T.A	27/11/2008	8.37	0.77	92.58	13.62	32.42	1.92	5.58	4.204	184.28	133.52	63.12	0.02		
317		CIRO ANTONIO ODIAGA URDAY	297984	8648696	T.A	18/11/2008	7.42	1.14	147.49	28.33	75.87	2.74	13.02	0.001	281.91	164.74	170.21	0.10		
318		RAFAEL BAZAN VELASQUEZ	298016	8649486	T.A	28/11/2008	7.96	1.42	185.37	11.67	72.88	8.02	0.00	0.001	264.83	322.28	160.28	0.12		
319		MARISA LUPE BLAS URIBE	298045	8646115	T.A	14/11/2008	7.50	1.22	99.60	14.96	166.91	2.11	0.62	0.001	352.70	92.22	168.79	0.00		
320		ALFONSO ALEJANDRO GARCIA VALLE	298054	8648918	T.A	12/12/2008	7.05	1.43	151.30	18.24	71.04	6.02	16.74	0.001	228.21	129.68	167.37	0.00		
321		EDIVERTO MATIAS MONTELLANOS CHUMPITAZ	298073	8645953	T.A	10/10/2008	6.82	1.66	140.28	19.82	183.92	3.91	21.70	0.001	317.30	252.16	214.18	0.31		
322		GRANJA LA CORONA S.A	298075	8653615	T	14/11/2008	7.00	1.00	114.63	18.73	40.92	1.49	2.48	0.001	203.81	164.74	80.85	1.17		
323		GUSTAVO AVALOS JARA Y HNOS.	298075	8651536	T.A	10/12/2008	6.62	1.13	146.09	18.00	118.86	2.74	3.10	0.001	211.13	280.01	152.48	0.02		
324		CARLOS ENRIQUE KOCH MAZURE	298084	8649987	T.A	05/12/2008	6.50	1.70	163.73	23.35	160.93	3.91	6.20	0.001	223.33	465.89	145.39	0.70		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
325		VICTOR RAUL HERRERA PONCE	298094	8647962	T.A	18/12/2008	6.53	1.93	96.39	22.25	315.88	4.30	6.82	0.001	298.39	434.19	219.85	0.52		
326		CHRISTIE LEONOR CISNEROS MELGAR	298097	8639990	T.A	09/12/2008	7.83	5.02	372.74	174.25	413.82	59.16	56.43	3.003	159.26	220.46	1560.24	0.00		
327		DONATILIA TAIPE CRISPIN	298116	8654678	T.A	14/11/2008	7.30	0.79	96.19	14.11	31.96	1.80	3.10	0.001	200.15	98.94	83.69	0.00		
328		MARIANO GOMEZ JARA	298166	8648786	T.A	18/12/2008	7.51	1.31	178.96	21.04	62.99	2.70	19.84	0.001	225.77	174.35	194.32	0.21		
329		OSCAR ENRIQUE ITURRIAGA ZUÑIGA	298218	8645506	T.A	28/11/2008	7.39	1.86	215.43	23.35	94.95	1.88	0.00	7.207	227.60	222.38	289.35	0.40		
330		TEOBALDO MODESTO CAMPOS ARIAS	298220	8645370	T.A	06/10/2008	7.42	1.29	137.07	19.82	108.97	0.20	25.42	0.001	286.79	151.29	173.04	0.55		
331		ARCADIO GONZALES SILVERIO	298242	8642253	T.A	14/11/2008	7.40	1.73	204.41	35.51	225.99	5.08	2.48	0.001	332.56	530.25	131.91	0.65		
332		ELIAS VASQUEZ CORONACION	298246	8642097	T.A	28/11/2008	7.08	2.47	243.49	35.51	160.01	5.79	246.80	0.001	302.66	291.54	226.94	0.64		
333		MAURELIO DURAN OSORIO	298266	8659048	T.A	14/11/2008	7.54	1.44	118.64	26.27	319.79	10.17	4.34	0.001	219.67	381.84	354.60	0.80		
334		MANUEL JESÚS ZELADA RODRÍGUEZ	298266	8645500	T.A	28/11/2008	6.91	1.55	159.32	14.23	120.93	1.84	1.86	0.001	313.64	200.29	156.02	0.59		
335		ENRIQUE LARIENA CASTRO	298280	8654193	T.A	05/12/2008	7.47	0.79	99.00	14.35	36.55	1.99	7.44	0.001	206.25	81.17	74.47	0.10		
336		VICTOR MAKINO MURAKAMI	298290	8649034	T.A	18/12/2008	6.80	1.54	210.42	36.48	138.86	3.13	6.82	0.001	245.91	344.86	248.22	0.26		
337		EDMUNDO PEREZ TAFALLA	298315	8648577	T.A	05/11/2008	7.03	1.44	95.19	16.78	186.91	4.69	6.20	0.001	277.03	324.20	106.38	0.70		
338		FLORENTINO RAMOS MARCOS	298325	8653354	T.A	01/12/2008	6.87	0.69	94.59	11.80	37.93	2.74	0.62	0.001	235.54	92.22	56.74	0.50		
339		FLAVIANO TORRES CHACON	298393	8645902	T.A	18/11/2008	7.70	0.99	78.36	10.70	148.98	4.69	2.48	0.001	342.93	189.72	63.83	0.50		
340		RAUL HECTOR ROSADIO ALCANTARA	298407	8648553	T.A	20/11/2008	6.73	1.76	87.98	21.28	309.91	8.60	5.58	0.001	302.66	386.16	223.40	1.10		
341		KHALID QANHAT METWASI	298407	8645806	T.A	23/12/2008	7.95	1.17	92.38	13.25	149.89	6.53	78.13	4.805	216.62	138.33	170.21	0.27		
342		MELITON CARDENAS PALOMINO	298419	8653899	T.A	07/11/2008	7.76	0.71	79.16	16.42	55.87	2.74	2.48	0.001	264.83	70.12	70.21	0.32		
343		LUCIANO TENORIO POMAHUACRE	298452	8655327	T.A	14/11/2008	6.44	0.69	106.61	13.01	34.03	2.35	6.20	0.001	187.94	102.30	85.10	0.20		
344		JAIME FLAVIO ALEJANDRO CASTRO MENDIVIL BERGER	298503	8645909	T.A	12/12/2008	7.55	1.95	212.42	21.28	189.90	11.03	0.00	0.001	237.98	113.35	478.00	0.00		
345		ELSA LUZ CUBA MORALES DE ANAYA	298506	8645272	T.A	28/11/2008	8.46	0.86	75.15	23.35	57.02	15.05	32.25	0.001	241.03	89.34	80.85	0.65		
346		ENRIQUE LARIENA CASTRO	298508	8654402	T.A	05/12/2008	7.35	0.69	85.17	12.16	31.27	1.49	4.34	0.001	198.93	86.45	56.74	0.07		
347		GISSELLE DEL PILAR SAGASTEGUI JAUREGUI/ JACKELINE CAROLL	298517	8642111	M	07/11/2008	7.22	2.73	203.41	63.84	268.75	9.78	123.40	0.001	303.27	317.00	523.39	2.15		
348		ENRIQUE COELLO FIGUEROA	298529	8649718	T.A	20/11/2008	7.60	1.12	46.29	8.27	223.00	3.13	5.58	0.001	245.30	249.28	106.38	0.70		
349		COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO LAS FAMILIAS UNIDAS	298529	8641361	T.A	18/12/2008	7.69	4.65	366.73	72.96	517.73	9.03	59.53	0.420	255.06	248.80	1163.09	1.11		
350		CORNELIO NARCISO CHUMPITAZ CHUMPITAZ	298546	8648359	T.A	14/11/2008	7.80	0.89	99.60	20.31	60.92	7.12	3.72	0.001	263.61	81.65	112.05	1.00		
351		DOMINGO DELGADILLO MENDOZA	298549	8654991	T.A	07/10/2008	6.92	0.65	107.21	12.89	51.96	2.35	6.82	0.001	203.81	120.08	78.01	0.40		

Tabla A1. 2: Continuación

Nº	Nº POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
352		ABRAHAM EDUARDO MEJIA BRIZUELA	298550	8654676	T.A	14/11/2008	7.40	0.60	72.54	11.55	28.28	1.49	2.48	0.001	187.94	51.39	69.50	0.00		
353		CORNELIO NARCISO CHUMPITAZ CHUMPITAZ	298605	8645608	T.A	14/11/2008	8.00	1.60	80.36	21.64	264.84	9.42	4.34	0.001	215.40	178.19	304.96	0.16		
354		FELIX ELADIO BACILIO ALDORADIN	298607	8645985	T.A	10/12/2008	7.33	2.88	124.85	25.29	509.69	7.43	14.88	0.001	198.93	388.08	659.56	1.94		
355		GANADERIA LA ALBORADA S.A.C.	298676	8641405	T.A	02/10/2008	7.73	7.42	563.12	136.80	1379.40	25.02	40.93	0.001	255.67	1250.70	2233.98	3.60		
356		ANTONIA DE LA CRUZ DE GUZMAN	298691	8654595	T.A	18/12/2008	7.05	0.57	72.14	9.97	29.66	1.41	21.08	0.001	140.96	56.20	64.54	0.17		
357	H-13	ROBERTO JOSE VINICZAY DE LASA	298777	8648966	T.A	03/02/2008	6.72	0.58	62.12	13.13	40.23	2.62	8.06	0.001	133.02	80.21	63.83	0.32	179.66	120.39
358		FLAVIO DEMETRIO BALVIN VILLALVA	298794	8654409	T.A	18/12/2008	6.79	0.54	75.55	9.36	31.96	1.96	1.86	0.001	173.91	92.22	42.55	0.10		
359		BERNARDINA ARRIARAN TORRES / ALBERTO ARRIARAN TORRES	298858	8655430	T.A	10/10/2008	6.85	0.65	89.38	12.16	38.85	2.35	9.30	0.001	198.32	114.79	56.74	0.30		
360		VICTORIA VICENTE ARIAS DE CAMPOS	298889	8655700	T.A	18/11/2008	7.75	0.85	117.23	14.47	40.92	3.13	7.44	0.001	229.44	165.70	53.19	0.20		
361		ISAAC GALSKI YACHER	298894	8646985	T	01/11/2008	7.68	0.48	27.66	4.38	97.94	0.39	7.44	0.001	26.85	22.09	158.51	0.50	84.10	
362		ALEJANDRO VICENTE BUSTAMANTE OLIVARES	298899	8656017	T.A	04/12/2008	7.23	0.72	96.59	12.89	34.94	4.69	3.72	0.001	205.03	130.16	42.55	0.30		
363		CENTRO POBLADO RURAL SANTA ROSA DE MAL PASO	298905	8653466	T.A	18/11/2008	7.62	1.29	116.03	22.25	151.04	4.30	0.62	0.001	259.34	312.20	141.84	0.50		
364		PABLO MUNAYA ROSAS	298965	8654826	T.A	07/10/2008	6.91	0.57	96.19	10.34	53.80	1.96	1.86	0.001	191.60	92.22	102.83	0.30		
365		RENE ERNESTO DURAND GARCIA	298967	8655980	T.A	19/11/2008	7.40	0.53	87.17	12.04	31.73	2.42	17.98	4.324	134.24	119.11	51.06	0.65		
366		ANSELMO RIVERA LOZANO	299004	8655248	T.A	01/10/2008	6.20	0.65	105.01	12.16	47.82	2.35	6.20	0.001	192.82	117.19	74.47	0.30		
367	S-22	INES ARRIARAN TORRES DE PARIA	299061	8655211	T.A	01/06/2001	7.14	0.67	101.20	11.07	48.97	3.13	6.20	0.001	198.32	117.19	88.65	0.30	210.53	183.93
368		RENE ERNESTO DURAND GARCIA	299073	8656077	T.A	19/11/2008	7.50	0.63	91.38	11.92	51.27	3.60	35.35	2.883	216.01	73.97	67.37	1.72		
369		DEIVY VIRGILIO SANTIAGO CAMACHO	299116	8654858	T.A	31/10/2008	7.20	0.58	70.14	10.09	29.20	2.35	4.34	0.001	137.91	82.61	68.08	0.00		
370		KELINDA SABINA MARTINEZ RAMOS	299296	8656042	T.A	30/12/2008	7.41	0.54	71.74	10.21	28.51	2.11	2.48	0.001	140.35	71.56	56.03	0.00		
371		MANUEL JESUS MALPARTIDA PARIONA	299301	8656014	T.A	23/12/2008	6.34	0.67	82.16	10.94	27.36	1.92	192.23	0.001	189.16	67.24	56.74	0.08		
372		PIO ASCUE OSCORIMA	299350	8654326	T.A	21/10/2008	7.14	0.66	79.76	13.13	32.19	2.74	29.14	0.001	237.37	35.54	64.18	0.46		
373		HILARIA ARRIARAN TORRES	299374	8655259	T.A	30/12/2008	7.29	0.53	71.74	8.88	21.61	1.99	2.48	0.001	175.74	67.72	53.90	0.01		
374		BASILIO FELICIO MUNAYA RIVERA	299446	8655517	T.A	22/10/2008	6.46	0.69	54.31	11.67	74.26	2.35	9.30	0.001	168.42	107.11	58.51	0.40		
375		AURELIO ARRIARAN TORRES	299554	8655463	T.A	07/10/2008	6.78	0.60	82.77	10.46	37.93	2.35	7.44	0.001	200.15	104.71	42.55	0.30		
376		OSWALDO GODINES GRANDA	299713	8642932	T.A	02/10/2008	7.10	1.06	75.35	10.34	143.92	2.74	6.82	0.001	305.10	164.74	88.65	0.60		
377		WILLIAM OSCAR MENDOZA MENDOZA	299741	8654974	T.A	19/11/2008	7.31	0.85	92.79	11.19	60.00	3.32	3.10	6.907	153.16	181.55	97.87	0.27		
378		KOVACK MARCO ANTONIO MENDEZ	299848	8655274	T.A	14/11/2008	7.10	0.87	105.01	14.35	45.98	2.31	1.24	0.001	253.84	96.06	99.29	0.00		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
379		IRON MOUNTAIN S.A.	299953	8640321	T.A	20/11/2008	6.90	3.60	115.43	39.64	609.50	31.28	4.34	0.001	115.94	461.09	879.41	0.00	451.39	95.00
380		JULIA UGARTE MACHACA	299975	8654736	T.A	18/11/2008	6.79	0.67	95.59	10.94	40.00	3.52	4.96	0.001	220.28	101.34	49.64	0.04		
381		FELIX LUIS MARTINEZ MALASQUEZ	299999	8655160	T.A	01/12/2008	5.91	1.02	90.38	10.70	103.91	2.35	0.62	0.001	260.56	167.14	70.92	0.60		
382		PATRICIO ALEJANDRO NARCISO RONCEROS	300236	8655845	T.A	21/10/2008	7.38	0.92	89.18	16.05	80.69	3.52	14.26	6.306	378.93	36.98	79.08	0.54		
383		JUAN CARMEN GODINEZ NAVARRO	300272	8655838	T.A	01/11/2008	7.39	0.70	94.19	9.85	31.96	3.13	6.82	0.001	233.10	107.59	28.37	0.10		
384		LUIS RAMOS QUISPE	300287	8656242	T.A	01/11/2008	7.29	0.67	94.39	10.58	31.96	3.13	6.82	0.001	216.62	103.74	53.19	0.08		
385		OSCAR RAUL GODINEZ TELLO	300323	8656487	T.A	18/12/2008	6.89	0.74	103.01	12.28	47.82	2.74	1.86	0.001	257.50	98.46	70.92	0.09		
386		VICTORIA CACERES NARCIZO	300422	8656330	T.A	18/11/2008	7.29	0.64	93.79	11.31	31.04	3.13	1.24	0.001	190.38	102.30	63.83	0.02		
387		CESAR AUGUSTO DE LA VEGA SALAS	300426	8655886	T.A	29/10/2008	6.73	0.70	104.01	12.40	45.98	3.52	6.82	0.001	225.16	89.82	88.65	0.10		
388		LIDIA RAMOS EVANGELISTA	300645	8656713	T.A	23/12/2008	7.32	0.83	112.22	13.25	34.49	3.01	0.00	0.001	202.59	93.18	106.38	0.06		
389		JUAN PABLO DE LA PIEDRA YZAGA	300762	8657021	T.A	10/12/2008	6.67	0.70	118.64	14.11	38.85	3.13	1.24	0.001	189.16	148.41	92.20	0.08		
390		PEDRO GASTAÑETA GONZALES	301144	8646346	T.A	01/10/2008	7.18	0.71	97.80	13.13	51.96	2.74	5.58	0.001	303.27	89.82	49.64	0.50		
391		LORINDAL INTERNACIONAL S.A.	301598	8657381	M	28/11/2008	8.37	0.76	102.20	12.52	26.67	3.01	4.34	0.001	260.56	81.17	56.03	0.14		
392		ROBERTO NESTA BRERO	301845	8658404	T.A	17/11/2008	6.75	0.64	87.17	12.28	34.94	3.52	1.86	0.001	194.65	109.99	42.55	0.30		
393		JOSE NORIEGA COOPER	301946	8657695	T.A	19/11/2008	7.60	0.74	101.80	13.74	24.60	1.92	2.48	0.001	266.05	54.27	54.96	0.00		
394		PAULINO PORRAS JIMENEZ	301988	8657937	T.A	01/10/2008	7.01	0.77	116.23	12.77	37.93	3.52	17.98	0.001	172.08	154.66	60.28	0.50		
395		URBANIZACION ALKIMIA S.A.C	302067	8657655	M	10/12/2008	7.02	0.58	106.21	12.40	34.94	1.96	2.48	0.001	248.35	95.58	42.55	0.03		
396		JORGE GUSTAVO MARRUFO MACKENZIE	302092	8658520	T.A	27/10/2008	7.03	0.73	89.58	14.71	46.90	2.35	11.78	0.001	237.37	33.62	84.75	0.46		
397		RENE ERNESTO DURAND- MARIA HELIANA PAREDES PILARES	302463	8659026	T.A	19/11/2008	6.86	0.49	58.52	11.80	35.40	3.01	3.10	0.001	140.96	85.97	51.06	0.93		
398		EUGENIO PACHECO	302477	8659125	T.A	19/11/2008	6.92	0.51	77.96	11.92	36.09	2.50	9.92	3.604	90.31	135.92	58.15	0.85		
399		RENE ERNESTO DURAND GARCIA	302495	8659070	T.A	19/11/2008	7.05	0.51	80.56	11.92	36.55	2.62	8.06	0.001	185.99	72.53	56.03	0.76		
400		BLANCA DURAND GARCÍA	302527	8659252	T.A	19/11/2008	6.92	0.55	82.97	12.89	36.55	2.50	2.48	0.001	198.19	85.49	61.70	1.76		
401		HANS KONRAD BRUNNER EGGER	302557	8658128	T	07/11/2008	7.33	0.71	107.82	15.93	35.86	2.35	44.03	0.001	224.55	62.92	50.35	0.22		
402		NIZA HELIANA DURAN PAREDES	302570	8659162	T.A	19/11/2008	7.02	0.49	55.51	11.19	34.49	2.50	12.40	0.001	88.36	74.93	55.32	0.66		
403		JORGE SUGAHARA TANAKA	302581	8659388	T.A	19/11/2008	7.03	0.72	97.19	10.34	43.45	3.13	11.78	0.001	198.93	81.65	74.47	0.62		
404		MICHEL ALFIERI FORT VALDEZ	302587	8659141	T.A	19/11/2008	6.95	0.49	62.12	12.04	33.57	2.70	8.68	0.001	126.92	84.53	53.19	0.83		
405		JHON EDWIN DELGADO PRINE	302856	8659564	T.A	09/12/2008	6.55	0.52	85.77	10.70	50.81	3.13	1.86	0.001	167.81	98.46	85.10	0.01		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
406		LUIS JULIO VELARDE ASPILLAGA	302875	8659163	T.A	04/11/2008	6.81	0.57	75.55	10.46	31.04	2.35	1.24	0.001	190.99	102.30	28.37	0.10		
407		JOSE MIGUEL MORALES DASSO	302986	8658893	T.A	17/11/2008	6.18	0.46	65.93	7.90	34.94	2.35	0.62	0.001	151.33	77.33	42.55	0.20		
408		RAÚL RICARDO FARFÁN AMAT Y LEON	303007	8659670	T.A	19/12/2008	7.62	0.75	109.82	14.23	45.98	3.13	1.24	0.001	241.64	99.42	81.56	0.24		
409		JOSE RAIMUNDO MORALES DASSO	303009	8659017	T	10/12/2008	6.55	0.48	72.75	9.61	45.98	2.35	1.24	0.001	178.79	81.17	63.83	0.22		
410		SALVADOR SANTIAGO GUTIERREZ BENAVIDES	303012	8659238	T.A	10/12/2008	6.29	0.47	78.56	9.48	53.80	2.35	1.24	0.001	177.57	85.49	85.10	0.28		
411		ALINA CANZIANI AMICO	303052	8659872	T.A	28/11/2008	7.48	0.60	72.75	10.70	24.83	1.72	0.62	7.207	165.36	93.18	53.19	0.26		
412		JUAN JOSE BUSTAMANTE SOLARI	303067	8659881	T.A	28/11/2008	6.97	0.63	75.75	10.70	25.29	1.72	0.00	0.001	169.64	87.89	58.86	0.20		
413		PRISCA NAIDA CARHUAVILCA HIDALGO	303199	8664440	T.A	30/12/2008	7.83	0.76	105.41	11.19	26.21	2.31	1.86	0.001	222.11	55.23	87.94	0.13		
414		CARLOS MEJIA ROCHA	303306	8660096	T.A	17/12/2008	7.08	0.51	74.55	9.12	27.59	5.08	0.62	0.001	182.45	70.60	49.64	0.35		
415		ENA AMALIA SOLARI CORTINA VIDA DE BOHMER	303370	8660337	T.A	05/12/2008	6.91	1.55	159.32	14.23	120.93	1.84	1.86	0.001	313.64	200.29	156.02	0.50		
416		CARLOS ALFONSO ESCAJADILLO O'CONNOR	303465	8660440	T.A	28/11/2008	7.21	0.65	94.19	7.05	17.93	1.84	0.62	0.001	172.08	78.29	53.19	0.18		
417		RUFO OSWALDO PACO SEGURA	303480	8660552	T.A	28/11/2008	7.34	0.54	65.53	11.92	31.96	2.74	26.66	0.001	177.57	22.57	53.90	1.26		
418		CONSUELO VICTORIA SHEEN LAZO DE MORIN	303502	8660646	T.A	26/12/2008	6.70	0.67	99.60	12.89	45.98	2.35	1.24	0.001	216.62	85.49	95.74	0.09		
419		ANTONIO FERNANDO SOLANO VELARDE	303541	8660673	T.A	05/12/2008	6.91	1.55	159.32	14.23	120.93	1.84	1.86	0.001	313.64	200.29	156.02	0.59		
420		SANTOS ORLANDO SANCHEZ PAREDES	303652	8661128	T	23/12/2008	7.09	1.00	131.46	18.24	42.30	3.01	17.98	0.001	301.44	93.66	87.94	0.22		
421		SANTOS ORLANDO SANCHEZ PAREDES	303660	8661128	M	23/12/2008	7.09	1.00	131.46	18.24	42.30	3.01	17.98	0.001	301.44	93.66	87.94	0.22		
422	S-23	GRACIELA BEATRIZ DE LA FLOR ROMERO	303700	8660774	T.A	12/09/2008	6.80	0.79	97.80	14.47	67.82	3.13	0.62	0.001	297.78	79.73	81.56	0.40	253.51	272.83
423		JOSE MARIA SALAZAR BELAUNDE	303719	8660325	T.A	14/11/2008	6.50	1.29	139.28	20.43	68.97	2.19	3.10	0.001	209.30	139.77	215.60	0.00		
424		JOSE GUTIERREZ LOBATON	303803	8660758	T.A	05/12/2008	7.17	0.73	91.18	12.77	30.58	2.89	4.34	0.001	210.52	63.40	70.92	0.04		
425		TEOFILO GOMEZ MARTINEZ	304302	8660720	T.A	18/11/2008	6.83	0.47	61.52	7.54	26.21	1.96	0.62	0.001	134.85	99.42	14.18	0.10		
426		WALTER BRAEDT KOSTEL	304337	8660789	T.A	25/11/2008	6.96	0.44	64.73	6.32	34.03	1.56	0.62	0.001	129.36	82.61	42.55	0.20		
427		ROBERT WALTER STREULI JOOS	304341	8661128	T.A	05/12/2008	6.97	0.61	71.94	9.48	25.52	2.42	3.10	0.001	140.35	76.85	70.92	0.11		
428		MARCELO FLORES MENDOZA	304469	8661021	T.A	10/11/2008	6.83	0.60	81.76	9.97	31.50	4.30	3.10	0.001	158.65	119.59	35.46	0.04		
429		ARMANDO DIAZ BAZAN	304637	8661399	T.A	10/12/2008	6.55	0.61	89.58	12.40	28.51	2.74	1.86	0.001	200.15	107.59	31.91	0.14		
430	S-24	ALBERTO ALVARADO ESPINOZA	304717	8661364	T.A	01/06/2001	6.69	0.61	88.98	9.00	34.94	3.52	0.62	0.001	184.28	105.67	49.64	0.20	188.63	151.04
431		HILDA ROSA BARRUETO REATEGUI	305057	8661491	T.A	12/11/2008	7.04	0.51	71.14	8.27	41.84	1.96	1.24	0.001	176.96	99.90	35.46	0.10		
432		HANS KONRAD BRUNNER EGGER	305183	8661947	T.A	07/11/2008	6.89	0.77	89.98	12.89	42.76	1.96	30.38	0.001	210.52	88.86	53.19	0.61		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
433		ROQUE EDUARDO BENAVIDES GANOZA	305519	8661917	T.A	03/12/2008	6.72	0.56	82.36	12.65	35.86	2.31	1.24	0.001	159.26	78.29	49.64	0.15		
434		CAROLINA ALMUDENA ISABELA DE LA GUERRA SISON	305545	8662008	T.A	03/12/2008	6.88	0.61	88.58	13.13	36.09	2.19	4.96	0.001	163.53	78.29	70.92	0.22		
435		SILVIA PATRICIA GOMEZ SIU	305555	8661819	T.A	19/11/2008	7.00	0.45	51.70	10.82	33.57	3.40	9.30	0.001	123.87	61.00	48.93	1.37		
436		ROQUE EDUARDO BENAVIDES GANOZA	305606	8662026	T.A	03/12/2008	6.61	0.54	81.76	12.40	34.49	2.11	2.48	0.001	156.21	71.08	70.92	0.20		
437		SANTOS ORLANDO SANCHEZ PAREDES	305986	8661819	T.A	17/12/2008	7.06	0.71	89.58	11.31	27.82	2.42	3.72	0.001	185.50	78.29	81.56	0.10		
438		VALENTIN FRANZ KUNDMULLER	306046	8662095	T.A	09/12/2008	7.20	0.57	50.10	16.29	37.93	8.60	Trazas	0.001	139.13	78.77	63.83	0.00	192.17	114.00
439		AMERICO OLIVERA LLERENA	306098	8661897	T.A	09/12/2008	7.17	0.54	76.15	10.70	25.06	2.82	6.82	0.001	106.79	104.23	60.28	0.00		
440		JUAN RAÚL DELGADO ZÚÑIGA	306242	8661714	T.A	28/11/2008	6.96	0.92	132.26	16.17	52.88	2.46	27.28	0.001	241.03	147.45	114.89	0.41		
441	H-14	ARMANDO RUBEN OSORIO MURGA	306594	8662158	T.A	16/01/2008	7.14	0.53	70.94	8.39	30.58	2.42	1.24	0.001	163.53	68.20	55.32	0.00	190.40	148.00
442		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIENEGUILLA	306737	8662203	T.A	30/12/2008	7.20	0.91	153.71	14.35	34.49	2.19	0.00	0.001	228.21	100.38	118.44	0.00		
443		ELOY DOMINGUEZ ESPADIN Y TOMASA MELENDEZ SALCEDO	307105	8663029	T.A	18/11/2008	7.45	0.58	79.76	9.00	48.05	2.35	3.72	0.001	204.42	89.34	53.19	0.20		
444		ELOY DOMINGUEZ ESPADIN	307125	8663029	T.A	18/11/2008	7.45	0.58	79.76	9.00	48.05	2.35	3.72	0.001	204.42	89.34	53.19	0.20		
445		ROBERT MANUEL SAENZ ROMERO	307230	8662927	T.A	28/11/2008	7.01	0.73	85.77	12.04	31.27	1.49	21.08	0.001	209.30	78.77	63.83	0.18		
446		DOMINGO NEME MIRANDA	307262	8663324	T.A	09/12/2008	6.76	0.59	94.59	11.07	1.15	74.68	1.24	0.001	220.89	103.74	63.83	0.25		
447		SOCORRO ELIZABETH RUBIÑOS ARAUJO	308250	8664523	T.A	10/12/2008	6.80	0.54	90.78	12.16	43.91	1.96	1.86	0.001	196.48	97.02	74.47	0.23		
448		NELLY ISABEL LAZARTE ALEJOS	308266	8664494	T.A	10/12/2008	6.91	0.53	79.76	10.46	40.92	1.96	1.86	0.001	197.09	90.30	49.64	0.13		
449		JULIO ENRIQUE NEGRON MARTIJENA	308366	8664769	T.A	28/11/2008	8.00	0.64	61.12	12.16	26.67	1.60	0.00	0.001	183.06	97.50	46.10	0.33		
450		SANDRA VELARDE FLORES	308384	8664790	T.A	28/11/2008	7.29	0.63	72.14	11.31	25.29	1.52	16.74	0.001	186.72	63.40	49.64	0.49		
451		JOSE TORRES ZAVALA	294160	8644961	T.A	17/11/2009	6.23	0.93	117.63	19.09	61.84	1.96	0.62	0.001	209.30	182.03	106.38	0.28		
452		FELIPA ASUNCION TORRES ZAVALA	294171	8644891	T.A	17/11/2009	7.33	0.98	114.83	24.32	81.84	2.35	0.62	0.001	190.38	222.86	113.47	0.30		
453		EMPRESA POLINSUMOS S.A.	294334	8645039	T.A	17/11/2009	6.85	0.83	108.02	16.42	55.87	3.13	0.62	0.001	230.05	131.60	99.29	0.24		
454	H-15	MIGUEL ANGEL BALLETTA SIRAGUSANO	294461	8645504	T.A	23/02/2009	6.91	0.61	107.82	10.70	38.62	1.60	8.06	0.001	185.50	57.16	98.58	0.41	264.55	169.04
455	H-16	VALERIANO NUÑEZ REYES	294485	8647325	T	14/01/2009	6.68	0.76	97.59	10.09	55.87	1.96	4.34	0.001	228.21	67.72	106.38	0.46	241.79	208.97
456	H-17	MIGUEL ANGEL BALLETTA SIRAGUSANO	294510	8645397	T.A	23/02/2009	6.86	0.64	89.78	11.80	36.09	5.63	13.64	0.001	187.94	59.08	70.92	0.35	240.09	174.86
457	H-18	CARLOS ALFREDO SIFUENTES SILVA	294609	8645345	T.A	23/02/2009	6.98	0.73	104.61	12.40	44.37	1.41	20.46	0.001	209.91	61.00	78.37	0.44	271.68	200.00
458	H-19	MIGUEL IGNACIO MARTIN MOSTO TELLO	294654	8645391	T.A	01/01/2009	6.68	0.86	105.01	14.35	57.93	3.13	4.34	0.001	234.32	109.99	106.38	0.27	268.65	214.12
459	H-20	ISMAEL SANTILLAN MIRANDA	294668	8645660	T.A	20/01/2009	7.59	0.78	96.99	11.55	41.15	1.92	40.93	7.207	197.70	52.83	79.43	0.21	245.87	180.49

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
460	H-21	MIGUEL MOSTO DOMEQ	294691	8645450	T.A	14/01/2009	6.84	0.95	119.84	17.27	65.98	2.74	8.68	0.001	237.98	144.57	109.93	0.44	290.65	211.14
461	H-22	GUSTAVO ENRIQUE SIFUENTES SILVA Y FRA	294751	8645309	T.A	23/02/2009	6.80	0.89	122.24	16.90	54.03	1.21	40.93	0.001	234.32	78.77	125.53	0.44	308.76	214.32
462	H-23	FRANCO CANZIANI AMICO	294763	8645494	T.A	18/02/2009	6.74	1.00	107.41	21.28	80.92	2.74	7.44	0.001	228.83	172.91	124.11	0.39	290.65	211.14
463	H-24	JORGE DANIEL BASURTO LAVANDA	294832	8645875	T.A	03/02/2009	7.16	0.88	90.18	10.82	58.85	2.74	7.44	0.001	248.96	122.48	70.92	0.14	230.99	227.72
464	H-25	HAUG S.A	294896	8642965	T.A	16/01/2009	7.89	4.59	450.90	76.00	342.78	1.02	0.62	0.001	224.55	869.82	858.13	0.00	1182.18	204.47
465	H-26	HAUG S.A	294934	8643018	T.A	16/01/2009	7.88	4.22	452.90	66.88	312.89	0.31	18.60	0.001	196.48	805.94	794.30	0.00	1167.13	183.53
466	H-27	HAUG S.A	294949	8643287	T.A	16/01/2009	7.78	3.86	312.62	66.88	377.73	3.25	0.00	0.001	189.16	819.87	687.92	0.00	905.76	177.06
467	H-28	JORGE ARMANDO TALAVERA TRAVERSO	294978	8646086	T.A	16/02/2009	6.96	0.90	95.79	15.20	49.89	3.13	6.20	0.001	237.98	168.59	46.10	0.14	249.31	219.47
468	H-29	CENTRO CERAMICO LAS FLORES S.A.C.	295035	8644043	T.A	21/01/2009	7.78	2.77	311.62	39.52	229.90	1.02	0.00	15.616	350.25	500.95	425.52	0.00	938.20	329.15
469	H-30	JUAN ALBERTO TREMOLADA CÁNEPA	295078	8646085	T.A	03/02/2009	7.51	0.94	99.00	13.50	42.99	2.35	6.20	0.001	262.39	147.93	39.01	0.22	252.54	243.02
470	H-31	JOSE ALFREDO BULLARD COELLO	295080	8645282	T.A	13/01/2009	6.80	0.93	112.62	18.48	82.99	1.56	4.34	0.001	299.00	148.41	88.65	0.63	295.09	277.63
471	H-32	HAUG S.A	295083	8643218	T.A	16/01/2009	8.01	4.76	490.98	86.09	351.75	1.99	0.00	0.001	167.19	1006.71	900.68	0.00	1295.27	148.01
472	H-33	JOSE ALFREDO BULLARD COELLO	295106	8645319	T.A	13/01/2009	6.96	0.92	113.83	18.36	66.90	1.56	3.72	0.001	297.17	134.96	85.10	0.55	295.09	277.63
473	H-34	MANUEL SOTO TUEROS	295115	8643565	T.A	21/01/2009	6.70	6.12	745.49	123.67	432.90	3.01	0.00	0.001	540.64	395.29	1716.26	0.46	1914.25	508.96
474	H-35	ELENA VARGAS LAURA	295558	8646660	T.A	23/02/2009	6.50	0.76	82.97	14.96	50.35	0.59	13.02	0.001	248.96	54.27	77.30	0.46	221.24	229.47
475		MONTANA S.A	295684	8642092	T.A	07/11/2009	7.56	3.39	216.43	82.08	381.86	3.52	4.96	12.012	474.74	372.23	678.00	1.44		
476		ABREGU	296080	8641930	T.A	19/05/2009	6.64	5.40	624.25	132.67	519.80	3.13	0.62	0.001	463.75	1220.44	1063.80	1.75		
477		GANADERA FORESTAL PINTO E.I.R.L	296346	8646363	T.A	07/04/2009	6.52	0.78	99.20	15.56	42.53	0.82	7.44	0.001	238.59	60.04	72.34	0.24		
478	H-36	TAKEO HAMAMOTO KOCHI	296753	8648950	T.A	21/01/2009	6.87	0.29	31.46	4.50	22.30	0.39	6.20	0.001	82.99	32.66	35.46	0.36	87.45	77.57
479	H-37	JUAN LARKIN MARTIN THORNDIKE VALDEZ	296761	8644495	T.A	28/01/2009	6.08	2.93	211.42	18.24	393.82	4.30	82.47	0.001	212.35	302.11	609.91	0.51	513.45	194.27
480	S-25	JUAN CORTEZ LLAVE	296802	8650963	T.A	04/09/2009	6.92	1.21	145.29	17.75	65.98	18.46	0.00	0.001	325.85	128.24	144.68	0.00	365.97	306.28
481	H-38	ALFREDO EDMUNDO TRAVEZAN CARVO	296845	8645245	T.A	06/02/2009	7.11	1.81	123.05	18.97	288.75	3.13	7.44	0.001	255.06	441.88	212.76	0.47	320.47	236.63
482	H-39	MARCO ANTONIO RIOS LUNA	296853	8650249	T.A	30/03/2009	7.25	0.96	147.29	11.92	52.65	1.99	11.78	0.001	228.83	18.73	176.24	0.26	356.04	209.06
483	S-26	HUGO WASHINGTON JAIME JAIME	296929	8645517	T.A	25/06/2009	7.06	1.78	156.31	20.19	178.86	2.50	3.72	0.001	269.10	261.76	245.38	0.11	391.27	251.00
484	H-40	CARLOS ALBERTO ILLESCAS ALIAGA	296935	8649154	T.A	30/03/2009	6.96	1.09	151.30	16.54	44.14	0.82	6.82	0.001	243.47	36.98	192.55	0.19	364.86	217.11
485	S-27	VICTOR SU WING DIEZ	296960	8649694	T.A	13/07/2009	6.95	0.69	86.77	11.07	19.31	1.72	3.10	0.001	179.40	105.19	60.64	0.01	211.62	131.48
486	H-41	ELSA AGUILAR DE PAREDES	297001	8649675	T.A	12/01/2009	7.46	0.65	82.56	10.70	42.76	0.82	8.06	12.613	146.45	87.89	66.66	0.43	211.62	131.48

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
487	S-28	INSTITUTO GURDJIEFF LIMA	297036	8648793	T.A	13/06/2009	6.65	0.98	123.65	17.39	43.91	3.28	7.44	0.001	241.64	99.90	102.48	0.05	311.82	217.15
488	H-42	GUDELIO MEDINA BUENDIA	297038	8649140	T.A	12/01/2009	7.10	0.92	122.24	17.39	54.72	2.19	24.80	13.213	201.37	131.60	90.78	0.21	312.61	181.35
489		AGRONORTE S.A.C	297079	8645527	T.A	30/10/2009	7.19	1.95	155.31	15.20	221.85	2.74	8.68	0.001	289.23	399.61	237.58	1.90		
490	H-43	LUIS MIGUEL RINCON LA TORRE	297089	8653755	T.A	13/02/2009	7.35	0.71	100.60	16.29	60.92	10.56	8.68	0.001	223.94	118.63	106.38	0.22	262.40	204.68
491	S-29	INSTITUTO GURDJIEFF LIMA	297111	8648728	T.A	12/06/2009	7.09	0.99	118.84	17.39	45.98	3.40	7.44	0.001	239.20	115.27	99.64	0.05	306.16	217.40
492	H-44	LUIS MIGUEL RINCON LA TORRE	297126	8653433	T.A	13/02/2009	6.38	0.67	88.78	11.31	110.81	4.30	7.44	0.001	218.45	111.91	127.66	0.19	226.20	199.17
493	H-45	KHALID QANHAT METWASI	297173	8647979	T.A	12/01/2009	6.74	1.11	159.32	19.21	58.16	1.72	35.35	9.009	235.54	135.92	170.21	0.46	399.62	216.16
494		AGRONORTE S.A.C	297226	8645541	T.A	30/10/2009	7.09	1.92	112.22	14.23	271.97	0.78	12.40	0.001	288.01	264.17	259.92	1.68		
495	H-46	VIRGINIA GASBRIELA WIESE MIRO QUEZAD.	297236	8649181	T.A	11/02/2009	6.80	0.99	102.20	16.54	61.38	3.01	33.49	0.001	184.89	243.99	103.54	0.29	283.34	160.05
496	S-30	AGRICOLA SANTIAGO QUEIROLO S.A.C.	297260	8649336	T	04/06/2009	6.38	1.40	160.32	19.82	113.80	4.69	12.40	0.001	125.09	234.87	251.77	0.55	392.14	111.98
497	H-47	EDISTIO CAMERE DE LA TORRE UGARTE	297267	8652848	T.A	12/01/2009	7.15	0.76	85.17	17.02	43.45	1.49	21.08	13.213	190.38	127.76	49.64	0.11	229.77	171.41
498	S-31	AGRICOLA SANTIAGO QUEIROLO S.A.C.	297390	8649078	T.A	04/06/2009	6.42	1.14	123.05	17.75	89.89	5.08	9.30	0.001	94.58	183.47	234.04	0.50	307.00	104.34
499	H-48	AGRICOLA SANTIAGO QUEIROLO S.A.C	297471	8649204	T.A	24/02/2009	7.26	1.36	0.20	0.00	229.90	0.39	23.56	0.001	263.00	204.61	74.47	0.55	88.95	220.30
500	S-32	ENRIQUE MIGUEL MALPARTIDA MAURICCI	297519	8647821	T.A	03/06/2009	6.75	1.00	130.46	18.48	49.89	1.80	38.45	0.001	274.59	103.74	122.69	0.32	334.37	255.18
501	H-49	JUAN PABLO FERNANDINI MARROU	297541	8649860	T.A	27/01/2009	7.16	1.20	144.09	19.33	131.96	2.74	17.36	0.001	260.56	289.14	141.84	0.46	365.64	238.93
502	H-50	CESAR MORILLAS TORRES	297551	8650952	T.A	18/02/2009	7.30	1.08	175.15	15.20	63.22	2.70	19.22	0.001	227.60	175.31	107.80	0.46	426.42	208.47
503		ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	297595	8647459	T.A	05/05/2009	7.25	0.80	80.76	18.00	50.58	12.51	Trazas	0.001	194.04	114.79	92.20	0.00	275.73	159.00
504		LUZ RAYDA GÓMEZ PANDO	297602	8649115	T.A	20/05/2009	7.22	1.47	211.42	15.20	78.86	1.29	9.30	0.001	263.61	90.30	142.55	0.15		
505	S-33	PEDRO JOSE LABARTHE ONRUBIA	297650	8646149	T	24/07/2009	6.90	2.50	115.43	39.64	309.50	31.28	2.34	0.001	80.94	261.09	279.41	0.00	363.39	19.00
506	H-51	MARIA BENITA TAPIA CALLE	297771	8649107	T.A	12/02/2009	6.84	1.55	216.43	20.43	65.98	1.60	22.32	0.001	238.59	170.03	158.15	0.36	522.81	218.86
507		JULIA CARMEN QUISPE BLAS	297869	8645639	T.A	26/05/2009	7.95	1.77	171.34	19.46	163.92	1.99	22.32	0.001	274.59	142.17	317.01	0.31		
508	H-52	EPIFANIO LLAMOCURI SULLCA	297968	8654265	T.A	21/01/2009	7.59	0.86	127.65	14.11	37.47	1.72	91.15	4.805	219.67	79.25	69.50	0.00	318.18	200.41
509	S-34	ROSARIO MENDOZA CASTILLO	298006	8645031	T.A	24/08/2009	7.31	1.03	120.44	17.27	77.94	1.17	5.58	0.001	335.00	58.60	117.37	0.63	309.01	315.67
510	S-35	MARIANO JESÚS GUEVARA HUALPA	298115	8644979	T.A	16/07/2009	7.29	1.02	120.04	16.54	74.72	0.78	4.34	0.001	328.29	61.00	112.05	0.61	307.18	311.97
511	H-53	CARLOS FERNANDO ILLESCAS PUCCIO	298162	8649971	T.A	30/03/2009	7.06	1.73	209.82	5.23	129.89	2.62	9.92	0.001	237.98	56.20	337.58	0.45	479.42	218.08
512	S-36	ISIDORO MENDOZA BLAS	298189	8644949	T.A	16/07/2009	7.34	1.04	121.04	17.63	82.53	1.96	3.10	0.001	353.31	59.56	124.46	0.57	310.87	332.09
513	S-37	MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.	298199	8640807	T	09/09/2009	7.66	3.92	382.76	118.56	271.97	6.26	1.24	8.709	198.93	455.80	932.60	0.51	1125.31	179.67

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
514	H-54	MANUEL FELICIANO CASTILLO CHUMPITAZ	298241	8645072	T.A	23/02/2009	7.31	1.03	121.24	17.51	82.99	1.99	4.34	0.001	354.53	59.08	125.17	0.59	310.49	331.78
515	H-55	JUANA BOTTO LERCARI DE DEL SOLAR	298383	8649158	T.A	18/02/2009	7.43	1.85	292.38	14.23	18.16	3.79	4.96	0.001	250.79	364.55	175.17	0.64	787.18	205.63
516		RICARDO BRUNO YUPARI ZARATE	298418	8645398	T.A	23/11/2009	7.32	1.19	83.17	26.27	129.89	4.30	6.82	0.001	335.00	204.13	78.01	0.38		
517		LUIZ ANTONIO VIANA REISS	298444	8652689	T.A	30/04/2009	7.10	1.14	164.93	12.65	111.96	2.42	13.64	0.001	252.62	94.14	134.04	0.36		
518	H-56	INMOBILIARIA ALMONTE S.A.C.	298470	8645440	T.A	01/02/2009	7.08	1.52	76.35	15.20	257.72	4.69	26.66	0.001	368.56	196.92	191.48	1.01	1136.00	110.00
519	S-38	GREGORIO RAMOS CAMPOS	298522	8652524	T.A	31/07/2009	7.28	1.22	97.80	10.34	159.09	16.81	9.30	0.001	245.91	268.01	121.27	0.00	248.88	226.79
520	S-39	PEDRO GUSTAVO SAN MARTÍN NAVEA	298530	8648789	T.A	03/06/2009	7.49	2.28	119.24	17.27	303.93	4.30	32.87	0.001	283.74	297.79	279.42	0.69	309.53	263.71
521	S-40	MARTIN RUDOLF LUDEKE BLOCK	298724	8656026	T.A	10/06/2009	6.98	0.69	44.29	7.78	129.89	1.96	1.24	0.001	231.88	86.45	95.74	0.43	117.02	212.57
522	H-57	PEDRO EDUARDO RONDÓN NAVAS	298824	8646014	T.A	27/01/2009	7.50	2.20	73.15	21.04	379.34	16.42	Trazas	0.001	197.09	379.44	397.15	0.00	269.25	161.50
523	S-41	CORPORATION TEXTIL DEL SUR S.A.C	299210	8640308	M	20/08/2009	7.30	5.00	260.52	117.95	620.73	31.28	18.60	0.001	122.04	374.63	1443.22	0.00	1136.01	100.00
524		LEONCIO REYES PARRAVECINO	299246	8655057	T.A	20/05/2009	7.49	0.57	118.24	7.54	23.91	1.09	7.44	0.001	167.81	37.94	37.59	0.07		
525	H-58	INVERSIONES PECUARIAS LURIN	299667	8639464	T.A	03/02/2009	7.00	3.76	120.24	40.74	632.23	33.63	6.20	0.001	128.14	413.06	957.42	0.00	467.91	105.00
526	S-42	B BRAUN MEDICAL PERU S.A	299695	8640379	T	17/08/2009	7.50	5.90	280.56	121.60	809.25	28.15	43.41	0.001	122.04	456.29	1702.08	0.00	1201.06	100.00
527	H-59	DOMINGO GUZMAN DE LA CRUZ	300019	8656106	T	23/02/2009	6.31	0.54	73.55	7.17	21.38	1.02	14.88	0.001	147.67	51.87	44.33	0.20	181.21	128.55
528		INMOBILIARIA PARISTEGO S.A.C.	300536	8655915	T.A	20/05/2009	7.00	0.48	55.51	10.70	30.35	1.21	1.24	0.001	178.79	38.90	30.14	0.00		
529	S-43	RICHARD PHILLIP HALE GARCIA	301205	8657812	T.A	06/08/2009	7.34	0.69	87.98	14.47	28.51	1.60	5.58	0.001	235.54	83.09	60.64	0.16	229.75	215.29
530		JAVIER HUBERT PUMA MOZO	301243	8658246	T.A	28/12/2009	7.24	0.66	90.98	10.58	53.80	2.74	4.34	0.001	178.79	44.67	124.11	0.18		
531	S-44	BRUNO FRANCOIS PHILLIPE DALIMER	301582	8658199	T.A	09/07/2009	7.04	0.56	82.36	9.36	29.43	2.74	0.62	0.001	191.60	93.66	42.55	0.28	206.18	172.45
532		CARLOS EDILBERTO SACO VERTIZ DAÑINO	301658	8656380	T	18/12/2009	7.00	1.10	36.07	12.16	184.00	9.38	Trazas	0.001	256.28	213.73	85.10	0.00	140.12	210.00
533	S-45	FARAH EDUARDO SALEM CHAER	302184	8658297	T.A	20/07/2009	7.35	0.57	87.17	13.13	2.07	3.79	0.00	0.001	211.13	68.68	35.81	0.36	225.37	191.83
534	S-46	MENORCA INVERSIONES S.A.C	302885	8658409	T	08/09/2009	7.40	0.75	92.18	19.46	26.44	7.04	0.00	0.001	256.28	64.84	70.92	0.00	310.26	210.00
535	S-47	HELMUT LUDEKE MARTENSEN	303155	8660576	T.A	10/06/2009	6.78	1.10	138.88	28.33	78.86	3.52	6.20	0.001	321.58	194.04	99.29	0.60	374.77	301.71
536	H-60	MILNER GUSTAVO CAJAHUARINGA GARCIA	304778	8661317	T.A	23/02/2009	6.96	0.48	76.35	8.27	22.76	1.21	0.00	0.001	137.91	60.04	53.19	0.41	185.02	116.86
537	H-61	EVELYN PIÑASHCA CARDENAS Y INGRID PI	304817	8661348	T.A	23/02/2009	6.82	0.40	66.33	4.99	23.68	1.29	4.34	0.001	127.53	48.99	37.59	0.41	169.00	111.29
538	H-62	HUGO ENRIQUE FLORES FIGUEROA	305221	8661594	T.A	26/01/2009	6.93	0.68	91.78	10.82	30.35	1.60	3.72	0.001	96.41	134.00	62.41	0.34	229.16	78.77
539	H-63	JAVIER ANGEL GOMEZ DE LA LAMA	305627	8661661	T.A	27/01/2009	6.66	0.58	84.97	9.73	26.67	2.31	0.62	0.001	159.87	83.57	56.74	0.17	211.05	139.76
540	H-64	SONIA KUPERMAN GÁLVEZ	305705	8661676	T.A	03/02/2009	6.89	0.43	60.92	9.97	27.59	2.62	12.40	0.001	139.13	45.63	42.55	0.32	161.63	120.69

Tabla A1. 2: Continuación

Nº	Nº POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
541	H-65	JORGE ALFONSO TORI FERNANDEZ	305763	8661807	T.A	11/02/2009	6.49	0.75	105.21	10.94	28.28	1.80	1.86	0.001	162.31	74.93	107.09	0.27	254.40	141.94
542	H-66	GLORIA JESUS KISIC WAGNER DE MORALES	306126	8661902	T.A	26/01/2009	7.63	0.57	81.36	8.03	26.90	1.92	4.34	0.001	157.43	82.13	51.06	0.30	201.19	138.36
543	H-67	KÁTIA Y KARIN VALDIVIA PERALTA	306872	8662293	T.A	26/01/2009	7.15	1.31	191.38	17.63	52.65	1.72	30.38	0.001	361.24	202.21	124.82	0.57	466.31	339.85
544	S-48	ALEJANDRO ORIHUELA RODRIGUEZ	307256	8663350	T.A	31/07/2009	6.87	0.71	96.79	13.50	41.84	2.35	1.24	0.001	232.49	102.30	63.83	0.30	247.89	213.51
545		DALMIRO FELICIANO PALOMINO ORTIZ	307337	8663729	T.A	07/04/2009	6.95	0.82	109.02	13.86	42.76	4.22	16.12	0.001	314.86	59.08	73.05	0.26		
546		GERARDO CRISOSTOMO ICHPAS	307732	8663967	T.A	19/05/2009	6.21	0.67	99.20	10.82	30.81	1.60	0.00	0.001	215.40	50.91	57.80	0.56		
547	H-68	OLINTHO UGARTE VÁSQUEZ SOLIS	307926	8664392	T.A	28/01/2009	7.67	0.80	110.22	12.77	35.40	2.70	0.00	0.001	218.45	150.33	62.41	0.46	278.87	206.18
548	H-69	JAIME LUIS NEYRA TORRES	307969	8664397	T.A	26/01/2009	7.18	0.82	114.43	13.13	34.49	3.40	4.96	0.001	235.54	145.53	66.66	0.35	278.87	206.18
549	H-70	MARÍA VISITACION CANTERO ARAGÓN	308091	8664630	T.A	28/01/2009	6.76	0.82	117.23	14.47	32.42	2.50	49.61	0.001	152.55	131.12	85.10	0.02	277.34	117.72
550	S-49	EUSEBIO ANCALLE LAURA	308094	8664365	T.A	06/08/2009	7.69	0.62	90.38	11.92	29.20	1.41	1.24	0.001	198.93	91.26	54.96	1.08	231.47	175.74
551		VICTOR VERA ROSAS	308125	8664885	T.A	07/12/2009	6.47	0.68	93.99	11.31	28.74	1.56	3.72	3.003	200.15	39.38	55.32	0.00		
552	H-71	ERLINDA CUTTI ESLAVA	308167	8664655	T.A	06/03/2009	6.50	0.70	109.42	10.70	27.82	1.92	0.00	0.001	109.84	22.57	17.73	0.06	277.34	117.72
553	H-72	JOSE MIGUEL NEYRA NAVARRO Y ESPOSA	308222	8664486	T.A	21/01/2009	6.62	0.47	53.71	10.34	26.21	1.09	22.94	0.001	108.62	58.12	58.15	0.42	186.74	127.93
554	S-50	HILDA PARAGULLA DE DELGADO	308235	8664411	T.A	18/06/2009	7.29	0.65	91.58	14.84	26.21	1.29	2.48	0.001	201.37	73.97	54.25	0.30	186.74	127.93
555		PROICOM S.R.L.	294017	8646235	T.A	04/11/2010	7.30	0.86	57.92	24.81	82.76	4.69	Trazas	0.001	195.26	167.14	70.92	0.00	246.72	160.00
556	H-73	DONALD ERNESTO REATEGUI LAZO Y JUAN	294132	8645306	T.A	09/02/2010	7.82	0.92	112.42	13.50	71.96	4.30	0.62	0.001	190.99	96.54	158.86	0.47	282.49	171.59
557	H-74	INMOBILIARIA QUILMANA S.A.C	294256	8645395	T.A	15/03/2010	6.83	0.70	88.78	12.52	48.05	3.52	0.00	32.733	150.72	76.85	85.46	0.57	230.19	133.48
558	S-51	AMÉRICO SEGUNDO VILLAFUERTE MOGOLLÓN	294594	8647957	T.A	24/08/2010	11.89	1.44	150.30	2.19	140.01	22.29	3.10	320.720	90.92	14.41	75.18	0.14	341.97	85.74
559		FRANKLIN GUILLERMO JAVIER ALARCO BOGGIO	295415	8645075	T.A	03/12/2010	7.89	1.02	137.27	24.32	42.99	1.17	1.24	12.613	279.47	197.88	32.62	0.71		
560	S-52	FUNDACION LEICESTER FOUNDATION	296647	8649107	T.A	02/07/2010	6.84	0.68	64.13	11.43	57.93	0.78	2.48	0.001	175.13	100.38	67.73	0.28	170.39	156.01
561	S-53	FUNDACION LEICESTER FOUNDATION	296728	8648975	T.A	02/07/2010	6.78	0.68	65.73	11.31	59.08	0.39	1.24	0.001	168.42	99.90	70.57	0.29	173.21	149.39
562	S-54	LORENZO MIGUEL HERRERA DI LUCCA	296894	8648743	T.A	08/07/2010	6.61	0.86	96.99	15.81	60.92	1.56	6.82	0.001	239.81	60.04	124.11	0.40	251.59	218.69
563	S-55	GEO CONTROL S.A	297530	8651185	T	14/09/2010	7.19	0.79	106.01	14.96	32.88	2.35	2.48	0.001	180.62	64.36	134.75	0.34	271.98	161.66
564	S-56	GEO CONTROL S.A	297531	8651180	T	14/09/2010	7.19	0.79	106.01	14.96	32.88	2.35	2.48	0.001	180.62	64.36	134.75	0.34	272.10	161.72
565		FERMINA JULCA PEREZ DE SERNA	297824	8640806	T.A	01/12/2010	6.69	6.35	260.52	222.89	1169.50	29.72	1304.69	0.001	630.34	1010.55	1826.19	2.12		
566		NÉSTOR PORFIRIO CHÁVEZ ROJAS	297847	8649769	T.A	03/05/2010	7.01	1.31	149.70	18.60	65.06	3.91	15.50	0.001	237.98	178.19	144.32	0.55		
567	S-57	TERESITA MARÍA NICOLINI DE LA PUENTE	297969	8650310	T.A	24/08/2010	7.45	1.85	166.33	21.40	189.90	5.87	6.82	0.001	441.17	221.42	232.62	0.62	419.77	214.21

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
568	S-58	EUSTAQUIO AVILA AVALOS	298087	8650752	T.A	16/09/2010	7.05	1.92	176.35	28.33	220.93	8.60	6.20	0.001	259.95	312.20	361.69	0.40	452.18	239.76
569		ISAIAS MARIO DORIA CAMPOS	298168	8648799	T.A	03/05/2010	6.66	1.10	133.27	16.66	63.91	1.56	6.20	0.001	212.96	148.89	117.02	0.57		
570		COOPERATIVA DE VIVIENDA CENTROMIN PERU LTDA	298307	8640661	T.A	08/11/2010	6.85	3.19	288.58	57.76	309.91	16.81	47.13	0.001	272.15	304.51	750.69	0.83		
571		JAVIER FERNANDO BAZO SAFRA	298370	8651134	T.A	14/10/2010	7.46	1.60	76.15	12.16	259.79	5.08	1.24	11.111	272.15	214.21	255.31	0.03		
572	S-59	ENRIQUE S. GOYTIZOLO TESON	298983	8643240	T.A	12/07/2010	8.24	1.25	26.45	13.01	269.90	3.52	5.58	0.001	154.99	134.00	252.12	0.55	88.90	135.75
573		DIEGO ESTANISLAO SANCHEZ HUAMAN	300013	8655775	T.A	20/10/2010	7.84	0.68	70.14	10.09	55.87	3.13	6.82	18.919	151.94	78.29	65.96	0.01		
574		ANGEL ANIBAL ALFONSO AVILA JORDAN	300343	8655760	T.A	29/10/2010	7.18	0.73	120.44	12.89	37.93	2.35	4.34	0.001	237.37	35.54	145.39	0.20		
575	H-75	GONZALO MIGUEL ROSELLÓ PUGA	300371	8640938	T.A	25/03/2010	7.77	7.61	570.14	138.87	809.71	9.81	17.36	0.001	126.31	338.13	2327.59	0.80	1591.34	107.08
576		FRANCA MARIANA PERALTA OLLER	301565	8657722	T.A	24/11/2010	6.50	0.64	81.16	12.89	46.90	1.96	2.48	0.001	222.11	44.67	92.20	0.21		
577	S-60	EMPRESA VAN OIL LTD.	301836	8656730	T	16/09/2010	6.92	1.09	67.53	6.93	163.00	3.13	5.58	0.001	264.83	61.48	193.26	0.26	192.44	245.34
578		NINA PROPERTIES CORP.	301900	8657838	T	15/12/2010	6.36	0.68	83.97	12.52	40.00	2.35	6.20	0.001	226.99	57.64	70.92	0.34	252.76	
579	S-61	JAVIER BUENAVENTURA ZEVALLOS VARA	302317	8658938	T.A	02/07/2010	6.43	0.63	66.93	11.31	45.29	1.17	0.00	0.001	214.18	70.12	53.90	0.28	175.86	194.88
580		JOSE CARLOS DELGADO FERNANDEZ	302391	8658041	T.A	19/04/2010	7.47	0.91	139.08	15.69	26.67	1.56	1.24	10.210	243.47	104.71	93.26	0.02		
581		ERNESTO ORTIZ DE ZEVALLOS SANTISTEBAN	303316	8659172	T.A	09/04/2010	6.89	0.47	46.69	6.44	23.22	19.16	1.24	0.001	183.06	35.06	40.42	0.34		
582		ERNESTO ORTIZ ZEVALLOS SANTISTEBAN	303317	8659173	T.A	09/04/2010	6.89	0.47	46.69	6.44	23.22	19.16	1.24	0.001	183.06	35.06	40.42	0.34		
583	S-62	ESTEBAN MARIANO LLAJOJA JIMENEZ	303718	8659873	T.A	25/06/2010	6.27	0.48	53.51	15.56	16.78	0.78	0.62	0.001	119.60	75.89	49.64	0.12	154.99	100.88
584		JACQUELIN ROCIO LA ROCHE ROLDAN	306449	8662181	T.A	07/10/2010	7.86	0.53	62.12	8.03	31.96	2.35	0.00	9.910	192.82	21.13	56.38	0.12		
585	H-76	ROBERTO BONILLA HEROLD	307875	8664141	T.A	28/01/2010	6.79	0.62	79.36	15.44	29.20	0.35	5.58	0.001	197.70	97.50	46.45	0.40	212.80	178.44
586	S-63	MERCEDES SATURNINA ALEJOS FERNANDEZ	309855	8665864	T.A	15/06/2010	11.25	0.58	54.31	10.58	46.90	12.12	0.62	0.001	162.92	119.11	24.82	0.37	145.68	143.67
587	S-64	INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A ICCGSA	291281	8644596	T.A	07/09/2011	7.70	1.00	81.76	33.08	71.27	7.82	Trazas	0.001	219.67	124.88	141.84	0.00	340.30	180.00
588		LOS PORTALES S.A.	294979	8646800	T	25/04/2011	7.40	0.78	60.12	26.75	52.90	12.51	Trazas	0.001	301.37	100.86	88.65	0.00	260.23	165.00
589	S-65	JUAN HUGO VILLA CHACALLAZA Y MORAIMA V. TALAVERA DE VILLA	295274	8647949	T.A	14/07/2011	7.52	0.68	52.10	12.16	65.98	0.78	4.96	0.001	161.09	104.71	71.63	0.00	145.24	142.15
590		LEOCAR E.I.R.L.	295777	8644027	T.A	15/04/2011	7.15	2.04	180.36	26.39	209.90	4.69	17.36	0.001	316.08	240.63	355.31	1.06		
591		TEXTILES SAN SEBASTIAN SAC	296016	8644983	T.A	16/11/2011	7.22	1.09	132.26	22.25	57.93	1.17	1.86	47.147	133.63	164.26	136.88	0.13		
592	H-77	JOSE LUIS DEL SOLAR DIBOS	296686	8646664	T.A	22/03/2011	7.37	1.21	153.31	21.28	62.07	2.74	13.64	0.001	410.66	86.93	118.44	0.52	279.04	179.92
593	H-78	CELSO DELGADO VASQUEZ Y MARIA ELENA	296976	8648123	T.A	10/03/2011	7.07	3.23	362.72	64.81	285.77	4.03	0.00	0.001	422.87	390.48	631.19	0.01	251.52	187.90
594		LUIS ANTONIO BREÑA HENOSTROZA	297060	8647088	T.A	14/04/2011	6.71	0.60	66.33	8.88	48.97	1.96	2.48	0.001	184.89	64.36	63.83	0.16		

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
595		XIMENA SALAZAR DÍAZ	297108	8640626	T.A	18/04/2011	6.61	5.06	514.03	99.35	429.91	8.99	0.00	0.001	313.64	893.84	1066.28	1.61		
596		FUAD DANIEL SIMON SAMAAN	297263	8641715	T.A	12/12/2011	7.66	3.10	210.42	53.75	370.83	8.21	3.10	4.204	166.58	503.83	670.19	1.01		
597		MODESTA HURTADO CRISPIN Y FORTUNATO QUISPE VICTORINO	297299	8643308	T.A	03/05/2011	7.35	1.25	154.31	22.25	63.91	2.35	0.00	0.001	182.45	133.04	243.96	0.23		
598	S-66	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	297301	8646435	T	21/06/2011	7.07	1.82	90.18	13.25	289.90	2.74	6.20	0.001	251.40	311.23	268.08	0.94	233.44	229.63
599	S-67	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	297391	8646534	T.A	21/06/2011	7.27	1.74	85.17	11.55	279.79	2.74	5.58	7.808	228.21	321.32	240.42	1.17	221.62	211.16
600	H-79	ROSA ELVIRA AUREA ANGULO RAMIREZ	297572	8648532	T.A	18/01/2011	7.50	1.18	140.28	17.75	68.05	4.30	19.84	6.306	65.29	197.40	198.22	0.55	283.56	191.23
601	H-80	PEPSICO ALIMENTOS PERÚ S.R.L	297647	8653794	T	31/03/2011	7.20	0.80	54.51	12.40	96.56	96.60	0.00	0.001	195.26	120.08	85.10	0.00	187.16	160.00
602	S-68	ANCELMO FEDERICO CAMACHO ARIAS	297739	8646305	T.A	01/06/2011	7.54	2.28	121.84	21.28	379.79	4.69	8.06	0.001	269.71	262.24	496.44	0.48	335.65	248.23
603		WALTER RAMIREZ PRADO	297893	8646191	T.A	06/12/2011	7.40	1.91	160.32	28.33	200.01	6.26	12.40	0.001	258.11	357.82	265.24	0.70		
604	S-69	CENTRO POBLADO RURAL MANCHAY ALTO	298321	8655220	T.A	23/08/2011	6.86	0.97	116.83	16.17	44.83	3.91	8.06	0.001	234.93	121.04	106.38	0.20	347.36	215.60
605		ELOY MARCELO CERRATE ANGELES	298972	8655052	T.A	21/10/2011	7.13	0.69	87.17	10.82	29.66	0.39	20.46	0.001	187.33	78.29	59.93	0.00		
606	H-81	PERUVIAN SEA FOOD S.A.	299055	8646642	T	18/03/2011	7.09	8.75	691.38	182.40	869.71	3.52	17.98	0.001	305.71	942.83	2264.83	3.61	1954.13	286.20
607	S-70	INMOBILIARIA MASIAS SAC	299243	8642761	T	26/08/2011	7.60	4.60	45.49	60.80	878.60	24.24	0.00	0.001	378.22	292.98	1205.64	0.00	363.84	310.00
608	S-71	INDUSTRIAS PLÁSTICAS ZETA FLEX S.A.C.	300443	8641298	T	01/06/2001	7.20	8.00	440.88	194.56	988.57	31.28	6.20	0.001	91.53	624.39	2411.28	0.00	1901.68	75.00
609		JOSE RICARDO ESPINOZA GARCIA SAYÁN	300787	8656998	T	24/10/2011	7.33	0.64	79.16	10.82	34.94	0.39	5.58	0.001	188.55	76.85	68.44	0.16		
610		PERU MERCANTIL S.A.	301618	8656793	M	11/10/2011	7.66	0.68	71.14	12.16	45.06	1.96	6.20	0.001	186.11	85.49	64.54	0.15		
611		LEOPOLDO SCHEEJE MARTÍN	301673	8656814	T	21/10/2011	7.30	0.87	85.57	9.24	52.88	2.35	3.10	0.001	206.25	64.36	106.38	0.27	245.42	
612	S-72	HUGO FRANCISCO DELGADO NACHTIGALL	301770	8656850	T	06/06/2011	7.07	0.73	76.55	9.48	62.99	1.96	2.48	0.001	238.59	97.02	53.19	0.15	223.76	215.78
613		MENORCA INVERSIONES S.A.C	302772	8658597	T	19/05/2011	7.10	0.62	60.12	12.16	48.30	6.26	Trazas	0.001	176.96	86.45	56.74	0.00	200.17	145.00
614		MENORCA INVERSIONES S.A.C	304707	8661831	T	28/10/2011	7.20	0.66	78.16	17.99	26.45	5.47	9.30	0.001	152.55	86.45	78.01	0.00	269.23	125.00
615	H-82	WEBERHOFER BOBBIO HEINZ ENGELBERT	307387	8663707	T.A	18/03/2011	7.30	1.10	81.76	24.81	110.35	5.47	0.00	0.001	341.71	168.11	70.92	0.00	306.26	280.00
616		PAUL PERCY BARBER OJANSUU	307444	8663718	T.A	09/12/2011	7.13	0.62	73.15	10.21	45.06	2.35	2.48	0.001	200.15	84.53	53.19	0.04		
617	H-83	RAYMUNDO MATOS SANTOS	308278	8664757	T.A	28/01/2011	6.73	0.51	60.92	8.03	30.81	2.35	1.86	0.001	150.11	50.43	56.74	0.25	156.59	132.51
618		LUIS HUMBERTO LÓPEZ ZOLESSI	308382	8665153	T.A	26/04/2011	6.99	0.65	94.19	9.48	23.91	2.35	0.62	0.001	220.28	73.49	55.67	0.15		
619		NIVALDO ORTIZ TALAVERANO	294150	8647224	T.A	30/10/2012	7.58	1.15	152.30	20.43	51.27	1.56	16.12	0.001	206.25	154.66	170.21	0.49		
620		COMPAÑIA INMOBILIARIA FAMILIA FLORES S.A.C	294866	8648041	T.A	22/04/2012	7.40	0.80	57.72	23.35	71.30	6.26	Trazas	0.001	195.26	120.08	85.10	0.00	240.22	160.00
621	S-73	BERNARDO SANTOS COPAJA, TEODORO CAMPOS GAVILAN Y WUASHINGTON	295251	8648251	T.A	13/07/2012	7.26	0.61	73.15	7.54	48.05	0.39	1.86	0.001	176.35	103.26	47.16	0.84	181.25	157.09

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
622		CICONTESA	295281	8647714	M	22/04/2012	7.40	0.54	38.48	17.51	46.00	3.91	Trazas	0.001	170.86	62.44	49.64	0.00	168.15	140.00
623	H-84	MAFER REAL ESTATE SAC	295734	8641655	T	04/02/2012	7.40	2.80	198.80	46.69	314.96	23.46	0.00	0.001	207.47	523.53	489.35	0.00	688.59	170.00
624	S-74	OPP FILM S.A.	296124	8642150	T	21/07/2012	7.40	1.80	160.32	27.24	177.02	8.60	Trazas	0.001	146.45	249.76	375.88	0.00	512.43	120.00
625	S-75	JOB CIRILO PACHECO CONCEPCION	296370	8649880	T.A	13/06/2012	7.20	0.94	110.22	13.86	62.53	2.35	9.30	0.001	192.21	97.98	79.08	0.36	278.52	172.97
626		ROBERTO SOTELO YLLAHUAMAN	297392	8648713	T.A	23/04/2012	7.65	1.16	115.23	15.20	100.01	3.52	22.32	0.001	244.08	190.68	112.05	0.50		
627	S-76	CARLOS ROBERTO LORA ARAUJO	297660	8645139	T.A	06/08/2012	7.51	1.12	74.15	11.19	129.20	16.42	3.72	0.001	283.13	99.90	159.57	0.41	192.12	263.69
628	S-77	SOLDEX SA.	297932	8643214	T	23/07/2012	7.18	3.53	271.54	88.16	459.80	12.12	13.64	0.001	223.94	430.35	992.88	0.62	982.00	204.67
629	S-78	VICTORIA VICENTE ARIAS DE CAMPOS	298890	8655702	T.A	23/08/2012	7.40	0.73	114.83	12.04	30.81	2.74	3.72	0.001	213.57	54.27	124.11	0.25	328.08	194.33
630	S-79	UNISPAN PERÚ SA	298892	8640407	M	04/07/2012	7.40	7.40	480.96	223.74	749.47	23.46	Trazas	0.001	103.73	398.65	2340.36	0.00	2121.88	85.00
631	S-80	PASO CHICO S.A.C	299003	8641566	T	16/06/2012	6.88	7.70	431.86	148.96	899.60	27.76	25.42	0.001	316.08	670.50	1914.84	4.29	1304.28	296.76
632	S-81	FUNDO PASO CHICO S.A.C.	299040	8641397	M	06/06/2012	7.11	9.91	532.06	168.17	1579.18	30.89	34.11	0.001	303.88	795.38	3120.48	3.91	1552.09	283.88
633	H-85	ASOCIACION PARA VOCACIONES Y VIDA A	299060	8645717	T	21/02/2012	7.47	3.28	68.14	16.17	629.70	3.52	0.62	0.001	115.33	944.75	380.13	1.88	190.20	96.35
634		PERUVIAN SEA FOOD S.A.	299097	8646588	T	09/11/2012	7.50	3.53	194.39	46.57	476.81	5.08	44.03	0.001	163.53	410.18	851.04	0.78		
635	S-82	PASO CHICO S.A.C	299387	8641710	T	16/06/2012	6.66	6.75	283.57	92.17	1099.38	16.42	30.38	0.001	238.59	615.26	1879.38	2.54	862.96	220.89
636	S-83	VILMA VECCO ARANA DE TOUZARD	299448	8646983	T.A	10/07/2012	8.89	1.05	24.05	2.68	200.01	2.35	1.24	24.324	170.25	80.69	170.21	0.86	61.78	150.98
637	S-84	NEGOCIACIONES ARA DEL NORTE SAC	300178	8642495	T	27/06/2012	7.50	3.20	141.08	50.59	482.79	7.82	Trazas	0.001	109.84	432.27	780.12	0.00	560.49	90.00
638	H-86	INMOBILIARIA ALMONTE S.A.C.	301025	8641261	T	03/01/2012	7.30	6.80	276.55	108.22	1034.55	23.46	Trazas	0.001	134.24	384.24	2127.60	0.00	1152.34	109.98
639		INVERSIONES CALAFQUEN S.A	301314	8641133	T	06/11/2012	7.40	10.60	448.90	175.10	1609.30	28.15	6.20	0.001	115.94	1104.69	2943.18	0.00	1841.62	95.00
640	S-85	LUIS FELIPE PEDRO JOSE M. T BALTA FASCE	301577	8657492	T.A	19/09/2012	6.81	0.69	90.38	11.80	23.45	39.88	2.48	0.001	280.08	49.95	35.46	0.19	229.45	260.62
641		LOS PORTALES S.A.	301687	8656367	T	13/10/2012	7.10	1.15	36.07	13.38	195.50	9.38	Trazas	0.001	274.59	230.54	85.10	0.00	145.13	225.00
642	H-87	LUIS FELIPE PEDRO JOSE M. T BALTA FASCE	301877	8657636	T.A	10/01/2012	6.61	0.71	94.59	13.25	24.37	41.45	3.72	0.001	260.56	24.02	78.01	0.18	241.96	241.44
643	S-86	CENTRO POBLADO RURAL AUTOGESTIONARIO HUAYCAN DE	307700	8663954	T.A	04/07/2012	7.23	0.70	75.15	12.40	57.48	2.35	0.62	0.001	209.30	108.55	59.57	0.70	237.76	190.04
644	S-87	JUAN RIGOBERTO GOMÉZ GALLEG0	308409	8665059	T.A	14/08/2012	6.92	0.67	53.11	15.20	65.75	1.17	7.44	0.001	207.47	74.45	60.99	0.20	153.46	188.19
645	H-88	SAMUEL FRANCO SIFUENTES	308617	8665405	T	23/03/2012	6.90	0.60	57.72	19.46	32.19	5.47	0.00	0.001	213.57	45.63	56.74	0.00	224.20	175.00
646		DARIZA SAC.	291920	8644757	T.A	03/12/2013	8.17	1.22	51.10	31.25	163.00	5.47	3.72	0.001	158.65	122.96	252.48	0.00		
647		DARIZA SAC.	291929	8644735	T.A	03/12/2013	8.17	1.22	51.10	31.25	163.00	5.47	3.72	0.001	170.86	122.96	252.48	0.32		
648		CORPORACION INMOBILIARIA DE PROYECTOS SAC	294290	8647191	T	22/12/2013	7.30	2.60	208.42	40.13	287.38	12.51	18.60	0.001	146.45	384.24	567.36	0.00	685.59	120.00

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
649		LETROS CORPORATIVOS SA	294495	8643142	T.A	30/05/2013	7.46	2.97	262.12	50.71	279.79	7.04	0.00	0.001	358.80	486.06	517.01	0.54		
650		CICONTESA	295102	8647466	M	22/04/2013	7.30	0.60	51.30	15.56	48.30	4.69	Trazas	0.001	183.06	62.44	63.83	0.00	192.16	150.00
651	S-88	ECICSMESA	295979	8648174	T	23/09/2013	7.26	0.66	52.50	18.00	52.88	12.51	0.00	0.001	195.26	76.85	70.92	0.00	205.17	160.00
652		UNIVERSIDAD SAN INGNACIO DE LOYOLA	296955	8646504	T	09/04/2013	7.00	1.30	96.19	19.46	142.54	20.72	Trazas	0.001	329.51	196.92	141.84	0.00	320.27	270.00
653	S-89	EMPRESA QUIMICA TEXTIL Y AGREGADOS S.R.L	297181	8646522	T.A	14/06/2013	7.23	1.55	100.80	16.17	200.01	3.13	5.58	0.001	248.96	201.73	246.09	0.88	262.90	229.85
654		YANET LURDES ORÉ HURTADO	298296	8641624	T	27/12/2013	7.38	3.75	288.98	84.15	325.77	8.21	7.44	0.001	98.24	544.18	850.33	0.54	1036.11	192.15
655	H-89	MAFINGESA S.A.C	298750	8640720	T.A	25/01/2013	7.45	14.06	661.32	253.29	1999.21	21.51	30.38	0.001	206.86	771.36	4288.89	0.92	2049.63	187.47
656	H-90	DOKA PERU SAC	298812	8641996	T	15/02/2013	7.34	2.26	217.83	39.03	234.96	4.69	14.88	0.001	335.00	313.64	413.82	0.51	702.12	315.68
657		KRESKA S.A.C	299250	8640461	T.A	03/05/2013	7.05	5.69	326.65	111.39	744.65	9.78	27.28	0.001	143.40	117.19	1879.38	1.48	1199.72	
658		INVERSIONES SAN GABRIEL S.A	300300	8640530	T	06/05/2013	7.06	8.71	708.41	194.32	821.66	12.90	17.36	0.001	84.21	435.63	2771.91	0.89	2557.72	69.23
659	H-91	MENORCA INVERSIONES S.A.C	304482	8661303	T	26/03/2013	7.00	0.76	64.13	15.56	69.00	8.60	Trazas	0.001	219.67	105.67	70.92	0.00	224.19	180.00
660		VICENTE ANDRÉS BLAS SOLIS	296230	8641584	T.A	15/12/2005	7.20	4.83	404.60	114.00	496.57	7.80	0.00	0.001	505.69	810.72	921.23	1.05		
661		CORNELIO CHUMPITAZ CHUMPITAZ	298545	8648359	T.A	24/11/2005	7.61	2.02	112.00	26.88	279.91	11.70	43.41	0.001	193.98	329.76	340.45	1.03		
662		PARQUE DEL RECUERDO	291219	8644304	T.A	15/12/2005	7.50	3.64	248.60	101.64	345.00	11.31	60.77	0.001	359.29	405.60	773.19	0.76		
663		INMOBILIARIA ALMONTE S.A.C.	301025	8641261	T	15/12/2005	8.06	4.95	271.40	83.88	640.09	8.19	90.53	0.001	112.24	402.24	1315.99	0.67		
664		OCTAVIO RUEDA	296015	8647385	T.A	24/11/2005	7.30	1.44	150.40	23.64	95.91	1.17	1.24	0.001	259.86	214.56	148.04	0.39		
665		DIONICIO PERALTA ESCOBAR	295489	8644659	T.A	24/11/2005	7.05	1.00	112.80	15.00	89.01	3.12	8.68	0.001	199.47	214.56	108.63	0.29		
666		CARLOS ORTEGA CASTRO	297216	8652361	T.A	24/11/2005	7.29	0.80	102.60	14.52	44.39	1.95	18.60	0.001	225.70	109.92	69.23	0.42		
667		JULIA UGARTE MACHACA	299974	8654736	T.A	17/11/2005	7.30	0.60	83.60	9.84	28.06	2.34	8.06	0.001	186.05	98.88	44.38	1.05		
668		JAVIER CLAUX	301759	8659054	T.A	17/11/2005	7.12	0.58	77.80	11.40	24.61	1.95	16.74	0.001	175.07	73.92	44.38	0.95		
669		LUCIANO LIBERATO SOLORZANO	300790	8638380	T.A	04/12/2007	5.86	1.83	81.36	22.25	288.75	4.69	24.80	0.001	86.65	134.48	496.44	0.80		
670		CIRILO PARISUAÑA ROQUE Y LUCIANO LIBERATO SOLORZANO	302196	8639572	T.A	04/12/2007	7.42	1.89	83.77	22.98	289.44	4.69	24.80	0.001	67.12	117.19	507.08	0.70		
671		MARTHA VICTORIA REINOSO C. DE SOLARI	297592	8653540	T.A	13/10/2006	6.60	0.65	74.95	11.31	37.01	0.00	0.00	0.001	195.00	100.20	56.90	0.40		
672	S-90	MENORCA INVERSIONES S.A.C	304707	8661831	T	16/09/2013	7.70	0.72	4.67	1.23	2.13	0.08	0.03	0.001	3.58	2.06	2.50	0.39	13.91	26.08
673	S-91	VICTOR CAMACHO	298592	8654840	T.A	01/07/2007	6.99	0.84	128.60	19.00	95.00	3.31	9.92	0.001	268.44	142.56	135.80	0.72	399.39	219.82
674	S-92	MANCHAY BAJO LOTE B	297646	8654037	T.A	01/07/2007	7.10	0.61	87.60	11.30	89.00	3.06	11.78	0.001	231.84	82.08	117.60	0.50	265.78	189.98
675	S-93	GUSTAVO ROBINSON	296799	8651962	T.A	01/07/2007	7.12	0.83	129.60	17.20	98.00	2.73	24.18	0.001	244.04	144.48	147.00	0.58	392.65	199.59

Tabla A1. 2: Continuación

N°	N° POZO	USUARIO	E	N	TIPO	FECHA	PH	CE (dS/m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Dureza (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)
676	S-94	CEMENTOS LIMA S.A.	297091	8651072	T	01/09/2007	7.61	0.49	44.80	9.30	48.00	1.79	17.98	0.001	61.01	83.04	77.00	0.37	150.49	50.11
677		LAURA RODRIGUEZ-PASTOR MENDOZA	300465	8655837	T.A	08/05/2007	7.48	0.55	73.95	9.97	31.96	3.13	5.39	0.001	82.99	78.29	89.36	0.35		
678	H-92	MARIANO SACSARA VELARDE	297646	8654037	T.A	30/01/2006	6.90	0.68	79.16	12.65	46.21	2.35	0.00	0.001	146.45	111.43	85.10	0.08	207.44	144.23
679	H-93	SIMON CHUMPITAZ	298559	8645452	T.A	08/03/2006	7.54	0.92	77.96	23.59	98.86	15.64	0.00	0.001	219.67	199.32	106.38	0.71	227.98	197.34
680	S-95	VILMA SOTA YAÑEZ	297625	8653983	T.A	14/06/2006	8.17	0.63	81.16	11.55	40.00	2.35	0.00	6.006	170.86	81.17	70.92	0.47	207.44	144.23
681	S-96	INMOBILIARIA ALMONTE S.A.C.	298470	8645440	T.A	14/06/2006	8.26	0.88	83.37	18.24	58.39	16.81	31.01	6.006	183.06	107.59	99.29	0.62	228.07	170.23
682	S-97	RICARDO CARDENAS GUTIERREZ	302258	8658988	T.A	26/06/2006	7.18	0.80	82.36	15.08	71.96	3.52	0.00	0.001	207.47	122.96	106.38	0.27	218.76	188.21
683		PROMOTORA INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA VILLA URIPA S.A.C.	294926	8647572	T.A	17/10/2006	7.70	0.56	51.70	10.70	46.90	2.74	12.40	17.718	231.88	5.28	35.46	0.31		
684		SERGIO COLOMA	297380	8653281	T.A	29/11/2006	7.90	10.27	320.64	126.71	1733.91	282.69	0.00	0.001	378.32	963.96	2978.64	2.48		
685		ASESORIAS Y SERVICIOS SAN CARLOS S.A.C	297595	8647459	T.A	27/12/2013	7.10	1.01	131.26	17.15	57.02	1.56	4.96	0.001	234.93	180.11	98.22	0.07		
686		PDIC PERÚ S.A.C	296605	8644970	T.A	24/04/2013	7.26	2.02	203.01	37.45	178.86	1.17	0.00	0.001	207.47	410.66	324.10	0.73		

Figura A1. 1: Perfiles litológicos

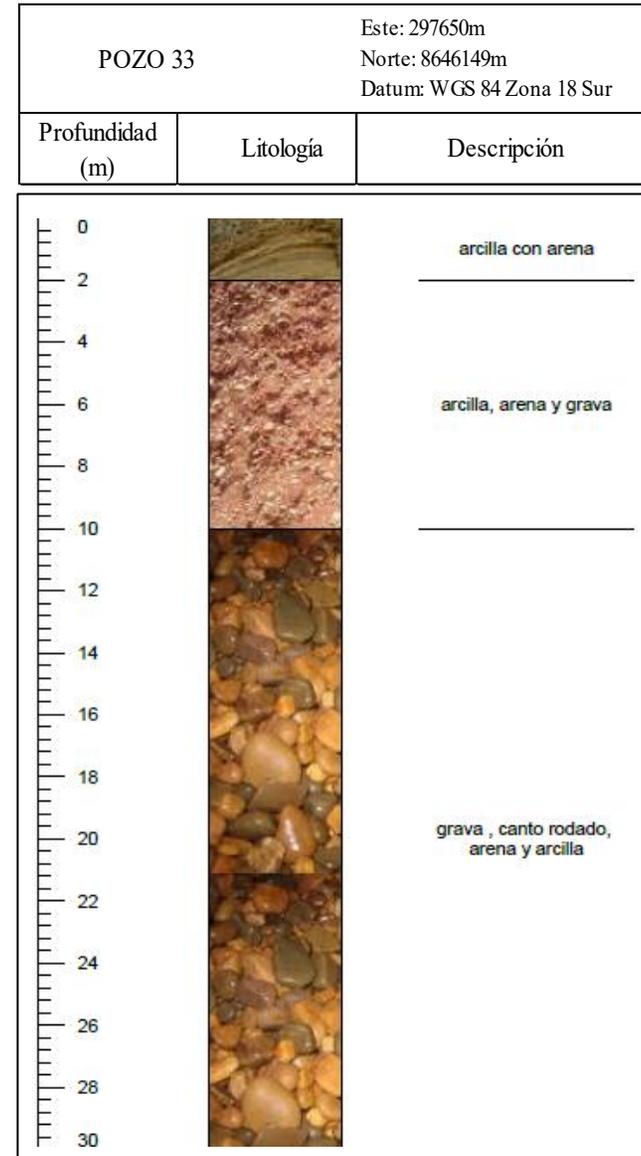
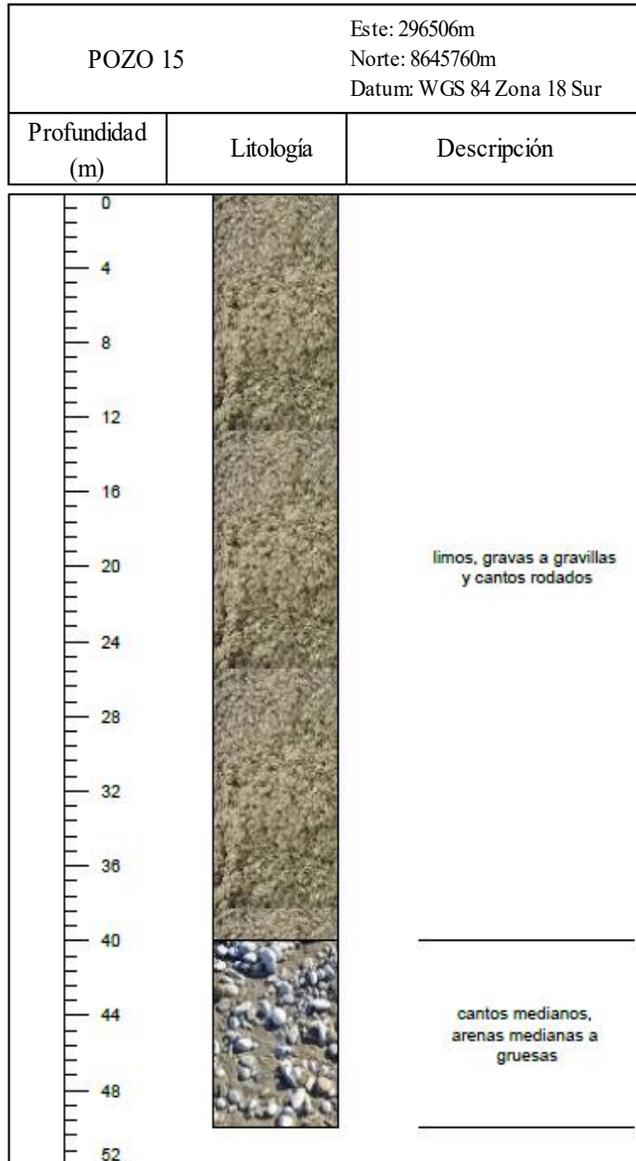


Figura A1. 2: Continuación

POZO 37		Este: 298199m Norte: 8640807m Datum: WGS 84 Zona 18 Sur
Profundidad (m)	Litología	Descripción
0		arena gruesa con poca arcilla
4		arena fina con poca arcilla
10		cantos rodados medianos, arena gruesa y fina
14		arena gruesa y fina
16		cantos rodados grandes y chicos, arena fina
18		cantos rodados chicos y arena fina
24		cantos rodado mediano y arena fina
28		canto rodado mediano y arena fina y gruesa

POZO 41		Este: 299210m Norte: 8640308m Datum: WGS 84 Zona 18 Sur
Profundidad (m)	Litología	Descripción
0		Arena Gruesa a Fina
20		Arena con cascajo
32		Arena, cascajo con arcilla
48		

Figura A1. 3: Continuación

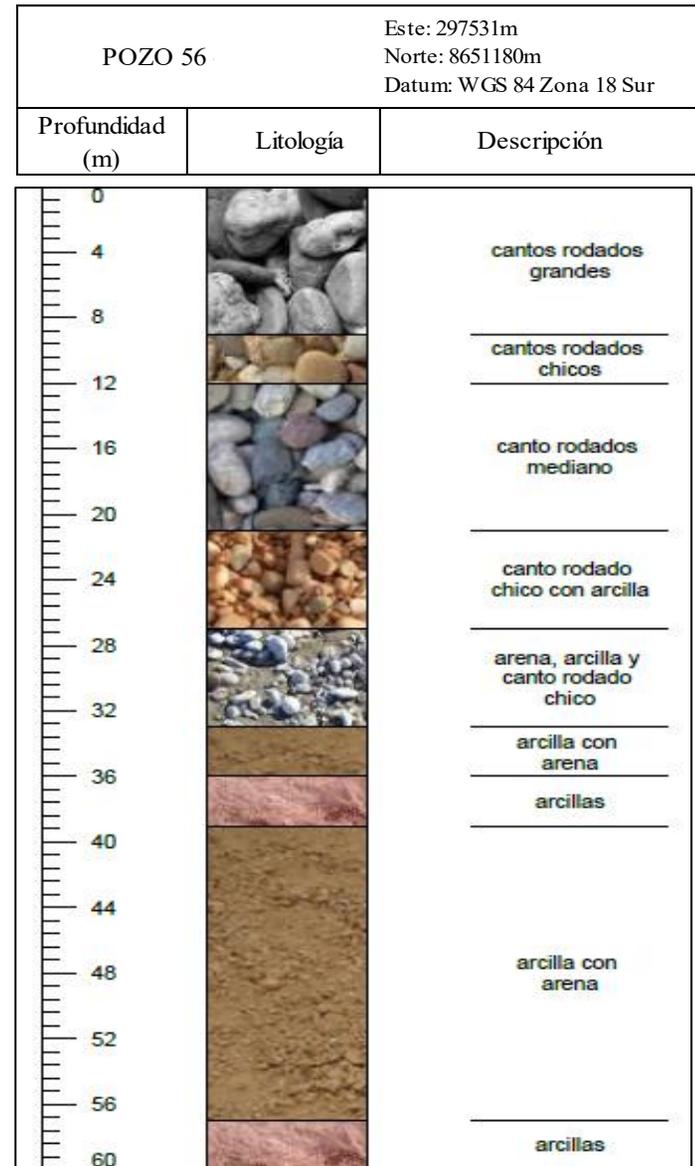
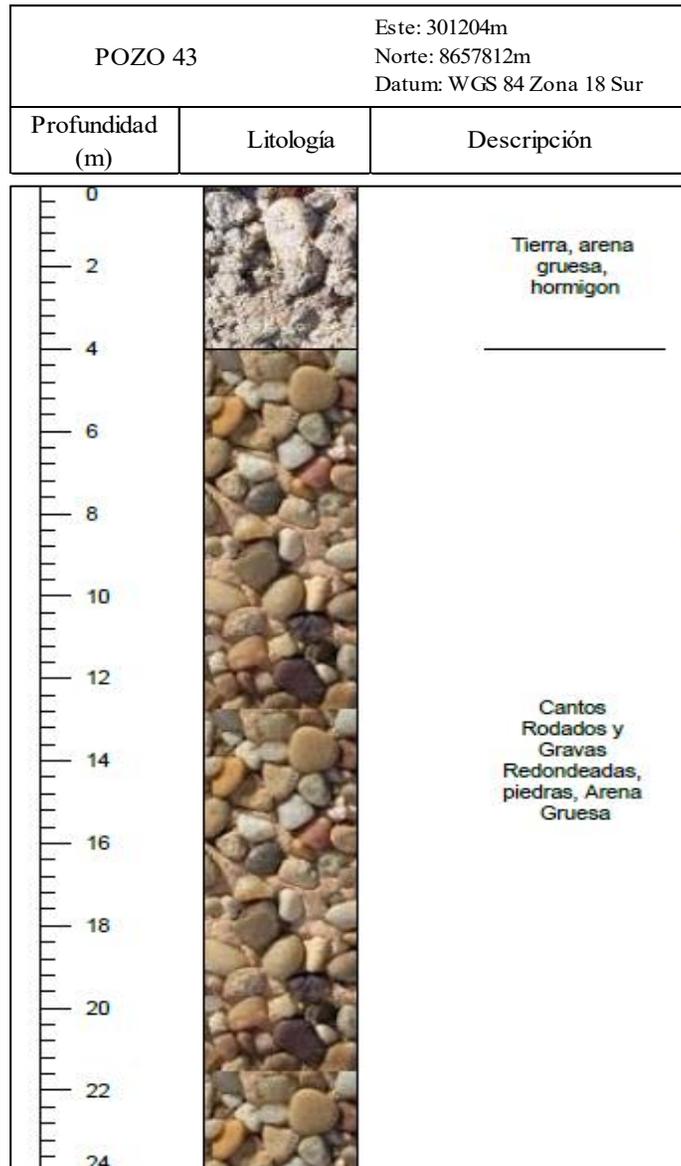
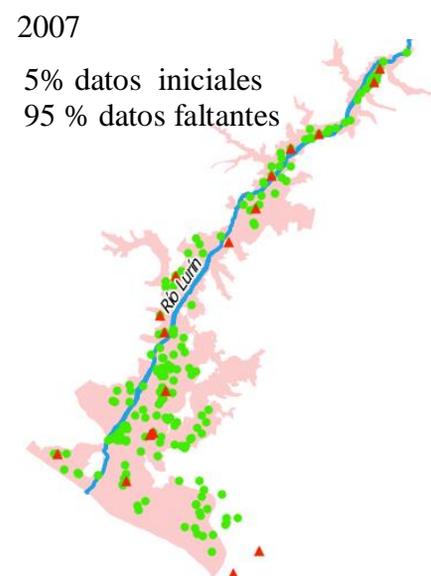
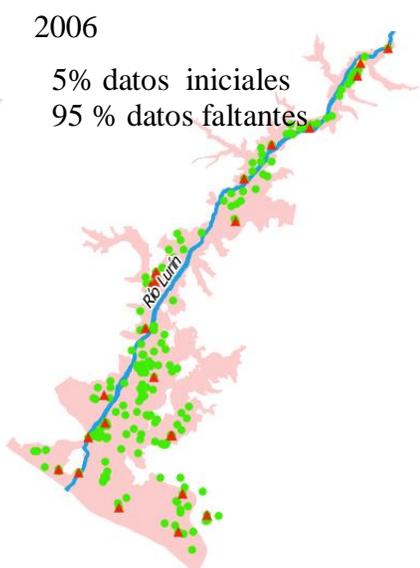
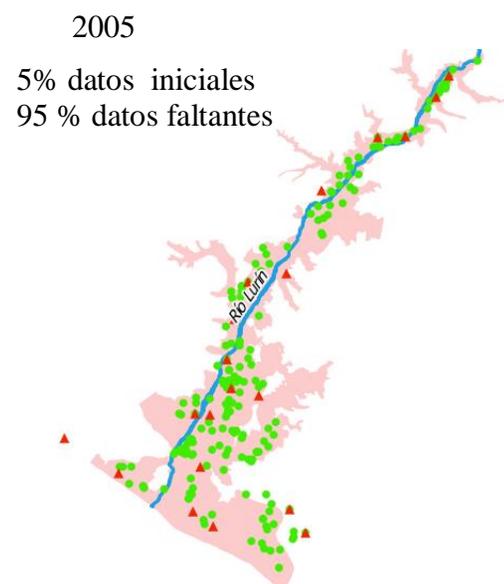
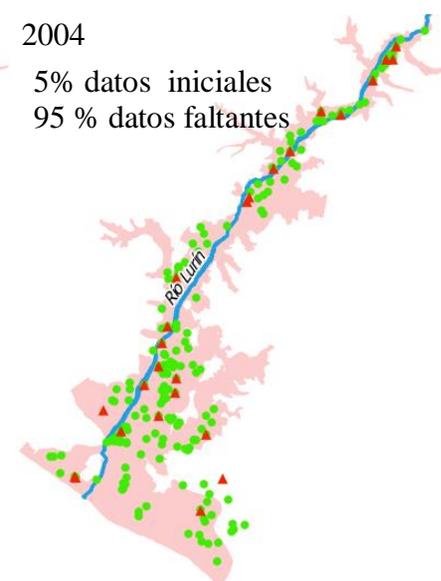
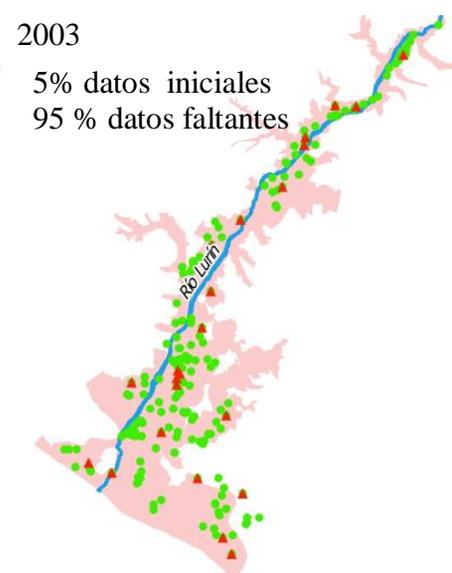
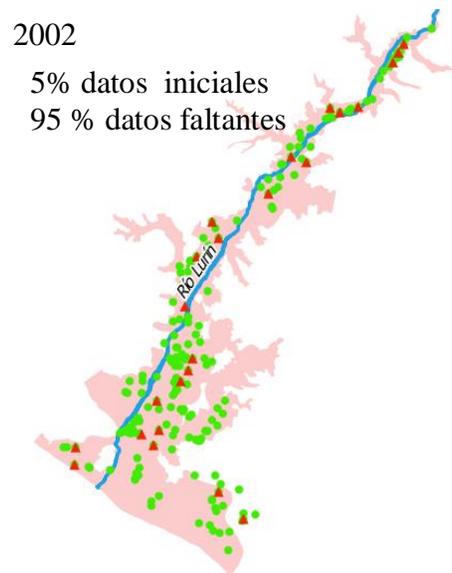
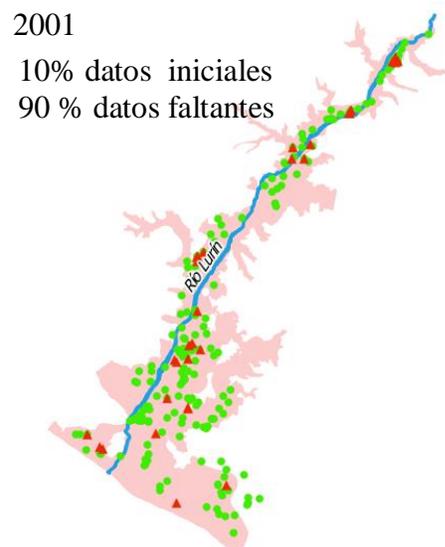


Figura A1. 2: Mapas con datos existentes



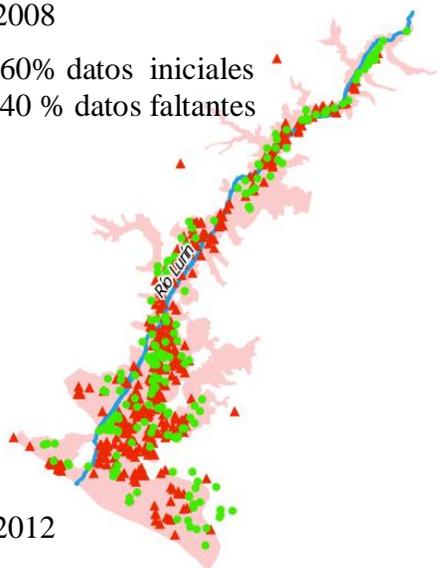
Leyenda

- ▲ Pozos con datos iniciales
- Pozos con datos faltantes

Figura A1. 2: Continuación

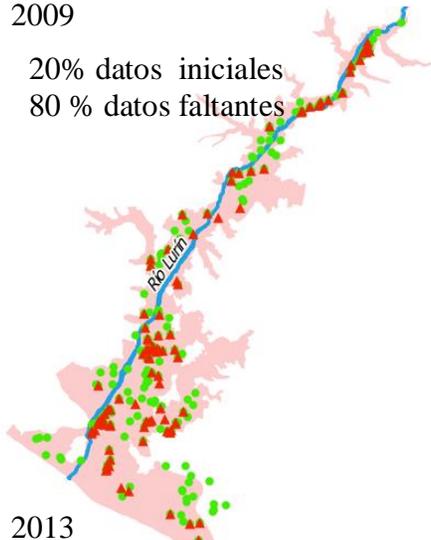
2008

60% datos iniciales
40 % datos faltantes



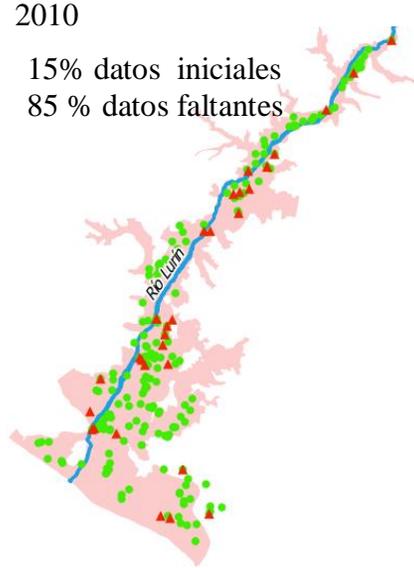
2009

20% datos iniciales
80 % datos faltantes



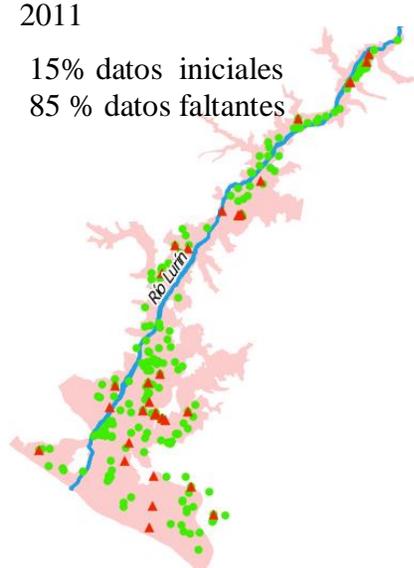
2010

15% datos iniciales
85 % datos faltantes



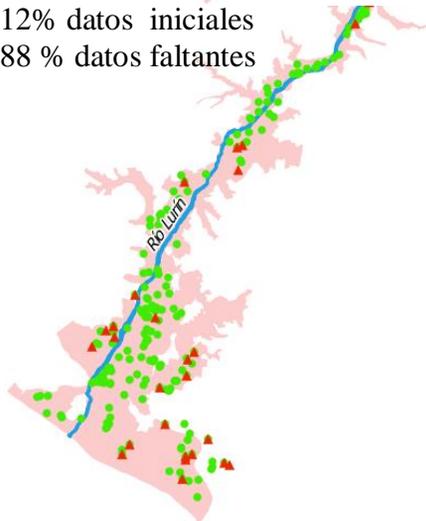
2011

15% datos iniciales
85 % datos faltantes



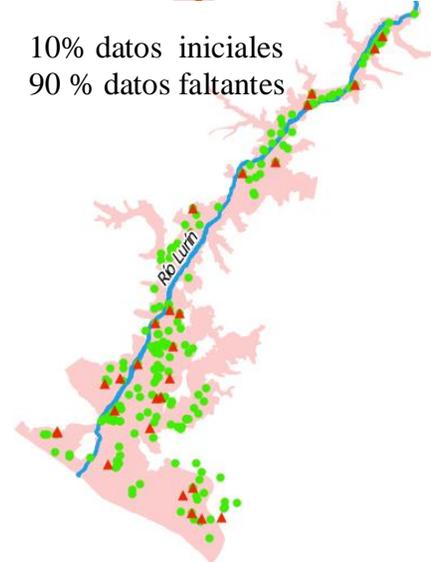
2012

12% datos iniciales
88 % datos faltantes



2013

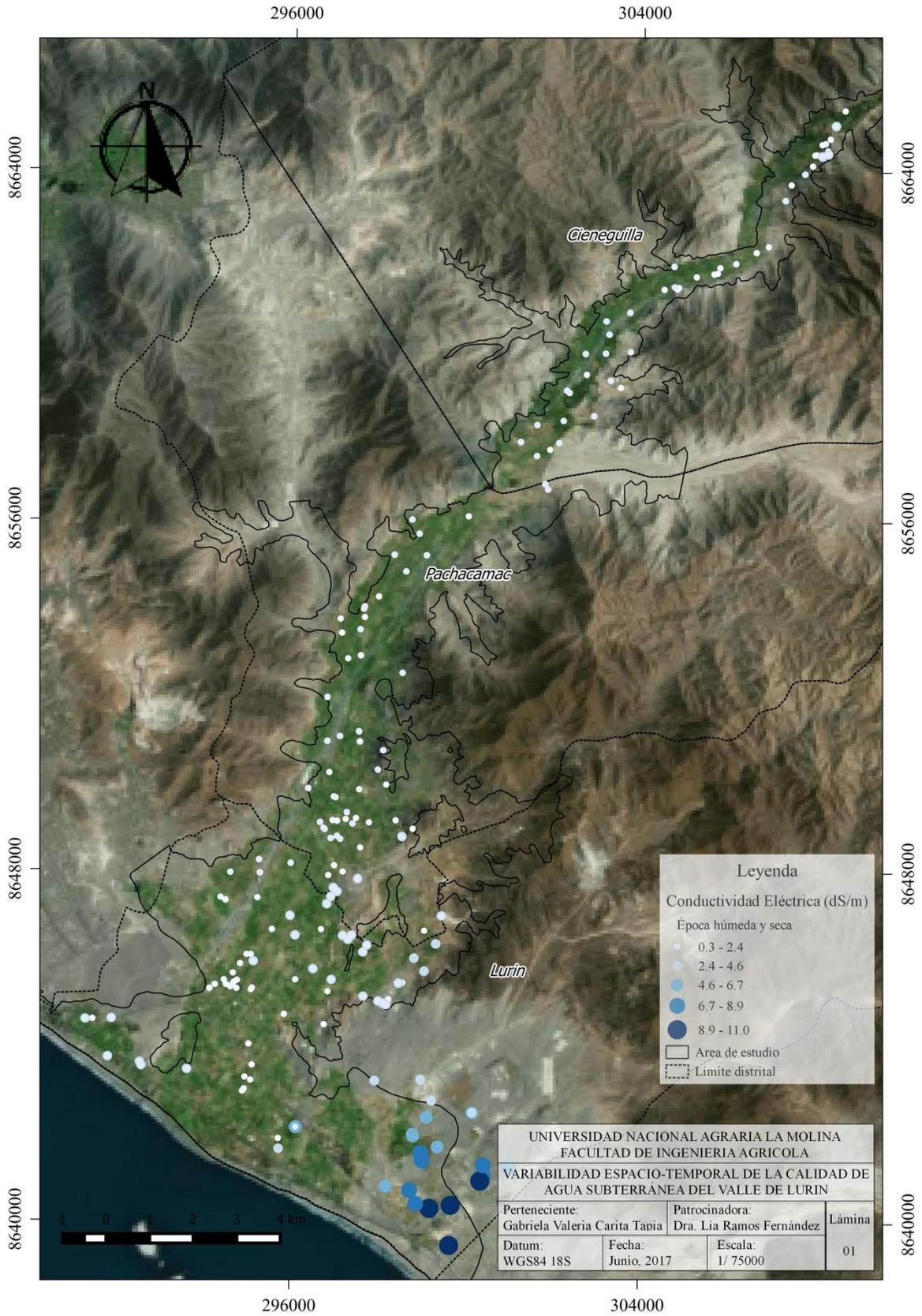
10% datos iniciales
90 % datos faltantes



Leyenda

- ▲ Pozos con datos iniciales
- Pozos con datos faltantes

Figura A1. 3: Mapa de la conductividad eléctrica en el valle de Lurín



Leyenda

Conductividad Eléctrica (dS/m)

Época húmeda y seca

- 0.3 - 2.4
- 2.4 - 4.6
- 4.6 - 6.7
- 6.7 - 8.9
- 8.9 - 11.0

▭ Área de estudio

⋯ Limite distrital

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA		
VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE LURIN		
Pertenciente: Gabriela Valeria Carita Tapia	Patrocinadora: Dra. Lia Ramos Fernández	Lámina 01
Datum: WGS84 18S	Fecha: Junio, 2017	Escala: 1/ 75000

Figura A1.4: Mapa de pH en el valle de Lurín

