



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Río Lluta

**INFORME FINAL
ANEXO J INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LA
CUENCA Y SU DIAGNÓSTICO**

REALIZADO POR:

ICASS SpA

S.I.T. N°473

Santiago, abril 2021.

Para citar bibliográficamente este estudio, se recomienda hacerlo de la siguiente forma:

Dirección General de Aguas (DGA), 2021. Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de Lluta y Pampa del Tamarugal, SIT N°473, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile. Realizado por: ICASS SpA.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme

Director General de Aguas
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil

Jefe División de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Mauricio Lorca

Inspector Fiscal
Geólogo Sr. Marcelo Aliaga Alvarado

Inspectora Fiscal Subrogante
Ingeniera Agrícola Srta. Pamela García Serrano

Asesor Modelación Integrada
Ingeniero Civil Sr. Pedro Sanzana Cuevas

Profesionales DGA
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables María Victoria Aedo
Aedo
Ingeniero Civil Agrícola Abraham Arévalo Neira
Ingeniero Civil en Obras Civiles Pablo Costa Tapia
Cartógrafo Guillermo Tapia Molina

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN AGUAS SPA

Bernardo Capino Díaz

Jefe de Proyecto

Ingeniero Civil

Profesionales:

Ingeniero Civil Adrián Lillo

Hidrogeólogo Kirk Heatwole

Ingeniero Civil Mauricio Zambrano

Hidrogeólogo Wolf von Igel

Antropóloga Social Kapris Tabilo

Especialista SIG Luis Acevedo

Economista Rodrigo Morera

Geóloga Begoña Urtubia

Ingeniera Civil Paulina Rodriguez

Equipo Complementario:

Hidrogeóloga Carolina Saavedra

Hidrogeóloga Tamara Vejar

Ingeniero Ambiental Felipe Gonzalez

Geólogo José Bustamante

Ingeniero Civil Rodrigo Marinao

Economista Sebastián Barrios

Tabla de Contenido General

1.	LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	1
1.1	DELIMITACIÓN DE LA CUENCA	1
1.2	CUENCA BNA.....	4
1.3	CUENCA DARH.....	6
2.	GEOLOGÍA	7
2.1	LITOLOGÍA	7
2.2	ESTRUCTURAS	10
2.3	EVOLUCIÓN TECTÓNICA	11
3.	HIDROLOGÍA	14
3.1	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	14
3.2	PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES - ISOYETAS.....	14
3.3	FLUVIOMETRÍA.....	16
4.	HIDROGEOLOGÍA.....	23
4.1	GEOFÍSICA	23
	4.1.1 Lluta Alto	23
	4.1.2 Lluta bajo.....	25
4.2	NIVELES DE POZOS ESTACIONES DE MONITOREO DGA	27
5.	CALIDAD DE AGUAS	30
5.1	ANÁLISIS QUÍMICOS ESTACIONES DGA	30
5.2	ANÁLISIS INFORMACIÓN EXISTENTE.....	47
	5.2.1 Descripción hidroquímica.....	52
	5.2.2 Calidad Química	59
	5.2.3 Evolución temporal.....	63
	5.2.4 Oferta Calidad de Agua	63
6.	ACTIVIDAD ECONÓMICA	65
6.1	REVISIÓN DE PROYECTOS DEL SEA.....	65
7.	GOBERNANZA	68
7.1	ESTADO DE LAS ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA.....	68
	7.1.1 Juntas de Vigilancia	68
	7.1.2 Comunidades de agua	72
	7.1.3 Situación general de las organizaciones de usuarios	73
7.2	COMUNIDADES INDÍGENAS	74
7.3	ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	74
	7.3.1 Dimensiones de gobernanza según la OCDE: Efectividad, Eficiencia, Confianza y Participación	74

7.3.2	Estudio de Seguridad Hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para elaboración del plan de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático.....	75
7.4	LISTADO DE ACTORES PRINCIPALES	80
8.	ANTECEDENTES DEL BALANCE HÍDRICO	88

1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende la cuenca del Río Lluta (Figura 1.1). Esta cuenca se ubica en la región de Arica y Parinacota, y drena desde Este a Oeste, es decir desde la cordillera de los Andes hasta su salida en el mar. Abarca las provincias de Arica y Parinacota, y las comunas de General Lagos, Putre y Arica.

1.1 Delimitación de la Cuenca

Si bien existe una delimitación administrativa de la cuenca, definida en las cuencas Banco Nacional de Aguas (BNA), es necesario considerar que dicha delimitación no representa correctamente la realidad topográfica de la cuenca, motivo por el cual se propone una actualización de la delimitación, con una extensión de 3.415 km². Esta delimitación se basa en la cuenca definida por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), de 2015, corregida según los últimos modelos de elevación digitales disponibles (Alos Palsar y STRM). La parte baja de la cuenca ha sido adicionalmente modificada de observaciones Google Earth, considerando la extensión del acuífero y la existencia de derechos subterráneos.

Esta delimitación se basa en la cuenca definida por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), de 2015, corregida según los últimos modelos de elevación digitales disponibles (Alos Palsar y STRM). Estos productos tienen una resolución espacial de grilla de 12,5 m x 12,5 m, y 30 m x 30 m, respectivamente, y se encuentran disponibles para todo el territorio nacional en sus respectivas páginas de origen, así como en la Mapoteca DGA.

En la Figura 1.2 se presenta una comparativa entre la definición de cuenca BNA, DARH y la propuesta en el presente estudio. Las mayores diferencias se presentan en la parte alta de la cuenca (río Azufre) y en el sector de la desembocadura. Parte de la subcuenca del río Azufre se ubica en territorio peruano, la cual no es considerada en la delimitación administrativa BNA, mientras que si lo hace en la delimitación DARH, y debido a que el presente estudio busca establecer una caracterización de los recursos disponibles en la cuenca, se estima que la delimitación DARH es la más apropiada. Por otra parte, para el sector bajo de la cuenca se revisaron antecedentes de derechos

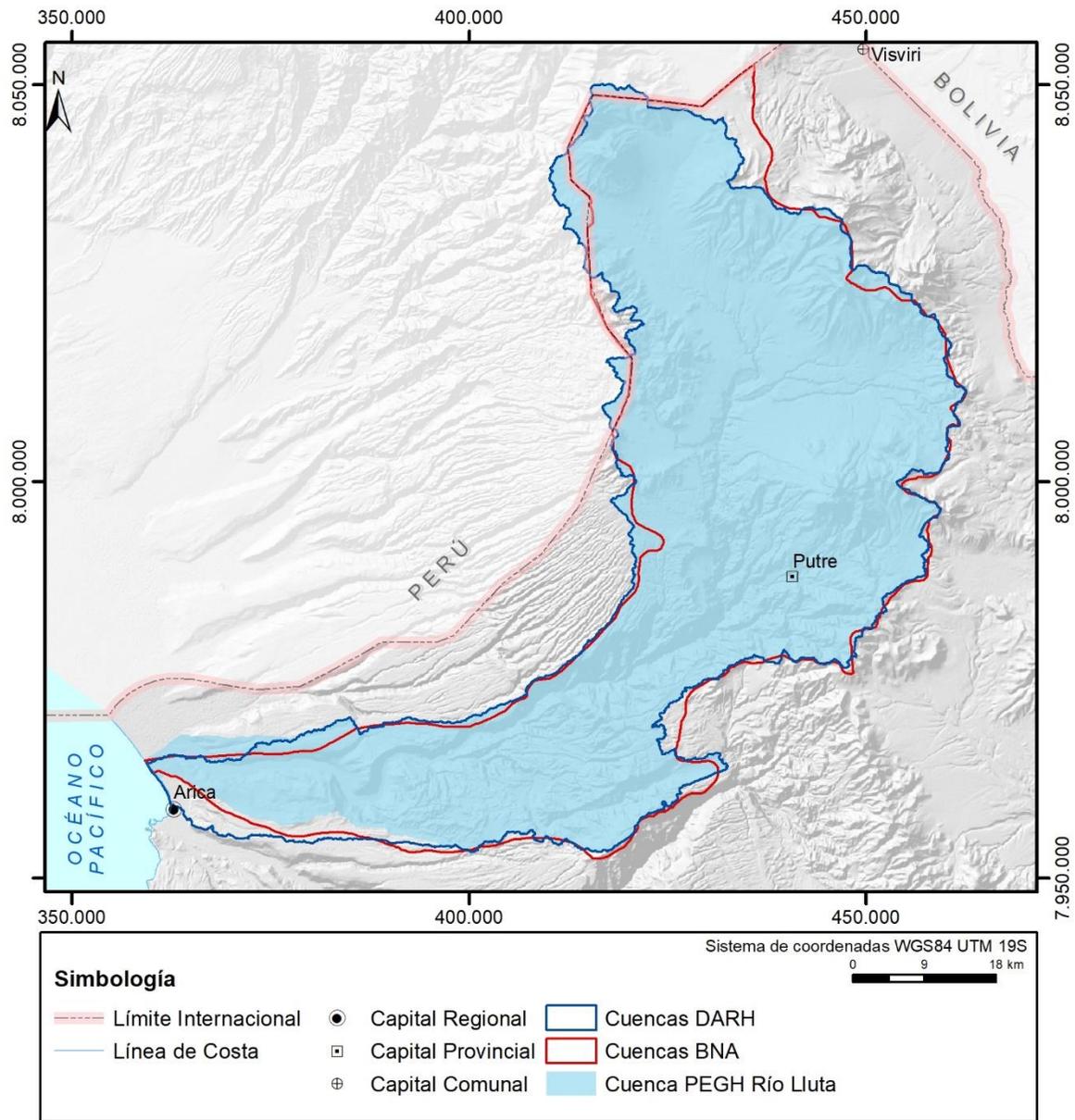
subterráneos otorgados y delimitación de la cuenca para establecer la delimitación definitiva.

La cuenca del Río Lluta se divide administrativamente en las subcuencas de Lluta Alto y Lluta Bajo, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 1.1, subcuencas que han sido ajustadas siguiendo los mismos criterios señalados anteriormente. La divisoria es muy similar a la provincial.

Tabla 1.1 Subcuencas del río Lluta y sus provincias y comunas

Código Subcuenca	Subcuenca	Área (km²)	Provincia	Comuna
0120	Río Lluta Alto	2.251	Arica	Arica
			Parinacota	General Lagos
				Putre
0121	Río Lluta Bajo	1.164	Arica	Arica
			Parinacota	Putre

Fuente: elaboración propia en base a Mapoteca DGA.



Fuente: elaboración propia.

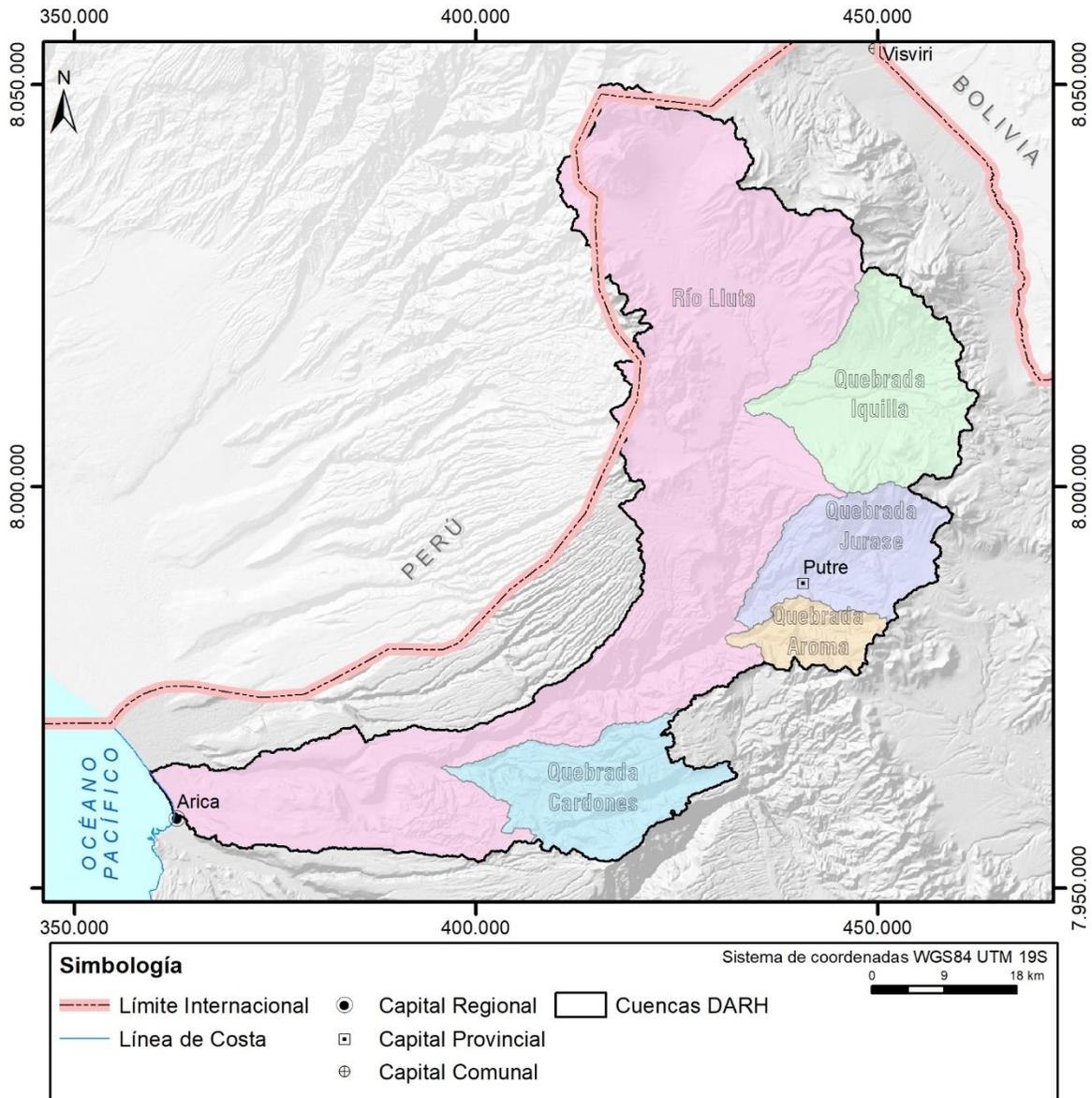
Figura 1.2 Comparación delimitación Cuenca del Río Lluta.

1.2 Cuenca BNA

En la Figura 1.3 se presenta el límite de la cuenca de acuerdo a la definición BNA. Se incluyen además en la imagen la delimitación de subcuencas, utilizadas en el desarrollo de la delimitación de subcuencas del presente estudio.

1.3 Cuenca DARH

Se presenta en la Figura 1.4 el límite de la cuenca de acuerdo a la definición DARH para el Río Lluta. Se incluyen además en la imagen la delimitación de subcuencas.



Fuente: elaboración propia en base a Mapoteca DGA.

Figura 1.4 Cuenca y subsubcuencas DARH del río Lluta

2. GEOLOGÍA

2.1 Litología

En la cuenca del río Lluta, las rocas más antiguas que afloran están asociadas al **trasacro jurásico**, y se trata de la Formación Livilcar (JKil), entre las localidades de Chapisca y Socoroma, correspondiente a una sucesión sedimentaria, clástica y carbonatada, de ambiente marino y transicional, moderadamente plegada y fallada.

Las rocas **cretácicas** de la zona son los intrusivos del Cretácico Superior – Paleoceno de Lluta (KPi (a)), principalmente granodioritas y monzodioritas cuarcíferas que afloran en las quebradas de Lluta y Cardones; y los intrusivos del Eoceno (Eg), una franja de orientación NNW – SSE que aflora al sur del volcán Tacora compuesta por granodioritas, monzodioritas y monzonitas cuarcíferas.

Las rocas del **Oligoceno-Holoceno** que afloran en la cuenca del río Lluta son: la Formación Azapa (Oa), al noreste de la localidad de Chapisca, y está constituida por sucesiones sedimentarias cuya granulometría disminuye hacia el oeste, generando una facies oriental (a) de grano grueso, compuesta por conglomerados, brechas sedimentarias y areniscas, y una facies occidental (b) de grano fino, de areniscas y limolitas; la Formación Oxaya (OMo), es una sucesión volcánica continental, que se encuentra levemente plegada en la Precordillera y subhorizontal en la Depresión Central y está formada principalmente por mantos de tobas ignimbríticas; la Formación El Diablo (Mimd), es una sucesión sedimentaria fluvial y lacustre, está constituida por areniscas, calizas, limolitas y gravas, y se expone en el sector occidental de la Depresión Central; la Formación Huaylas (Msh) que aflora en la Precordillera, al sur de la localidad de Coronel Alcérreca, es una secuencia sedimentaria fluvial constituida por gravas y areniscas; la Formación Lupica (OMI), que aflora principalmente en los alrededores de Putre, en la Cordillera Occidental, corresponde a una secuencia sedimentaria continental con intercalaciones de tobas y lavas, y se caracteriza por variaciones laterales importantes tanto en los espesores como en las facies que presenta, además de mostrar localmente suaves discordancias angulares internas; al este de Putre aflora la Formación Lauca (PIPI), está conformada por arenas, areniscas, gravas semiconsolidadas, brechas sedimentarias, limolitas y arcillolitas; la Ignimbrita

Lauca (PII) es un depósito de flujo piroclástico, el cual presenta una toba leve a moderadamente soldada, vítrea, de cristales, pómez y líticos se ubica discontinuamente en la Cordillera Occidental, en la Precordillera y en la Depresión Central; la Formación Visviri (PPIV) se localiza en gran parte del sector alto de la cuenca, entre las localidades de Chislluma y Colpitas, corresponde a una sucesión sedimentaria continental subhorizontal, compuesta de gravas, arenas, areniscas y limolitas e intercalaciones de toba; y, entre Socoroma y Putre, aflora un intrusivo del Mioceno medio (Mmi), de composición intermedia, de diorita a monzonita.

Las **rocas volcánicas cenozoicas** que afloran en la cuenca del río Lluta son los volcanes y remanentes de volcanes del Mioceno inferior, medio y superior (Miv, Mmv y Msv), que afloran en la zona nororiental de la precordillera, entre Humapalca y Socoroma, y al este de Colpitas. Los volcanes y remanentes de volcanes del Mioceno inferior (Miv), son coladas de lavas se caracterizan por ser extensas, macizas, brechosas y/o fluidales, de composición andesítico a andesítico-basáltico. Los volcanes y remanentes de volcanes del Mioceno Medio (Mmv) corresponden predominantemente a coladas de lavas y subordinadamente a lavas-domo. Estas contienen de manera local intercalaciones de tobas y rocas sedimentarias epiclásticas. Los volcanes del Mioceno Superior (Msv) son edificios volcánicos que están constituidos por sucesiones de lavas de composiciones preferentemente andesíticas a dacíticas, basálticas y, en menor medida, riolíticas. Hay pequeños afloramientos de los volcanes y centros eruptivos menores del Plioceno (Plv), al este de Chislluma y al oeste de Colpitas, los que corresponden a coladas de lavas de composición andesítica a dacítica. Los volcanes y centros eruptivos del Pleistoceno (Pv) y del Holoceno (Hv) afloran en la parte alta de la cuenca, en la cordillera Occidental y están conformados por estratovolcanes compuestos, domos y centros volcánicos menores de composiciones andesíticas a riodacíticas.

Los **depósitos no consolidados o semiconsolidados** que se encuentran en la Cordillera de la Costa son los depósitos eólicos (Qe), que corresponden a arenas finas a gruesas, bien seleccionadas, no consolidadas, y se localizan en los alrededores de la localidad de Poconchile; y, los depósitos litorales (Ql), los que están compuestos por los depósitos de playas actuales y antiguas y están constituidos por arenas semiconsolidadas, de granulometría fina a gruesa, con presencia de líticos y conchas, se localizan en la zona costera de la cuenca. En la Depresión Central y la Precordillera se pueden encontrar los depósitos de la avalancha Lluta (Msrl) los que corresponden a

grandes depósitos de remoción en masa, cuyo material rocoso proviene de la Formación Oxaya y en menor medida de la Formación El Diablo, y están localizados en la Depresión Central y borde occidental de la Precordillera, al norte y sur de la quebrada. Los depósitos salinos (PIHs) son mantos subhorizontales de sales, limos salinos y costras salinas y corresponden principalmente a depósitos de sulfatos y cloruros, se localizan al noreste de la localidad de Chislluma, en el límite internacional con Perú. Los depósitos de remoción en masa y los depósitos coluviales (PIQr y Qc), se observan principalmente a lo largo de la quebrada de Lluta, Los primeros están asociados a deslizamientos y avalanchas gravitacionales, generados predominantemente en los bordes de las laderas y escarpes abruptos, y en quebradas profundas, mientras que los segundos son depósitos no consolidados, normalmente monomícticos, de origen gravitacional y se encuentran formados por bloques, bolones, rodados, arenas y limos, y pueden generar conos o abanicos, de carácter aluvial, en quebradas cortas de gran pendiente o mantos alargados en taludes abruptos. Los depósitos aluviales (Pa, Ha) están constituidos por gravas y brechas matriz soportadas, semiconsolidadas, con intercalaciones de arenas, limos y arcillas, y se disponen esencialmente como mantos, en las zonas de la Depresión Central. Los depósitos fluviales (Plf, Pf, Hf) están constituidos por ripios y gravas clastosoportados, semiconsolidados, con intercalaciones de arenas y limos. Los depósitos del Plioceno y Pleistoceno (Plf, Pf) se observan a lo largo de los cauces mayores generando terrazas "colgadas", mientras que los depósitos del Holoceno (Hf) se ubican a lo largo de los cauces activos de las quebradas mayores. Los depósitos que se encuentran en la Cordillera Occidental corresponden a los depósitos glaciales (Qg, PIHg), se componen por morrenas laterales y/o frontales, y mantos estratificados extensos y delgados ubicados al este de Putre. Los depósitos palustres (Hp) corresponden a depósitos de limos y turbas, consolidados a semiconsolidados, que se caracterizan por presentar material orgánico, cenizas volcánicas y detritos, se ubican esencialmente en quebradas y depresiones de la Cordillera Occidental. Los depósitos antrópicos (Han) corresponden a limos, arcillas y arenas, acumulados en un embalse de regadío, al suroeste de Humapalca, al oeste de Pampa Chañonasa.

2.2 Estructuras

La deformación de edad Miocena-Holocena se evidencia con las siguientes estructuras: entre los anticlinales de Huaylillas y Oxaya, entre Puquios y el cordón Quevilque, se ubica un sinclinal ancho, muy suave, de longitud menor a 15 km, y flancos con manteos menores a 2°. Al norte, en el área entre el volcán Taapacá y la localidad de Zapahuira, el sistema de cabalgamientos y pliegues de vergencia oeste está representado por anticlinales y sinclinales, de rumbo N-S a N20°W, los cuales están montados hacia el oeste por fallas inversas. Al noroeste de Putre, una falla inversa, de 15 km de largo y bajo ángulo, monta las capas plegadas de la Formación Lupica sobre las capas subhorizontales de las formaciones Oxaya y Huaylas. Al este de Socoroma, el pliegue más occidental del sistema corresponde a un sinclinal asimétrico, con flancos 30-40°E y 50-70°W, cortado en la base por la falla Socoroma que monta, hacia el oeste, la Formación Lupica sobre la Formación Oxaya y el volcán Quevilque.

En el curso medio-alto del valle Lluta, en la localidad de Iquecta, al este de Aranche, se observa una zona de fallas, de unos 2 km de ancho. Estas fallas subverticales de edad eocena y oligocena inferior temprana son de rumbo N5°E y muestran estrías subhorizontales dextrales y sinextrales alternadas y se podrían correlacionar con el sistema de fallas Domeyko, de dirección general norte-sur y movimientos de rumbo alternados, transpresivos y compresivos, de similar edad.

La deformación oligocena se expresa en la cuenca con: la falla Ausipar aflora con un rumbo N30°W y un manteo variable desde 50°E hasta subhorizontal en la quebrada Lluta, localidad de Tiñare. Su desplazamiento se amortigua en la parte inferior de la Formación Oxaya. Hacia arriba, la falla se propaga a un pliegue en las capas superiores de la Formación Oxaya. En Millune, 3 km al este de Tiñare, aflora una falla norte-sur, subvertical inclinada al este, que corta las rocas de la Formación Livilcar. Hacia arriba, en las capas de la Formación Oxaya, existe una suave flexura monoclinal, generada por el último movimiento (Mioceno) subvertical de la falla y cuya prolongación al sur se uniría con la traza de la Falla Ausipar. Por esto, la falla de Millune puede ser considerada como una rama oriental secundaria de la Falla Ausipar.

2.3 Evolución tectónica

La evolución de las principales unidades geomorfológicas que sobresalen en la región está inducida por la formación de orógenos característicos de márgenes activos. Durante los tres primeros ciclos tectónicos (Pampeano, Famatiniano y de Gondwana) se desarrolla una intensa actividad volcánica relacionada con procesos de subducción a lo largo del margen oeste del continente en formación. Dicha actividad fue continua hasta su interrupción (o reducción) durante el periodo Preandino, lo que favoreció la consolidación final del megacontinente en formación.

Cuando el proceso de subducción del margen oeste de Sudamérica se inició (Jurásico), la geología característica de entonces consistía en un margen continental principalmente formado por complejos de rocas metamórficas y de origen magmático que se desarrollaron durante el **Proterozoico y Paleozoico**, referidas como **basamento** de las secuencias mesozoicas y cenozoicas, el cual no aflora dentro de la cuenca.

Posteriormente, se da inicio al periodo Andino (Jurásico inferior), donde se alcanza la actual configuración de los Andes, y cuyas tres etapas de este último ciclo tectónico se describen a continuación:

La **primera etapa (Jurásico Medio-Cretácico Inferior)** se evidencia en la Cordillera de la Costa y se subdivide en dos periodos: el primero se caracteriza por una intensa actividad en el arco y el desarrollo de un ciclo de transgresión - regresión marina en el retroarco; el segundo se caracteriza por un periodo de deformación transcurrente de rumbo NS. Una discordancia angular asignada al Jurásico Superior sugiere un alzamiento relativo de lo que hoy es la Cordillera de la Costa, evidenciado en un cambio de ambiente de depositación, de marino-litoral a continental. Además, se encuentran fallas subverticales de rumbos principalmente NE-SW, N-S y E-W, activas entre el Jurásico Superior y el Eoceno, que evidencian un periodo de deformación transcurrente de rumbo N-S. El arco jurásico de la Cordillera de la Costa se asocia a los Intrusivos del Jurásico Medio-Superior, los que no afloran dentro de la cuenca del río Lluta. Las rocas asociadas al trasarco, que sufren una transgresión-regresión marina y que se evidencian en la cuenca es la Fm. Livilcar (JKil). Esta etapa se evidencia en la Depresión Central, en el curso medio de la quebrada Lluta, entre Tiñare y Millune: el Miembro Inferior de la Formación Livilcar se dispone predominantemente

homoclinal, con 20 a 50° de manteo al oeste. Se observan discordancias angulares internas muy suaves y dos fallas subverticales, normales y de rumbo, syndepositacionales, indicando un episodio de extensión mientras se depositaban sedimentos marinos-litorales durante el Jurásico Inferior en el área. En el curso superior de la quebrada Lluta, al oeste de Putre, las capas de la Formación Livilcar se disponen moderadamente plegadas, en actitud homoclinal con 40 a 60° de manteo al oeste.

La segunda etapa (Cretácico Superior- Eoceno) se evidencia principalmente en la Precordillera y se caracteriza por periodos extensionales asociados con actividad magmática intensa y la migración hacia el este del arco magmático, representada por plutones y abundantes depósitos andesíticos y riolítico-dacíticos, los que en la cuenca se evidencian como los intrusivos cretácicos (Eg).

Al final de la segunda etapa (**Eoceno medio**) se produce la **fase incaica**, durante la cual se invierte la tectónica dominante, de extensiva a compresiva, y se forma el ridge Chapiquiña-Belén, de orientación NNE – SSW. Este ridge está asociado a dos sistemas de fallas divergentes entre sí: el primero es un sistema de cabalgamiento de orientación N-S a NNW-SSE, de alto ángulo, vergencia oeste y desarrollado en la Precordillera (WTS); el segundo es un sistema de cabalgamientos con vergencia este, desarrollado en el borde oeste del altiplano (ETS).

Durante la **tercera etapa (Oligoceno-Holoceno)** se producen los mayores cambios en el relieve, tales como el alzamiento andino, el desarrollo de las unidades morfoestructurales actuales, y el arco volcánico toma la posición que se conoce hoy y se emplazan los pórfidos cupríferos post-incaicos. El aumento en la tasa y cambio en el ángulo de convergencia entre las placas causan deformación compresional, movimientos transcurrentes y deformación extensional simultánea, controlados por la contracción prolongada desde la fase incaica hasta el presente. Los sistemas de falla WTS y ETS se relacionan estrechamente con el desarrollo paleogeográfico, la sedimentación y el alzamiento del relieve en la región. La deformación de este periodo se evidencia principalmente en el sector centro oriental de la región, en la Precordillera y Cordillera Occidental.

En la Cordillera Occidental las estructuras se presentan como cabalgamientos, pliegues y fallas inversas y de rumbo, principalmente del oligoceno. En la Precordillera,

Depresión Central y Cordillera de la Costa, esta deformación se observa como pliegues suaves y fallas menores, además de fallas mayores inversas y de rumbo en la parte oriental de la Depresión central. En la zona oriental de la Precordillera y en la Cordillera Occidental se da una fuerte actividad volcánica, que queda evidenciada por distintos complejos eruptivos de distintos periodos cenozoicos. Los sedimentos depositados desde el Cenozoico y hasta hoy, no han sido totalmente consolidados, conformando los depósitos no consolidados o semiconsolidados que se observan actualmente.

3. HIDROLOGÍA

3.1 Estaciones meteorológicas

Existen diversas instituciones que poseen estaciones meteorológicas, entre las que se cuenta la Dirección Meteorológica de Chile. Estas estaciones meteorológicas se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 3.1 Estaciones meteorológicas controladas por la DMC en la cuenca del Río Lluta.

No	Nombre Estación	Datum WGS84 H19S		Altitud (m s.n.m.)	Periodo	Años	Estado
		UTM Este	UTM Norte				
1	CHACALLUTA ARICA AP.	360.905	7.956.813	63	1950-2014	64	Vigente
2	PUTRE TENENCIA	440.709	7.988.291	3.563	1962-1987	25	Vigente
3	VISVIRI TENENCIA	449.281	8.054.795	4.083	1962-2003	41	Vigente
4	TACORA RETÉN	423.123	8.035.139	4.091	1998-2009	11	Suspendida
5	VILLA INDUSTRIAL RETÉN	424.749	8.033.661	4.070	1961-1996	35	Suspendida
6	ALCÉRRECA RETÉN	429.921	8.010.607	3.930	1963-2003	40	Suspendida

Fuente: DGA (DGA, 2016).

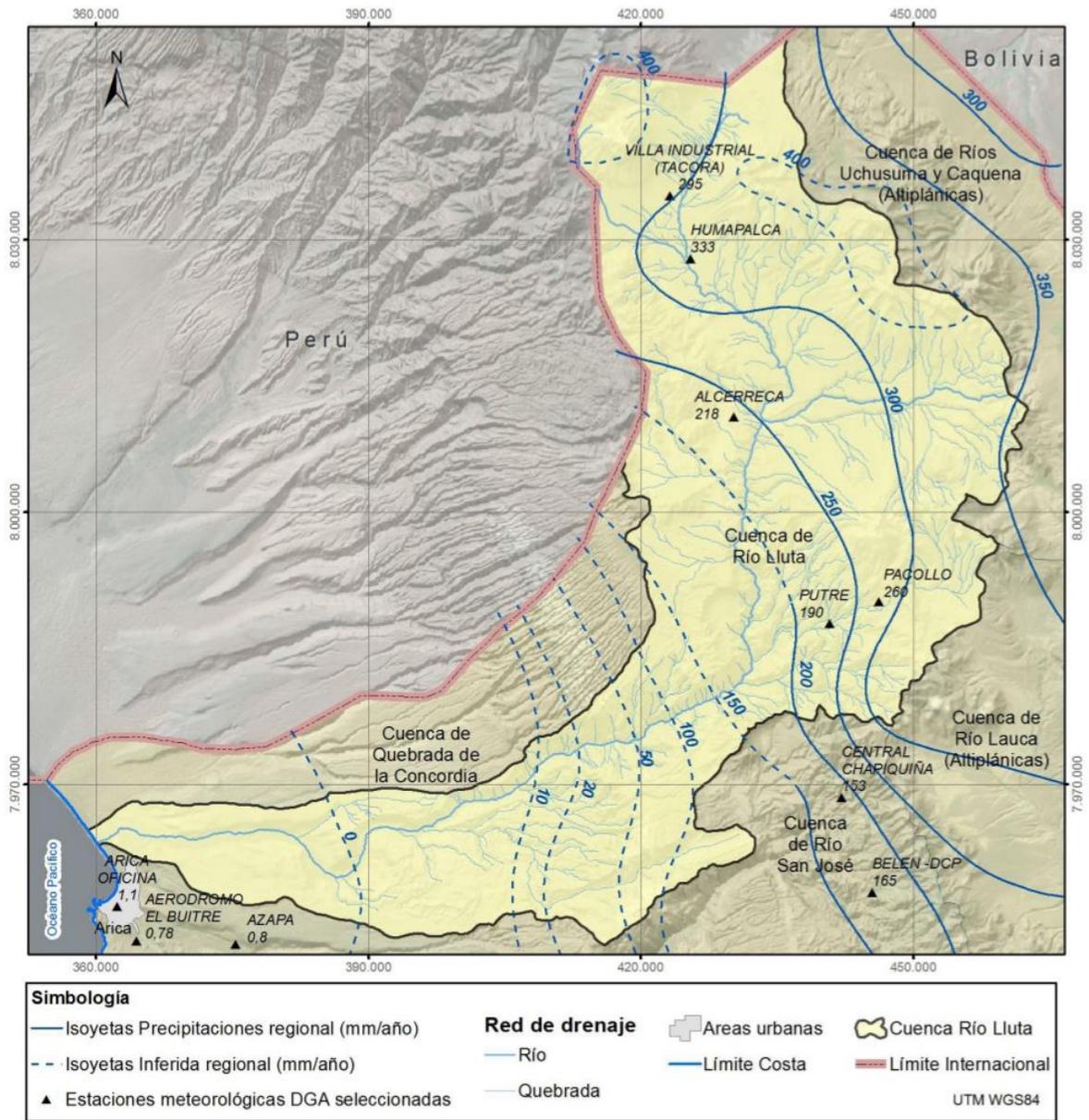
3.2 Precipitaciones medias anuales - Isoyetas

En la Figura 3.1 se presentan las isoyetas de precipitación para la cuenca del río Lluta estimadas por la DGA (2016). En esta se puede observar que la precipitación media anual en la cuenca aumenta gradualmente de 0 a 1 mm/año a una altitud de 500 m s.n.m. (sector de Poconchile), hasta los 300 mm/año en el sector alto de la cuenca a más de 4.500 m s.n.m. La precipitación ponderada de acuerdo al área de influencia entre las isoyetas entrega un resultado de precipitación media anual del orden de 190 mm para la cuenca.

Tabla 3.2 Ponderación de la precipitación según área de influencia entre isoyetas en la cuenca del río Lluta.

Isoyetas de Precipitación (mm)		Área entre isoyetas (km ²)	Precipitación media multianual 1985-2014 (mm)
0		253,4	0
<	10	305,9	1,5
10	20	81,7	1,2
20	50	186,0	6,5
50	100	146,6	11,0
100	150	143,5	17,9
150	200	360,0	63,0
200	250	308,0	69,3
250	300	679,1	186,8
> 300		1.014,5	304,3
			190,2 Precipitación media anual en la cuenca

Fuente: DGA (2016).



Fuente: DGA (2016).

Figura 3.1 Isoyetas de precipitación media anual regional en la cuenca del río Lluta.

3.3 Fluviometría

En la cuenca del río Lluta existen 7 estaciones fluviométricas vigentes, de las cuales 5 cuentan efectivamente con mediciones de caudal durante los últimos años. Se incluye en la Tabla 3.3 información adicional de las 5 estaciones, complementando lo

entregado en la sección 2.4.2 del Informe. Esta información se basa en lo presentado por el estudio de DGA (2011b).

Tabla 3.3 Estaciones fluviométricas en la cuenca del río Lluta – Información complementaria.

#	Estación Meteorológica	Código BNA	Elementos en la estación	Registro de datos/Transmisión (*)
1	Río Caracarani en Humapalca	01201005-2	Sin información	Digital
2	Río Colpitas en Alcerreca	01201001-K	Sin información	Digital
3	Río Lluta en Alcerreca	01201003-6	Limnómetro y Datalogger	Digital/Satelital
5	Río Luta en Tocontasi	01210001-9	Limnómetro digital con sensor de presión y Datalogger	Digital/Satelital
6	Río Lluta en Panamericana	01211001-4	Limnómetro y Datalogger	Digital

(*) Registro de datos/Transmisión:

- Digital: Aquella estación que registra los datos por medio de un datalogger, pero los datos se recolectan directamente en el sitio.
- Digital/Satelital: Aquella estación que registra los datos por medio de un datalogger y los transmite vía satélite.

Fuente: elaboración propia en base a DGA (2011b).

Por otra parte, sse incluyen a continuación las principales informaciones extraídas desde estudios antecedentes, en materia de caudales mensuales y anuales en las estaciones fluviométricas de la cuenca del río Lluta.

Caudal medio anual

De acuerdo a las estimaciones realizadas por la DGA (2016) (Tabla 3.4), los caudales medios anuales promedios medidos en las estaciones de la cuenca para el periodo 1985-2014, muestran una diferencia de 2,89 m³/s, incrementando progresivamente desde los 0,35 m³/s en la estación río Caracarani en Humapalca en la parte alta de la cuenca (3.908 m s.n.m.), hasta un caudal de 3,24 m³/s en la estación Río Lluta en Tocontasi a una altitud de 1.850 m s.n.m., la que controlaría el 75% de la cuenca de drenaje y registra prácticamente el caudal total de la cuenca (DGA, 2010). Esto concuerda con las áreas aportantes a cada estación las cuales van aumentando, siguiendo el recorrido del cauce principal. Desde esta última estación hasta la estación Río Lluta en Panamericana (10 m s.n.m.), ubicada prácticamente en la desembocadura del río al Océano, el caudal promedio anual desciende considerablemente hasta 1,27 m³/s lo que podría considerarse que en este tramo existirían alrededor de 2 m³/s de

pérdidas por infiltración al acuífero y por las extracciones del recurso hídrico. La fracción del caudal del río que se infiltra al acuífero del Lluta Bajo pasaría a formar parte de la oferta subterránea.

Adicionalmente, se observa una mayor variabilidad entre los caudales anuales mínimos y máximos en aquellas estaciones situadas a menor cota que las que están más cercanas a la cabecera de la cuenca, donde las precipitaciones y temperatura no varían ampliamente entre un año y otro.

Por otra parte, según DOH (2004), el caudal del río Lluta es permanente durante el año con un gasto promedio de 2 m³/s y de 2,38 m³/s.

Tabla 3.4 Caudal medio anual para el año hidrológico en la cuenca del Río Lluta.

Estación fluviométrica	Altitud (m s.n.m.)	Periodo		Caudal medio anual (m ³ /s)			
		1985-2014	Otro (años)	Min	Max	Prom	Desv Est
RÍO CARACARANI EN HUMAPALCA	3.908	X		0,22	0,67	0,35	0,09
RÍO COLPITAS EN ALCÉRRECA	3.251	X		0,35	0,69	0,52	0,10
RÍO LLUTA EN ALCÉRRECA	3.550		25	1,18	3,12	1,97	0,54
RÍO LLUTA EN TOCONTASI	1.850		5	2,08	5,01	3,24	1,25
RÍO LLUTA EN PANAMERICANA	10		25	0,34	2,80	1,27	0,69

Fuente: DGA (2016).

Los rendimientos estimados según las áreas de las cuencas aportantes a cada estación varían entre 0,4 y 1,45 l/s/km². El mayor valor al rendimiento calculado en la estación río Lluta en Alcérreca en la parte alta de la cuenca, mientras que el menor valor de 0,4 l/s/km² corresponde a la estación río Lluta en Panamericana a la salida de la cuenca. Esta variabilidad se explica tanto por una oferta natural variable en función de las precipitaciones, como por las diferencias a nivel de extracciones superficiales.

Caudal medio mensual

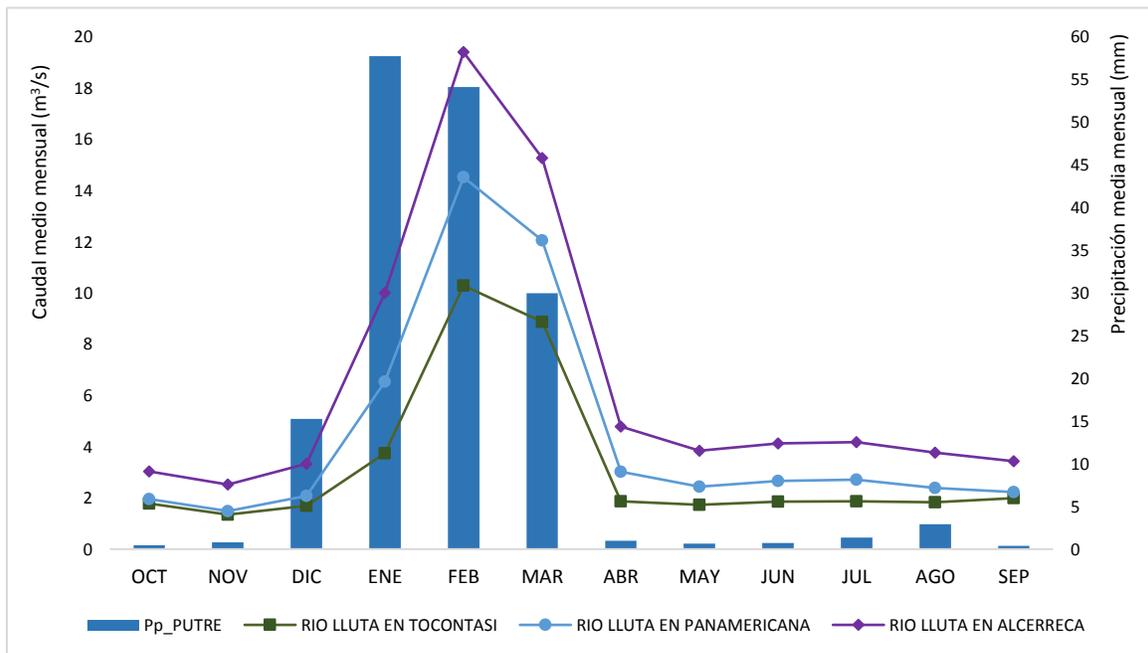
Los caudales medios mensuales en el río Lluta presentan su mayor incremento en los meses de enero, febrero y marzo, superando la media anual y alcanzando valores cercanos a 5 m³/s en la estación río Lluta en Alcérreca y del orden de 10 m³/s en la estación río Lluta en Tocontasi, como respuesta al invierno altiplánico. Cabe destacar que de acuerdo a lo descrito en DGA (2016), la División de Estudios y Planificación

(DGA, 2010) indica que la estación Lluta en Tocontasi controla el 75% de la cuenca de drenaje y registra prácticamente el caudal total de la cuenca.

Tabla 3.5 Caudal medio mensual en la cuenca del río Lluta, periodo 1985-2014.

Estación fluviométrica	Caudal medio mensual (m ³ /s)												
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	PROM
RÍO CARACARANI EN HUMAPALCA	0,20	0,20	0,25	0,49	0,68	0,47	0,31	0,30	0,32	0,41	0,33	0,24	0,35
RÍO COLPITAS EN ALCÉRRECA	0,39	0,40	0,42	0,70	0,92	0,74	0,47	0,44	0,46	0,46	0,44	0,41	0,52
RÍO LLUTA EN ALCÉRRECA	1,08	1,04	1,26	3,47	4,89	3,22	1,76	1,40	1,46	1,46	1,38	1,21	1,97
RÍO LLUTA EN TOCONTASI	1,78	1,35	1,70	3,75	10,3	8,88	1,87	1,73	1,86	1,87	1,84	2,00	3,24
RÍO LLUTA EN PANAMERICANA	0,17	0,14	0,38	2,79	4,23	3,18	1,15	0,72	0,81	0,84	0,56	0,23	1,27

Fuente: DGA (2016).



Fuente: DGA (2016).

Figura 3.2 Caudal medio mensual en el río Lluta y su relación con la precipitación media.

En términos generales, las estaciones de la cuenca presentan un mismo régimen hidrológico con pequeñas variaciones. Los caudales del río Lluta dependen muy

fuertemente de las lluvias estivales altiplánicas, siendo éstas la principal causa en los aumentos de caudal durante los meses de verano. Los deshielos se manifiestan con el ligero aumento de caudal en el mes de diciembre, observado en algunas estaciones.

Al realizar un análisis de frecuencia de las series de los caudales mensuales, utilizando las probabilidades de excedencia de 15% (año muy húmedo), 85% (año muy seco) y caudal medio, la DGA (2016) concluye que la quebrada Colpitas presenta el mismo régimen pluvial que la quebrada Caracarani, pero con caudales levemente mayores debido a una mayor superficie de la cuenca y con una mayor influencia de las pequeñas precipitaciones invernales (julio) en la escorrentía para los años húmedos.

En los meses de enero a marzo (Invierno Altiplánico), los caudales aumentan notablemente pudiendo para un año húmedo ($P_{exc} 15\%$) llegar a ser cuatro veces mayor que el caudal que escurre durante el resto del año. Se aprecia además un leve aumento de los caudales en julio y agosto por las precipitaciones invernales, sin embargo, esto último para años normales o secos no tiene mayor significación.

En la parte baja de la cuenca, estación Río Lluta en Panamericana, se observa la fuerte influencia que tiene la gran cantidad de bocatomas para riego con la disminución de los caudales en los meses de verano para un año húmedo y para todos los meses en años normales y secos.

Tabla 3.6 Caudales mensuales asociados a probabilidad de excedencia.

Estación: RÍO CARACARANI EN HUMAPALCA													
Pexc (%)	T (años)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
15	6,7	0,20	0,20	0,30	0,70	1,30	0,70	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40	0,30
85	1,2	0,20	0,20	0,20	0,30	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	0,20
Promedio		0,20	0,20	0,25	0,49	0,68	0,47	0,31	0,30	0,32	0,41	0,33	0,24
Estación: RÍO COLPITAS EN ALCÉRRECA													
Pexc (%)	T (años)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
15	6,7	0,50	0,50	0,50	1,10	1,70	1,20	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
85	1,2	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
Promedio		0,39	0,40	0,42	0,70	0,92	0,74	0,47	0,44	0,46	0,46	0,44	0,41
Estación: RÍO LLUTA EN ALCÉRRECA													
Pexc (%)	T (años)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
15	6,7	1,30	1,30	1,70	4,90	8,90	4,76	2,20	1,60	1,70	1,60	1,60	1,40
85	1,2	0,90	0,90	0,90	1,40	1,50	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00
Promedio		1,08	1,04	1,26	3,47	4,89	3,22	1,76	1,40	1,46	1,46	1,38	1,21
Estación: RÍO LLUTA EN PANAMERICANA													
Pexc (%)	T (años)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
15	6,7	0,20	0,20	0,60	4,70	6,95	6,20	1,80	1,20	1,10	1,00	0,90	0,40
85	1,2	0,10	0,10	0,10	0,20	0,40	0,50	0,20	0,40	0,50	0,50	0,30	0,10
Promedio		0,17	0,14	0,38	2,79	4,23	3,18	1,15	0,72	0,81	0,84	0,56	0,23

Fuente: DGA (2016).

Según el estudio de ESSAT (1998a), donde se caracterizan los recursos superficiales disponibles a partir de un análisis hidrológico de los cauces en la estación río Lluta en Chapisca, el caudal medio anual del río Lluta es 1,5 m³/s para un año con probabilidad de excedencia del 85% mientras que, para una probabilidad de excedencia del 50% el caudal medio anual es 2,0 m³/s.

En el estudio DGA (2016) se presenta una serie de aforos realizados en el río Lluta y sus tributarios durante 4 campañas de terreno entre noviembre de 2015 y agosto de 2016, además se presenta información de los estudios anteriores de MOP (1968) y JICA (DGA, 1995).

Entre los estudios existen dos puntos de aforo que son coincidentes en ubicación y en el mes de aforo (noviembre), y tres puntos que coinciden en la ubicación, pero difieren en el mes monitoreo. Los resultados de los primeros se presentan en la Tabla 3.7 de

los cuales se desprende que el orden de magnitud del caudal en el tiempo se ha mantenido relativamente constante. Sin desmedro a lo anterior, es importante considerar que los aforos son representativos de un instante específico y están fuertemente influenciados por las actividades que se puedan desarrollar aguas arriba.

Tabla 3.7 Aforos coincidentes en los estudios, ubicación del punto y mes de aforo (noviembre).

MOP (1968) Elaborado por NIEMEYER		DGA (DGA, 1995) Elaborado por NIEMEYER		DGA (DGA, 2016) Elaborado por ICASS	
ID Aforo	Q (l/s)	ID Aforo	Q (l/s)	ID Aforo	Q (l/s)
C-2	781	C-2	564	LLAS-40	537
		C-3	346	LLAS-39	245,4

Fuente: elaboración propia.

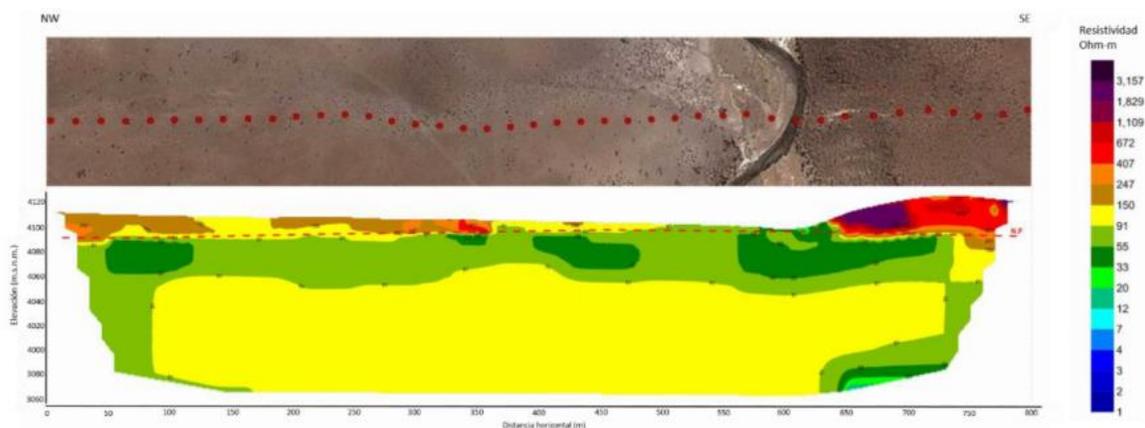
Por otra parte, aforos realizados en las campañas de DGA (2016) de noviembre de 2015 y marzo de 2016 en los puntos LLAS-45 y LLAS-44 sobre el río Lluta en la parte alta de la cuenca, situados a una distancia aproximada de 9,5 km, muestran un aumento del caudal del río aproximadamente en 1,5 veces.

4. HIDROGEOLOGÍA

4.1 Geofísica

4.1.1 Lluta Alto

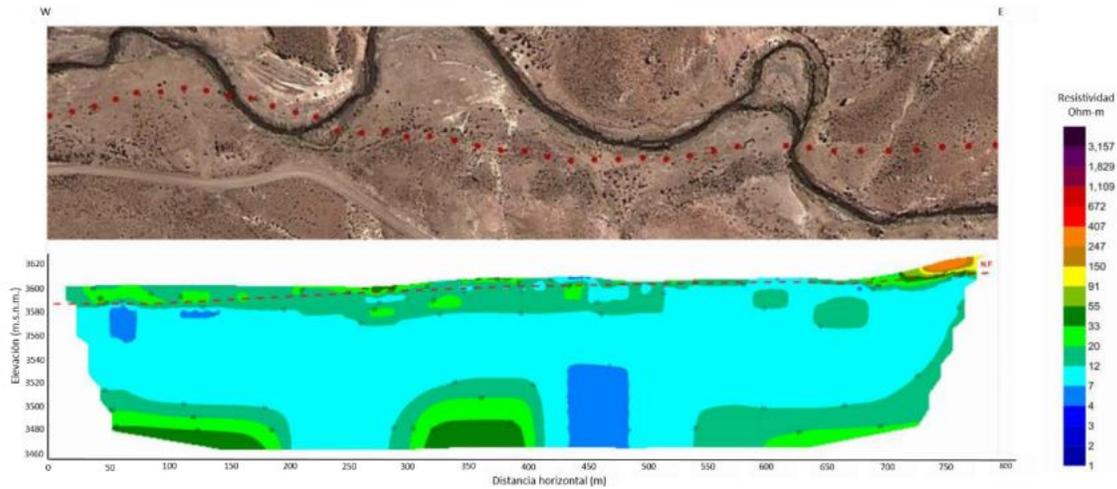
En el perfil geofísico 1 de DGA (2014a) (Figura 4.1), transversal al río Colpitas en Colpitas, se puede observar que los depósitos aluviales y fluviales del Holoceno se encuentran saturados, mientras que los depósitos más superficiales de la ladera norte se encuentran secos los que corresponden a depósitos de avalancha de detritos. La Ignimbrita Lauca que aflora en superficie en la ladera sur del valle muestra resistividades altas a muy altas, alcanzando valores superiores a 3.000 Ohm-m.



Fuente: DGA (2014a).

Figura 4.1 Perfil Geofísico 1 de Tomografía Eléctrica, río Colpitas.

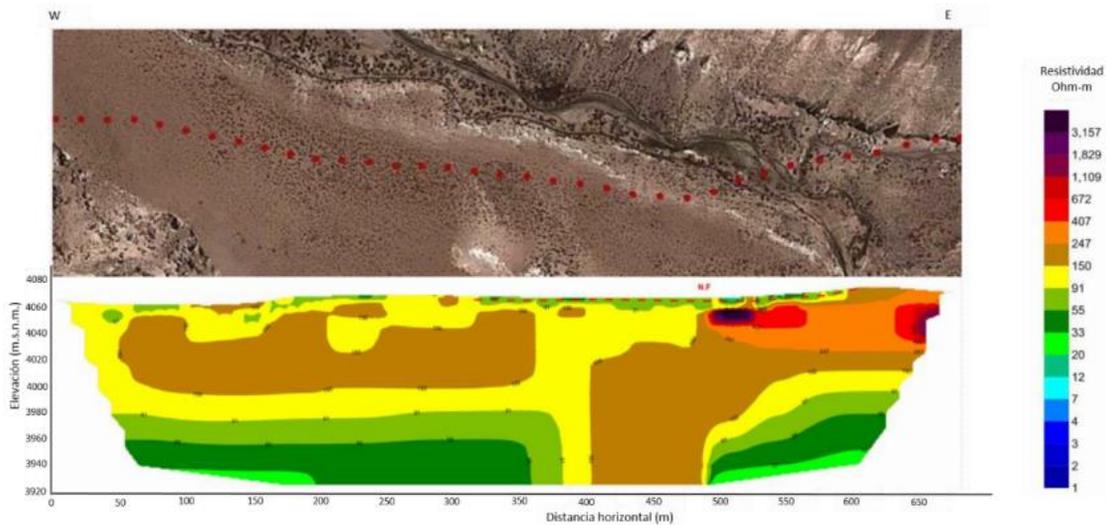
Diferente escenario se observa en el perfil 2 de DGA (2014a), ubicado a lo largo y transversal al río Colpitas antes de la confluencia con el río Lluta (Figura 4.2). En este se puede observar resistividades menores a las del perfil 1, lo que mostraría un grado de saturación mayor de los materiales o una mayor conductividad eléctrica producto de la presencia de una zona saturada importante, que tendría un espesor de al menos 40 m en la zona central del perfil, alcanzando posiblemente espesores superiores a los 100 m. Se vuelven a presentar materiales más secos en superficie que corresponden a derrubios y detritos en las laderas en el extremo E del perfil.



Fuente: DGA (2014a).

Figura 4.2 Perfil Geofísico 2 de Tomografía Eléctrica, río Colpitas.

El perfil 3, se extiende paralelo a la quebrada Allane y luego transversal a esta en el sector oriental (Figura 4.3). En este se puede observar que los materiales tienen resistividades altas a muy altas (ignimbrita y domo dacítico), sin presencia de agua o con un contenido muy bajo de esta. En este también se puede observar que hay un escaso desarrollo de depósitos de relleno en la quebrada.

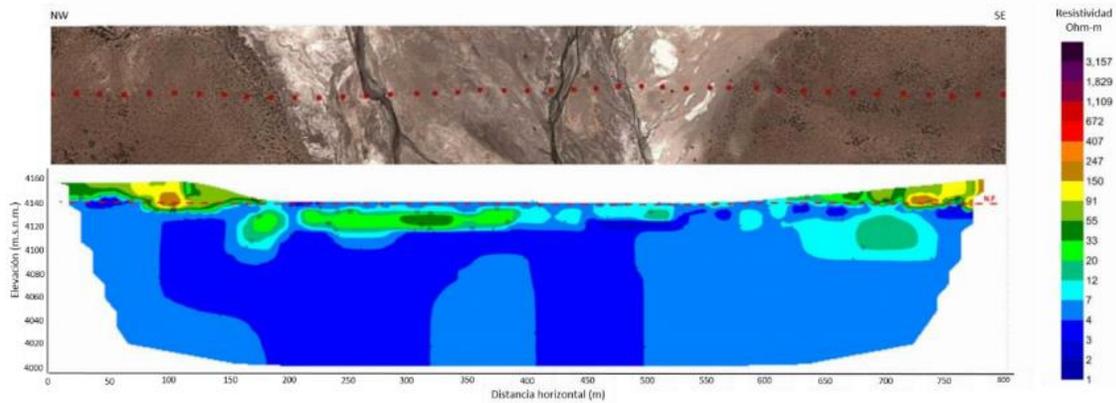


Fuente: DGA (2014a).

Figura 4.3 Perfil Geofísico 3 de Tomografía Eléctrica, quebrada Allane.

Finalmente, en el perfil 4 ubicado transversal a unas quebradas afluentes al río Colpitas por la ribera norte (Figura 4.4), se muestran resistividades bajas que

corresponderían a materiales saturados en agua, lo que es coincidente con la presencia de depósitos palustres y la Formación Visviri. En este sector se puede inferir al menos un espesor saturado de 140 m.

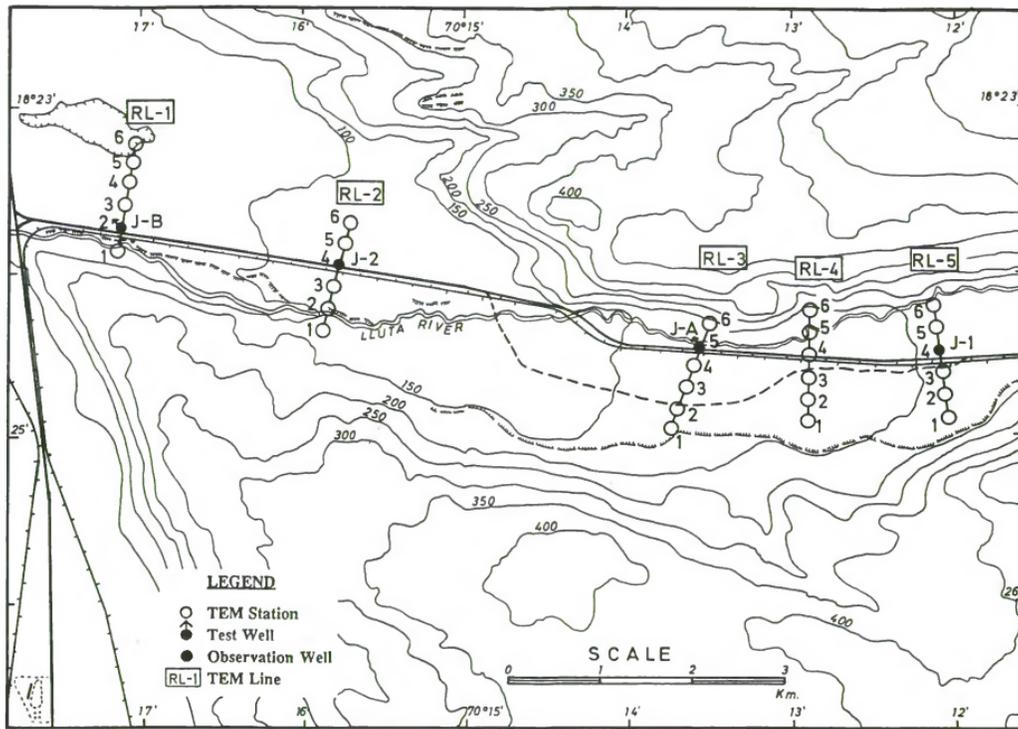


Fuente: DGA (2014a).

Figura 4.4 Perfil Geofísico 4 de Tomografía Eléctrica, río Colpitas.

4.1.2 Lluta bajo

El estudio geofísico realizado por DGA (1995) en el valle bajo del Lluta, consistió en 30 estaciones TEM establecidas en 5 perfiles (Figura 4.5). Con estos resultados se determinaron 4 capas en términos de resistividad aparente (Tabla 4.1). Esta geofísica fue calibrada con la información obtenida de 4 pozos, 2 de bombeo (J-A y J-B) y dos pozos de observación (J-1 y J-2).



Fuente: DGA (1995).

Figura 4.5 Ubicación estaciones TEM y líneas geofísicas desarrolladas por DGA (1995).

Tabla 4.1 Resultados de resistividad de prospecciones TEM realizadas por DGA (1995).

Capa	Espesor	Resistividad (ohm-m)
Primera	5 - 70	28 - 300
Segunda	50 - 250	11 - 30
Tercera	70 - 190	29- 96
Cuarta		< 9,8

Fuente: modificado de DGA (1995).

4.2 Niveles de pozos Estaciones de monitoreo DGA

A continuación, se presenta la información de niveles estáticos de los pozos que conforman la red de monitoreo de la DGA para el periodo 2000-2019 (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>).

Tabla 4.2 Niveles estáticos Pozo J-B

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS										PAGINA : 1				
DIRECCION GENERAL DE AGUAS										FECHA : 19/03/2020				
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS														
										PERIODO 12/01/2000 - 20/05/2019				
NIVELES ESTATICOS EN POZOS														
Estación : J - B (POZOS JICA)														
Código BNA : 01211007-3														
Altitud : 0 msnm														
Cuenca : Río Lluta														
Latitud S : 18 24 00														
Longitud W : 70 17 00														
SubCuenca : Río Lluta Bajo														
UTM Norte : 7964829 mts														
UTM Este : 363899 mts														
Área de Drenaje : 0 km2														
Fecha	Nivel	I	Fecha	Nivel	I	Fecha	Nivel	I	Fecha	Nivel	I	Fecha	Nivel	I
	(m)			(m)			(m)			(m)			(m)	
12/01/2000	35,99		08/03/2000	36,00		13/09/2000	36,05		20/03/2001	36,28		24/05/2001	36,67	
13/07/2001	36,67		12/09/2001	36,08		14/11/2001	36,13		30/01/2002	36,23		09/05/2002	36,16	
09/07/2002	35,92		10/09/2002	35,74		11/11/2002	35,78		11/12/2002	35,78		16/01/2003	35,77	
12/03/2003	35,68		19/05/2003	35,31		25/07/2003	34,62		24/09/2003	33,55		17/11/2003	34,26	
21/01/2004	34,31		26/03/2004	34,26		17/05/2004	34,39		15/07/2004	34,48		10/09/2004	34,47	
12/11/2004	34,35		26/01/2005	34,29		11/03/2005	34,77		17/05/2005	34,82		21/07/2005	34,78	
13/09/2005	34,00		16/11/2005	34,50		27/01/2006	34,53		16/03/2006	34,75		10/05/2006	34,72	
13/07/2006	34,73		22/09/2006	34,72		13/11/2006	34,29		18/01/2007	34,51		29/03/2007	34,68	
16/05/2007	34,51		22/06/2007	34,54		23/07/2007	34,53		07/08/2007	38,08		13/09/2007	34,05	
26/10/2007	34,08		12/11/2007	34,45		22/12/2007	34,47		31/01/2008	34,51		26/02/2008	34,50	
11/03/2008	35,05		08/04/2008	34,52		26/05/2008	35,04		25/06/2008	35,05		15/07/2008	35,10	
28/08/2008	34,67		09/09/2008	34,68		20/10/2008	34,65		25/11/2008	35,24		15/12/2008	35,24	
31/01/2009	35,25		26/02/2009	35,25		10/03/2009	35,29		29/04/2009	35,39		18/05/2009	35,33	
15/06/2009	35,31		14/07/2009	35,37		24/08/2009	35,35		23/09/2009	35,33		27/10/2009	35,36	
19/01/2011	36,03		21/02/2011	36,27		14/03/2011	36,07		16/05/2011	36,29		21/06/2011	36,27	
21/07/2011	36,22		21/09/2011	36,21		24/10/2011	36,19		15/11/2011	36,17		25/01/2012	36,17	
23/02/2012	37,40		21/03/2012	36,22		24/05/2012	36,06		22/06/2012	36,02		25/07/2012	36,04	
20/08/2012	36,00		28/09/2012	35,84		24/10/2012	35,75		23/11/2012	35,80		25/01/2013	35,66	
19/02/2013	35,60		16/01/2015	- 0,00		20/02/2015	- 0,00		16/03/2015	- 0,00		24/04/2015	- 0,00	
25/05/2015	- 0,00		17/06/2015	- 0,00		17/07/2015	- 0,00		23/09/2015	- 0,00		21/10/2015	- 0,00	
19/11/2015	- 0,00		21/12/2015	- 0,00		15/01/2016	- 0,00		23/03/2016	- 0,00		22/04/2016	- 0,00	
19/05/2016	- 0,00		30/06/2016	- 0,00		29/07/2016	- 0,00		26/08/2016	- 0,00		22/09/2016	- 0,00	
20/10/2016	- 0,00		22/11/2016	- 0,00		22/12/2016	- 0,00		09/01/2017	- 0,00		14/02/2017	- 0,00	
17/03/2017	- 0,00		18/04/2017	- 0,00		26/05/2017	- 0,00		19/06/2017	- 0,00		21/07/2017	- 0,00	
18/08/2017	- 0,00		12/09/2017	- 0,00		23/10/2017	- 0,00		20/11/2017	- 0,00		21/12/2017	- 0,00	
22/02/2018	- 0,00		22/03/2018	- 0,00		20/04/2018	- 0,00		25/05/2018	- 0,00		22/06/2018	- 0,00	
18/07/2018	- 0,00		17/08/2018	- 0,00		20/09/2018	- 0,00		26/10/2018	- 0,00		22/11/2018	- 0,00	
28/12/2018	- 0,00													

Fuente: SINIA - DGA

Tabla 4.3 Niveles estáticos Pozo J-1 y Pozo J-2

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS											PAGINA :	2		
DIRECCION GENERAL DE AGUAS											FECHA :	19/03/2020		
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS											PERIODO		12/01/2000 - 20/05/2019	
NIVELES ESTATICOS EN POZOS														
Estación : J - 1 (POZOS JICA)														
Código BNA : 01211008-1											Latitud S :	18 25 00	UTM Norte :	7963082 mts
Altitud : 0 msnm											Longitud W :	70 12 00	UTM Este :	372638 mts
Cuenca : Río Lluta											SubCuenca :	Río Lluta Bajo	Área de Drenaje :	0 km2
Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I
12/01/2000	31,30		08/03/2000	31,43		10/09/2004	24,95		12/11/2004	24,98		26/01/2005	26,73	
10/03/2005	26,60		17/05/2005	24,52		21/07/2005	24,47		13/09/2005	24,22		16/11/2005	23,71	
27/01/2006	22,84		16/03/2006	23,77		10/05/2006	23,79		13/07/2006	23,71		22/09/2006	23,64	
13/11/2006	23,71		18/01/2007	25,16		28/03/2007	34,68		16/05/2007	24,99		23/07/2007	24,94	
13/09/2007	25,35		12/11/2007	25,48		22/12/2007	25,49		31/01/2008	25,16		11/03/2008	25,50	
26/05/2008	25,52		15/07/2008	25,56		09/09/2008	25,54		19/11/2008	25,66		31/01/2009	25,84	
10/03/2009	25,39		18/05/2009	25,41		14/07/2009	25,38		23/09/2009	25,34		22/02/2018	24,08	*
20/04/2018	24,15		22/06/2018	24,13		18/07/2018	23,83		17/08/2018	24,10		20/09/2018	23,85	
26/10/2018	23,85		22/11/2018	23,97		28/12/2018	23,89		25/01/2019	24,08		22/02/2019	23,84	
20/03/2019	24,01		25/04/2019	23,86		20/05/2019	23,96							
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS											PAGINA :	3		
DIRECCION GENERAL DE AGUAS											FECHA :	19/03/2020		
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS											PERIODO		12/01/2000 - 20/05/2019	
NIVELES ESTATICOS EN POZOS														
Estación : J - 2 (POZOS JICA)														
Código BNA : 01211009-K											Latitud S :	18 24 00	UTM Norte :	7964881 mts
Altitud : 0 msnm											Longitud W :	70 16 00	UTM Este :	366082 mts
Cuenca : Río Lluta											SubCuenca :	Río Lluta Bajo	Área de Drenaje :	0 km2
Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I
12/01/2000	35,95		08/03/2000	36,27		13/09/2000	35,08		20/03/2001	36,63		24/05/2001	36,85	
13/07/2001	36,90		12/09/2001	36,90		14/11/2001	36,93		30/01/2002	35,81		09/05/2002	36,04	
09/07/2002	36,00		10/09/2002	35,97		11/11/2002	36,03		11/12/2002	36,03		16/01/2003	36,07	
12/03/2003	34,90		19/05/2003	34,67		25/07/2003	34,08		24/09/2003	34,08		30/03/2004	33,86	
17/05/2004	34,33		15/07/2004	34,32		10/09/2004	34,36		12/11/2004	34,28		26/01/2005	34,23	
10/03/2005	34,17		17/05/2005	34,66		21/07/2005	34,63		13/09/2005	33,95		16/11/2005	33,78	
27/01/2006	33,78		16/03/2006	34,74		10/05/2006	34,72		13/07/2006	34,69		22/09/2006	34,68	
13/11/2006	34,59		18/01/2007	33,15		28/03/2007	34,87		16/05/2007	33,61		23/07/2007	33,59	
13/09/2007	34,19		12/11/2007	34,26		22/12/2007	34,28		31/01/2008	33,12		11/03/2008	33,75	
26/05/2008	33,73		15/07/2008	33,78		09/09/2008	33,83		19/11/2008	33,90		31/01/2009	33,88	

Fuente: SINIA - DGA

Tabla 4.4 Niveles estáticos Pozo J-A

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS										PAGINA : 4				
DIRECCION GENERAL DE AGUAS										FECHA : 19/03/2020				
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS														
										PERIODO 12/01/2000 - 20/05/2019				
NIVELES ESTATICOS EN POZOS														
Estación : J - A (POZOS JICA)														
Código BNA : 01211010-3										Latitud S : 18 24 00				
Altitud : 0 msnm										UTM Norte : 7963864 mts				
Cuenca : Río Lluta										UTM Este : 370231 mts				
										SubCuenca : Río Lluta Bajo				
										Área de Drenaje : 0 km2				
Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I	Fecha	Nivel (m)	I
12/01/2000	10,29		08/03/2000	10,40		13/09/2000	10,15		20/03/2001	10,39		24/05/2001	10,62	
13/07/2001	11,09		12/09/2001	11,16		14/11/2001	11,12		30/01/2002	11,00		09/05/2002	10,96	
09/07/2002	10,73		10/09/2002	10,67		11/11/2002	10,72		11/12/2002	10,72		16/01/2003	10,83	
12/03/2003	10,12		29/04/2003	11,48		19/05/2003	10,19		04/06/2003	10,25		08/07/2003	10,25	
20/08/2003	9,96		16/09/2003	9,84		17/10/2003	9,44		07/11/2003	9,49		18/12/2003	9,08	
21/01/2004	9,24		23/02/2004	9,31		22/03/2004	9,27		22/04/2004	9,77		17/05/2004	9,71	
15/06/2004	9,98		15/07/2004	9,87		09/08/2004	10,27		10/09/2004	9,88		20/10/2004	9,73	
12/11/2004	9,85		15/12/2004	9,86		26/01/2005	9,79		14/02/2005	10,08		10/03/2005	9,71	
08/04/2005	10,34		17/05/2005	10,39		16/06/2005	10,35		21/07/2005	10,37		08/08/2005	10,37	
13/09/2005	8,95		20/10/2005	10,15		16/11/2005	9,55		16/12/2005	9,58		27/01/2006	10,11	
14/02/2006	10,13		16/03/2006	10,46		13/04/2006	9,94		10/05/2006	10,39		27/06/2006	10,04	
13/07/2006	10,35		08/08/2006	9,87		22/09/2006	10,32		11/10/2006	10,30		20/11/2006	10,20	
18/12/2006	10,29		18/01/2007	10,39		12/02/2007	10,37		28/03/2007	10,49		11/04/2007	10,45	
16/05/2007	10,53		22/06/2007	10,51		23/07/2007	10,50		06/08/2007	10,38		13/09/2007	10,09	
26/10/2007	10,10		12/11/2007	10,13		22/12/2007	10,16		31/01/2008	10,39		26/02/2008	10,42	
11/03/2008	10,50		08/04/2008	10,51		26/05/2008	10,52		25/06/2008	10,60		15/07/2008	10,70	
28/08/2008	10,71		09/09/2008	10,70		20/10/2008	10,72		19/11/2008	10,50		15/12/2008	10,52	
31/01/2009	9,99		26/02/2009	9,99		10/03/2009	11,73		29/04/2009	11,76		18/05/2009	11,74	
15/06/2009	11,65		14/07/2009	11,65		24/08/2009	11,60		23/09/2009	11,30		27/10/2009	11,31	
26/11/2009	11,36	*	22/12/2009	11,41		14/01/2010	11,35		26/02/2010	12,22		17/03/2010	12,23	
16/04/2010	12,22		14/05/2010	12,25		21/06/2010	12,26		21/07/2010	11,98		23/08/2010	11,99	
30/09/2010	12,28		13/10/2010	11,75		10/11/2010	11,75		19/01/2011	11,68		21/02/2011	12,16	
14/03/2011	12,37		19/04/2011	12,15		16/05/2011	12,34		21/06/2011	12,33		21/07/2011	12,09	
23/08/2011	12,11		21/09/2011	11,97		24/10/2011	11,95		15/11/2011	12,28		30/12/2011	12,15	
25/01/2012	12,09		23/02/2012	13,70		21/03/2012	12,41		26/04/2012	12,36		24/05/2012	13,00	
22/06/2012	12,98		25/07/2012	12,93		20/08/2012	12,90		28/09/2012	12,95		24/10/2012	12,88	
23/11/2012	12,65		25/01/2013	12,35		19/02/2013	12,22		18/03/2013	12,38		23/04/2013	12,32	
23/05/2013	11,96		19/06/2013	11,94		19/07/2013	13,25		12/08/2013	13,27		27/09/2013	13,27	
15/10/2013	13,22		27/11/2013	13,25		16/12/2013	13,20		22/01/2014	12,96		18/02/2014	12,95	
19/03/2014	13,02		14/04/2014	12,95		30/05/2014	13,05		19/06/2014	13,03		17/07/2014	13,03	
13/08/2014	13,01		23/09/2014	13,05		22/10/2014	13,03		19/11/2014	13,05		15/12/2014	13,05	
16/01/2015	12,94		20/02/2015	12,75		16/03/2015	12,86		24/04/2015	12,65		*25/05/2015	12,76	
17/06/2015	12,74		17/07/2015	12,74		28/08/2015	13,22		23/09/2015	12,76		21/10/2015	12,72	
19/11/2015	12,72		21/12/2015	12,65		15/01/2016	12,65		18/02/2016	13,83		23/03/2016	12,62	
22/04/2016	13,62		19/05/2016	12,75		30/06/2016	12,75		29/07/2016	12,78		26/08/2016	12,74	
22/09/2016	12,76		20/10/2016	12,75		22/11/2016	12,73		22/12/2016	12,78		09/01/2017	12,81	
14/02/2017	12,72		17/03/2017	12,65		18/04/2017	12,60		26/05/2017	- 0,00		19/06/2017	- 0,00	
21/07/2017	- 0,00		18/08/2017	- 0,00		12/09/2017	- 0,00		23/10/2017	- 0,00		20/11/2017	- 0,00	
21/12/2017	- 0,00		22/02/2018	- 0,00		22/03/2018	- 0,00		20/04/2018	- 0,00		25/05/2018	- 0,00	
22/06/2018	- 0,00		18/07/2018	- 0,00		17/08/2018	- 0,00		20/09/2018	- 0,00		26/10/2018	- 0,00	
22/11/2018	- 0,00		28/12/2018	- 0,00										
INDICADORES														
* : Nivel Dinámico														
< : Valor Menor que el Verdadero														

Fuente: SINIA – DGA.

5. CALIDAD DE AGUAS

5.1 Análisis Químicos Estaciones DGA

A continuación, se presentan los análisis químicos de las estaciones de calidad de agua de la DGA, para el periodo 1990-2019 (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>)

Tabla 5.1 Parámetros analizados y método de análisis en registros de estaciones DGA

Parámetro	Nº	Método análisis
Aluminio Total	1	Espectrofotometría de absorción atómica
Aluminio Total	2	ICP-OES
Arsénico Total	3	Manchas de bromuro de mercurio
Bicarbonato	4	Titulación
Boro	5	Curcumin - Colorimetría
Cloruro	6	Potenciométrico - Argentométrico - Titulación
Cadmio Total	7	Espectrofotometría de absorción atómica
Cadmio Total	8	ICP-OES
Calcio Total	9	Espectrofotometría de absorción atómica
Calcio disuelto	10	Permanganato de Potasio - Titulación
Carbonato	11	Titulación
Cobalto Total	12	
Cobre Total	13	Espectrofotometría de absorción atómica
Conductividad Específica	14	Conductímetro
Cromo Hexavalente Total	15	Espectrofotometría de absorción atómica
Cromo Total	16	Colorimetría
Cromo Total ICP-OES	17	Colorimetría
Demanda Bioquímica de Oxígeno - 5 días	18	Incubación
Demanda Química de Oxígeno	19	Reflujo Dicromato de Potasio - Colorimetría
Hierro Total	20	Espectrofotometría de absorción atómica
Fósforo Total	21	Kjeldahl - Titulación
Fósforo de Ortofosfato	22	Kjeldahl - Colorimetría
Litio disuelto	23	Fotometría de llama
Magnesio Total	24	Espectrofotometría de absorción atómica
Magnesio disuelto	25	Gravimétrico
Manganeso Total	26	Colorimetría - Persulfato
Mercurio Total	27	Espectrofotometría de absorción atómica
Molibdeno Total	28	Espectrofotometría de absorción atómica
Nitrógeno de Nitrato	29	Espectrofotometría Ultravioleta
Nitrógeno de Nitrito y Nitrato	30	
Níquel Total ICP-OES	31	
Níquel Total	32	Espectrofotometría de absorción atómica
Oxígeno Disuelto (% Saturación)	33	Electrodo de Membrana
Oxígeno Disuelto	34	Yodométrico (Azida) - Titulación
Ph	35	Potenciométrico
Plata Total	36	Espectrofotometría de absorción atómica
Plomo Total	37	Espectrofotometría de absorción atómica
Plomo Total ICP-OES	38	
Potasio Total	39	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio disuelto	40	Fotometría de llama
Razón de Absorción de Sodio (RAS)	41	
Selenio Total	42	Espectrofotometría de absorción atómica
Selenio disuelto	43	Diaminobencidina
Sodio Total	44	Espectrofotometría de absorción atómica
Sodio disuelto	45	Espectrofotometría de absorción atómica
Sulfato	46	Turbidimétrico
Temperatura	47	Termómetro
Zinc Total	48	Espectrofotometría de absorción atómica

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.2 Análisis químicos Estación Río Caracarani en Alcérreca

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio	Aluminio	Arsenico	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio	Cadmio	Calcio	Calcio	Carbonato	Cobalto	Cobre	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo	Demanda	Demanda	Fierro	Fósforo	Fósforo	Litio	Magnesio	
			Total	Total	Total					Total	Total	Total	disuelto	Total	Total	Total	Especifica	Hexavalent	Total	Total	Bioquímica	Química	Total	Total	Ortofosfato	disuelto	Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Mg/L Al	mg/l	mg/l As	mg/l	mg/l B	mg/l Cl	mg/l Cd	mg/l Ca	mg/l Ca	mg/l Ca	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mhos/cm	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l O2	mg/l O2	mg/l Fe	mg/l PO4	mg/l P04	mg/l Li	mg/l Mg	
06-12-1990	9:21	0		0,156	23,8	3	219,8					82,2	0		0,02	1380						4,92					
19-02-1991	15:05	0		0,051	0	4	264,4					88,8	0		0,05	1870						8,91		0,017			
24-03-1992	13:10	0		0,357	0	4	246,3					77,1	0		7,7	1627						0,01					
22-11-1994	16:31	0																									
16-02-1995	16:30	0		0,5	0	5	329,7					92,7	0		0,02	2590										22,4	
11-06-1995	12:00	0		0,08	0	6	284,7	0,02				82,6	0	0,01	0,02	2230							14,55				
18-11-1997	12:01	0	31			0	380,7	0,01				99,8	0	0,01	0,032	4020							17,4				
19-03-1998	11:20	0	33	0,27				0,01						0,01	0,04	4070	0,01				34	15,1			0,176		
16-07-1998	15:11	0	24,93	0,18	0		299,7	0,01				86,4	0	0,01	0,03	2232	0,01				30	8,3			1,142		
21-04-1999	15:10	0	24,27	0,15	0		276,9	0,02				88,2	0	0,01	0,01	2107	0,02				53	10,16			0,042		
14-07-1999	14:00	0	27,11	0,24	0		299,7	0,01				88	0	0,01	0,04	2333	0,01				35	11,1			0,033		
11-11-1999	9:30	0	21	0,39	0		301,7	0,02				88	0	0,02	0,02	2580	0				37	16,8			1,735		
10-05-2000	11:20	0	29,8	0,56	0	6	266,4	0,02				82,4	0	0,01	0,04	2279	0,01				9	18,8			0,085		
08-08-2000	13:35	0	18,54	0,14	0	4	281,8	0,01				76,8	0	0,01	0,02	1965	0,01				9	8,9			0,036		
20-12-2000	10:55	0	0,5	0,072	0	1	359,7	0,01				102,4	0	0,01	0,01	2955	0,02				7	0,21			0,411		
04-01-2001	10:50	0					217					84	0			1870					5				0,039		
23-08-2001	11:40	0	22,8	0,4	0	10	263,029	0,02				84,6	0	0,01	0,02	2070	0,01				10	10,85			0,085		
06-12-2001	17:00	0	41	0,65	0	7	157,211	0,02				96,2	0	0,01	0,03	2970	0,01				10	22			0,3		
17-04-2002	16:10	0	24,9	0,16	0	4	206,692	0,01				147	0	0,01	0,03	1730	0,02				9	9,3			0,042		
21-08-2002	12:00	0	30,2	0,3	0	6	237,035	0,01				85,2	0	0,01	0,01	2130	0,01				8	11,1			0,17		
18-12-2002	11:50	0	31	0,37	0	6	314,143	0,02				88,254	0	0,01	0,01	2410	0,01				15	14,9			0,163		
19-05-2003	12:50	0	44,5	0,25	5	225,045	0,01					90,716	0	0,01	0,02	1620	0,02				46	24,1			0,016		
01-10-2003	11:25	0	20	0,12	0	5	318,638	0,01				82,357	0	0,01	0,02	1920	0,01				16	9,66			0,09		
26-11-2003	13:30	0	25,8	0,16	0	6	308,84	0,02				84,241	0	0,01	0,02	2130	0,01				1	10,9			0,311		
24-02-2004	14:20	0	21,5	0,12	0	5	245,668	0,01				84,68	0	0,01	0,02	2020	0,01				7,822	7,9			0,063		
09-06-2004	14:50	0	29	0,28	0	5	298,311	0,01				75,607	0	0,01	0,02	2310	0,01				16,984	11,1			0,17		
22-10-2004	12:35	0	10,1	0,06	0	3	217,131	0,01				66,262	0	0,01	0,01	1278	0,01				31,338	1,49			0,048		
23-03-2005	10:30	0	28	0,28	6	265,885	0,01					86,42	0	0,01	0,02	2180	0,01				10,992	10,9			0,179		
26-07-2005	11:30	0	16,9	0,08	0	4,382	207,065	0,01				70,191	0	0,01	0,03	1423	0,01				10,021	3,3			0,026		
23-11-2005	16:00	0	6,7	0,11	4,892	3,23	192,05	0,01				68,351	0	0,01	0,02	1202	0,01				7,111	1,79			0,03		
16-08-2006	12:00	0	9,4	0,15	0	3	177,7	0,01				65,7	0	0,01	0,02	1285	0,01				15	4,53			0,264		
23-11-2006	12:30	0	10,3	0,17	0	3	170,752	0,01				61,192	0	0,01	0,02	1199	0,01				6,354	3,53			3,766		
24-04-2007	12:10	0	18	0,28	6	320,798	0,02					109,579	0	0,01	0,03	2560	0,02				50,8	13,5			0,125		
11-07-2007	10:15	0	7,4	0,11	3	162,329	0,01					83,485	0	0,01	0,01	1183	0,01				28,79	2			0,035		
29-11-2007	11:30	0	5,7	0,08	4	201,3	0,01					101,973	0	0,01	0,01	1392	0,01				8,82	1,27			0,094		
16-04-2008	12:00	0	26,2	0,15	5	269,42	0,01					119,746	0	0,01	0,03	2120	0,01				19,46	8,35			0,092		
19-08-2008	12:05	0	7,5	0,11	4	205,432	0,01					70,074	0	0,01	0,01	1317	0,01				1	1,5			0,081		
13-11-2008	10:40	0	13,9	0,026		3,82	211	0,01				64,1	0	0,01	0,01	1437	0,01				49	3,06			0,03		
14-04-2009	12:00	0	22,6	0,1	5	277,45	0,01					83,604	0	0,01	0,02	1857	0,01				6,317	8,57			0,063		
18-08-2009	11:40	0	6,2	0,075	3	184,1	0,01					64,5	0	0,01	0,01	1103	0,01				22	1,42			0,088		
19-11-2009	12:30	0	7,98	0,088	3,033	188,144	0,01					57,915	0	0,01	0,01	1069	0,01				23,847	1,713			0,097		
14-04-2010	10:46	0	7,665	0,057	3,42	190,817	0,01					44,33	0	0,01	0,01	993		0,01			6,43	1,589			0,066	37,269	
17-08-2010	12:08	0	0,3	0,127	4	170,578	0,01					56,321	0	0,01	0,02	1064		0,01			3	1,192			0,012	34,795	
28-12-2010	11:35	0	22,833	0,214	3,733	202,7	0,01					91,348	0	0,01	0,019	1627		0,01			46,05	19,335			0,029	48,2	
13-04-2011	12:15	0	8,245	0,098	3,086	205,723	0,01					75,022	0	0,01	0,02	1277		0,01			3	2,683			0,003	38,5	
09-08-2011	12:00	0	6,138	0,092	2,512	167,147	0,01					57,52	0	0,01	0,02	1101		0,03			3	1,722			0,01	30,1	
15-12-2011	14:20	0	10,417	0,159	3,538	201,703	0,01					74,704	0	0,01	0,02	692		0,03				4,058				37,54	
17-04-2012	12:15	0	13,543	0,138	3,423	185,011	0,01					67,423	0	0,01	0,02	902		0,03			3	3,444				32,805	
21-08-2012	12:44	0		0,12				0,01				67,479	0	0,01	0,02	1458						3,415				34,709	
11-12-2012	12:15	0	12,19	0,095	0			0,01				80,143	0	0,01	0,02	1565		0,05				4,856				42,676	
16-04-2013	12:15	0	35,978	0,297	0	6,425	310,662	0,02				84,754	0	0,01	0,02	2771		0,05			1	14,769				43,981	
20-08-2013	11:30	0	7,3	0,092	3	168,8	0,01					66,7	0	0,01	0,02	1301		0,05			1	1,55				32,7	
10-12-2013	11:45	0		0,108				0,007				83,916	0	0,01	0,02	1724			0,009			3,86				43,54	
24-04-2014	12:10	0	8,633	0,099		3,208	185,442	0,01	0,004			62,948	0	0,01	0,02	688			0,009			5,186	1,876			29,579	
20-08-2014	11:48	0	6,681	0,099		3,19	350,807	0,01				80,519	0	0,04	0,02	1332			0,05			2,032	1,565			37,686	
17-12-2014	11:35	0	14,479	0,109		9,022	225,121	0,01				72,483	0	0,04	0,02	1444			0,05			5,642	2,39			39,406	
16-04-2015	12:00	0		0,122		7,882	205,827	0,01				81,831	0	0,04	0,02	1183						4,133				38,952	
09-09-2015	10:15	0		0,098		2,803	169,7	0,01				66,569	0	0,04	0,02	1196						3,164				34,991	
16-12-2015	12:45	0																									

Tabla 5.3 Análisis químicos Estación Río Caracarani en Alcérreca (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio	Manganeso	Mercurio	Molibdeno	Nitrógeno	Nitrógeno	Níquel	Níquel	Oxígeno	Oxígeno	Ph	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	Razon de	Selenio	Selenio	Sodio	Sodio	Sulfato	Temp	Zinc					
			disuelto	Total	Total	Total	de Nitro	de Nitro	Total	Total	Total	Disuelto	Disuelto	unid. ph	Total	Total	Total	Total	disuelto	Absorcion	Total	disuelto	Total	disuelto	Temp	Total					
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
mg/l	Mg	mg/l	Mn	mg/l	Hg	mg/l	Mo	NO3	mg/l	mg/l	mg/l	O2	mg/l	O2	mg/l	Ag	Pb	mg/l	K	mg/l	K	Se	mg/l	Se	mg/l	Na	mg/l	mg/l	Grad. C	mg/l	Zn
06-12-1990	9:21	0	43,6					0,01					7,39						23,1	3,489			157,3	400,1	12						
19-02-1991	15:05	0	46					0,13					3,35						22,2	3,011			140,3	479,8	18						
24-03-1992	13:10	0	40					0,02					3,55						23,6	3,071			133,4	390	14,5						
22-11-1994	16:31	0						0,21					9,3										161	654,6	17,5						
16-02-1995	16:30	0	47										2,68					39,9	3,398			161	540,3	6,9	2,45						
11-06-1995	12:00	0	42,3							0,01			2,95					30,9	3,592			155	740,1	14	2,4						
18-11-1997	12:01	0	49,6	2,29		0,01				0,01			4,19	0,01				30,9	3,167			161	540,3	6,9	2,45						
19-03-1998	11:20	0		2,03	0,001	0,01	0,117			0,01			8,08	3,68	0,01	0,2						156	525	2,6	2,6						
16-07-1998	15:11	0	42,8	2,07	0,001	0,01	0,047			0,01			2,83	0,01	0,19			24,4	3,429			156	525	2,6	2,6						
21-04-1999	15:10	0	44,7	1,87	0,044	0,01	0,052			0,01			3,05	0,01	0,17			25	2,714			125,4	625	13,6	1,85						
14-07-1999	14:00	0	44,6	1,86	0,001	0,01	0,09			0,02			2,78	0,01	0,22			25,3	3,059			141,2	550	9	2,7						
11-11-1999	9:30	0	46,9	2,35	0,001	0,01	0,11			0,01			2,79	0,01	0,24			28,9	3,326			155,3	574,9	6,6	2,65						
10-05-2000	11:20	0	42	1,83	0,001	0,01	0,142			0,01	1,65		2,88	0,01	0,24			24	2,929	0,001		131	600	10,2	2,4						
08-08-2000	13:35	0	39,5	0,01	0,002	0,01	0,181			0,01			3,08	0,01	0,15			26,2	5,603			242,4	475	10,1	1,9						
20-12-2000	10:55	0	52,8	0,1	0,001	0,02	0,051			0,01	8,23		2,69	0,01	0,01			33,4	3,237		0,001	161,8	775	11,2	0,01						
04-01-2001	10:50	0	41				0,131						2,93					110,4	2,527			113	483	8,16							
23-08-2001	11:40	0	45,42	1,64	0,001	0,01	0,199			0,01	7,14		3,52	0,01	0,19			26,8	2,957			135,6	625	9,35	3						
06-12-2001	17:00	0	49,2	2,5	0,001	0,01	0,263			0,01	5,23		2,61	0,01	0,33			31,4	2,94		0,001	142,2	887,5	17,13	2,6						
17-04-2002	16:10	0	40	2	0,001	0,02	0,181			0,01	5,34		3,21	0,01	0,17			23	2,281	0,001		120,9	475	16,39	1,6						
21-08-2002	12:00	0	12,1	1,97	0,001	0,01	0,091			0,01	7,45		2,9	0,01	0,22			20	7,562	0,001		281,6	575	1,95	2						
18-12-2002	11:50	0	48,744	1,95	0,001	0,01	0,192			0,02	7,19		2,88	0,01	0,27			27,806	3,417	0,001		165,839	587,5	14,81	2,31						
19-03-2003	12:50	0	38,833	1,65	0,001	0,02	0,114			0,01	6,05		3,43	0,01	0,13			22,115	3,314	0,001		149,696	500	15,93	1,67						
01-10-2003	11:25	0	39,338	1,54	0,001	0,01	0,01			0,01	6,12		3,03	0,01	0,13			25,969	2,963	0,001		130,584	472,801	12,98	1,89						
26-11-2003	13:30	0	42,937	1,71	0,001	0,02	0,426			0,01	6,01		3,26	0,01	0,2			27,828	2,992	0,001		135,298	565,978	15,3	2,03						
24-02-2004	14:20	0	42,746	1,94	0,001	0,001	0,218			0,01	7,13		3,15	0,01	0,1			26,548	2,697	0,001		121,995	552,506	14,26	1,86						
09-06-2004	14:50	0	48,832	1,75	0,001	0,01	0,164			0,01	7,91		2,72	0,01	0,27			22,148	2,883	0,001		130,835	613,533	8,07	2,68						
27-10-2004	12:35	0	40,511	0,88	0,001	0,01	0,103			0,01	6,37		4,1	0,01	0,01			24,561	3,03	0,001		126,938	370,845	13,47	1,05						
23-03-2005	10:30	0	59,317	2,03	0,001	0,01	0,03			0,01	7,02		2,81	0,01	0,21			26,936	2,987	0,001		147,224	495,279	12,81	2,14						
26-07-2005	11:30	0	38,935	1,13	0,002	0,01	0,065			0,01	8,01		3,99	0,01	0,09			19,903	3,847	0,001		161,981	408	7,24	1,29						
23-11-2005	16:00	0	37,029	0,7	0,001	0,01	0,155			0,01	5,24		4,91	0,01	0,02			17,361	2,843	0,001		117,451	334,777	16,99	0,57						
16-08-2006	12:00	0	31,7	1,04	0,001	0,05	0,115			0,02	4,8		4,8	0,01				17,1	2,746	0,001		108,3	347	9,46	1,1						
23-11-2006	12:30	0	29,286	0,69	0,001	0,05	0,159			0,02	6,07		4,47	0,01	0,05			16,84	2,738	0,001		104,032	293,205	14,94	0,9						
24-04-2007	12:10	0	44,824	2,19	0,001	0,05	0,174			0,02	6,74		5,47	0,01				28,238	2,834	0,001		139,404	625	11,57	1,23						
11-07-2007	10:15	0	29,891	0,64	0,001	0,05	0,115			0,02	7,38		6,19	0,01	0,05			14,399	2,572	0,001		107,614	275	3,34	0,81						
29-11-2007	11:30	0	35,609	0,9	0,001	0,05	0,095			0,02	6,25		5,21	0,01	0,05			40,036	4,897	0,001		225,456	350	12,7	0,67						
16-04-2008	12:00	0	39,125	1,57	0,001	0,05	0,103			0,02	5,01		2,75	0,01	0,16			24,226	2,708	0,001		133,486	650	9,57	1,58						
19-08-2008	12:05	0	32,344	0,71	0,001	0,05	0,099			0,02	7,56		4,56	0,01	0,05			19,429	2,985	0,001		120,441	425	6,44	0,66						
13-11-2008	10:40	0	39,89	0,76	0,001	0,01	0,083			0,02	7,94		4,66	0,01	0,03			36,8	2,948	0,001		122	336	8,04	0,895						
14-04-2009	12:00	0	45,516	1,77	0,001	0,05	0,094			0,02	6,74		2,77	0,01	0,17			28,263	3,102	0,001		141,895	599,573	11,37	1,69						
18-08-2009	11:40	0	32,4	0,75	0,001	0,05	0,102			0,02	7,66		5,47	0,01	0,05			16,9	2,744	0,001		108,2	328	8,19	0,64						
19-11-2009	12:30	0	39,085	0,795	0,001	0,05	0,121			0,02	4,85		4,99	0,01	0,05			19,05	2,925	0,001		117,489	277,374	17,38	0,68						
14-04-2010	10:46	0	0,962	0,001	0,05	0,132				0,02	5,97		4,89	0,01	0,05			21,236		0,001	122,822		313,2	11,68	0,737						
17-08-2010	12:08	0	0,668	0,001	0,059	0,124				0,02	3,72		6,48	0,01	0,05			20,126		0,001	139,213		315,2	10,09	0,61						
28-12-2010	11:35	0	1,517	0,001	0,05				0,246	0,02	5,03		7,72	0,01	0,05			25,023		0,001	183,238		513,591	14,26	0,243						
13-04-2011	12:15	0	0,933	0,001	0,05				0,24	0,02	5,18		4,81	0,01	0,05			20,269		0,001	134,685			10,56	0,592						
09-08-2011	12:00	0	0,53	0,001	0,05				0,244	0,02	6,23		7,33	0,01	0,05			17,017		0,001	107,341			8,69	0,326						
15-12-2011	14:20	0	0,734	0,001	0,05					0,02	7,03		6,94	0,01	0,05			21,973		0,001	132,674			17,39	0,614						
17-04-2012	12:15	0	0,923	0,001	0,05					0,02	8,24		4,56	0,01	0,05			18,752		0,001	103,885			11,01	0,87						
21-08-2012	12:44	0	1,151	0,001	0,05					0,05	8,76		5,14	0,01				19,653		0,001	115,147			9,01	0,781						
11-12-2012	12:15	0	1,151	0,001	0,05					0,05	7,34		4,85	0,01	0,07			21,301		0,001	159,093			15,56	0,845						
16-04-2013	12:15	0	2,483	0,001	0,05				0,335	0,05	79,9		8,57	0,01	0,222			37,445		0,001	164,393		635	8,93	2,029						
20-08-2013	11:30	0	0,74	0,001	0,05					0,05	8,82		5,85	0,01	0,07			129,1		0,001	129,1		328	8,19	0,53						
10-12-2013	11:45	0	1,69	0,002	0,05					0,05	79,2		7,71	0,08	0,01	0,07		0,06	24,2		0,001	172,2			13,25						
24-04-2014	12:10	0	0,712	0,002	0,05					0,05	74,1		7,8	7,02	0,01			0,06	15,845		0,001	111,774		241,005	10,2						
20-08-2014	11:48	0	0,686	0,002	0,05					0,05	75		7,91		0,01	0,07</															

Tabla 5.5 Análisis químicos Estación Río Colpitas en Alcérreca (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio	Manganeso	Mercurio	Molibdeno	Nitrógeno	Nitrógeno	Níquel	Níquel	Oxígeno	Oxígeno	Ph	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	Razon de	Selenio	Selenio	Sodio	Sodio	Sulfato	Temp	Zinc
			disuelto	Total	Total	Total	de Nitrateo	de Nitrito y Nitrateo	Total	Total	Disuelto (% Saturacion)	Disuelto	unid. ph	Total	Total	Total	Total	disuelto	Absorcion (RAS)	Total	disuelto	Total	disuelto			
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
			mg/l Mg	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Mo	mg/l NO3	mg/l	mg/l	mg/l Ni	mg/l O2	mg/l O2		mg/l Ag	mg/l Pb	mg/l	mg/l K		mg/l Se	mg/l Se	mg/l Na	mg/l	mg/l	Grad. C	mg/l Zn	
06-12-1990	13:00	0	23,6				0,11					8,36					87	11,47				414	256,9	20		
24-03-1992	14:00	0	22,2				0,24					7,5					62,5	9,736				377,2	259,8	14,5	18	
22-11-1994	16:45	0					0,17					8,2														
16-02-1995	16:45	0	22,8									8,36					77,8	10,446				414	256,9	20		
11-06-1995	10:35	0	21,6							0,01		7,9					71,9	10,854				414	223,8	10	0,04	
18-11-1997	10:35	0	24,2	0,24		0,01				0,01		7,27	0,01				58,7	9,334				377	289,6	16,4	0,02	
19-03-1998	10:35	0		0,52	0,001	0,01	0,13			0,01		8,08	6,32	0,01	0,01									17	0,01	
16-07-1998	13:30	0	21,6	0,39	0,002	0,01	0,063			0,01		8,44	7,75	0,01	0,01							352	212,5		0,03	
21-04-1999	13:30	0	19,2	0,04	0,001	0,01	0,154			0,01		7,18	7,98	0,01	0,01			54,6	9,313			324	205		15,4	0,01
14-07-1999	15:15	0	20,9	0,27	0,001	0,01				0,01		7,83	7,43	0,01	0,01			51	8,283			300	210			
11-11-1999	9:00	0	22,5	0,14	0,001	0,01	0,075			0,01		7,06	7,8	0,01	0,01			57,9	10,274			396,8	234,9		12,4	0,01
10-05-2000	10:50	0	20,5	0,28	0,001	0,01	0,016			0,01		7,38	7,4	0,01	0,01			50	9,622	0,001		367	300		13,5	0,02
08-08-2000	11:50	0	20,9	0,18	0,001	0,01	0,069			0,01		10,55	7,48	0,01	0,01			57	9,216			350	197,3		13,4	0,02
20-12-2000	10:20	0	22,6	0,03	0,001	0,02	0,014			0,01		8,43	7,55	0,01	0,01			62,5	10,494	0,001		412	275		15,4	0,01
04-05-2001	9:50	0	19,5	0,32	0,001	0,01	0,127			0,01		6,23	8,08	0,01	0,01			39,8	7,664	0,001		290	180		13,08	0,01
06-12-2001	16:20	0	23,4	0,47	0,001	0,01	0,05			0,01		4,91	8,12	0,01	0,01			65	9,302	0,001		379	325		21,07	0,02
17-04-2002	16:30	0	21	0,27	0,001	0,03	0,156			0,01		6,02	8,12	0,01	0,01			45	7,85	0,001		293	225		18,39	0,01
21-08-2002	12:15	0	23	0,27	0,001	0,01	0,189			0,02		7,53	8,05	0,01	0,03			49	8,326	0,001		317	250		13,76	0,01
18-12-2002	12:10	0	36,501	0,05	0,002	0,01	0,106			0,01		6,76	8,08	0,01	0,04			60,821	8,769	0,001		356,3	250		19,76	0,19
19-03-2003	13:10	0	26,05	2,64	0,001	0,02	0,766			0,01		5,42	8,18	0,01	0,02			77,383	14,632	0,001		734,52	400		20,29	0,36
01-10-2003	12:25	0	24,27	0,1	0,001	0,01	0,021			0,01		6,32	8,36	0,01	0,01			64,292	9,06	0,001		367,022	232,376		18,15	0,01
26-11-2003	11:40	0	23,231	0,07	0,001	0,02	0,931			0,01		5,9	8,3	0,01	0,02			33,807	9,72	0,001		388,293	267,475		19,66	0,01
24-02-2004	14:56	0	16,959	0,11		0,001	0,285			0,01		6,65	8,19	0,01	0,01			40,801	7,798	0,001		269,57	192,57		19,4	0,01
09-06-2004	16:40	0	24,142	0,22	0,001	0,01	0,193			0,01		7,69	8,07	0,01	0,02			48,893	7,239	0,001		267,014	243,977		11,5	0,03
27-10-2004	15:00	0	17,918	0,12	0,001	0,01	0,161			0,01		7,26	8,02	0,01	0,01			66,359	13,483	0,001		428,081	265,608		20,78	0,01
23-03-2005	9:50	0	24,566	0,23	0,001	0,01	0,165			0,01		6,68	8,05	0,01	0,01			48,069	8,6	0,001		325,607	174,961		15,91	0,02
16-08-2005	10:45	0	23,163	0,27	0,002	0,01	0,246			0,01		8,55	8,25	0,01	0,01			62,112	8,253	0,001		337,444	239,602		12,3	0,04
12-12-2005	15:30	0	23,423	0,02	0,001	0,01	0,219			0,01		4,64	8,09	0,01	0,01			67,244	10,596	0,001		428,538	274,66		21,3	0,01
11-04-2006	15:35	0	17,046	0,17	0,001	0,05	0,197			0,02		6,69	8,21	0,01	0,05			43,239	8,039	0,001		287,35	127,105		15,65	0,01
16-08-2006	14:00	0	20,7	0,23	0,001	0,05	0,273			0,02		8,1	0,01	0,05				54,2	9,414	0,001		362,2	208,5		15,96	0,02
23-11-2006	13:20	0	22,566	0,25		0,05	0,181			0,02		5,86	8,1	0,01	0,09			62,473	9,581	0,001		376,329	213,871		20,74	0,02
24-04-2007	14:50	0	22,171	0,17	0,001	0,05	0,121			0,02		6,09	8,14	0,01	0,05			60,761	8,617	0,001		369,238	225		20,74	0,03
11-07-2007	9:30	0	20,776	0,16	0,001	0,05	0,225			0,02		6,14	8,11	0,01	0,05			54,918	8,727	0,001		375,584	200		10,81	0,03
29-11-2007	12:45	0	22,264	0,15	0,001	0,05	0,15			0,02		6,29	8,01	0,01	0,05			70,519	8,382	0,001		366,852	250		17,45	0,01
16-04-2008	10:15	0	21,839	0,24	0,001	0,05	0,138			0,02		6,58	7,87	0,01	0,05			55,12	8,279	0,001		378,68	275		12,97	0,02
19-08-2008	13:15	0	20,991	0,22	0,001	0,05	0,158			0,02		7,04	7,74	0,01	0,05			57,249	9,389	0,001		356,397	325		14,95	0,02
13-11-2008	11:28	0	25,72	0,2	0,001	0,01	0,019			0,02		7,77	8,09	0,01	0,03			56,2	8,535	0,001		334	254,9		15,81	0,04
14-04-2009	13:55	0	20,785	0,24	0,001	0,05	0,166			0,02		8,22	8,22	0,01	0,05			61,268	9,078	0,001		337,751	239,346		17,18	0,01
18-08-2009	13:15	0	20,7	0,16	0,001	0,05	0,129			0,02		6,96	7,94	0,01	0,05			48,9	7,017	0,001		261,8			15,2	0,01
19-11-2009	11:48	0	25,574	0,128	0,001	0,05	0,125			0,02		6	8,08	0,01	0,05			62,983	9,723	0,001		370,583	222,648		18,9	0,02
14-04-2010	9:45	0	0,212	0,001	0,05	0,254				0,02		5,24	7,96	0,01	0,05		68,713		0,001		391,713	230,1		15,37	0,01	
17-08-2010	13:28	0	0,339	0,001	0,05	0,206				0,02		3,84	8,27	0,01	0,05		63,398		0,001		392,879	253,1		16,39		
28-12-2010	10:00	0	0,794	0,001	0,05	0,206	0,371			0,02		5,04	8,06	0,01	0,05		83,603		0,001		696,552	372,453	15	0,28		
13-04-2011	13:45	0	0,58	0,001	0,05	0,206	0,265			0,02		5,17	8,12	0,01	0,05		63,074		0,001		404,583			17,14	0,16	
09-08-2011	13:20	0	0,571	0,001	0,05	0,206	0,539			0,02		5,09	8,31	0,01	0,05		68,47		0,001		948,253			15,99	0,15	
15-12-2011	16:00	0	0,304	0,001	0,05	0,206				0,02		6,21	8,25	0,01	0,05		69,632		0,001		424,061			22,05	0,11	
17-04-2012	13:45	0	0,395	0,001	0,05	0,206				0,02		7,39	8,1	0,01	0,05		44,221		0,001		258,268			16,09	0,11	
21-08-2012	14:15	0	0,499	0,001	0,05	0,206				0,02		7,74	8,03	0,01	0,05		45,213		0,001		319,599			16,09	0,13	
11-12-2012	13:54	0	0,479	0,001	0,05	0,206				0,05		6,99	7,66	0,01	0,07		64,059		0,001		510,043			18,99	0,03	
16-04-2013	14:25	0	0,5	0,001	0,05	0,206	0,365			0,05		7,24	7,48	0,01	0,07		15,293		0,001		114,098	245		17,37	0,01	
20-08-2013	12:55	0	0,41	0,001	0,05	0,206				0,05		8,1	7,34	0,01	0,07		63,2		0,001		404,1	255,7		15,61	0,01	
10-12-2013	13:30	0	1,54	0,002	0,05	0,206			0,02			77,3	6,91	6,72	0,01	0,06	91,1		0,001		891,5			16,75		
24-04-2014	13:35	0	0,382	0,002	0,05	0,206				0,05		79,5	7,16	7,51	0,01	0,06	61,642		0,001		414,587	266,239		16,9		
20-08-2014	13:15	0	0,329	0,002	0,05	0,206				0,05		78,5														

Tabla 5.6 Análisis químicos Estación Río Lluta en Chapisca

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio Total	Aluminio Total	Arsenico Total	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio Total	Cadmio Total	Calcio Total	Calcio disuelto	Carbonato	Cobalto Total	Cobre Total	Conductividad Especifica	Cromo Hexavalent e Total	Cromo Total	Cromo Total	Demanda Bioquímica de Oxigeno - 5 dias	Demanda Química de Oxigeno	Fierro Total	Fósforo Total	Fósforo de Ortofosfato	Litio disuelto	Magnesio Total
			1 Mg/L Al	2 mg/l	3 mg/l As	4 mg/l	5 mg/l B	6 mg/l Cl	7 mg/l Cd	8 mg/l	9 mg/l Ca	10 mg/l Ca	11 mg/l	12 mg/l	13 mg/l Cu	14 mhos/cm	15 mg/l Cr	16 mg/l Cr	17 mg/l Cr	18 mg/l O2	19 mg/l O2	20 mg/l Fe	21 mg/l PO4	22 mg/l PO4	23 mg/l Li	24 mg/l Mg
13-08-1999	11:43	0	11,58		0,11	0		398	0,01			117	0	0,01	0,02	2083	0,01				33	2,08				
03-11-1999	16:30	0	1,96		0,002	0		423,9	0,01			118	0	0,01	0,01	2370	0,01				30	0,25				1,495
14-05-2002	15:15	0	12,6		0,35	0	13	317,356	0,01			116	0	0,01	0,02	1660	0,01				10	5,5				0,02
12-08-2002	10:20	0	12,9		0,3	0	13	334,134	0,01			112,2	0	0,01	0,01	1937	0,01				13	5,15				0,03
24-12-2002	15:00	0	10,8		0,42	22,657	15	415,883	0,01			122,128	0	0,01	0,01	2000	0,01				18	3,77				0,062
12-03-2003	11:05	0	16,3		0,24	0	15	424,274	0,01			142,459	0	0,01	0,03	2270	0,01				14	3,47				0,033
03-10-2003	11:15	0	6,3		0,2	5,962	14	399,683	0,01			127,145	0	0,01	0,01	2140	0,01				22	1,45				0,072
18-12-2003	10:55	0	5		0,22	1,836	16	438,693	0,01			118,433	0	0,01	0,01	2050	0,01				24	1,32				0,03
11-02-2004	13:10	0	142		0,55	27,905	4	101,425	0,01			53,695	0	0,07	0,35	783	0,05				14,807	91,6				0,07
11-06-2004	10:00	0	14,3		0,3	0	14	396,579	0,01			115,147	0	0,01	0,02	2210	0,01				96,774	5,48				0,023
20-10-2004	11:20	0	4,7		0,35	57,108	14	367,907	0,01			100,344	0	0,01	0,01	1980	0,01				52,238	1,03				0,166
25-04-2005	12:30	0	6,8		0,27	11,674	14	357,185	0,01			93,711	0	0,01	0,01	1820	0,01				55,62	2,3				0,048
08-08-2005	11:30	0	5,6		0,24	29,185	15,614	381,307	0,01			101,683	0	0,01	0,02	2030	0,01				29,748	1,35				0,07
16-12-2005	10:40	0	1,1		0,3	80,109	16,28	405,052	0,01			101,724	0	0,01	0,02	2060	0,01				7,111	0,44				0,169
26-03-2006	9:53	0	9,8		0,25	0	12	320,645	0,01			107,578	0	0,01	0,02	1868	0,01				30,662	3,46				2,216
08-08-2006	11:15	0	5,8		0,33	40	13	341,9	0,01			97,9	0	0,01	0,02	1900	0,01				13,8	1,85				0,11
18-12-2006	15:15	0	7,5		0,68	26,423	17	444,443	0,01			106,443	0	0,01	0,03	2250	0,01				8,565	4,63				9,929
11-04-2007	14:00	0	0,5		0,34		12	381,952	0,01			131,966		0,01	0,02	1970	0,01				49,2	3,85				0,014
28-08-2007	10:30	0	4,8		0,32		13	354,67	0,01			120,034		0,01	0,01	1970	0,01				31,38	1,21				0,187
12-11-2007	11:00	0	3,2		0,31		15	376,3	0,01			139,721		0,01	0,01	2010	0,01				5,07	0,67				0,228
11-03-2008	13:50	0	8,8		0,32		17	460,148	0,01			212,931		0,01	0,02	2420	0,01				31,98	2,55				0,024
28-08-2008	11:00	0	5,3		0,44		4	339,952	0,01			108,217		0,01	0,03	1930	0,02				5,38	5,39				0,221
17-11-2008	10:25	0	0,1		0,001		13,4	405	0,002			121,8		0,01	0,01	2170	0,01				141	0,42				0,071
29-04-2009	10:00	0	9,6		0,23		14	412,873	0,01			101,496		0,01	0,01	1832	0,01				3,188	2,87				0,013
24-08-2009	11:30	0	4,5		0,4		13	345,2	0,01			95,2		0,01	0,01	1691	0,01				16	3,36				0,225
23-11-2009	12:00	0	2,061		0,272		15,095	497,1	0,01			87,364		0,01	0,01	1855	0,01				22,864	0,645				0,183
21-04-2010	11:15	0	2,984		0,276		15,555	393,46	0,01			75,002		0,01	0,01	1516			0,01		13,024	1,743				32,671

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.7 Análisis químicos Estación Río Lluta en Chapisca (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio disuelto	Manganeso Total	Mercurio Total	Molibdeno Total	Nitrógeno de Nitrito	Nitrógeno de Nitrito y Nitrato	Niquel Total	Niquel Total	Oxígeno Disuelto (% Saturación)	Oxígeno Disuelto	Ph	Plata Total	Plomo Total	Plomo Total	Potasio Total	Potasio disuelto	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	Selenio Total	Selenio disuelto	Sodio Total	Sodio disuelto	Sulfato	Temp	Zinc Total
			25 mg/l Mg	26 mg/l Mn	27 mg/l Hg	28 mg/l Mo	29 mg/l NO3	30 mg/l	31 mg/l	32 mg/l Ni	33 mg/l O2	34 mg/l O2	35 unid. ph	36 mg/l Ag	37 mg/l Pb	38 mg/l	39 mg/l K	40 mg/l K	41	42 mg/l Se	43 mg/l Se	44 mg/l Na	45 mg/l	46 mg/l	47 Grad. C	48 mg/l Zn
13-08-1999	11:43	0	38,2	1,42	0,001	0,01	0,171		0,01	7,65	4,21	0,01	0,03					35,2	4,741			231	468,8	16,3	0,02	
03-11-1999	16:30	0	38,5	0,03	0,001	0,01	0,122		0,01	5,29	4,24	0,01	0,01					37,9	5,055			247,3	425,1	24,2	0,01	
14-05-2002	15:15	0	38	1,09	0,001	0,03	0,177		0,01	7,15	4,5	0,01	0,07					32	4,182		0,001		203	475	21,19	1
12-08-2002	10:20	0	35	0,93	0,001	0,01	0,246		0,01	9,29	4,25	0,01	0,07					30	4,584		0,001		217	487,5	12,98	0,9
24-12-2002	15:00	0	40,412	0,92	0,001	0,02	0,267		0,02	6,47	5,05	0,01	0,04					36,44	5,282		0,001		263,532	437,5	24,79	0,87
12-03-2003	11:05	0	42,312	1,23	0,001	0,01	0,192		0,01	7,61	4,17	0,01	0,1					38,023	5,089		0,001		269,239	575	19,03	1,16
03-10-2003	11:15	0	39,213	0,09	0,001	0,01	0,012		0,01	7,46	5,12	0,01	0,01					35,718	5,028		0,001		252,9	468,632	20,83	0,72
18-12-2003	10:55	0	37,698	0,88	0,001	0,01	0,714		0,01	7,79	4,73	0,01	0,01					38,342	5,087		0,001		248,26	385,344	20,56	0,89
11-02-2004	13:10	0	12,897	6,62	0,002	0,001	0,336		0,05	8,59	7,43	0,01	0,2					14,458	2,415		0,001		75,927	193,432	15,59	0,83
11-06-2004	10:00	0	41,163	1,07	0,001	0,01	0,206		0,01	11,86	4,01	0,01	0,09					34,111	4,589		0,001		225,44	534,556	9,47	1,25
20-10-2004	11:20	0	36,216	0,21	0,001	0,02	0,234		0,01	8,46	7,46	0,01	0,01					32,309	4,985		0,001		229,023	394,9	18,78	0,23
25-04-2005	12:30	0	35,7	0,7	0,001	0,01	0,189		0,01	7,44	6,75	0,01	0,01					28,08	4,815		0,001		215,98	344,333	23,18	0,41
08-08-2005	11:30	0	35,296	0,39	0,001	0,02	0,27		0,01	9,38	7,38	0,01	0,03					30,547	4,78		0,001		219,495	387,313	15,73	0,37
16-12-2005	10:40	0	31,834	0,14	0,001	0,01	0,192		0,02	8,62	7,93	0,01	0,01					33,622	6,016		0,001		271,315	384,138	18,65	0,12
26-03-2006	9:53	0	33,05	1,09	0,001	0,05	0,281		0,02	7,45	4,35	0,01	0,05					29,913	4,014		0,001		185,571	427,67	17,56	0,78
08-08-2006	11:15	0	29,4	0,42	0,001	0,05	0,354		0,02	7,4	7,4	0,01	0,05					28,8	4,693		0,001		206,2	324,1	15,43	0,54
18-12-2006	15:15	0	34,196	0,61	0,001	0,05	0,34		0,03	6,53	7,23	0,01	0,07					36,516	5,545		0,001		256,959	391,365	26,49	0,64
11-04-2007	14:00	0	35,116	1,09	0,001	0,05	0,199		0,02	7,72	7,72	0,01	0,05					34,156	3,669		0,001		183,579	450	22,43	0,84
28-08-2007	10:30	0	27,405	0,24	0,001	0,05	0,248		0,02	7,84	8,04	0,01	0,05					28,806	4,485		0,001		209,378	300	19,82	0,14
12-11-2007	11:00	0	30,443	0,17	0,001	0,05	0,117		0,02	7,48	7,91	0,01	0,05					36,499	4,485		0,001		224,471	350	17,33	0,19
11-03-2008	13:50	0	40,958	0,71	0,001	0,05	0,203		0,02	7,3	7,62	0,01	0,05					35,824	4,45		0,001		270,612	650	22,49	0,56
28-08-2008	11:00	0	29,413	0,41	0,001	0,05	0,423		0,02	7,05	7,72	0,01	0,05					31,441	4,518		0,001		205,397	375	15,1	0,21
17-11-2008	10:25	0	48,8	0,1	0,001	0,01	0,049		0,02	7,65	8,06	0,01	0,03					2,6	3,872		0,001		200	245	18,19	0,018
29-04-2009	10:00	0	37,375	1,01	0,001	0,05	0,172		0,02	8,05	4,92	0,01	0,06					35,469	5,278		0,001		244,801	465,564	16,26	0,87
24-08-2009	11:30	0	29,3	0,38	0,001	0,05	0,252		0,02	11,56	8,06	0,01	0,05					28,5	4,997		0,001		217,4	15,53	0,17	
23-11-2009	12:00	0	35,754	0,092	0,001	0,05	0,113		0,02	6,71	8,15	0,01	0,05					34,355	5,777		0,001		253,781	325,083	22,56	0,147
21-04-2010	11:15	0		0,244	0,001	0,05	0,24		0,02	6,52	8,17	0,01	0,05				36,173				0,001	247,921	286,9	19,12	0,15	

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.8 Análisis químicos Estación Río Lluta en Panamericana

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio	Aluminio	Arsenico	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio	Cadmio	Calcio	Calcio	Carbonato	Cobalto	Cobre	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo	Demanda	Demanda	Fierro	Fósforo	Fósforo de	Litio	Magnesio
			Total	Total	Total					Total	Total	Total	disuelto	Carbonato	Total	Total	Específica	Hexavalent	Total	Total	de	Química	Total	Total	Ortofosfato	disuelto
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			Mg/L Al	mg/l	mg/l As	mg/l	mg/l B	mg/l Cl	mg/l Cd	mg/l	mg/l Ca	mg/l Ca	mg/l	mg/l	mg/l Cu	mhos/cm	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l O2	mg/l O2	mg/l Fe	mg/l PO4	mg/l PO4	mg/l Li	mg/l Mg
27-11-1990	15:10	0			0,223	161,7	30	866,8				291,6	0		0,01	4020					0,35		0,01			
04-03-1991	15:10	0			0,139	137,9	21	687,7				247	0		0,07	3450					14	6,35		0,082		
14-11-1994	14:30	0																								
09-06-1995	11:20	0			0,14	87,9	25	828,1	0,01			257,5	0	0,01	0,01	3940						1,75				
21-11-1997	11:20	0	0,5			220,3	32	1600,2	0,01			500	0	0,01	0,032	7440						0,5				
31-03-1998	18:15	0	1,3		0,13																	1,75				
27-09-1998	16:35	0				152,5		3574,94	0,01			882	96,9	0,01	0,04	13160					40	1,35		0,049		
13-05-1999	11:30	0	20		0,33	44,5		588,1	0,01			197	0	0,01	0,08	3079					32	23	13,8		1,83	0,055
13-08-1999	13:15	0	0,5		0,102	4,8		862,6	0,01			282	0	0,02	0,01	4137					39	0,34		0,033		0,134
13-11-1999	12:10	0	1,28		0,09	77,6		982,6	0,01			57,5	0	0,01	0,01	4940					40	1,19		1,795		0,055
02-05-2000	13:20	0	2,92		0,12	48,2	28	683,5	0,01			218,3	0	0,01	0,02	3435					12	1,81		0,055		0,026
22-08-2000	16:00	0	1,38		0,084	35,5	20	731	0,01			238,8	0	0,01	0,01	3734					13	2,04		0,026		0,052
27-12-2000	13:10	0	0,64		0,314	86,4	3	997,8	0,01			348,5	0	0,01	0,01	5034					12	0,29		0,052		0,052
24-05-2001	17:10	0	6,9		0,2	39,2	34,94	443,5	0,01			163	0	0,01	0,01	2480					6	4,3		0,02		0,02
14-08-2001	16:15	0	4,5		0,19	28,607	33	547,071	0,01			32,4	0	0,01	0,01	2890					13	2,7		0,055		0,046
10-12-2001	12:00	0	0,3		0,05	75,57	26	840,404	0,01			250	0	0,01	0,01	3570					14	0,2		0,046		0,039
09-05-2002	16:00	0	4,7		0,14	24,171	17	483,709	0,01			188	0	0,01	0,01	2330					10	2,6		0,039		0,039
12-08-2002	13:00	0	3,1		0,08	36,257	23	593,433	0,01			215,3	0	0,01	0,01	3320					16	1,46		0,036		0,052
23-12-2002	13:00	0	0,4		0,04	50,086	24	742,521	0,01			243,738	0	0,01	0,01	3450					19	0,28		0,052		0,026
12-03-2003	12:40	0	0,4		0,04	50,654	26	838,158	0,01			298,462	0	0,01	0,01	3790					34	0,26		0,026		0,052
03-10-2003	15:15	0	0,5		0,05	76,321	30	1004,4	0,01			335,795	15,241	0,01	0,01	5000					26	0,23		0,054		0,054
23-12-2003	12:20	0	0,5		0,05	85,698	30	824,744	0,01			310,509	0	0,01	0,01	4120					4	0,25		0,253		0,253
11-02-2004	15:30	0	315		2,8	5,459	7	277,254	0,02			146,313	0	0,18	1,05	1760					134,244	232		0,023		0,023
03-06-2004	15:45	0	5,6		0,14	24,265	19	596,623	0,01			179,708	0	0,01	0,01	3190					65,054	3,36		0,037		0,037
21-10-2004	16:00	0	0,5		0,06	122,633	35	1282,29	0,01			394,809	15,366	0,01	0,01	6000					3,908	0,11		0,051		0,051
29-04-2005	10:30	0	2,6		0,13	63,233	18	606,344	0,01			135,114	0	0,01	0,01	3150					27,808	2,93		0,068		0,068
08-08-2005	9:15	0	3,3		0,12	58,856	26,176	562,184	0,01			178,79	0	0,01	0,02	2960					26,191	1,73		0,053		0,053
25-11-2005	11:00	0	0,2		0,04	137,592	33	1141,83	0,01			374,232	0	0,01	0,01	5420					47,212	0,12		0,031		0,031
23-03-2006	11:00	0	27,5		0,22	49,641	8	231,933	0,01			86,421	0	0,01	0,05	1417					21,044	20,9		0,103		0,103
08-08-2006	13:55	0	0,4		0,45	2,6	16	1071,11	0,01			218,6	15,2	0,01	0,01	3110					19,8	89,6		0,07		0,07
27-11-2006	16:30	0	0,3		0,12	106,983						412,264	32,313	0,01	0,01	5850					22,143	0,1		6,384		6,384
11-04-2007	16:25	0	3		0,14		19	665,006	0,01			324,352	0	0,01	0,02	3420					7,34	1,48		0,012		0,012
26-07-2007	12:15	0	0,6		0,06		22,247	784,366	0,01			340,098	0	0,01	0,01	3840					34,29	0,02		0,068		0,068
11-03-2008	16:30	0	0,4		0,085		26	1343,77	0,01			584,146	0	0,01	0,01	5710					26,66	0,22		0,271		0,271
28-08-2008	13:45	0	0,3		0,11		36	1789,53	0,01			645,828	0	0,01	0,01	8810					10,07	0,06		0,155		0,155
19-11-2008	13:30	0	0,1		0,077	37,94		1866	0,002			687,5	0	0,01	0,01	8970					62	0,44		0,092		0,092
29-04-2009	12:30	0	0,3		0,06		32	1659,77	0,01			552,768	0	0,01	0,01	7760					21,65	0,08		0,082		0,082
24-08-2009	13:30	0	0,3		0,06		22	1018,4	0,01			346,1	0	0,01	0,01	5270					18	0,15		0,125		0,125
25-11-2009	14:30	0	0,3		0,084		30,154	2306,73	0,01			631,228	0	0,01	0,01	7760					35,319	0,151		0,232		0,232
21-04-2010	13:30	0	0,3		0,043		25,16	856,23	0,01			187,506	0	0,01	0,01	3700					18,989	0,05		0,035		0,035
23-08-2010	14:00	0	0,3		0,062		24	794,756	0,01			178,094	0	0,01	0,02	4494					3	0,132		0,031		0,031
19-04-2011	14:30	0	4,039		0,068		19,178	597,262	0,01			186,963	0	0,01	0,02	2634					3	3,093		0,105		57,291
23-08-2011	14:35	0	1,327		0,079		20,319	702,016	0,01			209,001	0	0,01	0,02	4025					8,094	1,631		0,052		68,404
26-12-2011	13:50	0	1,049		0,079		23,834	772,037	0,01			237,386	0	0,01	0,02	3873						0,58				75,137
27-04-2012	14:00	0	3,126		0,193		13,447	410,362	0,01			117,441	0	0,01	0,02	2152					3	1,804				35,256
16-08-2012	15:05	0			0,163				0,01			158,28	0	0,01	0,021	4324						1,376				47,496
17-12-2012	14:00	0	0,997		0,097				0,01			204,697	0	0,01	0,02	3570						3	0,606			61,327
23-04-2013	13:15	0	2,159		0,118		19,096	585,201	0,01			191,304	0	0,01	0,02	3174					1	1,683				59,684
12-08-2013	14:00	0	0,7		0,122		19	548,9	0,01			175,7	0	0,01	0,02	3073						0,75				52,3
17-12-2013	16:40	0		0,59	0,102		23	682,9	0,004			229,53	0	0,01	0,02	4063					3,8	0,46				73,052
14-04-2014	13:00	0		3,751	0,141			629,804	0,004			203,501	0	0,01	0,02	3054						3,21				57,462
13-08-2014	14:15	0	0,5		0,103		20,032	586,981	0,01			194,685	0	0,04	0,02	3250					0,05	0,009				62,602
20-04-2015	15:30	0	0,212		0,12		34,915	436,049	0,01			148,401	0	0,04	0,02							7,064				44,926
24-08-2015	11:30	0	0,106		0,082		19,87	691,88	0,01			171,227	0	0,04	0,02	2760					1,885	0,516				53,408
21-12-2015	14:35	0	0,082		0,082		20,503	686,493	0,01			207,874	0	0,04	0,02	3544					8,604	0,339				67,671
23-03-2016	14:45	0	0,405		0,045		17,586	531,537	0,01			214,423	0	0,083	0,059						1	22,953				65,123
29-07-2016	16:15	0	0,099		0,099		18,308	550,169	0,01			180,018	0	0,04	0,02	2988										

Tabla 5.9 Análisis químicos Estación Río Lluta en Panamericana (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio	Manganeso	Mercurio	Molibdeno	Nitrógeno	Nitrógeno	Níquel	Níquel	Oxígeno	Oxígeno	Ph	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	Razon de	Selenio	Selenio	Sodio	Sodio	Sulfato	Temp	Zinc	
			disuelto	Total	Total	Total	de Nitrate	de Nitrito y Nitrate	Total	Total	Total	Disuelto	Disuelto		Total	Total	Total	Total	disuelto	Absorción de Sodio (RAS)	Total	disuelto	Total	disuelto			Total
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
mg/l Mg	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Mo	mg/l NO3	mg/l	mg/l Ni	mg/l O2	mg/l O2	unif. ph	mg/l Ag	mg/l Pb	mg/l	mg/l K	mg/l K	mg/l Se	mg/l Se	mg/l Na	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Grad. C	mg/l Zn			
27-11-1990	15:10	0	86				0,02			8,04								65,5	6,814			515,2	898,2	25			
04-03-1991	15:10	0	70,5				0,03			7,35								38,2	5,848			404,8	700	32			
14-11-1994	14:30	0					0,17																	28,5			
09-06-1995	11:20	0	79						0,01			6,8						59	6,754			483	833,3	19	0,09		
21-11-1997	11:20	0	146,8	0,24		0,01			0,01			8,91	0,01					66,5	8,289			820	1450	21,8	0,01		
31-03-1998	18:15	0		0,74	0,001	0,01	0,12		0,01			7,64	7,42	0,01	0,01									25,7	0,02		
27-09-1998	16:35	0	314				0,91		0,01			8,33	0,01	0,09				546,84	14,382			1954,13	2597,9		0,05		
13-05-1999	11:30	0	58	2,61	0,001	0,01	0,3		0,01			7,91	7,56	0,01	0,01			40,2	5,859			364	625	21,2	0,51		
13-08-1999	13:15	0	84,5	0,07	0,001	0,01	0,156		0,01			8,4	7,04	0,01	0,01			48,5	6,292			469	925	24	0,01		
13-11-1999	12:10	0	69,3	0,44	0,001	0,01	0,07		0,01			8,18	7,87	0,01	0,01			64,9	11,839			553,5	1000	24	0,05		
02-05-2000	13:20	0	67,6	0,63	0,001	0,03	0,01		0,01			8,33	6,77	0,01	0,01			42	6,111	0,001		403	750	23,8	0,21		
22-08-2000	16:00	0	73,4	0,51	0,001	0,01	0,2		0,01			7,42	7,26	0,01	0,01			51,5	6,075			418,5	720,2	23,4	0,16		
27-12-2000	13:10	0	101,4	0,07	0,001	0,04	0,121		0,01			7,73	7,14	0,01	0,01			59	7,894	0,001		651	1200	28,7	0,01		
24-05-2001	17:10	0	45,7	1,25	0,001	0,01	0,218		0,01			8,34	7,94	0,01	0,3			32,7	4,619	0,001		259	513	20,62	0,32		
14-08-2001	16:15	0	48,05	0,73	0,001	0,02	0,124		0,01			8,34	7,45	0,01	0,03			37,5	8,887	0,001		341	230	19,25	0,24		
10-12-2001	12:00	0	80	0,11	0,001	0,01	0,09		0,01			7,74	8,03	0,01	0,01			52	6,249	0,001		443,5	562,5	25,47	0,01		
09-05-2002	16:00	0	55	0,56	0,001	0,02	0,239		0,01			7,49	7,82	0,01	0,01			39	4,849	0,001		294	675	24,17	0,2		
12-08-2002	13:00	0	63,2	0,67	0,001	0,02	0,173		0,01			9,25	7,25	0,01	0,03			38,5	5,946	0,001		386	875	17,07	0,3		
23-12-2002	13:00	0	66,349	0,11	0,001	0,02	0,172		0,01			8,25	8,26	0,01	0,01			49,939	7,295	0,001		497,859	825	23,39	0,04		
12-03-2003	12:40	0	79,687	0,12	0,001	0,02	0,162		0,01			7,24	8,06	0,01	0,01			50,89	6,641	0,001		500	875	28,43	0,06		
03-10-2003	15:15	0	106,149	0,08	0,001	0,02	0,017		0,01			6,51	8,67	0,01	0,01			68,451	7,193	0,001		590,386	977,456	28,33	0,03		
23-12-2003	12:20	0	99,843	0,1	0,001	0,04	0,722		0,01			7,51	8,08	0,01	0,01			65,553	7,099	0,001		561,959	1296,35	24,87	0,03		
11-02-2004	15:30	0	32,97	15,1		0,001	0,275		0,13			7,9	5,66	0,01	0,7			32,138	3,531	0,001		181,638	559,357	25,59	2,73		
03-06-2004	15:45	0	67,161	0,71	0,001	0,01	0,269		0,01			8,1	7,23	0,01	0,01			37,656	5,585	0,001		345,669	794,85	21,61	0,23		
21-10-2004	16:00	0	146,745	0,02	0,001	0,02	0,098		0,01			8,13	8,39	0,01	0,01			82,532	8,169	0,001		748,61	1379,16	28,76	0,01		
29-04-2005	10:30	0	64,716	0,43	0,001	0,01	0,199		0,01			6,42	7,61	0,01	0,01			43,878	5,687	0,001		321,163	495,908	18,38	0,12		
08-08-2005	9:15	0	97,504	0,3	0,002	0,01	0,081		0,01			8,93	7,94	0,01	0,05			40,245	4,741	0,001		317,278	658,783	16,13	0,13		
25-11-2005	11:00	0	110,513	0,03	0,004	0,02	0,116		0,01			7,68	7,84	0,01	0,01			70,026	7,264	0,001		622,255	1211,12	23,92	0,02		
23-03-2006	11:00	0	26,329	0,85	0,002	0,05	0,317		0,02			7,62	7,77	0,01	0,05			20,567	3,388	0,001		140,205	302,581	21,06	0,12		
08-08-2006	13:55	0	12,5	2,22	0,001	0,05	0,036		0,02			8,36	8,36	0,01	0,05			40,9	8,596	0,001		482,8	121,055	22,24	0,03		
27-11-2006	16:30	0	117,145	0,05	0,001	0,05	0,136		0,02			8,56	8,43	0,01	0,12			75,231	8,366	0,001		747,516	1260,01	28,57	0,02		
11-04-2007	16:25	0	73,386	0,49	0,001	0,05	0,369		0,02			7,66		0,01	0,05			49,673	5,738	0,001		439,768	900	25,44	0,21		
26-07-2007	12:15	0	69,849	0,01	0,001	0,05	0,242		0,02			7,79	8,22	0,01	0,05			47,562	5,883	0,001		455,836	825	17,32	0,02		
11-03-2008	16:30	0	136,394	0,1	0,001	0,05	0,478		0,02			8,87	8,15	0,01	0,05			80,84	7,386	0,001		762,957	1900	29,81	0,02		
28-08-2008	13:45	0	203,169	0,05	0,001	0,05	0,879		0,02			9,29	8,42	0,01	0,05			102,713	9,503	0,001		1080,77	2400	25,6	0,01		
19-11-2008	13:30	0	263,1	0,24	0,001	0,01	0,901		0,02			0,95	7,66	0,01	0,03			90,2	8,881	0,001		1080	2415,2	28,28	0,01		
29-04-2009	12:30	0	166,107	0,09	0,001	0,05	0,656		0,02			1,274	8,47	0,01	0,05			96,539	8,29	0,001		865,623	1877,01	24,82	0,01		
24-08-2009	13:30	0	98,9	0,04	0,001	0,05	0,272		0,02			18	8,3	0,01	0,05			60,1	4,939	0,001		404,7	1293,51	23,97	0,01		
25-11-2009	14:30	0	102,678	0,132	0,001	0,05	1,198		0,02			1012	7,98	0,01	0,05			121,443	12,589	0,001		1293,51	2378,01	30,61	0,01		
21-04-2010	13:30	0		0,01	0,001	0,05	0,174		0,02			10,24	8,51	0,01	0,05			61,708		0,001		547,608		776,2	22,71	0,01	
23-08-2010	14:00	0		0,041	0,001	0,05	0,094		0,02			9,1	8,55	0,01	0,05			52,983		0,001		512,352		843,4	20,79	0,01	
19-04-2011	14:30	0		0,901		0,05		0,285		0,02		9,42	8,08	0,01	0,05			43,797		0,001		348,494		17	0,044		
23-08-2011	14:35	0		0,388	0,001	0,05		0,397		0,02		10,14	8,45	0,01	0,05			51,315		0,001		1018,62		19,93	0,027		
26-12-2011	13:50	0		0,41	0,001				0,02			8,3	8,34	0,01	0,05			55,523		0,001		489,924		30,11	0,111		
27-04-2012	14:00	0		0,723	0,001	0,05			0,02			9,44	8,33	0,01	0,05			33,412		0,001		214,91		23,87	0,081		
16-08-2012	15:05	0		0,376	0,001	0,05				0,02		9,48	8,48	0,01				39,334		0,001		366,765		20,45	0,072		
17-12-2012	14:00	0		0,249	0,001	0,05			0,05			9,01	8,28	0,01	0,07			48,782		0,001		375,98		30,3	0,02		
23-04-2013	13:15	0		0,447	0,001	0,05		0,31		0,05		119,3	9,38	7,98	0,01	0,07			39,711		0,001		412,947		651,666	23,53	0,08
12-08-2013	14:00	0		0,14		0,05			0,05			9,69	8	0,01	0,07			37,9		0,001		387		360,7	22,15	0,03	
17-12-2013	16:40	0		0,35	0,002							116,6	7,94	8,07	0,01	0,06			56,9		0,001		507,4		828,3	22,15	0,03
14-04-2014	13:00	0		0,334	0,002							112,7	7,66	0,01		0,06			45,758		0,001		367,836		651,898	24,19	0,01
13-08-2014	14:15	0		0,156	0,002	0,05			0,05			114,1	9,43	8,57	0,01	0,07			49,239		0,001		476,665		21,1	0,02	
20-04-2015	15:30	0		1,229	0,002				0,05			8,11	0,01	0,07				36,652		0,001		358,594		519,733	27,87	0,194	
24-08-2015	11:30	0		0,201	0,002</																						

Tabla 5.10 Análisis químicos Estación Río Azufre antes de Río Caracarani

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio Total	Aluminio Total	Arsenico Total	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio Total	Cadmio Total	Calcio Total	Calcio disuelto	Carbonato	Cobalto Total	Cobre Total	Conductividad Especifica	Cromo Hexavalent e Total	Cromo Total	Cromo Total	Demanda Bioquímica de Oxigeno - 5 días	Demanda Química de Oxigeno	Fierro Total	Fósforo Total	Fósforo de Ortofosfato	Litio disuelto	Magnesio Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			Mg/L Al	mg/l	mg/l As	mg/l	mg/l B	mg/l Cl	mg/l Cd	mg/l Ca	mg/l Ca	mg/l	mg/l	mg/l Cu	mhos/cm	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l O2	mg/l O2	mg/l Fe	mg/l PO4	mg/l PO4	mg/l Li	mg/l Mg	
14-12-2016	13:35	0			1,848		25,769	1380,31	0,088		313,982			0,045	0,086	11500				1	78,924				161,053	
12-04-2017	13:25	0					23,464	1140,69	0,084						0,064	11,689					88,207					
24-08-2017	13:15	0			1,636		37,81	1779,56			351,576				0,243	15091					117,5				205,568	
12-12-2017	12:12	0	201,03		2,619				0,085		304,119				0,088	10193					46,81				140,398	
13-02-2018	13:50	0			0,417		34,766	1569,17			298,105				0,084	13,74					98,643				149,044	
11-04-2018	11:15	0	245,149		3,041		30,738	1428,67	0,092		306,862				0,089	14200			0,064		96,296				167,664	
23-08-2018	11:10	0			0,274		20,1	1593,3			333,1				0,06				0,07		93,329				154,33	
13-12-2018	12:05	0			3,506				0,089		322,732				0,072	9167			0,061		97,609				153,313	
22-08-2019	13:22	0			2,891		34,419	1474,01			323,89				0,102	13744			0,03		96,428				148,791	
19-12-2019	12:15	0			1,597		27,479	1244,35	0,067		274,563				0,097	10683			0,053		67,193	3,548			145,393	

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.11 Análisis químicos Estación Río Azufre antes de Río Caracarani (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio disuelto	Manganeso Total	Mercurio Total	Molibdeno Total	Nitrógeno de Nitrate	Nitrógeno de Nitrito y Nitrate	Niquel Total	Niquel Total	Oxigeno Disuelto (% Saturación)	Oxigeno Disuelto	Ph	Plata Total	Plomo Total	Plomo Total	Potasio Total	Potasio disuelto	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	Selenio Total	Selenio disuelto	Sodio Total	Sodio disuelto	Sulfato	Temp	Zinc Total
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
			mg/l Mg	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Mo	mg/l NO3	mg/l	mg/l	mg/l Ni	mg/l O2	mg/l O2	unid. ph	mg/l Ag	mg/l Pb	mg/l	mg/l K	mg/l K		mg/l Se	mg/l Se	mg/l Na	mg/l	mg/l	Grad. C	mg/l Zn
14-12-2016	13:35	0	13,669		0,001			0,775		0,056			1,84	0,01	1,568		130,454					381,464		272,78	17,789	11,345
12-04-2017	13:25	0	10,491		0,001								1,76	0,01	1,837					0,001				1999,04	18,399	9,369
24-08-2017	13:15	0	17,709		0,001						62,1	6,629	1,71		1,956									3009,45	9,039	15,483
12-12-2017	12:12	0	14,818		0,001	0,05					62,1	5,379	1,79	0,01	1,858		132,826			0,001		402,613			20,75	13,418
13-02-2018	13:50	0	15,019		0,001			0,263			97,6	5,049	1,75		2,385		15,24					538,757		3052,26	22,039	12,678
11-04-2018	11:15	0	13,418		0,001	0,067							2,14	0,01	1,992		137,984			0,001		417,004		1818,2	11,3	12,125
23-08-2018	11:10	0	14,929		0,001						61	7,549	1,439		2,46		138					418,1		2897,2	1,35	12,169
13-12-2018	12:05	0	20,745		0,001	0,25					65,8	5,46	1,99	0,01	0,925		147,996			0,001		461,878			19,859	13,646
22-08-2019	13:22	0	16,127		0,001	0,25					101,7	5,82	1,75		0,978		121,439					402,682		3573,77	7,5	7,523
19-12-2019	12:15	0	11,271		0,001	0,25					101,9	5,389	2,1	0,01	1,119		108,999			0,001		366,849		2947,65	21,8	8,902

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.12 Análisis químicos Estación Río Lluta en Tocontasi

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio Total	Aluminio Total	Arsenico Total	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio Total	Cadmio Total	Calcio Total	Calcio disuelto	Carbonato	Cobalto Total	Cobre Total	Conductividad Específica	Cromo Hexavalent e Total	Cromo Total	Cromo Total	Demanda Bioquímica de Oxígeno - 5 días	Demanda Química de Oxígeno	Fierro Total	Fósforo Total	Fósforo de Ortofosfato	Litio disuelto	Magnesio Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
			Mg/L Al	mg/l	mg/l As	mg/l	mg/l B	mg/l Cl	mg/l Cd	mg/l	mg/l Ca	mg/l Ca	mg/l	mg/l	mg/l Cu	mhos/cm	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l Cr	mg/l O2	mg/l O2	mg/l Fe	mg/l PO4	mg/l PO4	mg/l Li	mg/l Mg	
23-08-2010	12:15	0	2,6		0,384		16	375,969	0,01		69,633			0,01	0,02	1990		0,01		3	1,064			0,122	30,878		
13-12-2010	13:00	0	1,784		0,263		16,519	439,2	0,01		106,766			0,01	0,02	2410		0,01		9,943	1,066			0,118	34,831		
19-04-2011	12:25	0	4,552		0,294		15,084	358,357	0,01		98,86			0,01	0,02	1808				3	1,683			0,133	33,976		
23-08-2011	10:40	0	3,732		0,255		12,173	347,665	0,01		92,832			0,01	0,02	1833		0,03		3	1,616			0,139	29,353		
26-12-2011	12:15	0	16,284		0,497		16,885	486,87	0,011		140,074			0,01	0,027	2472		0,03			7,452				47,785		
27-04-2012	12:45	0	4,6		0,262		9,732	260,823	0,01		78,746			0,01	0,02	1662		0,03		3	1,753				23,411		
16-08-2012	12:50	0			0,318				0,01		93,656			0,01	0,039	1836					14,861				5,884	27,225	
17-12-2012	12:00	0	27,836		0,876				0,01		113,132			0,01	0,05	2084		0,05								37,134	
23-04-2013	12:15	0	6,795		0,254		14,398	382,909	0,01		144,823			0,01	0,02	2159		0,05			1	3,889				33,64	
12-08-2013	11:25	0	4,7		0,553		13	319,6	0,01		90,9			0,01	0,02	1838		0,05			1	2,57				28,4	
17-12-2013	15:30	0		6,28	0,283		15	337,9		0,004	119,276			0,01	0,02	1171			0,009		2,1	1,36				34,808	
14-04-2014	11:00	0		6,48	0,255			381,381		0,004	104,967			0,01	0,02	1824			0,009			3,805				29,844	
13-08-2014	12:15	0	3,963		0,36		14,319	364,618	0,01		109,974			0,04	0,02	1684		0,05			3,3	1,573				34,723	
09-12-2014	12:00	0	5,158		0,381			93,8	0,01		105,624			0,04	0,02	732		0,05			3,57	1,02				31,638	
24-04-2015	14:30	0			0,336		25,897	283,026	0,01		93,88			0,04	0,02							7,107				42,575	
24-08-2015	13:30	0			0,311		13,792	499,117	0,01		94,629			0,04	0,02	1858					1	0,941				29,513	
21-12-2015	12:46	0			0,33		15,317	411,199	0,01		101,476			0,04	0,02	2167					3,037	0,835				37,728	
21-03-2016	14:50	0			0,468		12,624	354,358			153,959			0,129		1978					1	3,187				49,286	
29-07-2016	15:25	0			0,227		14,296	348,44	0,01		104,931			0,04	0,02	1928					1	1,593				30,949	
22-12-2016	10:30	0					14,923	404,305	0,01		105,612			0,04	0,01	1995					6,723	2,492				36,721	
18-04-2017	12:15	0			0,276		10,868	283,486	0,01					0,014		1638						6,603					
21-07-2017	12:15	0			0,375			349,799			104,021			0,01		1905					3	1,755					28,855
20-11-2017	11:30	0	6,487		0,384		15,541	338,547	0,01		114,404			0,01								1,82				33,963	
22-02-2018	10:55	0			0,046		8,878	223,441			89,636			0,046		1297						15,651				31,078	
25-05-2018	10:45	0	9,574		0,109		52,493	358,86	0,01		112,291			0,02		2050		0,03				3,132				32,375	
17-07-2018	10:15	0			0,016		14,76	370,175			103,861			0,01		2031		0,03				3,977				33,376	
21-11-2018	10:45	0			0,359		17,006	441,21	0,01		148,508			0,01		2210		0,03				6,111	0,31			34,591	
20-02-2019	11:15	0			0,203		6,489	183,786			93,885			0,056				0,03				17,729				29,354	
17-07-2019	10:15	0			0,297		13,099	384,3			115			0,01		1986		0,03				3,74				32,03	
14-11-2019	11:00	0			0,222		16,1	413,1	0,01		117,4			0,01		2153		0,03				2,81	0,205			29,76	

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.13 Análisis químicos Estación Río Lluta en Tocontasi (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio disuelto	Manganeso Total	Mercurio Total	Molibdeno Total	Nitrógeno de Nitrato	Nitrógeno de Nitrito y Nitrato	Níquel Total	Níquel Total	Oxígeno Disuelto (% Saturación)	Oxígeno Disuelto	Ph	Plata Total	Plomo Total	Plomo Total	Potasio Total	Potasio disuelto	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	Selenio Total	Selenio disuelto	Sodio Total	Sodio disuelto	Sulfato	Temp	Zinc Total	
			25 mg/l Mg	26 mg/l Mn	27 mg/l Hg	28 mg/l Mo	29 mg/l NO3	30 mg/l	31 mg/l	32 mg/l Ni	33 mg/l O2	34 mg/l O2	35 unid. ph	36 mg/l Ag	37 mg/l Pb	38 mg/l	39 mg/l K	40 mg/l K	41	42 mg/l Se	43 mg/l Se	44 mg/l Na	45 mg/l	46 mg/l	47 Grad. C	48 mg/l Zn	
23-08-2010	12:15	0	0,158	0,001	0,05		0,157		0,02		7,13	8,29	0,01	0,05			33,679		0,001	244,128		325,1	18,41	0,22			
13-12-2010	13:00	0	0,229	0,001	0,05			0,184	0,02		6,64	8,15	0,01	0,05			36,652		0,001	741,117		378,71	22,1	0,162			
19-04-2011	12:25	0	0,496	0,001	0,05			0,216	0,02		7,68	8,08	0,01	0,05			29,965		0,001	195,699			19,83	0,087			
23-08-2011	10:40	0	0,329	0,001	0,05			0,27	0,02		8,93	8,35	0,01	0,05			33,296		0,001	538,836			11,81	0,142			
26-12-2011	12:15	0	1,329	0,001					0,02		8,88	8,11	0,01	0,05			40,617		0,001	337,576			20,25	0,405			
27-04-2012	12:45	0	0,504	0,001	0,05				0,02		9,41	8,1	0,01	0,05			26,398		0,001	151,32			19,87	0,152			
16-08-2012	12:50	0	0,685	0,001	0,05						9,07	8,45	0,01				24,75		0,001	214,762			12,12	0,356			
17-12-2012	12:00	0	2,738	0,001	0,05				0,05		8,51	7,31	0,01	0,07			37,151		0,001	262,019			19,95	0,917			
23-04-2013	12:15	0	0,836	0,001	0,05			0,34	0,05		109,3	9,74	7,62	0,01	0,07		29,763		0,001	257,391		430	17,36	0,246			
12-08-2013	11:25	0	0,34						0,05		10,37	7,64	0,01	0,07			29,3		0,001	236,4			287,1	14,34	0,13		
17-12-2013	15:30	0	0,84	0,002							103,1	7,57	7,67	0,01		0,06	36,3		0,001	268,5			420,6	27,66			
14-04-2014	11:00	0	0,558	0,002							98,4	8,82	7,94	0,01		0,06	32,487		0,001	239,81		364,506	17,31				
13-08-2014	12:15	0	0,239	0,002	0,05				0,05		94,8	8,47	7,94	0,01	0,07		39,888		0,001	288,803			17,42	0,184			
09-12-2014	12:00	0	0,245	0,002	0,05				0,05		80	6,71	7,99	0,01	0,07		41,434		0,001	300,507		350,303	20,85	0,21			
24-04-2015	14:30	0	0,849	0,002					0,05			7,91	7,91	0,01	0,07		29,714		0,001	265,459		401,143	22,75	0,229			
24-08-2015	13:30	0	0,301	0,002					0,05		79,099	7,81	7,81	0,01	0,07		34,701		0,001	311,127			291,351	18,5	0,119		
21-12-2015	12:46	0	0,204	0,002				0,394	0,05			8,18	7,96	0,01	0,07		38,404		0,001	292,131			23,2	0,126			
21-03-2016	14:50	0	2,559	0,002					0,05		98,5	7,46	7,389	0,01	0,07		45,278					310,365	408,935	26,73	0,578		
29-07-2016	15:25	0	0,419	0,002				0,302	0,05		98,7	8,74	7,82	0,01	0,07		32,536		0,001	282,717			383,654	15,089	0,172		
22-12-2016	10:30	0	0,598						0,05				8,15	0,01	0,022		45,578					382,711	426,433	18,48	0,337		
18-04-2017	12:15	0	0,957										6,54	0,01	0,057					0,001			381,639	18,079	0,455		
21-07-2017	12:15	0	0,638	0,001							89,6	9,099	7,71	0,01	0,02								424,603	14,38	0,296		
20-11-2017	11:30	0	0,366	0,001	0,05			0,194	0,03					0,01	0,02					0,001		323,059	535,429	18,37	0,199		
22-02-2018	10:55	0	1,071	0,001				0,234			64,3	5,339	8,009	0,01	0,02		25,151					163,81	396,023	18,37	0,199		
25-05-2018	10:45	0	0,905	0,001	0,05						71,7	9,55	5,429	0,01	0,02		31,337		0,001	240,367			529,454	15,13	0,539		
17-07-2018	10:15	0	0,806	0,001							96,3	9,419	5,82	0,01	0,02		35,03					242,551	404,63	13,21	0,932		
21-11-2018	10:45	0	0,84	0,001	0,25						94,8	8,16	5,73	0,01	0,03		30,023			0,001		255,022	439,286	19,25	0,665		
20-02-2019	11:15	0	1,469	0,001				0,362					7,809	0,038			26,671					152,359	197,251	19,089	0,152		
17-07-2019	10:15	0	0,86	0,001							101,9	9,259	5,12	0,01	0,02		32,6					226,699	453,6	14	0,51		
14-11-2019	11:00	0	0,64	0,002	0,25						103,3	8,009	7,32	0,01	0,02		35,6			0,001		241	41,6	21,6	0,34		

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.14 Análisis químicos Estación Pozo Gallinzos

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio Total	Aluminio Total	Arsenico Total	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio Total	Cadmio Total	Calcio Total	Calcio disuelto	Carbonato	Cobalto Total	Cobre Total	Conductividad Especifica	Cromo Hexavalent e Total	Cromo Total	Cromo Total	Demanda Bioquímica de Oxígeno - 5 días	Demanda Química de Oxígeno	Fierro Total	Fósforo Total	Fósforo de Ortofosfato	Litio disuelto	Magnesio Total
			1 Mg/L Al	2 mg/l	3 mg/l As	4 mg/l	5 mg/l B	6 mg/l Cl	7 mg/l Cd	8 mg/l	9 mg/l Ca	10 mg/l Ca	11 mg/l	12 mg/l	13 mg/l Cu	14 mhos/cm	15 mg/l Cr	16 mg/l Cr	17 mg/l Cr	18 mg/l O2	19 mg/l O2	20 mg/l Fe	21 mg/l PO4	22 mg/l PO4	23 mg/l Li	24 mg/l Mg
21-11-1997	16:45	0	0,5			105	26	1062,1	0,01			300		0,01	0,02	5540					17	0,23		2,244	1,63	
02-10-1998	16:45	0	0,5		0,037	102,91		1044,02	0,01			362		0,01	0,02	4900					24	0,5		0,06		
13-05-1999	11:00	0	0,21		0,034	107,4		922,8	0,01			322,8	0	0,01	0,01	4520					45	1,2		0,105		
12-08-1999	13:01	0	0,13		0,046	106		1023,4	0,01			345	0	0,01	0,01	4677					12	0,07		0,02		
04-05-2000	12:20	0	0,01		0,043	104,8	35	954	0,01			315	0	0,01	0,01	4470					15	0,25		0,016		
21-09-2000	16:25	0	0,06		0,062	105,3	25	1030,7	0,01			336,5	0	0,01	0,01	4365					9	0,89		0,082		
27-12-2000	10:35	0	0,91		0,493	108,6	9	1477,4	0,01			510	0	0,01	0,01	6318					13	0,11		0,013		
24-05-2001	17:50	0	0,2		0,049	109,453	5,12	912,993	0,01			340	0	0,01	0,01	4220					11	0,16		0,052		
04-09-2001	17:00	0	0,4		0,045	108,831	46	1326,01	0,01			450	0	0,01	0,01	5420					13	1,71		0,068		
13-12-2001	14:50	0	1,4		0,05	104,727	27	1009,26	0,01			356	0	0,01	0,01	4240					8	1,04		0,042		
09-05-2002	14:40	0	1,3		0,051	95,535	26	899,593	0,01			340	0	0,01	0,01	3810					18	5,4		0,036		
12-08-2002	13:40	0	2		0,055	107,62	27	749,661	0,01			282	0	0,01	0,01	4320					22	0,7		0,036		
23-12-2002	16:20	0	0,1		0,019	95,998	26	1142,34	0,01			390,329	0	0,01	0,01	4560					47	0,73		0,023		
10-05-2003	11:45	0	0,4		0,042	108,023	31	980,16	0,01			335,171	0	0,01	0,01	4310					28	8,75		0,164		
23-09-2003	11:10	0	5,6		0,07	104,346	24	921,281	0,01			327,817	0	0,01	0,03	4390					6	0,05		0,041		
23-12-2003	11:15	0	0,1		0,041	93,043	26	1063,39	0,01			372,575	0	0,01	0,01	4780					4,809	0,14		0,099		
29-03-2004	15:00	0	0,3		0,04	113,441	25	915,992	0,01			307,878	0	0,01	0,01						23,851	0,32		0,025		
17-06-2004	10:45	0	0,4		0,049	107,374	25	947,578	0,01			306,758	0	0,01	0,01	4400					28,131	4,55		0,041		
29-04-2005	11:30	0	3,5		0,06	75,88	27	1015,45	0,01			309,227	0	0,01	0,02	4450					22,634	0,81		0,039		
08-08-2005	13:35	0	0,01		0,18	100,687	26	1026,25	0,01			337,749	0	0,01	0,06	4730					137,115	6,94		0,045		
16-11-2005	13:33	0	1,8		0,1	144,319	25,341	1260,55	0,01			385,594	0	0,01	0,04	5310					44,129	19,9		0,054		
16-03-2006	12:20	0	6,8		0,18	100,803	27	986,875	0,01			357,527	0	0,01	0,07	4660					8,1	6,88		0,053		
08-08-2006	16:00	0	5,3		0,06	108,9	46	893,8	0,01			326,5	0	0,01	0,04	4480					50,1	0,1		0,003		
11-04-2007	12:40	0	0,4		0,04		26	886,675	0,01			452,698		0,01	0,01	4270					41,4	0,2		0,066		
17-08-2007	17:00	0	0,5		0,045		25	1023,09	0,01			373,19		0,01	0,01	4600					37,3	7,87		0,187		
28-12-2007	16:00	0	2,7		0,105		24	1249,8	0,01			613,657		0,01	0,03	5540					12,26	0,58		0,021		
13-03-2008	14:30	0	0,4		0,045		24	936,234	0,01			499,634		0,01	0,01	4510										

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.15 Análisis químicos Estación Pozo Gallinazos (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio disuelto	Manganeso Total	Mercurio Total	Molibdeno Total	Nitrógeno de Nitrito	Nitrógeno de Nitrito y Nitrato	Niquel Total	Niquel Total	Oxígeno Disuelto (% Saturación)	Oxígeno Disuelto	Ph	Plata Total	Plomo Total	Plomo Total	Potasio Total	Potasio disuelto	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	Selenio Total	Selenio disuelto	Sodio Total	Sodio disuelto	Sulfato	Temp	Zinc Total
			25 mg/l Mg	26 mg/l Mn	27 mg/l Hg	28 mg/l Mo	29 mg/l NO3	30 mg/l	31 mg/l	32 mg/l Ni	33 mg/l O2	34 mg/l O2	35 unid. ph	36 mg/l Ag	37 mg/l Pb	38 mg/l	39 mg/l K	40 mg/l K	41	42 mg/l Se	43 mg/l Se	44 mg/l Na	45 mg/l	46 mg/l	47 Grad. C	48 mg/l Zn
21-11-1997	16:45	0	91,4	0,01		0,01				0,01		7,62	0,01					45	8,458			652,1	950	24,8	0,01	
02-10-1998	16:45	0	105	0,01	0,001	0,01		1,42		0,01		7,33	0,01	0,01				68	6,842			574,75	1140		0,03	
13-05-1999	11:00	0	99	0,05	0,001	0,01		0,842		0,01		3,47	7,39	0,01	0,01			48,5	6,895			552	937,5	23,8	0,01	
12-08-1999	13:01	0	101,4	0,04	0,001	0,01		0,19		0,01		4,62	7,27	0,01	0,01			51	6,266			515	900	23,5	0,01	
04-05-2000	12:20	0	94,5	0,01	0,001	0,05		0,358		0,01		2,76	6,93	0,01	0,01			48	6,789		0,001	535	900	24,1	0,01	
21-09-2000	16:25	0	102	0,02	0,002	0,01		1,16		0,01		7,32	0,02	0,01				52	5,932			484	798,6	23,13	0,03	
27-12-2000	10:35	0	141	0,17	0,001	0,01		4,351		0,01		3,58	7,22	0,01	0,01			54	6,781		0,001	671	1025	25	0,01	
24-05-2001	17:50	0	96,3	0,01	0,001	0,01		0,369		0,01		4,7	6,98	0,01	0,03			47,1	5,758		0,001	467	800	23,41	0,01	
04-09-2001	17:00	0	141,5	0,01	0,001	0,03		1,851		0,01		5,12	7	0,01	0,01			52,7	5,404		0,001	513	750	23,1	0,01	
13-12-2001	14:50	0	109	0,07	0,001	0,01		0,993		0,01		4,32	7,44	0,01	0,01			52	5,806		0,001	488	900	24,51	0,02	
09-05-2002	14:40	0	105	0,03	0,001	0,02		0,453		0,01		4,45	6,8	0,01	0,01			53	5,847		0,001	481	1000	24,52	0,01	
12-08-2002	13:40	0	86	0,07	0,001	0,01		0,562		0,01		4,98	7,5	0,01	0,04			42	6,327		0,001	473	1025	23,47	0,03	
23-12-2002	16:20	0	125,024	0,02	0,001	0,02		1,266		0,01		3,17	7,21	0,01	0,02			53,813	6,427		0,001	570,019	1100	24,78	0,03	
10-05-2003	11:45	0	95,391	0,03	0,001	0,01		0,411		0,01		4,11	7,03	0,01	0,01			50,589	7,798		0,001	628,428	1000	23,53	0,02	
23-09-2003	11:10	0	96,044	0,21	0,005	0,02		0,074		0,01		4,44	7,07	0,01	0,01			53,269	6,163		0,001	493,468	785,648	23,27	0,06	
23-12-2003	11:15	0	111,943	0,01	0,001	0,01		1,928		0,01		4,06	6,83	0,01	0,01			56,07	6,049		0,001	518,543	831,913	24,34	0,01	
29-03-2004	15:00	0	95,928	0,01	0,001	0,001		0,555		0,01		4,67	8,13	0,01	0,01			55,132	5,971		0,001	468,124	851,631	24,4	0,01	
17-06-2004	10:45	0	107,045	0,02	0,001	0,01		0,519		0,01		4,19	8,05	0,01	0,02			4,732	6,221		0,001	496,624	854,503	22,17	0,02	
29-04-2005	11:30	0	115,807	0,12	0,004	0,01		1,164		0,01		5,25	7,83	0,01	0,01			49,08	6,308		0,001	512,373	878,589	23,28	0,04	
08-08-2005	13:35	0	113,276	0,03	0,001	0,01		1,146		0,01		4,95	7,49	0,01	0,01			53,975	5,889		0,001	489,772	920,386	23,18	0,13	
16-11-2005	13:33	0	116,451	0,12		0,01		0,235		0,01		4	6,85	0,01	0,01			56,613	7,408		0,001	646,53	1034,48	23,76	0,32	
16-03-2006	12:20	0	103,222	0,35	0,017	0,05		1,664		0,02		7,36	0,01	0,05				66,63	6,033		0,001	503,308	938,709	24,88	0,2	
08-08-2006	16:00	0	93,4	0,31	0,001	0,05		1,175		0,02		6,66	0,01	0,05				52,3	6,527		0,001	519,6	930,6	23,13	0,06	
11-04-2007	12:40	0	102,03	0,01	0,001	0,05		1,095		0,02		3,98		0,01	0,05			53,711	5,865		0,001	530,717	950	23,72	0,02	
17-08-2007	17:00	0	83,168	0,01	0,001	0,05		1,912		0,02		4,72	6,52	0,01	0,05			49,572	6,214		0,001	509,802	900	22,21	0,03	
28-12-2007	16:00	0	103,787	0,07		0,05		2,538		0,02		4,97	7,01	0,01	0,05			60,404	5,803		0,001	590,41	950	23,9	0,11	
13-03-2008	14:30	0	95,447	0,03	0,001	0,05		1,659		0,02		3,83	6,71	0,01	0,05			51,645	5,378		0,001	500,643	1100	24,49	0,05	

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.16 Análisis químicos Estación Pozo JICA B

FECHA :	HORA :	PROF. :	Aluminio Total	Aluminio Total	Arsenico Total	Bicarbonato	Boro	Cloruro	Cadmio Total	Cadmio Total	Calcio Total	Calcio disuelto	Carbonato	Cobalto Total	Cobre Total	Conductividad Especifica	Cromo Hexavalent e Total	Cromo Total	Cromo Total	Cromo Total	Demanda Bioquímica de Oxigeno - 5 dias	Demanda Química de Oxigeno	Fierro Total	Fósforo Total	Fósforo de Ortofosfato	Litio disuelto	Magnesio Total
			1 Mg/L Al	2 mg/l	3 mg/l As	4 mg/l	5 mg/l B	6 mg/l Cl	7 mg/l Cd	8 mg/l	9 mg/l Ca	10 mg/l Ca	11 mg/l	12 mg/l	13 mg/l Cu	14 mhos/cm	15 mg/l Cr	16 mg/l Cr	17 mg/l Cr	18 mg/l O2	19 mg/l O2	20 mg/l Fe	21 mg/l PO4	22 mg/l PO4	23 mg/l Li	24 mg/l Mg	
21-11-1997	14:30	0	0,5			36	19	968,1	0,01				169	8,4	0,01	0,02	4430					11	18,9		0,136	0,89	21,8
27-09-1998	14:30	0	0,5		0,002	47,5		973,63	0,01													29			0,02		35
10-05-1999	13:18	0																				41	18,1		0,086		35
13-08-1999	13:18	0	0,57		0,002	7,6		1012,4	0,01			221,5	0	0,01	0,02	3699	0,01										
13-11-1999	11:35	0	0,22		0,001	28,5		959,5	0,01			202	17,9	0,01	0,01	3680	0,01					39	5,76		0,185		30
04-05-2000	13:10	0	0,01		0,001	6	20	1005,1	0,01			189	19,3	0,01	0,01	3501	0,01					18	17,4		0,01		21,2
25-09-2000	9:20	0	0,38		0,002	26,7	16	986,8	0,01			190,6	3,6	0,01	0,01	3289	0,01					28	9,1		0,003		15,4
27-12-2000	9:30	0	0,81		0,007	4,8	1	936	0,01			177	25,2	0,01	0,01	3468	0,01					11	0,15		0,003		11
24-05-2001	16:35	0	0,3		0,003	60,3	21,7	924,949	0,01			172,5	0	0,01	0,01	3270	0,01					14	3,9		0,003		8
04-09-2001	16:20	0	0,5		0,001	434	17	860,46	0,01			137,5	46	0,01	0,01	3230	0,01					17	5,95		0,003		2,9
13-12-2001	14:20	0	0,4		0,002	11,9	16	997,616	0,01			211,5	24,57	0,01	0,01	2880	0,01					14	37,8		0,003		15,9
09-05-2002	15:30	0	0,5		0,001	44,314	10	903,163	0,01			174	0	0,01	0,01	2900	0,01					17	37,6		0,003		2
12-08-2002	12:20	0	0,4		0,001		14	867,419	0,01			179		0,01	0,02	3510	0,01					18	37,5		0,003		9
23-12-2002	16:00	0	0,3		0,001	13,5	10	979,914	0,01			184,142	11,5	0,01	0,01	3460	0,01					19	65,8		0,003		3,59
10-05-2003	10:55	0	0,4		0,001	45,772	8	980,16	0,01			198,821	3	0,01	0,01	3570	0,01					15	23,1		0,003		0
23-09-2003	15:30	0	0,5		0,002	0	4	879,72	0,01			136,563	14,655	0,01	0,01	3370	0,01					17	4,78		0,003		0,532
23-12-2003	11:40	0	0,1		0,001	8,42	6	1007,24	0,01			192,109	4,4	0,01	0,01	3350	0,01					7	17,1		0,005		4,942
26-03-2004	9:50	0	0,8		0,003	60,663	5	982,674	0,01			160,916	0	0,01	0,02	3490	0,01					4,809	5,89		0,008		2,879
17-06-2004	9:50	0	0,4		0,002	37,611	9	1028,3	0,01			172,134	0	0,01	0,01	3510	0,01					64,073	15,9		0		7,885
20-10-2004	13:30	0	0,9		0,002	14,8	7	976,222	0,01			155,512	1,7	0,01	0,01	3320	0,01					32,645	13,4		0,003		7,084
11-03-2005	11:30	0	0,4		0,001		9	990,71	0,01			156,072		0,01	0,01	3210	0,01					30,395	68,6		0,01		5,662
08-08-2005	10:10	0	0,01		0,001	22,861	9,598	1025,2	0,01			207,115	0	0,01	0,01	3570	0,01					27,161	0,05		0,003		8,17
16-11-2005	12:50	0	0,4		0,001	23,238	9,82	1082,47	0,01			213,389	0	0,01	0,02	3610	0,01					25,868	18,3		0,005		0,338
16-03-2006	10:30	0	0,5		0,001	23,808	14	1061,69	0,01			215,882	0	0,01	0,01	3660	0,01					21,044	294		0,003		7,625
08-08-2006	13:55	0	0,4		0,001		15	1085	0,01			218,6	15,2	0,01	0,01	3790	0,01					25,5	14,6		0,003		16,4
13-11-2006	14:00	0	0,3		0,003	14,178	15	1085,03	0,01			210,184	8,87	0,01	0,02	3710	0,01					0,1	33,8		0,003		18,256
11-04-2007	15:35	0	0,7		0,004		15	1121,98	0,01			262,484		0,01	0,01	3440	0,01					40,8	19,7		0,077		18,935
26-07-2007	11:30	0	0,5		0,001		14	1101,52	0,01			298,548		0,01	0,01	3800	0,01					39,78	58,5		0,003		19,395
12-11-2007	12:30	0	0,3		0,006		16	1103,5	0,01			358,707		0,01	0,01	4020	0,01					11,95	15,4		0,017		36,9
13-03-2008	13:40	0	0,3		0,002		16	1205,65	0,01			426,828		0,01	0,01	4350	0,01					20,71	25,3		0,004		49,078
28-08-2008	13:00	0	0,3		0,001		19	1256,17	0,01			318,743		0,01	0,01	4555	0,02					7,57	62,1		0,003		64,172
25-11-2008	14:15	0	0,1		0,001		13,92	1132	0,002			353,2		0,01	0,01		0,01					53	13,7		0,005		3,9
29-04-2009	11:50	0	0,3		0,005		18	1070,94	0,01			266,884		0,01	0,03	4146	0,01					1	51,1		0,007		49,49
25-08-2009	10:39	0	0,5		0,002		16	1076,5	0,01			250,5		0,01	0,01	4083	0,01					19	38,1		0,003		47,7

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

Tabla 5.17 Análisis químicos Estación Pozo JICA B (continuación)

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio disuelto	Manganeso Total	Mercurio Total	Molibdeno Total	Nitrógeno de Nitrito	Nitrógeno de Nitrito y Nitrato	Niquel Total	Niquel Total	Oxígeno Disuelto (% Saturación)	Oxígeno Disuelto	Ph	Plata Total	Plomo Total	Plomo Total	Potasio Total	Potasio disuelto	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	Selenio Total	Selenio disuelto	Sodio Total	Sodio disuelto	Sulfato	Temp	Zinc Total
			25 mg/l Mg	26 mg/l Mn	27 mg/l Hg	28 mg/l Mo	29 mg/l NO3	30	31 mg/l	32 mg/l Ni	33 mg/l O2	34 mg/l O2	35 unif. ph	36 mg/l Ag	37 mg/l Pb	38 mg/l	39 mg/l K	40 mg/l K	41	42 mg/l Se	43 mg/l Se	44 mg/l Na	45 mg/l	46 mg/l	47 Grad. C	48 mg/l Zn
21-11-1997	14:30	0	38,5	0,34		0,01				0,01			9,55	0,01				34,4	7,876			460	340,1	24,8	0,02	
27-09-1998	14:30	0	21,8	0,4	0,001	0,01	0,62			0,01			8,12	0,01	0,04			52,98	9,95				517,27	509,4	0,02	
10-05-1999	13:18	0					0,074																			
13-08-1999	13:18	0	35	0,84	0,001	0,01	0,217			0,01	1,66	7,83	0,01	0,01				38	7,745				470	237,5	23,9	0,01
13-11-1999	11:35	0	30	0,22	0,001	0,01	0,095			0,01	1,81	8,71	0,01	0,02				41,1	7,988				460	237,3	24,5	0,01
04-05-2000	13:10	0	21,2	0,4	0,001	0,06	0,757			0,01	1,6	8,83	0,01	0,01				37	8,538	0,001			464	200	24,6	0,01
25-09-2000	9:20	0	15,4	0,19	0,001	0,01	1,827			0,01	1,04	9,47	0,01	0,01				36,5	8,338				445	156,4	23	0,02
27-12-2000	9:30	0	11	0,01	0,001	0,01	0,932			0,01	1,2	8,98	0,01	0,01				35,9	8,91	0,001			452	190	24,5	0,01
24-05-2001	16:35	0	8	0,07	0,001	0,01	0,03			0,01	1,95	10,14	0,01	0,04				3,82	9,336	0,001			462	140	23,52	0,01
04-09-2001	16:20	0	2,9	0,11	0,001	0,01	0,011			0,01	2,06	11,02	0,01	0,01				30,3	11,081	0,001			480	140	23,49	0,01
13-12-2001	14:20	0	15,9	0,53	0,001	0,01	0,015			0,01	1,61	10,98	0,01	0,01				39	8,109	0,001			454	200	24,32	0,01
09-05-2002	15:30	0	2	0,67	0,001	0,02	0,01			0,01	1,31	9,89	0,01	0,01				42	9,451	0,001			457	150	23,99	0,01
12-08-2002	12:20	0	9	0,39	0,001	0,01	0,049			0,01	2,5	9,72	0,01	0,03				32	8,96	0,001			453	160	22,99	0,01
23-12-2002	16:00	0	3,59	0,9	0,002	0,01	0,01			0,03	1,61	9,84	0,01	0,01				40,277	10,554	0,001			528,388	130	24,68	0,01
10-05-2003	10:55	0	0	0,4	0,001	0,01	0,085			0,01	1,02	8,58	0,01	0,01				40,897	10,419	0,001			533,503	250	23,15	0,01
23-09-2003	15:30	0	0,532	0,13	0,001	0,01	0,003			0,01	1,73	10,53	0,01	0,01				43,148	11,333	0,001			482,47	125,983	24,02	0,01
23-12-2003	11:40	0	4,942	0,41	0,001	0,01	0,195			0,01	2,08	10,04	0,01	0,01				40,817	9,233	0,001			474,497	127,252	24,57	0,01
26-03-2004	9:50	0	2,879	0,13	0,001	0,01	0,024			0,01	1,38	7,82	0,01	0,01				46,799	9,667	0,001			451,814	108,084	24,45	0,05
17-06-2004	9:50	0	7,885	0,35	0,001	0,01	0,708			0,01	2,61	7,86	0,01	0,03				33,959	9,051	0,001			447,196	118,136	23,02	0,02
20-10-2004	13:30	0	7,084	0,26	0,001	0,04	1,464			0,01	1,48	9,64	0,01	0,01				37,181	9,813	0,001			460,792	139,311	25	0,02
11-03-2005	11:30	0	5,662	1,01	0,001	0,03	0,026			0,01	1,49	8,67	0,01	0,01				39,832	10,471	0,001			489,027	119,591	24,96	0,01
08-08-2005	10:10	0	8,17	0,01	0,001	0,01	1,077			0,01	1,07	7,5	0,01	0,01				39,482	8,008	0,001			431,903	139,204	23,33	0,02
16-11-2005	12:50	0	0,338	0,5	0,001	0,01	1,379			0,02	1,13	7,5	0,01	0,01				40,803	8,959	0,001			475,874	149,424	24,07	0,04
16-03-2006	10:30	0	7,625	5	0,001	0,05	0,046			0,02	7,57	0,01	0,05					44,215	8,105	0,001			444,881	114,331	24,47	0,1
08-08-2006	13:55	0	16,4	0,61	0,001	0,05	0,091			0,02		8,62	0,01	0,05				42,6	7,871	0,001			448	113	23,28	0,03
13-11-2006	14:00	0	18,256	1,03		0,05	0,768			0,02	1,12	8,35	0,01	0,05				41,402	7,756	0,001			436,596	107,608	24,19	0,03
11-04-2007	15:35	0	18,935	0,44	0,001	0,05	0,403			0,02	1,66		0,01	0,05				41,146	7,236	0,001			450,313	137,5	23,24	0,05
26-07-2007	11:30	0	19,395	1,39	0,001	0,05	0,038			0,02	1,46	8,46	0,01	0,05				38,688	6,607	0,001			436,231	155	22,03	0,05
12-11-2007	12:30	0	36,9	0,57	0,001	0,05	0,047			0,02	1,52	8,74	0,01	0,05				40,624	5,594	0,001			416,106	212,5	23,44	0,02
13-03-2008	13:40	0	49,078	1,09	0,001	0,05	0,063			0,02	1,24	8,28	0,01	0,05				38,325	6,169	0,001			504,833	350	24,11	0,02
28-08-2008	13:00	0	64,172	1,31		0,05	0,087			0,02	1,44	8,58	0,01	0,05				41,298	6,069	0,001			454,123	450	25,4	0,04
25-11-2008	14:15	0	3,9	1,05	0,001	0,01	0,04			0,02	1,59	8,39	0,01	0,03				41,6	6,012	0,001			414	450	24,03	0,014
29-04-2009	11:50	0	49,49	3,32	0,001	0,05	0,131			0,02	1,09	7,45	0,01	0,05				40,874	6,102	0,001			413,691	390,173	24,22	0,09
25-08-2009	10:39	0	47,7	1,6	0,001	0,05	0,542			0,02	1,99	8,46	0,01	0,05				36,2	5,765				379,8		22,67	0,03

Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento

Fuente: elaboración propia a partir de datos SINIA – DGA.

5.2 Análisis Información Existente

La composición hidroquímica y calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Lluta ha sido estudiada principalmente desde principios de la década de los años 60. La motivación de los estudios en general es el déficit de agua para el abastecimiento de la ciudad de Arica, el incremento de la actividad agrícola en el valle del río Lluta y la mala calidad natural del agua del río Lluta.

Las principales fuentes de información histórica de la calidad de las aguas son: los estudios que se generaron en los años 60; los estudios generados por la DGA en los años 1990-2000, como el estudio de la JICA (DGA, 1995), el de CADE-IDEPE (DGA, 2004), y los de Dictuc (DGA 2008a, 2008b, 2009b); y los últimos estudios de ICASS (DGA 2016, 2017d) y del Chironta de GSI (DOH, 2017). Adicionalmente, hay muchas publicaciones recientes que han presentado caracterizaciones químicas e hidroquímicas de los sedimentos y aguas del río Lluta (Figuroa et al., 2006; Baeza, 2010; Leiva et al., 2014; San Miguel, 2017; Copaja y Muñoz, 2018), así como la relación que existe entre la calidad del agua y algunos cultivos (Torres & Acevedo, 2008; Bastías et al., 2013; Bastías et al., 2015) y específicamente del choclo lluteño con las aguas del río Lluta (Bastías et al., 2011; Trevizan & Challapa, 2020).

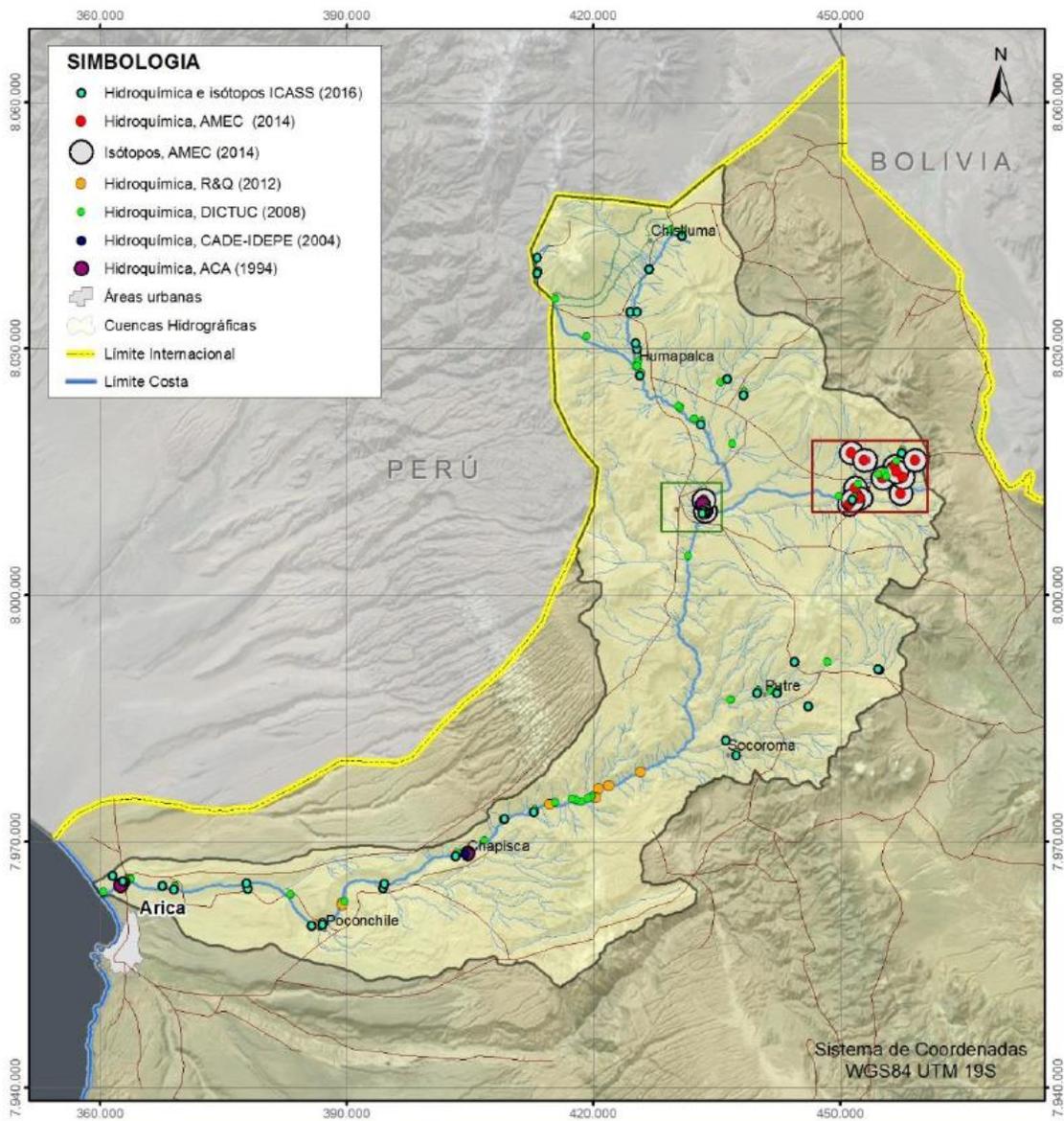
Según Niemeyer (MOP, 1968) los primeros muestreos y análisis hidroquímicos de las aguas del río Lluta se realizaron en los años 1956, 1957 y 1958 por la U.Chile (Zambrano & Urrutia, 1961), y 1960 y 1961 (Rodríguez, 1961). Debido a la preocupante calidad del río Azufre, tanto natural como producto de la contaminación minera de la azufrera Tacora, se llegó incluso a emitir un informe del estado respecto a la explotación de la azufrera, la cual era sindicada como causante del deterioro agrícola del valle (Comisión Interministerial, 1963). Lo anterior llevó a las primeras propuestas de desvío del río (Pourtauborde & Wright, 1961) y al desarrollo de un Plan de desarrollo integral del valle del Lluta (Pourtauborde, 1962).

En el estudio de la JICA (DGA, 1995) se realizó un muestreo puntual en junio 1993, mientras que el estudio de CADE-IDEPE se basó en la información entregada por la DGA y en un muestreo puntual de octubre 2003. En los estudios de Dictuc (DGA, 2008a, 2008b) se realiza inicialmente una evaluación preliminar de alternativas de mitigación de

contaminantes en el río Lluta a partir de una caracterización de las fuentes de contaminación, y posteriormente una propuesta de calidad objetivo y análisis general de impacto económico y social-cuenca río Lluta (DGA, 2008b) y finalmente un estudio de calidad de aguas de la cuenca del río Lluta (DGA, 2009b). Y finalmente en los últimos años ICASS ha realizado muestreos y caracterizaciones hidroquímicas a la cuenca completa del río Lluta (2016, 2017d), y GSI realizó un estudio de calidad del agua producto del embalse Chironta (DOH, 2017).

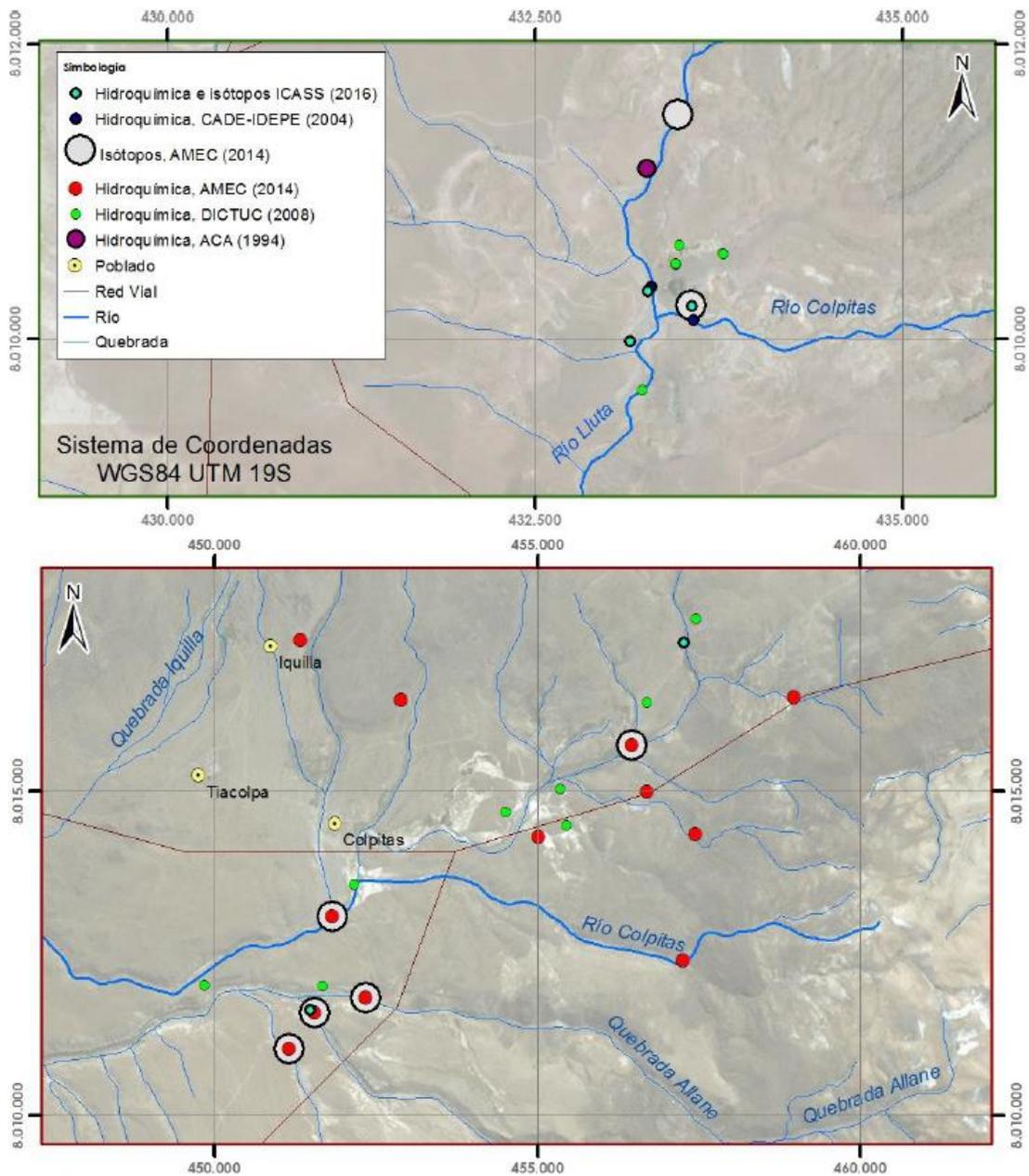
La academia (U. de Tarapacá, U. Católica y U. de Chile) han orientado sus investigaciones hacia caracterizaciones químicas e hidroquímicas de los sedimentos y aguas del río Lluta (Figueroa et al., 2006; Baeza, 2010; Leiva et al., 2014; San Miguel, 2017; Copaja y Muñoz, 2018). Así mismo, la salinidad de los suelos y calidad del agua del Lluta sólo ha permitido el monocultivo de choclo, alfalfa, cebolla y otras hortalizas, que ha impedido el desarrollo más productivo y de otros cultivos (Torres & Acevedo, 2008; Bastías et al., 2013; Bastías et al., 2015). Pero un producto agrícola estrella, como el choclo lluteño, ha sobrellevado la salinidad y otros parámetros altos del río Lluta; (Bastías et al., 2011; Trevizan & Challapa, 2020). También se han propuestos diversos tratamientos para la remoción de algunos parámetros (DGA, 2008a; Leiva et al., 2014) o específicamente del boro (San Miguel, 2017).

Los principales estudios de la calidad del agua realizados en la cuenca han realizado campañas de muestreo hidroquímico, cuya ubicación se presenta en las Figura 5.1 y Figura 5.2. El estudio de DGA (2014a) se focalizó en la subcuenca del río Colpitas, que aporta a las aguas del Lluta una elevada concentración de boro, debido a su paso a través de borateras en su parte alta de la cuenca. Las campañas de monitoreo realizadas por este estudio son presentadas en la Figura 5.2.



Fuente: DGA (2016).

Figura 5.1 Ubicación de puntos muestreo hidroquímico recopilados de estudios previos.



Fuente: DGA (2016).

Figura 5.2 Ubicación de puntos muestreados y recopilados de estudios previos en el río Colpitas y en la confluencia entre el río Colpitas y el río Luta.

El tiempo de vigencia y los parámetros analizados se presentan en la Tabla 5.18 (Anexo F).

Tabla 5.18 Categoría de parámetros analizados por cada estación DGA para la Cuenca del Río Lluta.

NOMBRE	Fecha Inicio	Fecha Suspensión	Parámetros básicos	Macroelementos	Metales (totales)	Nutrientes	Compuestos orgánicos
RIO LLUTA EN POCONCHILE (CA)	01-01-1956	01-02-1976	x				
RIO LLUTA EN PUENTE CHACABUCO (CA)	01-01-1962	01-10-1969	x				
VERTIENTE AL PICHIN	01-05-2014	VIGENTE	x	x	x		x
RIO LLUTA EN SANTA LUCIA (CA)	01-10-1956	01-03-1977	x	x			
RIO LLUTA EN ROSARIO (CA)	01-01-1960	01-02-1969	x	x			
RIO LLUTA EN PANAMERICANA	01-01-1960	VIGENTE	x	x	x	x	
RIO LLUTA EN TOCONTASI	01-01-1960	VIGENTE	x	x	x	x	
RIO LLUTA EN CHAPISCA	01-02-1997	VIGENTE	x	x	x	x	
RIO LLUTA EN EL MOLINO	01-01-1956	13-06-2002	x	x			
QUEBRADA SOCOROMA EN COCA (CA)	01-01-1968	01-06-1968	x	x			
VERTIENTE LLAUCONA EN PUTRE (CA)	01-09-1975	01-01-1978	x	x			
VERTIENTE LLAUCOMA EN LLAUCONA (CA)	01-01-1975	01-11-1982	x	x			
VERTIENTE TAIPICAGUA (CA)	01-01-1974	01-01-1978	x	x			
VERTIENTE TOJOTOJONI (CA)	01-01-1974	01-11-1983	x	x			
RIO CUBRINANI EN PUTRE (CA)	01-01-1974	01-11-1983	x	x			
CANAL LLUSCUMA EN PUTRE (CA)	01-01-1976	01-11-1983	x	x			
RIO LLUTA EN ALCERRECA	01-01-1956	VIGENTE	x	x			
RIO COLPITAS EN ALCERRECA	01-01-1956	VIGENTE	x	x	x	x	x
RIO CARACARANI EN ALCERRECA	01-01-1956	VIGENTE	x	x	x	x	x
RIO CARACARANI EN SICA SICA (CA)	01-01-1956	01-11-1976	x	x			
RIO CARACARANI EN HUMAPALCA	01-01-1956	VIGENTE	x	x		x	
RIO AZUFRE ANTES RIO CARACARANI (CA)	01-01-1960	VIGENTE	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia con datos del Mapa Hidroquímico de Chile, DGA (2019a).

5.2.1 Descripción hidroquímica

En esta sección se revisaron los antecedentes existentes relacionados con la composición hidroquímica y la calidad de las aguas aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Lluta.

El río Lluta se forma por la confluencia en Humapalca de los ríos Caracarani y Azufre, siendo el primero el más caudaloso. El río Azufre se forma por la confluencia de varias vertientes, de las cuales la quebrada Tacora es la principal y se caracteriza por el afloramiento de una vertiente hidrotermal, correspondiente a la vertiente de Aguas Calientes. Ésta es de aguas ácidas sulfatadas sódico-cálcicas, que aguas abajo de la mina de azufre abandonada corresponden a aguas ácidas sulfatadas sódicas. Por otro lado, el río Caracarani se origina a los pies del portezuelo de Laguna Blanca y recibe los aportes hídricos del faldeo oriental del volcán Tacora. Se observa una evolución en el río Caracarani, en el que una de las vertientes que dan origen al río Caracarani es agua bicarbonatada cálcica muy poco mineralizada, aguas abajo en el río son más clorurada-sulfatada cálcicas y antes de la confluencia con el río Azufre son sulfatadas cálcicas y presentan un mayor contenido en elementos mayoritarios, de 10 meq/L, similar al río Azufre, pero con un pH básico. Aguas abajo, antes de la confluencia con el río Azufre, las aguas que alimentan al río Caracarani son sulfatadas sódico-cálcicas con alto contenido en magnesio (ver Figura 5.3).

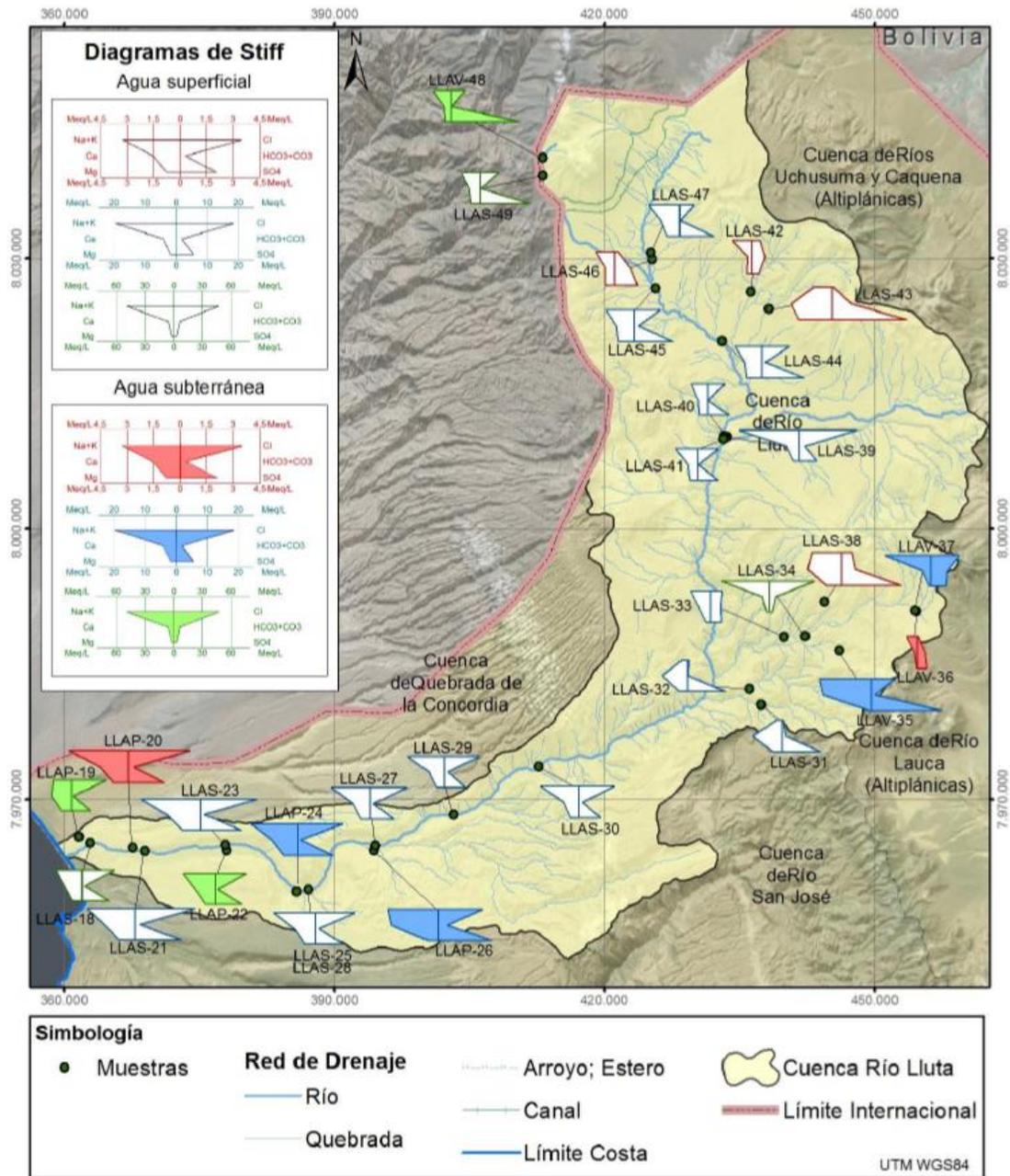
La confluencia de los ríos Azufre y Caracarani en Humapalca, da lugar al nacimiento del río Lluta. Las aguas del río son sulfatadas sódicas con un alto contenido de cloruros y calcio y van evolucionando aguas abajo, siendo cloruradas cálcicas en la desembocadura del valle del río Lluta.

La composición química de las aguas subterráneas de los pozos del valle del río Lluta es clorurada sódica o sódico-cálcica. Se mantiene constante en el tiempo y no hay una evolución espacial clara en el contenido de elementos mayores.

Tabla 5.19 Clasificación química de las aguas de la cuenca del Río Lluta por sectores.

Sector	Tipo agua
Río Azufre en cabecera de cuenca	Sulfatadas sódico-cálcicas
Río Azufre aguas debajo de Mina Azufre	Sulfatadas sódicas
Vertientes en origen Río Caracarani	Bicarbonatadas cálcicas
Río Caracarani	Cloruradas-sulfatadas cálcicas
Río Caracarani antes de confluencia con Río Azufre	Sulfatadas cálcicas
Río Lluta en confluencia río Azufre y Caracarani	Sulfatadas cálcicas
Río Lluta en desembocadura	Cloruradas sódicas
Pozos en el Valle del río Lluta	Cloruradas sódicas / sódico cálcicas

Fuente: elaboración propia, basada en DGA (2016).

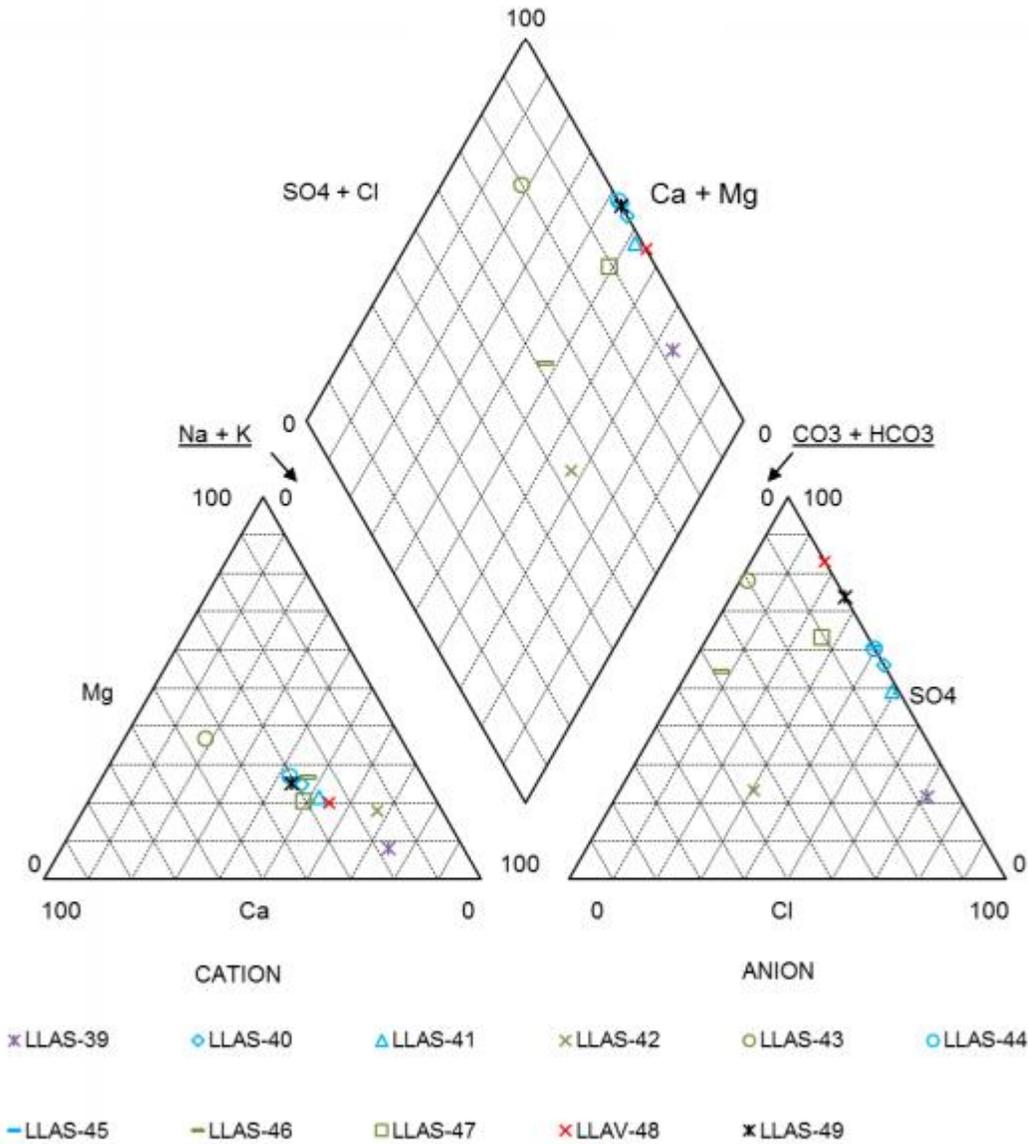


Fuente: DGA (2016).

Figura 5.3 Diagrama Stiff de las muestras analizadas de la cuenca del Lluta por ICASS, en campaña noviembre 2015

Cuenca río Lluta Alto (Noviembre 2015)

PIPER DIAGRAM

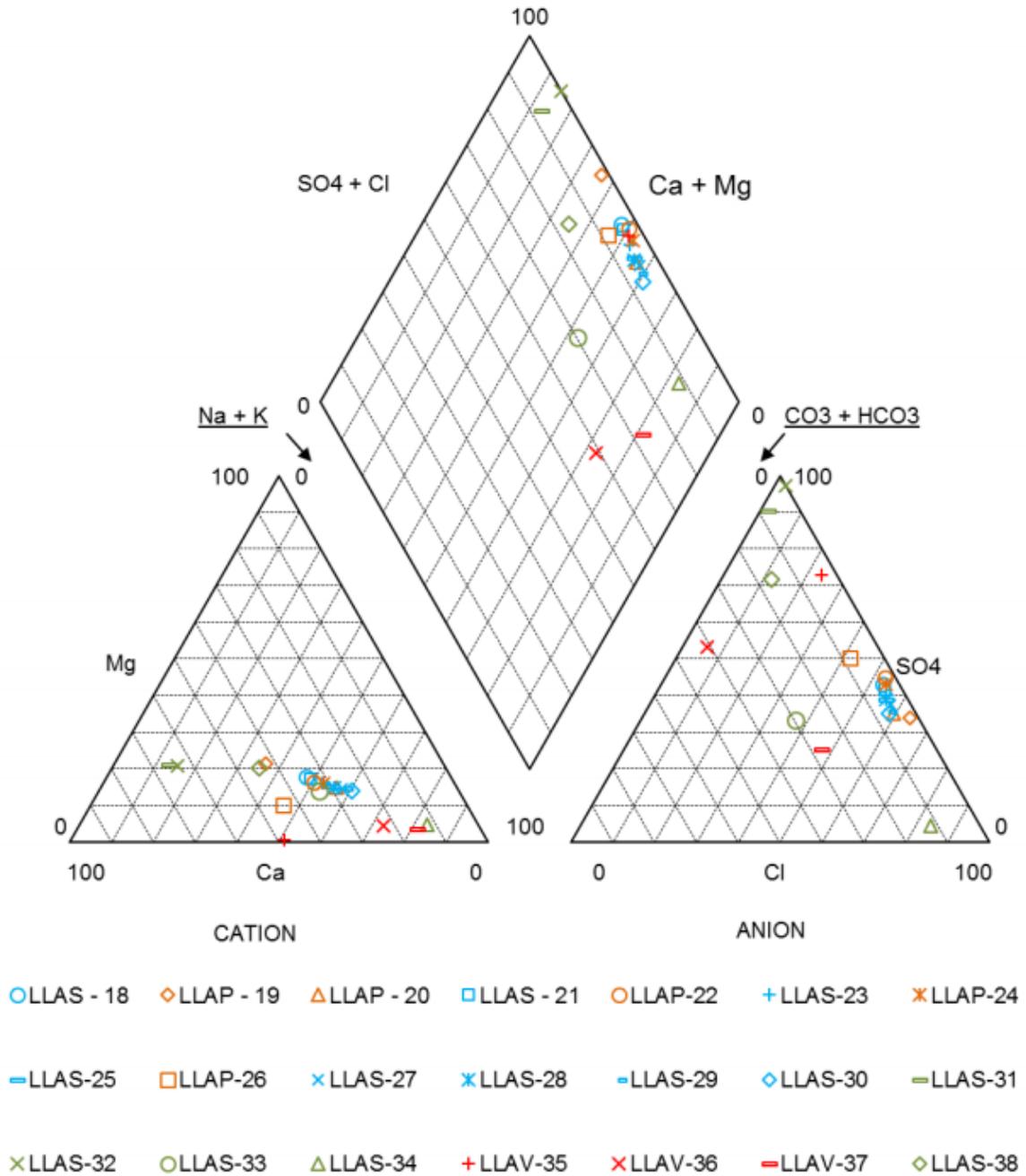


Fuente: DGA (2016).

Figura 5.4 Diagrama de Piper de muestras analizadas en el sector alto de la Cuenca del Río Lluta, campaña noviembre 2015.

Cuenca río Lluta Bajo-Medio (Noviembre 2015)

PIPER DIAGRAM



Fuente: DGA (2016).

Figura 5.5 Diagrama de Piper de muestras analizadas en el sector bajo y medio de la Cuenca del Río Lluta, campaña noviembre 2015.

A partir de los antecedentes se concluye que la calidad del agua de la cuenca del río Lluta está regulada principalmente por procesos naturales y antropogénicos (DGA, 2008a; Baeza, 2010). Los contenidos particulares del agua del río Lluta provienen de fuentes puntuales, asociadas a características geológicas: arsénico, boro, azufre y metales como hierro, manganeso y zinc, son aportados por el río Azufre, el cual nace a los pies de la falda sur del volcán Tacora. Y el boro proviene principalmente de afloramientos identificados como borateras ubicadas aguas arriba del pueblo de Colpitas, que finalmente desembocan al río del mismo nombre.

En el río Lluta en Alcérreca, antes de la confluencia del río Colpitas, las aguas son cloruradas cálcicas y presentan una conductividad eléctrica relativamente baja, inferior a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH prácticamente neutro, de 6,6 y altos contenidos de boro, arsénico y cobre. Las aguas de la quebrada Colpitas son cloruradas sódicas, presentan una conductividad moderadamente alta, con pH neutro, de 7,6 y contenidos muy altos de boro y altos de arsénico.

El río Lluta, a la altura de la carretera Panamericana, presenta una elevada conductividad, con valores entre 3.000 y 7.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y un pH levemente alcalino. El contenido de boro es muy alto y el de arsénico es levemente alto. El contenido de iones mayoritarios del río en este punto es superior al observado en la quebrada Colpitas, en términos de sulfatos y bicarbonatos, y similar en términos de cloruros.

El estudio realizado por DGA (2016) concluye que el valle del río Lluta se caracteriza por tener suelos y aguas con alta concentración salina específicamente de sodio, cloruros y boro. En los antecedentes se menciona particularmente el exceso de boro, arsénico y hierro en las aguas superficiales y el elevado contenido de cloruro, sulfatos y boro en las aguas subterráneas. Además, DGA (2016) menciona que desde la década de los años 60 la calidad de las aguas subterráneas en el valle del río Lluta está empeorando, consecuencia del riego de nuevos terrenos que contienen sales.

DGA (2016) realizó la medición de los parámetros in-situ de los cuales se observó que en general las temperaturas se mantienen constantes en el tiempo, fluctuando de manera puntual, pero sin una variación estacional. Cabe mencionar que el máximo valor de temperatura se midió en la vertiente hidrotermal de Jurasí, variando entre 51 y 56°C, también destaca la temperatura registrada en el río Azufre (47-30°C) y en la vertiente hidrotermal ubicada en el sector de Las Cuevas (33-30°C).

En la cuenca se puede apreciar una amplia variación de pH en las aguas superficiales. El río Azufre se caracteriza por poseer las aguas superficiales más ácidas, $\text{pH} \leq 2$, mientras que el río Caracarani son aguas neutras a alcalinas, de pH 6,9 y 9,2. El resultado de la confluencia de estos ríos, el río Lluta, son aguas levemente ácidas, de pH entre 4,5 y 5,5. Estos valores se mantienen constantes hasta la confluencia con el río Colpitas, el cual aporta aguas alcalinas de pH 8. Al noreste de la cuenca en las quebradas de los complejos volcánicos Ancolacane, Chuquiananta, Churicagua y Copatanca se observan aguas alcalinas, de pH entre 7 y 9.

En el sector del río Putre las aguas superficiales que aportan al Lluta desde las diferentes quebradas son neutras, variando el pH entre 6 y 7,8. Es destacable que las quebradas Aroma y Socoroma presenten aguas levemente ácidas, en que el pH varía entre 4,5 y 5,5, en comparación a las demás del sector.

Aguas abajo, en el sector del valle, el que se desarrolla desde el sector el molino hasta la Panamericana, las aguas superficiales del río Lluta tienen un pH neutro-alcalino, de pH entre 6 y 8,5.

Por otro lado, las aguas subterráneas varían desde aguas ácidas hasta aguas neutras, con pH entre 1,4 y 7,7. Las aguas de los pozos ubicados en el valle del río Lluta y de las diferentes vertientes del valle son neutras, con un pH que varía entre 6 y 7,3 y constante en el tiempo. Sin embargo, las vertientes hidrotermales que dan origen al río Azufre son aguas muy ácidas, con pH entre 1,4 y 2.

Las aguas superficiales presentan una amplia variación de conductividad eléctrica a lo largo de la cuenca, entre 100 (noreste zona alta de la cuenca) y 8.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas superficiales en el sector medio y alto de la cuenca son aguas con una conductividad eléctrica que varía entre 1.000 y 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos valores de conductividad eléctrica son superados por las aguas analizadas en el río Azufre con 8.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el río Colpitas antes de la confluencia con el río Lluta con 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en una quebrada próxima a Putre con 6.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Destacan la quebrada Chuquiananta por presentar aguas frescas y dulces, característica que comparte en menor medida la quebrada del volcán Tarapacá.

En el sector del valle del río Lluta las aguas superficiales presentan valores de conductividad eléctrica de 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Chironta, aumentando progresivamente

hacia la desembocadura al océano Pacífico hasta alcanzar los 5.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en noviembre 2015 y a los 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el resto del año (DGA, 2016).

DGA (2016) plantea que en el sector bajo de la cuenca del río Lluta las aguas superficiales y subterráneas tienen un grado de mineralización similar, sin embargo, identifican un enriquecimiento de elementos mayoritarios a lo largo del cauce del río Lluta y del acuífero en el sector del valle del río Lluta. En los análisis desarrollados en febrero de 2016, las aguas subterráneas presentaron mayor grado de mineralización que las aguas superficiales, esto debido a que las aguas subterráneas tienen menor velocidad y mayor tiempo de residencia que las aguas superficiales y, por otro lado, las aguas superficiales están diluidas por las precipitaciones que se producen en la cabecera de la cuenca durante el invierno altiplánico.

Se concluye que la parte alta de la cuenca está influenciada fuertemente por factores volcánicos, fuentes termales y los salares que adicionan contenido de metales. Mientras que la parte media y baja está influenciada por los efectos del suelo salino dado por la alta concentración de nitratos de sodio y otros compuestos en la cuenca, además el alto contenido de nitratos en las aguas subterráneas del valle del río Lluta se debe a la intensificación de las prácticas agrícolas y ganaderas y la sobreexplotación que sufre el acuífero, lo que empeora la calidad de las aguas subterráneas.

5.2.2 Calidad Química

La calidad del agua de la cuenca del río Lluta está regulada por procesos naturales, asociados a características geológicas presentes en la cuenca. El río Lluta recibe contaminantes provenientes de dos fuentes, por un lado, el río Azufre aporta aguas ácidas y ricas en arsénico, boro, azufre y metales como hierro, manganeso y zinc y, aguas abajo, el río Colpitas suministra aguas alcalinas y con alto contenido de boro.

La calidad de las aguas de la cuenca del río Lluta siempre ha sido estudiada y analizada debido a que abastece parte de la ciudad Arica y es usada en el regadío de zonas agrícolas del sector del valle del río Lluta.

En el trabajo de ICASS (DGA, 2016) se observó la composición química de las aguas en su primera campaña y se concluyó que ninguna de las muestras de agua superficial o subterránea es apta para el consumo humano, ya que estas aguas superan el límite de arsénico, cadmio, cloruro, fluoruros, hierro, magnesio, manganeso, mercurio,

plomo, sulfatos, sólidos totales disueltos, zinc y/ pH. Destaca el alto contenido de metales que presentan las muestras ubicadas en la terma Aguas Calientes y la ubicada después de la azufrera en el río Azufre y en menor magnitud la muestra tomada en el río Colpitas. Por otro lado, de las 32 muestras de agua obtenidas por ICASS (DGA, 2016), 7 de ellas no excedieron el límite de arsénico, estas se ubican en el sector de Socoroma, pero sobrepasan el límite de al menos manganeso y sulfatos, la quebrada Chuquiananta que excede el contenido de plomo, y el tramo alto del río Lluta que superan el contenido de plomo, hierro, manganeso, sulfatos, sólidos disueltos totales y/o pH.

En el resto de las campañas de muestreo realizadas por DGA (2016), las aguas superaron el nivel de arsénico, cadmio, cloruros, cobre, cromo, fluoruros, hierro, manganeso, magnesio, mercurio, nitrito, plomo, selenio, sulfatos, sólidos totales disueltos, zinc y/o pH que indica la norma NCh 409, por lo que ninguna muestra es apta para el consumo humano. Por otro lado, las aguas suelen superar los límites de aluminio y boro que determina la norma de riego NCh 1.333. Las muestras analizadas en febrero 2016 presentaron mayor contenido de elementos mayoritarios y minoritarios.

Salinidad y pH

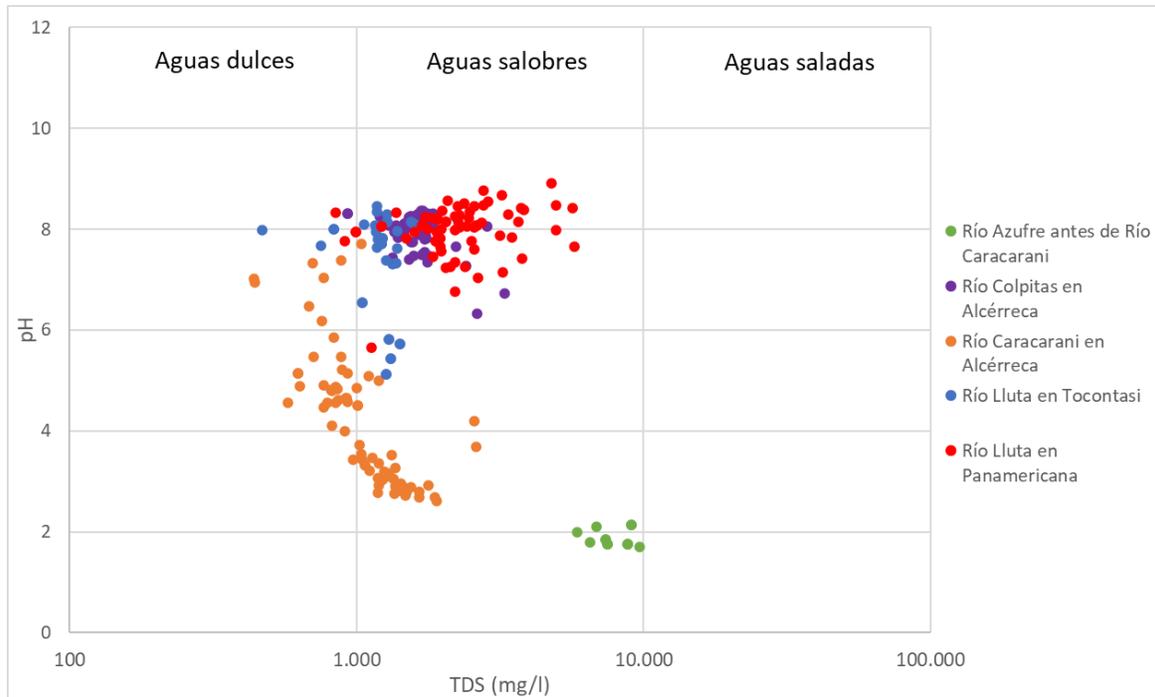
Con la información de las estaciones de monitoreo de calidad de agua de la DGA, se caracterizó las aguas de la cuenca según la salinidad (TDS) y el pH. La salinidad permite clasificar las aguas en dulces (0-1.000 mg/l), salobres (1.000-10.000 mg/l), saladas (10.000-100.000 mg/l) y salmueras (>100.000 mg/l) (APHA, 1995 (Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater)).

Debido a que los análisis de calidad de agua realizados en las estaciones de la DGA no consideran la medición de TDS, ha sido necesario utilizar la relación descrita por DGA (2012b) partir de la conductividad eléctrica que se presenta a continuación:

$$\text{TDS (mg/l)} \approx 0,64 \times \text{CE } (\mu\text{S/cm})$$

En la Figura 5.6 se presenta un gráfico TDS-pH para las aguas superficiales de la cuenca. En este se puede observar que las aguas son principalmente salobres. Agua dulce se observa en algunas muestras de la estación Río Caracarani en Alcérreca, sin embargo, el promedio de la serie de datos cae en agua salobre con un valor de 1.104

mg/l. Las aguas más salobres corresponden a las de la estación Río Azufre antes del Río Caracarani, con valor promedio de 7.933 mg/l.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.6 Clasificación de las aguas según salinidad.

La evolución espacial de la calidad del agua en la cuenca del río Lluta se puede observar en la Figura 5.7, en el que se han graficado las conductividades eléctricas (CE) de las muestras de agua superficial y subterránea obtenidas por ICASS en la campaña 1 (Noviembre 2015) del estudio de DGA (2016). En esta figura se pueden observar las fuentes con mayores CE, como el río Azufre y Colpitas, y las fuentes con menores CE, como Caracarani, Cascavillane y Chuquiananta.

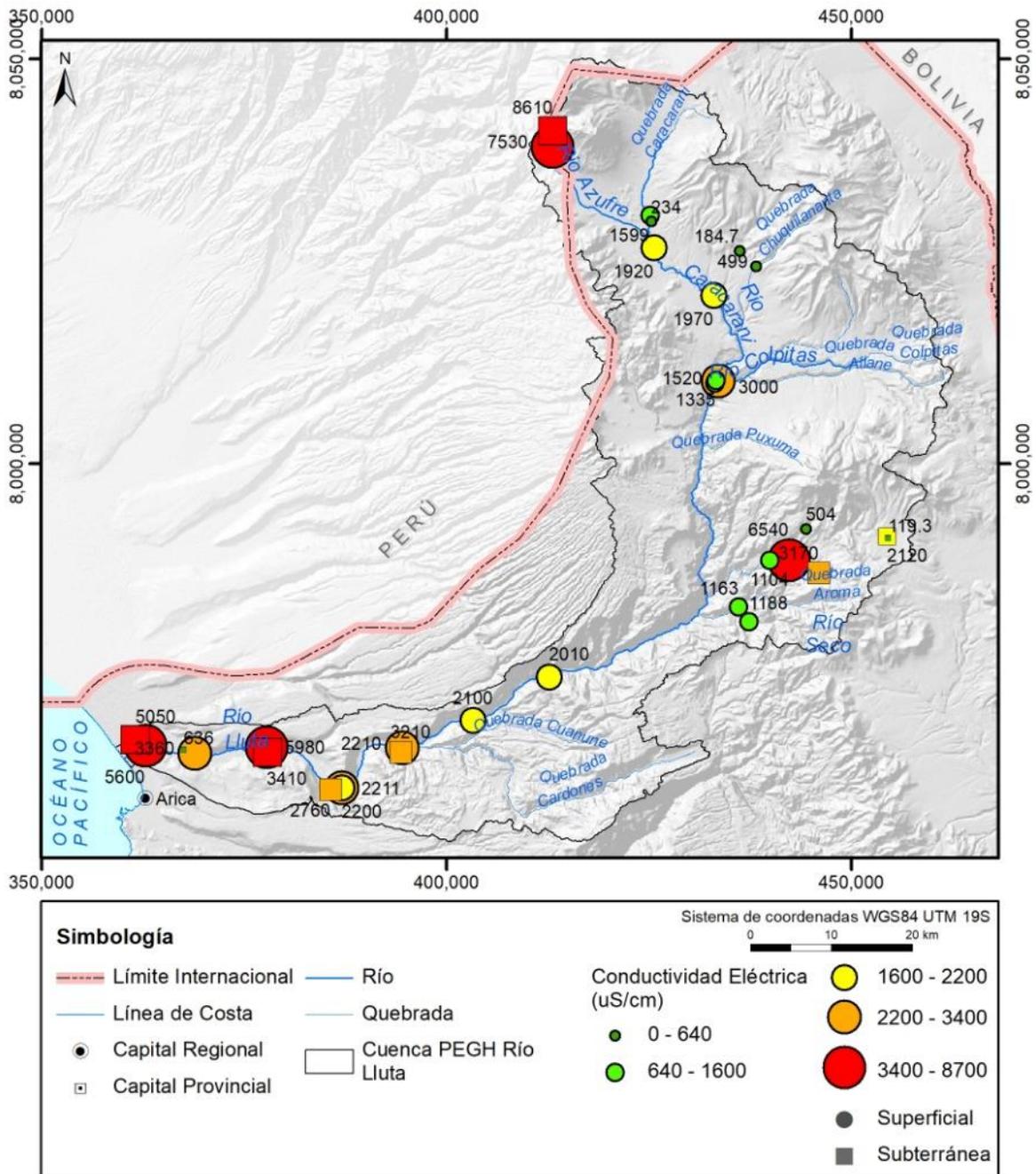


Figura 5.7 Evolución espacial de la Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la cuenca del río Lluta, en campaña noviembre 2015.

5.2.3 Evolución temporal

Se escogieron 5 estaciones de monitoreo de calidad de agua en la cuenca para realizar un análisis de evolución temporal de algunos parámetros físicoquímicos en las aguas superficiales. La evolución temporal para aguas subterráneas es presentada en el Informe principal. Tres de estas estaciones cuentan con un registro de buena continuidad para el periodo comprendido entre los años 1990 y 2019 y las dos restantes comienzan con el registro a partir del año 2010 y 2016. Las estaciones corresponden a la siguientes y se mencionan desde la cabecera de la cuenca hasta la desembocadura: Río Azufre antes de Río Caracarani, Río Colpitas en Alcérreca, Río Caracarani en Alcérreca, Río Lluta en Tocontasi y Río Lluta en Panamericana. Las tres primeras se sitúan en subcuenca Río Lluta Alto, mientras que las dos restantes son estaciones ubicadas en la subcuenca del Río Lluta Bajo.

Cabe destacar que los datos fueron obtenidos de los registros de la DGA, los cuales fueron posteriormente analizados según su tendencia, extrayéndose aquellos valores que se consideraron como "outliers", fuera del rango de variación de cada parámetro.

5.2.4 Oferta Calidad de Agua

De acuerdo a lo descrito para Calidad de Aguas, las aguas de la cuenca del río Lluta son naturalmente de mala calidad química tanto para consumo humano como para riego debido a las características geológicas y mineralógicas de la cuenca.

En la Tabla 5.20 se presenta un resumen con las principales características físicoquímicas de las aguas de la cuenca por sectores, ordenados según la dirección de flujo del cauce principal. Esta tabla fue elaborada con la información de los análisis físicoquímicos del estudio DGA (2016) y con el análisis de los registros de calidad de agua de las estaciones de la DGA para el periodo 1990-2019.

El pH extremadamente ácido y la alta concentración de metales en las aguas del río Azufre, en la cabecera de la cuenca, condicionan la calidad química aguas abajo. Estas aguas interactúan con zonas intensamente mineralizadas, superando el límite de arsénico, cadmio, cloruro, fluoruros, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, plomo, sulfatos, sólidos totales disueltos, zinc, entre otros. Esta condición mejora en parte con los aportes del río Caracarani, Colpitas y las numerosas vertientes que originan las quebradas laterales que alimentan el cauce principal. Aguas abajo, en el río Lluta, el

pH se encuentra cercano a neutro alcanzando valores levemente alcalinos en la desembocadura. Sin embargo, cabe destacar que, de acuerdo al análisis de evolución temporal del pH, se observó que en la estación Río Lluta en Tocontasi este parámetro mostró una tendencia a la disminución, alcanzando valores más cercanos a la acidez (pH ~5) en los últimos dos años de monitoreo (2018-2019).

En cuanto al pH del agua subterránea, la DGA (2016) describe que las aguas de los pozos ubicados en el valle del río Lluta y de las diferentes vertientes del valle son neutras, con un pH que varía entre 6 y 7,3 y constante en el tiempo.

Tabla 5.20 Resumen de calidad de agua en la cuenca del Río Lluta basado en DGA (2016) y datos de estaciones de calidad de agua de la DGA periodo 1990-2019.

Sector	Muestra / Estación DGA	Clasificación química	pH	Conductividad Eléctrica (uS/cm)	Salinidad		Elementos sobre Normas de calidad de agua***	
					TDS (mg/l)**	Clasificación	NCh. 409	NCh. 1333
Vertientes en origen Río Azufre	LLAV-48 (DGA, 2016)	sulfatadas sódicas	1,5 - 2	8.500 - 12.500	5.500 - 8.000	salobre	Cl, F, Fe, Mn, As, Cd, Pb, Se, SO ₄ , TDS, Zn, pH, Cr	Al, B
Río Azufre en cabecera de cuenca	LLAS-49 (DGA, 2016)	sulfatadas sódico-cálcicas	2	7.500 - 8.000	4.800 - 5.200	salobre	As, Cl, F, Fe, Mn, Pb, SO ₄ , TDS, Zn, pH, Cd	Al, B
Río Caracarani antes de confluencia con Río Azufre	LLAS-46 (DGA, 2016)	sulfatadas bicarbonatadas sódicas	7 - 8	< 1.000	< 640	dulce	As, Fe, Mn,	Al
Río Caracarani	LLAS-44 (DGA, 2016)	sulfatadas cloruradas sódicas	4 - 5,5	1.500 - 3.000	1.000 - 2.000	salobre	As, Fe, Mn, F, Pb, SO ₄ , TDS, pH	Al, B
Río Caracarani en Alcérreca	Río Caracarani en Alcérreca	sulfatadas cloruradas sódicas	4,3	1.000 - 3.000*	640 - 2.000	dulce-salobre	As, Cd, Fe, Mn, Hg, SO ₄ , TDS	B, Al, Cl
Río Colpitas en Alcérreca	Río Colpitas en Alcérreca	cloruradas sódicas	6-8,5	2.000 - 3.000*	1.300 - 2.000	salobre	Cl, As, Fe, Mn, Pb, TDS	B, Al, SO ₄
Río Lluta en Chapisca	Río Lluta en Chapisca	cloruradas sulfatadas sódicas	6,3	1.500 - 2.500*	1.000 - 1.600	salobre	Cl, Fe, Pb, SO ₄	Al, B
Río Lluta	LLAS-27 (DGA, 2016)	cloruradas sódicas	7 - 8	700 - 1.500	450 - 1.000	dulce	As, Fe, Mn, Hg, Pb	Al, B
Río Lluta en desembocadura	Río Lluta en Panamericana	cloruradas sulfatadas sódicas	6 - 9	2.000 - 6.000*	1.300 - 3.850	salobre	As, Cl, Cd, Fe, Mn, Hg, pH, Pb, SO ₄ , TDS	Al, B

* Rango con mayor concentración de datos

** Obtenida en base TDS (mg/l) $\approx 0,64 \times \text{CE (uS/cm)}$

*** Extraído de DGA (2016) y de datos de las estaciones de calidad de agua DGA

Fuente: elaboración propia.

6. ACTIVIDAD ECONÓMICA

6.1 Revisión de proyectos del SEA

Se han revisado los proyectos presentados en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) que se encuentran ubicados en la cuenca de estudio, para evaluar las actividades económicas y sus inversiones. A nivel de Estudios de Impacto Ambiental se encuentran pocos proyectos, en el que se destacan principalmente los proyectos de infraestructura por el nivel de inversión, como el EIA del Embalse Chironta, cuya revisión de este último se presenta en el Anexo E. También han sido ingresados algunos EIA del tipo vial o caminero, pero de menor envergadura económicamente. En la Tabla 6.1 se presentan los EIAs y DIAs que tienen relación en la zona de estudio durante los últimos diez años.

Tabla 6.1 Proyectos presentados al SEA y ubicados en la cuenca del río Lluta

Nombre	Tipo	Tipo Proyecto	Titular	Inversión MM US\$	Fecha		Estado	Observaciones
					Presentación	Aprobación		
Planta de Calibre y Ponedoras Automáticas	DIA	Agropecuario	AGRICOLA TARAPACÁ LTDA.	1,5	06-02-2020	11-09-2020	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Piscina de Sedimentación Sector Cola del Embalse de Riego Chironta, Región de Arica y Parinacota	DIA	Infraestructura	MOP	3,1157	22-05-2019	04-10-2019	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Mejoramiento Ruta Andina, Sector Límite Regional - Ruta 11 CH. Región de Arica y Parinacota	EIA	Infraestructura	MOP	70,6949	29-10-2018		En calificación	Ubicado en la cuenca del río Lauca
Ampliación Botadero de Ripios Quiborax S.A.	DIA	Minero	QUIBORAX S.A.	0,2796	21-04-2017	05-01-2018	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Reposición Ruta 11-CH, Sector Arica-Tambo Quemado, El Águila-Q. Cardones, Km. 60,00 - Km 76,00, XV Región de Arica y Parinacota.	DIA	Infraestructura	MOP	36,7379	14-10-2013	09-12-2014	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Planta Solar Fotovoltaica El Águila II	DIA	Energía	Engie Energía Chile S.A.	0,100	11-02-2013	02-07-2013	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Embalse Chironta	EIA	Infraestructura	MOP	77,7364	14-09-2012	22-09-2014	Aprobado	Antecedentes que aportan al PEGH
Modificación Proyecto Planta El Águila	DIA	Minero	QUIBORAX S.A.	23,7	16-03-2012	09-08-2012	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Proyecto Puesta en Valor Inicial del Humedal de la Desembocadura del Río Lluta	DIA	Infraestructura	Muni Arica	0,0273	07-03-2012	28-05-2012	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Proyecto Manganeso Los Pumas	EIA	Minero	MINERA HEMISFERIO SUR S.C.M.	100	26-08-2011	02-09-2015	Rechazado	Antecedentes que aportan al PEGH
Reposición Ruta 11-CH, Sector Arica - Tambo Quemado, km. 170 al km. 192, Región de Arica	EIA	Infraestructura	MOP	44,9916	14-04-2011	07-09-2011	Aprobado	Se presentan antecedentes hídricos muy someros

Nombre	Tipo	Tipo Proyecto	Titular	Inversión MM US\$	Fecha		Estado	Observaciones
					Presentación	Aprobación		
Parinacota								
Ampliación de la Inversión y Relocalización de la empresa Alimentos Finos Rila Chile Ltd	DIA	Industria	FRANK HELMUT RICHTER RICHTER	1,2	13-03-2008	09-09-2008	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Construcción y Operación de Observatorio Astronómico para Fines Educativos y Turísticos UTA	DIA	Turístico	Universidad de Tarapaca	1,1	14-07-2010	21-02-2011	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Proyecto Planta DO	DIA	Minero	QUIBORAX S.A.	1,3	26-12-2006	16-05-2007	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Prospección Minera La Frontera	DIA	Minero	Minera MH Chile Ltda	0,0005	12-04-2005	31-08-2005	Aprobado	No entrega antecedentes que aporten al PEGH
Exploraciones Chantacollo	EIA	Minero	Maria Eugenia Velasquez	0,2	13-09-2005	07-03-2006	Rechazado	Antecedentes que aportan al PEGH
Labores de Extracción Manual de Ulexita en Salar de Colpitas	DIA	Minero	QUIBORAX S.A.	0,07	28-09-2000	02-09-2013	Aprobado	

7. GOBERNANZA

7.1 Estado de las Organizaciones de Usuarios de Agua

Tabla 7.1 Estado de las organizaciones de usuarios de agua

Región de Arica y Parinacota			
Tipo de actor	Organización	Comuna	Nombre de Organización y contacto
Organizaciones de Usuarios de Agua (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de aguas)	Juntas de Vigilancia de	Arica	Junta de Vigilancia del Río Lluta
	Delegación De Aguas Putre	Putre	
	Comunidades de Regantes	Arica	Lluta alto: Regantes Canal Cubrimani Regantes Canal Llancoma Regantes Canal Llancache Asociación Tapacomarka Regantes Canal Llussuma Regantes Socoroma Altiplano Sucesión Morales Sucesión Huanca Junta de Vecinos de Parinacota Junta de Vecinos Guayatire Sucesión Mollo Huanca Regantes Parinacota Cruzani Sucesión Guillermo Blanco Propietarios Chucuyo Regantes Visviri
	Comunidad de aguas	General Lagos	Comunidad de Aguas Visviri (Comunidad Indígena) Comunidad de Aguas Villa Industrial Comunidad de Aguas Vertientes Los Albarracín
Organizaciones de la sociedad civil con intereses en la cuenca	Junta de vecinos	Putre	Junta de Vecinos N°1 Putre Junta de Vecinos N°15 Putre Unión Comunal de Juntas de Vecinos Junta de Vecinos Caquena
		Putre sector Parinacota	Junta Vecinos Parinacota Chucuyo
	Comité asesor-INDAP	Putre	CAR Putre Comité Asesor Regional (CAR)
Instituciones privadas / Asociaciones gremiales vinculadas con la gestión del agua en la cuenca	Asociación de ganaderos	General Lagos	Asociación Indígena de Ganaderos Social y Cultural de la Comuna de General Lagos
	Asociación agrícola	Arica	Asociación Agro Andina "Pampa San Martín".
		Regional	Federación de Organizaciones Agrícolas de Defensa de la Tierra y Agua de Arica y Parinacota
	Empresa Privada APR	Arica	Coca Cola Embonor S.A. (Arica)
Otros actores relevantes	Agrupación agricultores	Lluta	Comité De Agua Potable Rural "Valle de Lluta" Comité De Agua Potable Rural Pampa Algodonal
		Regional	Agrupación de pequeños agricultores de Arica y Parinacota
		Arica	Gremio Agricultores Río Lluta Agrícola Comercial Valle Nuevo Ltda

Fuente: elaboración propia.

7.1.1 Juntas de Vigilancia

En la cuenca del río Lluta existe una Junta de Vigilancia, la que lleva por nombre "Junta de Vigilancia del río Lluta y sus tributarios". En las siguientes tablas y a partir de la

información recopilada en el estudio DGA (2018b), SIT 422 "Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua"), se indican la estimación de usuarios susceptibles de regularizar según número de titulares, según caudal registrado, el área de jurisdicción según sus estatutos y en resolución DGA, y la cantidad de DAA sin coordinadas susceptibles de perfeccionar.

Tabla 7.2 Estimación del número de usuarios susceptibles de regularizar en relación al número de titulares del RPDAAs en la Junta de Vigilancia del río Lluta y sus tributarios

N° usuarios totales	Observación	Fuente de información	N° de titulares de DDA Superficial Permanente cont/alternado de RPDAAs	N° de usuarios susceptibles a regularizar	Observación
1.364	Estimado en base a 60 de 62 CA registradas en la BDD	Suma del numero de usuarios de AC y CA pertenecientes a la JV (numero de usuarios de AC y CA provenientes de Catastro de Usuarios)	485	879	Usuarios a regularizar respecto de los usuarios de las OU perteneciente a la JV

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 “Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua”

Tabla 7.3 Estimación de caudales susceptibles de regularizar en relación al caudal registrado en el RPDAAs en la Junta de Vigilancia del río Lluta y sus tributarios

Estimación de caudal mediante equivalencia					Q Superficial Permanente cont/alternado registrado en el RPDAAs (L/s)	Caudal susceptible de regularizar	
Acciones	Fuente información de acciones utilizada	Equivalencia (1 acc = x L/s)	Fuente información equivalencia utilizada	Caudal estimado (L/s)		% Q a regularizar	Observación
2.904,55	RPOU, Estatutos	1	Genérica	2.904,55	1.768,77	39,10	% del caudal a regularizar según DAA superficiales permanente registrados en el CPA, acciones del RPOU y estimación de Q mediante equivalencia genérica de acciones (1 acc=1 lts)

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 “Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua”

Tabla 7.4 Área de jurisdicción de la Junta de Vigilancia del río Lluta y sus tributarios indicada en los estatutos y en la resolución DGA para cada JV

Estatutos	Resolución DGA
En el río Lluta y sus tributarios desde su nacimiento en la cordillera de los Andes, que comprende su hoya hidrográfica hasta la desembocadura en el océano Pacífico.	Comprende la hoya hidrográfica del río Lluta, desde su nacimiento en la cordillera de los Andes hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 “Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua”

Tabla 7.5 Detalle del número de DAA sin coordenadas susceptibles de perfeccionar por no indicar alguna de las características esenciales de cada DAA en el RPDA

Coordenadas erróneas	Sin Coordenadas / Caudal en acciones	Sin coordenadas / caudal sin unidad	Sin coordenadas / sin caudal	Total
6	654	0	0	660

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 “Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua”

7.1.2 Comunidades de agua**Tabla 7.6 Comunidades de agua de la cuenca del río Lluta**

N° Registro	Nombre	Fuente
991	Comunidad de Aguas del canal Llipi-Llipi	Qda. Ancoamache
992	Comunidad de Aguas del canal Ancache	Qda. Araguallane
1029	Cala cala	
1219	Comunidad de Aguas del canal Chatiapo	Río Lluta
1220	Comunidad de Aguas del canal Molinos	Río Lluta
1221	Comunidad de Aguas del canal Bocanegra	Río Lluta
1222	Comunidad de Aguas del canal El Tambo	Río Lluta
1223	Comunidad de Aguas del canal Rojas Maraboli	Río Lluta
1224	Comunidad de Aguas del canal Loredo	Río Lluta
1225	Comunidad de Aguas del canal Vilca Chang	Río Lluta
1226	Comunidad de Aguas del canal La Isla	Río Lluta
1228	Canal Ponce	Lluta
1230	Comunidad de Aguas del canal Bolaños Villanueva	Río Lluta
1232	Comunidad de Aguas del canal Santa Raquel	Río Lluta
1234	Comunidad de Aguas del canal Linderos	Río Lluta
1235	Comunidad de Aguas del canal Poconchile	Río Lluta
1236	Canal Santa Ines	Lluta
1237	Comunidad de Aguas del canal Arellano Beyzan	Río Lluta
1239	Comunidad de Aguas del canal El Muro	Río Lluta
1240	Comunidad de Aguas del canal Chacabuco	Río Lluta
1241	Comunidad de Aguas del canal Sascapa	Río Lluta
1242	Comunidad de Aguas del canal Ayca Gonzalez	Río Lluta
1243	Comunidad de Aguas del canal Santa Rosa	Río Lluta
1244	Comunidad de Aguas del canal Vilca Loredo	Río Lluta
1257	Comunidad de Aguas del canal Huancarane	Río Lluta
1258	Comunidad de Aguas del canal Visconti	Río Lluta
1259	Comunidad de Aguas del canal Kesler-Gil	Río Lluta
1292	Comunidad de Aguas del canal Beneficencia	Río Lluta
1293	Comunidad de Aguas del canal La Palma Uno	Río Lluta
1294	Comunidad de Aguas del canal La Palma Dos	Río Lluta
1322	Comunidad de Aguas del canal Vila - Vila N° 2	Río Lluta
1323	Comunidad de Aguas del canal Chapisca Sur	Río Lluta
1324	Comunidad de Aguas del canal Tocontasi	
1327	Comunidad de Aguas del canal Dominguez	Río Lluta
1328	Comunidad de Aguas del canal Valles Hermosos	
1329	Comunidad de Aguas del canal La Palma	Río Lluta
1330	Comunidad de Aguas del canal Huanca	Río Lluta
1331	Comunidad de Aguas del canal Alanoca	
1332	Comunidad de Aguas del canal Vila Collo N°1	Río Lluta
1333	Comunidad de Aguas del canal Vila Collo N°2	Río Lluta
1338	Comunidad de Aguas del canal Buena Vista	Río Lluta
1339	Comunidad de Aguas del canal Arancha	Río Lluta

N° Registro	Nombre	Fuente
1341	Comunidad de Aguas del canal Tiñare	Río Lluta
1342	Comunidad de Aguas del canal Challallapo	Río Lluta
1343	Comunidad de Aguas del canal Zora	Río Lluta
1344	Comunidad de Aguas del canal Cala-Cala	Lluta
1345	Comunidad de Aguas del canal Tauquia	
1348	Comunidad de Aguas del canal Chapisca Norte	Río Lluta
406	Comunidad de Aguas del canal Mayorga	Río Lluta
407	Comunidad de Aguas barraco Santa Rosa	Río Lluta
492	Comunidad de Aguas del canal Almonte	Río Lluta
1262	Comunidad de Aguas del canal Apilla Apilla 2	Qda. de Socoroma
1263	Comunidad de Aguas del canal Chipaca	Qda. Socoroma
1266	Comunidad de Aguas del canal Cerro Socoroma	Qda. Aroma
1281	Comunidad de Aguas del canal del Pueblo de Socoroma	Qda. Socoroma
1287	Comunidad de Aguas del canal Vilacabrini	Qda. Perquelleque
1296	Comunidad de Aguas del canal Bajos Pollerane	Qda. Socoroma
965	Comunidad de Aguas del canal Llussuma	Qda. Chilcacagua
974	Comunidad de Aguas del canal Chaquiere	Río Lluta
0	Comunidad de Aguas del canal Mancaruma	Qda. Aroma
978	Comunidad de Aguas del canal Llancoma	Qda. Llancoma
2475	Comunidad de Aguas del canal Cubrimani	Qda. Cubrimani
986	Comunidad de Aguas del canal Surunche	
987	Comunidad de Aguas del canal Sajata	Qda. Ancoamache

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 "Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua"

7.1.3 Situación general de las organizaciones de usuarios

Tabla 7.7 Situación, problemas y requerimientos de las CA

OU	Situación	Problema	Requerimientos / necesidades	Año
En general CA río Lluta	OU inactivas. En varios casos son las organizaciones tradicionales las que asumen de hecho las funciones de una OU. Con repartidor de aguas y organización del riego	Desinterés (en general) ante fortalecimiento y capacitación (año 2015). Presencia de OU sin directorio vigente y sin cumplir mandatos otorgados por código de aguas. parte alta de la cuenca el agua se utiliza para regar bofedales (alimento a camélidos), sin turnos ni organización de riego	No se indican	2016

Fuente: DGA (2018b), SIT 422 "Diagnóstico nacional de Organizaciones de Usuarios de agua", Cuadro 67

7.2 COMUNIDADES INDÍGENAS

En la Tabla 7.8 se presentan las comunidades indígenas presentes en la cuenca del río Lluta, según la información extraída de la página web de la CONADI.

Tabla 7.8 Comunidades indígenas en la cuenca del río Lluta

N° Registro	Comuna	Comunidad
2	Putre	Comunidad Indígena de Putre
10	General Lagos	Comunidad Indígena de Alcérreca
13	General Lagos	Comunidad Indígena de Chislluma
14	General Lagos	Comunidad Indígena de Ancolacane
19	General Lagos	Comunidad Indígena de Colpitas
22	Arica	Comunidad Indígena Aymara de Challallapo
34	General Lagos	Comunidad Indígena San Fernando (Coinfe) del Pueblo de Tacora
41	General Lagos	Comunidad Indígena Fondo Huailas
46	General Lagos	Comunidad Indígena Karakarane
51	Putre	Comunidad Indígena Aymara Chucuruma
58	General Lagos	Comunidad Indígena Aymara Angela Blas Raya de Tacora
76	General Lagos	Comunidad Indígena De Tacora
77	General Lagos	Comunidad Indígena Copapujo de Tacora
78	Arica	Comunidad Indígena Chikka Chapisca
80	Arica	Comunidad Indígena de Chapisca
81	Arica	Comunidad Indígena Tambo

Fuente: <http://siic.conadi.cl/> Capa Shapefile. Fecha de consulta 03/03/2021

7.3 ANALISIS DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

7.3.1 Dimensiones de gobernanza según la OCDE: Efectividad, Eficiencia, Confianza y Participación

Los Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE según se muestra en la Figura 7.1, tienen la intención de contribuir a la creación de políticas públicas tangibles y orientadas a la obtención de resultados, en base a tres dimensiones de la gobernanza del agua que mutuamente se refuerzan y complementan:

- **La efectividad** se refiere a la contribución de la gobernanza en definir las metas y objetivos sostenibles y claros de las políticas del agua en todos los órdenes de gobierno, en la implementación de dichos objetivos de política, y en la consecución de las metas esperadas.

- **La eficiencia** está relacionada con la contribución de la gobernanza en maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar, al menor costo para la sociedad.
- **La confianza y participación** están relacionadas a la contribución de la gobernanza en la creación de confianza entre la población, y en garantizar la inclusión de los actores a través de legitimidad democrática y equidad para la sociedad en general.



Figura 7.1 Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE

7.3.2 Estudio de Seguridad Hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para elaboración del plan de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático

Pese a que el concepto de Seguridad Hídrica es relativamente nuevo en su formulación y análisis, diversos países ya han elaborado marcos de trabajo para ponerlo en práctica como elemento clave en sus respectivas estrategias de gestión de recursos hídricos. Al respecto y de manera general, se describen las experiencias de Australia, España, México, California y Asia Pacífico en relación con las estrategias a aplicar o aplicadas para alcanzar la Seguridad Hídrica en sus respectivos territorios.

Las razones para seleccionar dichas experiencias están principalmente relacionadas con:

- a. la existencia de condiciones climáticas (ej. aridez) similares a las encontradas en la zona centro de Chile (Australia, España, México, California),
- b. la existencia de una fuerte presión por recursos hídricos producto de la existencia de múltiples usos (Australia, España, México, California, Asia Pacífico);
- c. la existencia de un mercado de aguas basado en derechos de propiedad similar al existente en Chile (Australia, California),
- d. una condición similar de desarrollo socioeconómico (México, Asia Pacífico)
- e. con la experiencia y liderazgo que países como Australia y el Estado de California tienen, a escala global, respecto de la gestión del agua y aplicación del concepto de Seguridad Hídrica.

7.3.2.1 Australia

Australia se caracteriza por poseer, en general, un clima con temperaturas extremas y una alta variación en las tasas de precipitación tanto en el espacio como en el tiempo, lo que tiene como consecuencia la ocurrencia de escurrimientos superficiales altamente variables, que condicionan, en conjunto con una demanda creciente por agua, la Seguridad Hídrica del país.

A partir de la realidad hídrica que se presenta en este país, se formula el ***Plan Water for the Future***, el cual está construido sobre cuatro elementos fundamentales (*Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts 2010*), los que se asemejan a las prioridades que este plan propone dentro de las soluciones posibles para combatir la escasez hídrica en la Cuenca del Río Lluta:

- 1) Enfrentar el cambio climático
- 2) Uso inteligente del agua
- 3) Asegurar el abastecimiento de agua
- 4) Mantener los ríos saludables

Desde el punto de vista ambiental *Water for the Future* ha sido llevado a la práctica mediante la inversión en programas estratégicos que incluyen el mejoramiento de infraestructura (ej. actualización de sistemas de riego y sistemas de distribución de agua a nivel extrapredial para mejorar la eficiencia en el uso del agua), adquisición de títulos

o derechos de aguas por parte del Estado para mejorar el estado ecológico de ríos, humedales y otros cuerpos de agua, asegurar el abastecimiento de agua urbano, el fortalecimiento de los Sistema Nacional de Mercados de Agua (*National Water Market System*) y la realización de un conjunto de reformas relacionadas con el uso del agua a nivel nacional.

Con relación al fortalecimiento de los sistemas de gobernanza, Patrick et al. (2016) señala que dentro de los principales desafíos que deben afrontar las principales agencias responsables de la gestión del agua es el congeniar los intereses nacionales con los locales de modo de evitar una discontinuidad entre el proceso de generación de una política y su posterior implementación. Finalmente, los mismos autores señalan que será de suma importancia para el logro de la Seguridad Hídrica en Australia entender que ésta no será independiente del logro de la seguridad alimentaria y energética, por lo que será clave identificar que metas u objetivos de estos otros sectores podrán facilitar o dificultar su logro.

7.3.2.2 España

España se caracteriza por poseer, en gran parte de su territorio, un clima con una prolongada estación seca y donde las precipitaciones se concentran en la época de invierno. Esta condición, similar a la encontrada en la zona centro-norte de Chile ha creado la necesidad de desarrollar una amplia red de infraestructura de riego y de conservación y almacenamiento de agua que le ha permitido satisfacer las demandas de los principales usuarios de agua: la agricultura y uso humano doméstico. Este nivel de inversión en infraestructura y tecnología para lograr la Seguridad Hídrica ha situado a España como uno de los países con mayor capacidad de almacenamiento de agua per cápita en el mundo (López-Gunn et al., 2012) y le ha permitido desacoplar, en parte, el crecimiento económico del uso creciente de los recursos hídricos. Con el objeto de seguir disminuyendo la vulnerabilidad del país a la variabilidad del clima (ej. cambio climático), es que actualmente los objetivos de Seguridad Hídrica para los diferentes sectores económicos son perseguidos a través de un conjunto de nuevas estrategias que incluyen tanto la exploración de nuevas fuentes de recursos hídricos (ej. desalación) como el desarrollo de tecnologías para reutilización de agua y recarga de acuíferos. Por otra parte, para el caso del mejoramiento del estatus ecológico de los diferentes cuerpos de agua España ha debido circunscribirse a los diferentes objetivos

que demanda la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (López-Gunn et al., 2012).

En España dos estrategias son consideradas para dar cuenta del estado actual de la gestión del agua:

- 1) estrategia top-down en donde el sector público provee información a la ciudadanía por intermedio de boletines, informes, etc, principalmente a través de internet;
- 2) estrategia bottom-up en donde la ciudadanía, dentro de procedimientos establecidos por ley, solicita información a las autoridades correspondientes.

Estos mecanismos han resultado ser útiles para crear un control social, por ejemplo, sobre los criterios utilizados para aprobar inversiones relacionadas con el uso del agua, sobre la efectividad de las políticas implementadas y sobre el desenvolvimiento de las autoridades en relación con sus obligaciones en la gestión del recurso hídrico. No obstante, lo anterior, España al año 2011 continuaba tendiendo brechas de información respecto al manejo y uso del agua (quién está usando el agua) y al nivel de recuperación de costos en la construcción, operación y mantenimiento, por ejemplo, de nueva infraestructura pública (López-Gunn et al., 2012).

7.3.2.3 México

México, al igual que Chile presenta grandes contrastes en su territorio, existiendo dos regiones con marcadas diferencias demográficas, económicas e hídricas. Es así como la zona norte correspondiente al 75% del territorio nacional, presenta un cuarto del agua disponible (precipitaciones anuales menores a 500 mm), concentra el 75% de la población y el 75% del PIB. En contraposición el 25% del territorio nacional presenta las tres cuartas partes del agua disponible (precipitaciones anuales mayores a 2000 mm), el 22% del PIB nacional y el 25% de la población. Esta situación, junto con el cambio climático y el acelerado crecimiento demográfico, posiciona al sector hídrico como un tema transversal siendo **el agua un asunto de seguridad nacional**. En este contexto, es que el Gobierno busca implementar un enfoque proactivo, que le permita asegurar el abastecimiento de agua potable y fortalecer la capacidad de respuesta ante los desafíos relacionados con el cambio climático (Camarena, 2016). México, en su Programa Nacional Hídrico 2014 – 2018, considera la seguridad hídrica como uno de sus objetivos, para lo cual adopta la definición de la Organización de las

Naciones Unidas, la cual expone que la Seguridad hídrica es la “capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de sustento, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política”.

Según (Martinez-Austria, 2013) los principales desafíos de seguridad hídrica para México son la escasez hídrica, la contaminación, conflictos por el agua y el deterioro ambiental, todos ellos consecuencia del crecimiento de la población, aumento de demanda alimentaria, aumento de la demanda de producción energética, cambio climático y los problemas en gestión de agua. Consecuencia de esto, es que la gobernanza, los mecanismos de resolución de conflictos y la generación de conocimiento e innovación cobran valor, siendo imperante a raíz de las proyecciones tendenciales que exponen un escenario de escasez, competencia entre usos y sobreexplotación.

7.3.2.4 California, Estados Unidos

La escasez hídrica es un problema severo en la zona árida y semiárida del oeste de Estados Unidos. Para hacer frente a este problema, durante el Siglo XX un conjunto de medidas que involucraron la construcción de embalses, sistemas de conducción de agua entre cuencas, infraestructura de contención de inundaciones fueron puestas en marcha con consecuencias negativas sobre los ecosistemas de agua dulce (California Natural Resources Agency, 2014). Actualmente diferentes iniciativas con objetivos concretos se han planteado para cambiar el paradigma de gestión que dominó el siglo pasado hacia una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Al respecto, el plan de acción que rige la gestión del agua en el Estado es el California Water Plan Update 2016. Este Plan establece de manera concreta tres objetivos o metas que deberían cumplirse de aquí al año 2019:

- tener sistemas de suministros de agua confiables,
- restaurar los ecosistemas de agua dulce
- poseer un sistema de gestión de recursos hídricos más resiliente y sustentable que permita hacer frente a las presiones ya sea climáticas como económicas y sociales en el futuro.

Es importante señalar que, aunque el concepto de Seguridad Hídrica y sus elementos teóricos no están objetivamente declarados en dicho Plan, las metas que lo direccionan pueden ser entendidas como las principales metas de Seguridad Hídrica para el Estado de California. Al respecto, se entiende de estos objetivos que la Seguridad Hídrica es una meta que será alcanzada a través de iniciativas que reconocen la interacción de los diferentes elementos involucrados en el sistema hídrico como por ejemplo la salud de los ecosistemas con la satisfacción de las necesidades humanas.

7.3.2.5 Región del Asia Pacífico

En los últimos años esta región ha tenido que enfrentar un conjunto de desafíos socioeconómicos y ambientales derivados especialmente de: i) un acelerado crecimiento demográfico (tasa de crecimiento 2,3% anual) que ha incrementado la demanda por materias primas y recursos hídricos; ii) cambios drásticos en el uso de la tierra lo cual ha alterado los ecosistemas y regímenes hidrológicos; iii) una rápida urbanización que ha requerido mayor disponibilidad de tierra y agua y iv) cambios ambientales dentro de los que se incluye el cambio climático que ha afectado la provisión y acceso al agua, la provisión de servicios ecológicos entre otros (AWDO, 2013; Lansigan & De la Cruz, 2016).

. Con el objeto de dar respuesta a los desafíos que involucran tener una seguridad hídrica, alimentaria y energética en la región, es que durante la última década se han puesto en práctica diversas iniciativas dentro de las cuales destaca la **Asian Water Development Outlook** (AWDO) cual tiene como objetivo el logro y mantención de la Seguridad Hídrica de los países. Esta iniciativa creada por el *Asia-Pacific Water Forum* (APWF) y el *Asian Development Bank* (ADB), ha logrado crear un sistema de valoración de la Seguridad Hídrica a nivel nacional que ha sido aplicado en 49 países de la región (AWDO, 2013).

7.4 LISTADO DE ACTORES PRINCIPALES

El listado de actores principales fue obtenido de la revisión de información secundaria disponible e información obtenida en proyectos anteriores en la zona, especialmente del sector de la Cuenca de Lluta. Algunos de los actores que no están identificados con

datos de contacto están siendo ubicados a través de diversas estrategias (bola de nieve, informantes clave, entre otras) para establecer un contacto efectivo.

Cabe señalar que los mecanismos de información y consulta a las organizaciones vinculadas a la comunidad tendrán formas alternas. En primer lugar, se establecerán mecanismos de contacto para el momento de información y otros mecanismos para los de consulta. A modo general, en vista de que aún no se implementa el PAC, se proponen las siguientes acciones, las que se irán precisando acorde se implemente este proceso:

1. Reuniones online, con las agrupaciones que tienen posibilidad de conexión online, especialmente las agrupaciones más grandes. Este mecanismo puede operar tanto para los momentos de información como de consulta.
2. Información vía correo postal o email, para las organizaciones más pequeñas y/o que no cuentan con accesibilidad a conexión online. Esta comunicación contendrá información relativa al inicio del proyecto, sus objetivos, y el cronograma de contacto con las comunidades de forma presencial a partir desde el mes 5 de inicio del proyecto, si las condiciones de sanidad lo permiten. Asimismo, esta comunicación contendrá la solicitud de información, relativa al contexto general del recurso hídrico en las cuencas. Este mecanismo es predominante para informar a los actores relevantes.
3. Contactos telefónicos con todas las organizaciones, para realizar seguimiento de la situación en los dos puntos anteriores. Este mecanismo puede operar de manera más eficiente para los momentos de consulta a los actores relevantes.
4. Para el proceso de información se generarán alternativas audiovisuales que permitan acceder a los datos de forma adecuada y oportuna.

Como se señala, estos mecanismos podrán ser mejor desarrollados una vez comience el proceso de PAC, en la segunda etapa.

El listado de actores seguirá ampliándose en la medida que la estrategia de contacto avance. Representa a todos los tipos de actores propuestos.

En la cuenca del río Lluta se identificaron los siguientes actores principales.

Tabla 7.9 Listado de Actores Comunitarios relevantes

Región de Arica y Parinacota			
Tipo de actor	Organización	Comuna	Nombre de Organización y contacto
Organizaciones de Usuarios de Agua (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de aguas)	Juntas de Vigilancia	Arica	Junta de Vigilancia del Río Lluta Eduardo Cortés-Monroy Portales Presidente
			Edmundo Rivero Riquelme 965097556 Tesorero
			Calle Yugoeslavia #1281. Condominio Pukara, Arica. 058-2315865
			Liliana Trigo Canal Puro Chile 85128859
			Gladys Humire Canal Visconti 99646734
			Mario Mayorga Lanchipa Canal Linderos 96150145
			Michael Humire Canal Vila Collo N°1 83553835
			Dante Humire Canal Vila Collo N°2 2226510
			Julio Gutiérrez Canal Iquieta Nortes 87933636
			Sonia Humire Canal Vinto Sur 85374481
Michael Humire Canal Vinto Norte 83553835			
Nancy Vilca Córdova Canal Cata 2245317			
Lucio Huanca			

			<p>Canal Buena Vista 979813935</p> <p>Yolanda Vergara Canal Ancacollo 90546678</p> <p>Rolando Huanca Canal Huacharaquie 88412577</p> <p>Magdalena Córdova Canal Arancha 2245317</p> <p>Oriel Gutiérrez Canal Challallapo 79470181</p> <p>Adán Vásquez Canal Zora 924888588</p> <p>Jorge Marca Canal La Palma 68170398</p> <p>Lautaro Fuenzalida Canal Cala Cala 98849408</p> <p>Elba Girón Bolaños Canal Chapisca 2325334</p> <p>Lautaro Fuenzalida Canal Tauquia 98849408</p>
	Delegación De Aguas Putre	Putre	<p>Genaro Yucra Delegado 56964766874</p> <p>Esteban Luque Representante Canal Lluscumá</p> <p>Tomas Lara Representante Canal Sajata</p> <p>Genaro Yucra Representante Canal Cubrimani</p> <p>Santo Arias Representante Canal Llipi Llipi</p> <p>Mauricio Mollo Representante Canal Llancoma</p>

	Comunidades de Regantes	Arica	<p>Lluta alto: Regantes Canal Cubrimani Regantes Cananl Llancoma Regantes Canal Llancache Asociación Tapacomarka Regantes Canal Lluscumá Regantes Socoroma</p> <p>Altiplano Sucesión Morales Sucesión Huanca Junta de Vecinos de Parinacota Junta de Vecinos Guayatire Sucesión Mollo Huanca Regantes Parinacota Cruzani Sucesión Guillermo Blanco Propietarios Chucuyo Regantes Visviri</p>
	Comunidad de aguas	General Lagos	<p>Comunidad de Aguas Visviri (Comunidad Indígena) Marcelino Mamani. Presidente</p> <p>Comunidad de Aguas Villa Industrial Wenseslao Chura. Representante.</p> <p>Comunidad de Aguas Vertientes Los Albarracín Niksa Bezmalinovic 58583148- 88279080</p>
Organizaciones de la sociedad civil con intereses en la cuenca	Junta de vecinos	Putre	<p>Junta de Vecinos N°1 Putre Genaro Yucra- Presidente 56964766874</p> <p>Junta de Vecinos N°15 Putre Daría Condori-Presidenta 976257019</p> <p>Unión Comunal de Juntas de Vecinos Tomás Lara. Presidente. 989673897 tomalarachoque@gmail.com</p> <p>Junta de Vecinos Caquena Gumerindo Gutiérrez</p>
		Putre sector Parinacota	Junta Vecinos Parinacota Chucuyo
	Comité asesor-INDAP	Putre	<p>CAR Putre Comité Asesor Regional (CAR) Charlie Guaringa 994399440 Eduardo Hormazábal, Presidente, representante del sector de Lluta Rosa Maita, videdepresidenta Benigna Yucra, secretaria, por General Lagos Juliana Marca, tesorera, por Putre;</p>

			Verónica Calle, 1era directora.
Instituciones privadas / Asociaciones gremiales vinculadas con la gestión del agua en la cuenca	Asociación de ganaderos	General Lagos	Asociación Indígena de Ganaderos Social y Cultural de la Comuna de General Lagos Marcelino Mamani Alcon. Presidente Teodora Flores Chura. Secretaria. 56 83215561
	Asociación agrícola	Arica	Asociación Agro Andina "Pampa San Martín". Omar Laime. Presidente.
		Regional	Federación de Organizaciones Agrícolas de Defensa de la Tierra y Agua de Arica y Parinacota
	Empresa Privada	Arica	Coca Cola Embonor S.A. (Arica) Santa María 2652, Arica (+56 58) 2202417
	APR	Lluta	Comité De Agua Potable Rural "Valle de Lluta" Comité De Agua Potable Rural Pampa Algodonal
Comunidades y Asociaciones Indígenas	Consejeros ADI	Putre	Consejero sector precordillera Ansenio Ancase Corro 987679714 Suplente sector precordillera José Lázaro Loza 988599285 joselazaroloza@hotmail.com Consejero Sector Centro Tomás Lara Choque 989673897 Suplente Sector Centro Gregorio Mollo Álvarez 975235440 Gregorio.mollo1@hotmail.com Consejero sector Altiplano Sixto Blanco Baltazar 997100292 sixtoblanco@gmail.com Suplente sector Altiplano Eulogia Poma Huaylla 968647893 Consejera CNA Mallkus y T'allas Delia Condori Flores

			<p>973993973 Delian.condorif@gmail.com Delia.condori@quipuschile.com</p>
		General Lagos	<p>Consejero sector línea Alfonso Flores Chura 962058175 Alfonso.flores21@gmail.com</p> <p>Suplente sector línea Gloria Chura Flores 245141- 87540725</p> <p>Consejero Sector Centro Francisco Manzano Manzano 998118031</p> <p>Suplente Sector Centro Julia Blas Arana 988439365</p> <p>Consejera sector carretera Luisa Flores Huaylla 968796141 Filomena.flores.huaylla@gmail.com</p> <p>Suplente sector carretera Marcelina Condori Tarzure 984768873</p> <p>Consejero CNA Mallkus y T'allas Angelino Huanca Maita 982784552</p> <p>Suplente CNA Mallkus y T'allas Hilaria Flores Chura 961534011 Hilaria.flores.chura@gmail.com</p>
	Comunidades Indígenas	General Lagos	<p>Comunidad Indígena De Caquena Vicente Mamani Yucra</p> <p>Comunidad Indígena De Alcérreca Lluta Eleuterio Blas Varas</p> <p>Comunidad Indígena de Putre Mauricio Mollo Nuñez 243331</p> <p>Comunidad Indígena de San Fernando de Tacora Porfirio Flores Tapia Algarrobo 2397, Arica</p> <p>Comunidad Indígena Angela Blas Raya de Tacora Isabel Nina Calle Psje Los Ciruelos 2606, Pobl. Chile</p>

			<p>Comunidad Indígena de Colpitas Matiasa Huaylla Alave Mercado Centenario Fono recado: 290386.</p> <p>Comunidad Indígena de Inticutucasi América Calle Calle 85141402</p> <p>Comunidad Indígena de Challallapo Eduardo Ormazábal Huanca Presidente</p> <p>Comunidad Indígena de Cosapilla Víctor Calisaya 291150</p> <p>Comunidad Indígena de Chujlluta Roberto Huaylla Flores</p> <p>Comunidad Indígena de Guacoyo Delfín Zarzuri 89605242</p>
	Asociaciones indígenas	Arica	<p>Asociación Indígena Pampa San Martin Omar Layme Condori Presidente 91293647</p> <p>Asociación Indígena Jawira de Lluta Victoria Mamani Crispin Presidenta</p> <p>Asociación Inti Marka de Molinos Miguel Carvajal Alanoca</p> <p>Asociación Indígena Uraqui de la Guayaba Renán Challapa Carlos 213408</p>
Otros actores relevantes	Agrupación agricultores	Regional	<p>Agrupación de pequeños agricultores de Arica y Parinacota Juan Cárdenas 77046595</p>
		Arica	<p>Gremio Agricultores Rio Lluta Froilán Estay. Representante</p> <p>Agrícola Comercial Valle Nuevo Ltda. Mario Salgado 61918883</p>

Fuente: elaboración propia.

8. ANTECEDENTES DEL BALANCE HÍDRICO

Los balances hídricos de la cuenca y acuífero son escasos. Sin embargo, el SDT N°114 de la DGA (1998) entregaron el primer balance del acuífero del valle de Lluta Bajo, en el que la Tabla 8.1 presenta un resumen de él, pero que en términos resumidos se presenta como entrada una recarga media anual de 460 l/s y una salida por extracciones de 401 l/s. Posteriormente en el I.T. N°147 del DARH (DGA, 2012a) se evalúan los derechos otorgados y comprometidos de acuerdo a la oferta disponible, en el que nuevamente se indica un caudal de entrada de 460 l/s (14.506.560 m³/año), y salidas legales (derechos definitivos de 18.371.643,6 m³/año y comprometidos de 447.685 m³/año) de 18.819.328 m³/año, la que supera la recarga y podría sufrir un desbalance.

Tabla 8.1 Balances del acuífero del Lluta Bajo.

Componente del Balance	DGA (1998) l/s	DGA (2012a) m³/año
Entradas	460	14.506.560 (460 l/s)
Salidas	401	18.819.328
Balance	59	-4.312.768

Fuente: elaboración propia.

Es en DGA (2017d) que se presentan balances hídricos a nivel de subcuenca (Lluta Alto y Lluta Bajo), que representan sectores con distinto tipo de intervención antrópica o que disponen de estación fluviométrica, en situación actual (línea base) y optimizada. Esta última considera las condiciones de obras hidráulicas realizadas durante el último tiempo (microriego, revestimiento de canales y construcción de embalse). En la Tabla 8.2, Tabla 8.3 y Tabla 8.4 se presentan los balances con sus componentes tanto del balance línea base (sistema real y legal) como del balance optimizado.

Tabla 8.2 Balances optimizados considerando el balance línea base (sistema real) en la subcuenca del río Lluta Alto.

Componente del balance	Balance línea base (sistema real)	Balance optimizado (sistema real)
Entradas (l/s)		
Precipitación ¹	20.644	20.644
Retorno por riego ²	514	
Retorno por riego recalculado ³		386
Caudal recuperado por mejoras		216
Salidas (l/s)		
Evapotranspiración ⁴	16.976	16.976
Evaporación desde cuerpos de agua ⁵	44	44
Extracciones ⁶	1.304	1.304
Caudal superficial estimado saliente ⁷	2.976	2.976
Caudal subterráneo estimado saliente ⁸	3,5	3,5
Σ Entradas (l/s)	21.158	21.245
Σ Salidas (l/s)	21.304	21.304
Balance (l/s)	- 147	- 59

Fuente: DGA (2017d).

¹ Estimado por DGA (2016) a partir de las isoyetas de precipitación regional.

² Estimado por DGA (2016) como el 40% del consumo agrícola.

³ Estimado como el 30% del consumo agrícola.

⁴ Calculado por DGA (2016) aplicando la fórmula de Turc.

⁵ Estimado por DGA (2016) en el capítulo de demanda.

⁶ Estimado por DGA (2016) de la demanda real por usos.

⁷ Estimado por DGA (2016) por transposición con el registro del caudal medio en la Estación Río Lluta en Alcerreca.

⁸ Estimado por DGA (2016) entre 0,02 y 6,9 l/s aplicando el método de Darcy.

En la Tabla 8.2 se presentan los valores de las distintas componentes del balance hídrico anual en la subcuenca del río Lluta Alto, el que resulta negativo en ambos casos. Sin embargo, se señala que cada componente conlleva una incertidumbre, especialmente en la definición de las isoyetas de precipitación media anual y en la estimación de la evapotranspiración.

Tabla 8.3 Balances optimizados considerando el balance línea base (sistema real) en la subcuenca del río Lluta Bajo.

Componente del balance	Balance línea base (sistema real)	Balance optimizado (sistema real)
Entradas (l/s)		
Precipitación ¹	1.615	1.615
Retorno por riego ²	340	340
Retorno por riego recalculado ³		255
Caudal superficial estimado entrante ⁴	2.976	2.976
Caudal subterráneo estimado entrante ⁵	3,5	3,5
Caudal recuperado por mejoras		255
Salidas (l/s)		
Evapotranspiración ⁶	1.615	1.615
Evaporación desde cuerpos de agua ⁷	23	23
Evaporación desde embalse Chironta ⁸		44
Extracciones ⁹	1.042	1.042
Caudal superficial saliente ¹⁰	1.266	
Caudal superficial estimado saliente ¹¹		1.325
Flujo subterráneo lateral estimado saliente ¹²	50	50
Caudal subterráneo estimado saliente ¹³	23	23
Σ Entradas (l/s)	4.935	5.105
Σ Salidas (l/s)	4.018	4.122
Balance (l/s)	+ 916	+ 983

Fuente: DGA (2017d).

¹ Estimado por DGA (2016) a partir de las isoyetas de precipitación regional.

² Estimado por DGA (2016) como el 40% del consumo agrícola.

³ Estimado como el 30% del consumo agrícola.

⁴ Estimado por DGA (2016) por transposición con el registro del caudal medio en la Est. Río Lluta en Alcerreca.

⁵ Estimado por DGA (2016) entre 0,02 y 6,9 l/s aplicando el método de Darcy.

⁶ Calculado por DGA (2016) aplicando la fórmula de Turc.

⁷ Estimado por DGA (2016) en el capítulo de demanda.

⁸ Estimado con el mismo método de DGA (2016) en el capítulo de demanda, pero se adicionó la superficie de agua expuesta a la evaporación desde el embalse (56 ha).

⁹ Estimado por DGA (2016) de la demanda real por usos.

¹⁰ Calculado por DGA (2016) a partir del registro del caudal medio en la Est. Río Lluta en Panamericana.

¹¹ Estimado como el caudal medio entre el desvío de entrega para riego del embalse (2,2 m³/s) y el caudal ecológico (0,45 m³/s).

¹² Estimado por DGA (2016) como la mitad del valor estimado en SDT N° 214 -DGA (DGA, 2011c).

¹³ Estimado por DGA (2016) entre 0,7 y 144,7 l/s aplicando el método de Darcy y considerando la estimación ¹².

En la Tabla 8.3 se presentan los valores de las distintas componentes del balance hídrico anual en la subcuenca del río Lluta Bajo, el que resulta positivo tanto en el balance de línea base (sistema real) como en el balance optimizado.

Tabla 8.4 Balances optimizados considerando el balance línea base en la cuenca del río Lluta.

Componente del balance	Balance línea base (sistema real)	Balance línea base (legal)	Balance optimizado (sistema real)	Balance optimizado (legal)
Entradas (l/s)				
Precipitación	22.258	22.258	22.258	22.258
Retorno por riego	854	854		
Retorno por riego recalculado			641	641
Caudal recuperado por mejoras			471	471
Salidas (l/s)				
Evapotranspiración	18.590	18.590	18.590	18.590
Evaporación desde cuerpos de agua	67	67	67	67
Evaporación desde el embalse Chironta			44	44
Extracciones ¹ o Demanda legal ²	2.346	9.239	2.346	9.239
Caudal superficial saliente	1.266	1.266		
Caudal superficial estimado saliente			1.325	1.325
Flujo subterráneo lateral estimado saliente	50	50	50	50
Caudal subterráneo estimado saliente	23	23	23	23
Σ Entradas (l/s)	23.113	23.113	23.370	23.370
Σ Salidas (l/s)	22.343	29.236	22.446	29.339
Balance (l/s)	+ 770	- 6.123	+ 924	- 5.969

Fuente: elaboración propia.

¹ Estimado por DGA (2016) de la demanda real por usos.

² Estimado por DGA (2016) de la demanda por derechos de aprovechamiento otorgados.

Finalmente, en la Tabla 8.4 se presentan los valores de las distintas componentes del balance hídrico anual en la cuenca completa del río Lluta, el que resulta positivo tanto en el balance de línea base (sistema real) como en el balance optimizado (sistema real), sin embargo, resulta negativo en el balance legal de línea base y el optimizado. Dicha diferencia se atribuye al sobre otorgamiento de los derechos de aprovechamiento (demanda legal) que es superior a los 9.000 l/s. Vale la pena señalar que cada componente conlleva una incertidumbre.

