

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

CUH-866

C.A

HOYAS HIDROGRAFICAS DE CHILE

1ª REGION DE TARAPACA



HANS NIEMEYER F.

INGENIERO CONSULTOR

DESCRIPCION DE HOYAS HIDROGRAFICAS

INTRODUCCION GENERAL

Mediante la presente publicación se hace una descripción, con cierto nivel de detalle, de las Hoyas Hidrográficas de Chile, que comprende diversos aspectos considerados de importancia que conciernen a ellas, entre los cuales cabe citar, además de sus rasgos generales, los relacionados con la orografía, hidrografía, litología y cubierta vegetal, calidad del agua y uso del recurso.

La idea y propósito de esta publicación, es dar a conocer a los usuarios de la misma, sus características más sobresalientes, de modo que debiéndose abordar problemas de diversa índole, se disponga de elementos de juicio fundamentales.

Así por ejemplo, en materia de hidrología, se sabe que los rendimientos de las Hoyas Hidrográficas están determinados en parte por aspectos litológicos y florísticos, siendo un factor importante además, la orografía y orientación de los cañones cordilleranos y de los valles respecto a los vientos reinantes como asimismo el tipo de red de drenaje existente, etc. De allí que en la descripción, siendo lo más sintético posible, se ha atendido fundamentalmente a dichos aspectos, además de dar una caracterización de los escurrimientos del río principal y de sus afluentes más importantes a través de su módulo (gasto de recurrencia 50% en el período de observación), y del régimen. El módulo se ha obtenido del análisis de la estadística publicada en el libro "Caudales Medios Mensuales de los ríos de Chile" y de la información disponible obtenida y procesada por la D.G.A. Otras informaciones, sobre todo para los ríos patagónicos, se han obtenido de Endesa. Sin embargo, muchos datos faltan porque no se dispone de antecedentes.

La descripción hidrográfica ha tenido por base la carta fundamental oficial 1:250.000 del Instituto Geográfico Militar, y el conocimiento personal de ellas, a través de numerosas excursiones. De la misma carta se han obtenido las superficies de las hoyas después de un ajustado diseño de sus delimitaciones. Cuando la experiencia personal en el conocimiento de una hoya ha sido de mayor profundidad, también su descripción ha podido hacerse con mayores detalles. En el caso, de hoyas pequeñas, especialmente - costeras del centro y sur del país, se ha recurrido a las cartas oficiales 1: 50.000 para complementar detalles descriptivos. El acceso a todas las cartas impresas a esta escala no ha sido siempre posible, y por otra parte, no existen cartas impresas al sur del río Reñihue, a la latitud 43° sur.

Los aspectos geológicos o más bien litológicos, que en ningún caso pretenden ser exhaustivos, se han obtenido de los cuadrángulos del Instituto de Investigaciones Geológicas; de la carta 1; 1.000.000 de la misma institución y de textos de síntesis e informes locales.

Abordar el aspecto de la flora imperante en la cuenca ha sido materia ardua puesto que no existe hasta la fecha un estudio exhaustivo a la vez que sintético de la distribución espacial en el territorio nacional de las especies vegetales principales. Tampoco, un estudio de la distribución en altura salvo en sectores muy limitados. Además de la experiencia personal en esta materia, se ha tenido que recurrir a relatos de diversos viajeros naturalistas, y exploradores.

En la descripción de las hoyas se hará referencia a - las especies florales en sus nombres vernaculares y no específicos. Sin embargo, al final del capítulo se da una lista de referencia que orientará al lector.

Se han omitido por ahora las cuencas muy pequeñas que no tiene prácticamente escurrimientos superficiales. Generalmente son esteros costeros que se generan en los interfluvios de los ríos principales y que carecen de elementos de hidromensura. Otras veces son pequeñas cuencas cerradas de alta cordillera que tienen por bases de equilibrio depresiones sin salida, por lo general salares o lagunas remanentes. La mayor parte, sin embargo, se han considerado aquí.

No debe extrañar al lector encontrar en la relación - frases o párrafos que puedan haber sido leído en otra parte, en la mayoría de título de un estudiante e incluso en alguna publicación. Es que fueron tomados, sin colocar comillas, de los propios textos e informes originales dactilografiados y mimeografiados.

La calidad química del agua se ha definido a través - de sus índices más importantes cuales son el ph, la conductividad total, el índice SAR y el contenido de boro. En caso de detectar se presencia de As también se ha señalado su cuantificación.

Los datos básicos fueron elaborados como promedios a - partir de la información original directa de los ensayos practicados por el Laboratorio de Hidrología de la DGA., por lo general - entre los años 1967 a 1977, pero también los hay en escasa cantidad anteriores a 1967, y algunos posteriores a 1977.

A fin de no recargar inútilmente el texto, a partir de la cuenca del río Valdivia hacia el sur se ha omitido hacer referencias a la calidad química del agua debido a la carencia de análisis. Se sabe, por la experiencia, que son aguas blandas, sin - contaminación de sales, salvo cuando la alta marea mezcla agua salada del mar con la dulce del río.

Con el objeto de no entorpecer la fluidez de la lectura del texto, se ha omitido intercalar la cita bibliográfica específica de un tema, salvo que se haya hecho una cita textual entre comillas, sin embargo, se da al final una referencia bibliográfica, de toda la literatura que de una u otra manera fue consultada para la redacción de esta obra.

Al tratar sobre los límites de las hoyas se ha omitido por lo general el límite oeste de las cuencas exorreicas de la vertiente pacífica, ya que es casi siempre el propio Océano Pacífico o Mar Chileno. Hay sin embargo, excepciones que en cada caso se anotan.

En las principales hoyas descritas se ha considerado un párrafo final en el cual se alude al uso actual del recurso hídrico, con mención más detenida cuando se trata del aprovechamiento en el regadío artificial. Tampoco en esta materia se ha pretendido ser exhaustivo. Una publicación reciente de la D.G. A. titulada "Recursos de Agua en Chile", 1978, de la cual es autor el Ingeniero Civil Eugenio Lobo Parga aborda este tema en mayor profundidad, además de listar y dar las características de las obras en proyecto, en estudio o en etapa de simple reconocimiento.

En hoyas menores, se carece de uso del recurso o de información al respecto. También en la mayoría de los ríos patagónicos es escasa la información actualizada de que se dispone.

La obra presenta las hoyas ordenadas en sucesión de norte a sur y agrupadas en zonas geográficas, en las cuales las características e hidrológicas logran cierta homogeneidad. En las tres primeras regiones, se ha dado prioridad en la ordenación a las cuencas que desaguan al Pacífico dejando en segunda ordenación las cuencas endorreicas del interior.

Cada agrupación por zona va precedida de una reseña de ella que considera sus principales características geográficas.

Se usan términos geográficos que para el lector no familiarizado con la geografía del país podrían ser equívocos. De allí que se presenta al final un glosario de designaciones de accidentes geográficos que han sido de más frecuente empleo en las descripciones.

PRIMERA REGION DE CHILE, DE TARAPACA

RESEÑA GEOGRAFICA

La I^a Región de Chile se extiende desde la Línea de la Concordia por el norte, que la separa de la República del Perú, hasta el paralelo correspondiente a la desembocadura del río Loa por el sur. Coincide con el territorio de la ex provincia de Tarapacá, entre aproximadamente los paralelos sur 17°31' y 21°27'. Por el este limita con la República de Bolivia y por el oeste es bañada por el Océano Pacífico o Mar Chileno.

Fisiografía. En la I^a Región es posible distinguir en un perfil latitudinal cuatro rasgos fisiográficos fundamentales, de orientación aproximadamente norte-sur.

a) Una plataforma costera a nivel del mar de ancho variable, adyacente al Pacífico o Mar Chileno, que a veces queda interrumpida. En la costa de la provincia de Arica es prácticamente inexistente. Sin embargo, desde Iquique hasta la desembocadura del río Loa tiene un desarrollo apreciable con algunos ensanchamientos notables, como es el de Chucumata.

b) La cordillera de la Costa que se levanta abruptamente desde el borde interior de la plataforma anterior hasta alcanzar elevaciones con cumbres cercanas a 1500 m s.m., y portezuelos relativamente bajos entre ellas. Tiene un ancho medio de 40 km y deja en su interior numerosos bolsones, ocupados muchas veces por salares y pampas interiores. La escarpa de falla en su vertiente oeste es muy empinada, de 500 m de altura media, y pareja, dejando visibles fallas transversales y pequeñas quebradas suspendidas. La vertiente oriental hacia la Pampa del Tamarugal es menos abrupta, baja y dispareja.

c) Una depresión longitudinal, o depresión intermedia, elevada alrededor de 1000 m s.m., llamada, en general, la pampa; tiene un ancho medio de 30 a 40 km. Desde Tana hasta el Loa se llama Pampa del Tamarugal. Hacia el norte toma el nombre del curso de agua vecino. Así, entre la qda. de Tana y la de Camarones, se extiende la pampa de Tana. Entre qda. Chiza y qda. Camarones, la pampa de Chiza; entre qda. Camarones y qda. Chaca, la pampa de Camarones; y, finalmente al norte de qda. Chaca hasta el valle de Azapa se denomina pampa Chaca.

d) La cuarta faja la constituye el macizo andino, compuesto de una porción occidental o precordillera, y una oriental o altiplano, con más de 4000 m s.n.m. La precordillera o sierra, que une la pampa al altiplano, se presenta como una falda abrupta y áspera, escindida por numerosas quebradas; en la parte sur de la I^a Región, sin embargo, se transforma en un plano inclinado de cierta regularidad que muere suavemente en la pampa con un ángulo de incidencia de 5° a 10°, también es cortado por profundas quebradas de gran pendiente.

Es en la precordillera donde se enclavan una serie de pequeños valles agrícolas u oasis como son Putre, Socoroma, Chapiquiña, Belén, Jaíña, Chiapa, Pica y Matilla, Guatacondo, etc. y donde tienen sus cabeceras los tributarios de los ríos de la región que desaguan al Pacífico.

El Altiplano o Puna es una extensa meseta sobre la cual emergen los conos de los volcanes cuaternarios con cumbres entre 5000 a 6000 m s.m. Es regado por ríos que drenan hacia cuencas endorreicas que tienen por base de equilibrio grandes salares. Tales son el Caquena, el Lauca, el Isluga, el Cariquima, el Collacagua, etc.

En la provincia de Arica, este esquema del macizo andino es más complejo. A la Precordillera se antepone el rasgo orográfico llamado Sierra de Guailillas, que es un cordón longitudinal asociado a una notable flexura. Se origina por el norte en el cerro Lampallares (4250 m) y termina por el sur en el Cerro Marqués (4960 m) alcanzando así una longitud de km.

A dicha sierra sigue al este la falda abrupta que culmina en la llamada Cordillera Central. Se origina por el norte en el volcán apagado Caracarani (5190 m) y se extiende en dirección aproximada al SSE por más de 100 km hasta rematar en el Cº Guaiguasi (5390 m) por el sur. Comprende numerosas cumbres de importancia, y diversos portezuelos que permiten el acceso al Altiplano desde el Oeste. En una secuencia ordenada de norte a sur que empieza en el citado Cº Caracarani, se destacan los cerros Ndo. Chuquiananta (5488 m), Cosapilla (5370 m), Ndos. de Putre o Taapaca (5500 m), Chapiquiña (5040 m), Belén (6260 m); Anorabe (5090 m), Orcotunco (5000 m); Anocarire (5050 m); Chulluncullani (4648 m); Chuquiananta# (5590 m) y, finalmente, el Guaiguasi.

Al borde oriental de la altiplanicie se encuentra el cordón fronterizo más elevado, y formado casi exclusivamente por grandes aparatos volcánicos, algunos actualmente activos. Descuellan Los Payachata (sobre 6000 m) Ndos. Quisiquisine (5480 m); Quimsachata (alrededor de 6000 m), el Guallatire (6060 m), Salla (5036 m), Puquintica (5760 m), etc.

Entre ambas cordilleras se desarrolla el altiplano chileno ocupado por las cuencas altas de los ríos Caquena y Lauca, y por la depresión del Salar de Surire.

Hidrografía. En atención a la hidrografía, la Iª Región puede dividirse en una porción boreal y una porción austral. En la primera cinco cuencas exorreicas transversales fraccionan su continuidad longitudinal, dando origen a los cauces profundos de los ríos Lluta, Azapa o San José, Codpa o Vitor, Camarones y, finalmente, la qda. de Tana o Camiña. Drenan al Pacífico y dejan, como se dijo, extensas pampas entre ellos. Son de regímenes pluviales, aunque sólo los ríos Lluta y Camarones son de escurrimientos permanentes en tanto que los otros son corrientes esporádicas. En el oriente se desarrollan cuencas endorreicas con base de equilibrio en salares o en lagunas.

Repetición del topónimo

La porción austral se caracteriza por cuencas endorreicas que tienen por base de equilibrio la zona deprimida intermedia llamada Pampa del Tamarugal, o bien cuencas altiplánicas que drenan hacia depresiones sin salida del altiplano, como se explicó. Se extiende desde las cajas sur de la qda. de Tana y de Tiliviche por el norte hasta el Loa por el sur.

Reseña Geológica. Las rocas más antiguas de la I^a Región, de edades paleozoica y mesozoica, abarcan una gran extensión en la cordillera de la Costa. Hacia la cordillera andina afloran estas rocas en áreas más restringidas en forma de cerros islas que sobrepasan las formaciones más nuevas o en los profundos cañones recortados por ríos y quebradas. Dichas rocas corresponden al antiguo concepto de "Formación Porfirítica" de J. Brügger. Hoy se prefiere llamarla Complejo Basal. Consiste esta formación en varios miles de metros de espesor de lavas porfíricas y de tobas que alternan con capas de conglomerados, areniscas y sedimentos marinos. Las masas eruptivas emergieron durante el Jurásico y Cretáceo Inferior. El límite oriental de las rocas mesozoicas sepultadas sigue aproximadamente la línea de frontera chileno-boliviana. El plegamiento de estas capas tuvo lugar en el Cretáceo Superior y se observan en toda la extensión del Norte de Chile. Se formó en aquella época una ancha serranía que se extendió desde la cordillera de Los Andes hasta mucho más al poniente de la costa actual.

El macizo andino presenta una gran cubierta de rocas volcánicas a la que se le atribuye edad miocénica. Brügger (1918) la llamó Formación Riolítica en atención a su principal carácter litológico, en tanto que más recientemente Carlos Calli y Roberto Dingman (1957) han preferido designarla "Formación Altos de Pica" por el sitio tipo donde se estudió. Consiste en capas alternadas de efusiones de lavas, ignimbritas soldadas y cineritas de carácter riolítico alternando con conglomerados, areniscas y arcillas continentales. Alcanza espesores superiores a 1000 m y cubrió en el terciario completamente la antigua serranía que se encontraba en un estado avanzado de denudación. Como se dijo, de esta cubierta sobresalen las cumbres más altas de la formación mesozoica (V. gr. el C^o Longacho, los cerros de Juan de Morales, de Tarapacá, etc).

En el macizo andino y en otros puntos más cercanos a la costa, la erosión ha puesto al descubierto afloramientos de diorita andina, que se presentan en forma de lacolitos y apófisis. Trátase de una intrusión ocurrida simultáneamente con el plegamiento cretácico. Su importancia radica en la mineralización que ha ocasionado en las zonas de contacto. Un buen ejemplo de intrusión lo proporciona el C^o Coluntuca.

La formación terciaria desaparece bajo los escombros modernos de la Pampa del Tamarugal.

Los Andes, así como el resto del continente, han alcanzado su actual elevación debido a una importante fase orogénica ocurrida en el Plioceno. La cordillera ascendió con una flexura que dio origen al actual plano inclinado de la Formación Altos de Pica. Al mismo tiempo, se hundió una gran parte de la costa en el mar, el que por vez primera alcanzó la actual línea costera. Se produjo así la escarpa de falla de más de 500 m de elevación que se conserva fresca y rectilínea, y en cuyo borde superior aparecen a gran altura algunas quebradas en forma de pequeños valles suspendidos y fallas transversales recientes.

En cuanto a la depresión intermedia, debemos distinguir en ella dos grandes zonas. Desde el río Loa por el sur hasta la quebrada de Tana por el norte, se trata de una gran fosa tectónica que ha sido rellenada por los sedimentos recientes acarreados por las grandes quebradas que descienden de la cordillera andina, desde Guatacondo hasta Aroma. Hacia el norte de Tana, la pampa ha sido disectada por valles transversales profundos (Tana, Camarones, Chaca, Azapa, etc) que desembocan directamente en el mar y que, por lo tanto, no depositan sus sedimentos en el valle longitudinal. La superficie de ésta constituye, pues, el fondo original del valle terciario, el que entra sin dislocaciones en la cordillera de la Costa atravesándola hasta el mar en las cercanías de Arica, donde cae junto con el abrupto acantilado (Morro de Arica). Hacia el borde occidental de la pampa se encuentran capas de arcillas claras asociadas con tierras de kiselgur, que corresponden a sedimentos depositados en lagos estancados por la cordillera de la Costa.

Después del sollevamiento de la cordillera en el Terciario Superior, sobrevino una nueva época de gran actividad volcánica que es la responsable de la formación de los numerosos conos volcánicos que emergen en la Alta Puna, con elevaciones entre 5000 a 6000 m (V. gr. Tacora, los Payachata, Guallatire, Isluga, Tatajachura, Chuquiánanta, Porquesa, etc). Se sitúan por lo general al borde de la altiplanicie boliviana y muchos de ellos presentan en sus cumbres depósitos de azufre. De estos volcanes, cuatro son activos. El Isluga ha tenido seis erupciones de importancia en el siglo pasado.

La región que nos ocupa ha sido de gran actividad sísmica, aunque las estadísticas son muy imperfectas. De Arica a Iquique, se han producido siete catástrofes sísmicas en la segunda mitad del siglo pasado y hace pocos años atrás (1976) un sismo de ciertas proporciones produjo cuantiosos destrozos en las poblaciones de la pampa y de las quebradas interiores de ella.

Clima. El clima de la I^a Región de Chile se califica de "desértico normal" en sus partes bajas, en atención a su extrema sequedad, y de "estepario de altura" en las zonas elevadas de la Puna. Naturalmente existe una zona de transición entre ambas que se manifiesta en el crecimiento paulatino de la vegetación natural a medida que se asciende en el faldeo andino en relación con el aumento de la precipitación.

Bajo los 2000 m de altitud, las precipitaciones son prácticamente nulas y sólo en contados años, dentro del período histórico, han podido registrarse lluvias superiores a 10 mm. Algunas lluvias excepcionales sobre la Pampa se cuentan con los dedos de las manos desde el inicio de la República. En cambio, en la Alta Puna, entre los 4000 y 5000 m de altitud, las precipitaciones son relativamente elevadas, del orden de 200 a 250 mm anuales y aún más en ciertos puntos, y se concentran en los meses de verano, de diciembre a marzo. En pleno invierno suelen caer fuertes nevazones. La importancia de estas precipitaciones de altura es obvia en relación con las recargas en el desierto. De este contraste en las precipitaciones resulta que a la aridez absoluta de las pampas bajas se opone una vegetación abundante y lozana en el faldeo andino sobre los 3000 m y, en cierto modo, en pleno altiplano.

Las temperaturas del litoral son ^{moderadas y purjas} ~~relativamente bajas~~, debido a la influencia ~~moderada~~ del mar. A medida que se interna tierra adentro, al mismo tiempo que se gana en altura, las oposiciones térmicas se acentúan. Es así como en el corazón de la Pampa del Tamarugal suelen presentarse ^{intensas} ~~enfriamientos~~ heladas en los días de invierno, subiendo la temperatura a la sombra en las horas de pleno sol, frecuentemente a más de 30°C, y alcanzan aún a 40°C _x en verano.

En la ^{h/} Sierra, ya a 3500 m, se presentan heladas diarias, y en el Altiplano el frío es extremadamente riguroso durante las horas sin sol. Con frecuencia se tienen en las noches, aún en pleno verano, temperaturas de -10 a -15°C. En invierno suelen ocurrir mínimas de -30°C. En el verano, cuando llueve, las temperaturas nocturnas no son tan rigurosas.

Un fenómeno muy característico en la costa del norte de Chile es el de la "camanchaca" o espesa neblina que cubre casi a diario el litoral. Avanza desde el mar hacia tierra por la noche y se disipa antes del medio día siguiente. Muchas veces penetra hacia la pampa interior a través de los bolsones de la cordillera de la Costa o de los valles _{transversales}.

Los vientos son por lo general moderados, aunque suelen observarse en la pampa trombas y a veces tormentas de arena que oscurecen el cielo. Una cifra representativa de este fenómeno es una velocidad de 20 a 30 km/h.

HUYAS HIDROGRAFICAS DE LA I^a REGION

Las cuencas de la I^a Región son de dos tipos: a) exorreicas, las que tienen por base de equilibrio el Mar Chileno del Océano Pacífico; y b) endorreicas, las que tienen por base de equilibrio ya sea fosas tectónicas rellenas con acarreos, en la zona de pampa, o bien, tienen por base salares o lagunas en la alta puna. Algunas cuencas cerradas, situadas en el interior de la cordillera de la costa, son consideradas arreicas o inactivas. Tal es el caso de la cuenca del Salar Grande y también del Salar de Soronal y otros bolsones o "pampas".

A) Cuencas exorreicas

Las principales cuencas transversales que desaguan al Pacífico son las de los ríos Lluta, Azapa o San José, Vitor o Codpa; Camarones y la quebrada de Camiña o Tana. Todas tienen carácter de preandinas puesto que asientan sus cabeceras en la precordillera sin alcanzar con ellas la cadena principal andina.

Otras cuencas prácticamente secas son las de Escritos o de La Concordia, en el límite con el Perú, y más al sur y en la costa, se encuentran cursos de agua esporádicos en los interfluvios de los ríos mayores y en la costa del interfluvio Camiña-Loa.

HOYA DE LA QUEBRADA DE ESCRITOS

A pesar de tener sus cabeceras y su desembocadura en territorio chileno, la mayor parte de su hoya se desarrolla en territorio peruano, inmediatamente al norte de la línea de La Concordia, lo cual le confiere el carácter de "cuenca de recursos hidrológicos compartidos". Abarca una superficie cercana a 415 km², entre las coordenadas geográficas extremas 18°05' y 18°20' de latitud sur, y, 69°46' y 70°24' longitud oeste. Limita al norte con las hoyas del río Caplina y de la quebrada Hospicio, ambas peruanas; al oriente, con la cuenca alta del río Lluta; al sur, con la cuenca de la quebrada de La Concordia.

Nace en la falda occidental de la Sierra de Guailillas, en la falda occidental del Cerro Lampallares (4258 m), y desarrolla su curso en dirección al SO por 71 km hasta vaciarse en el Océano Pacífico, inmediatamente al sur de la línea de frontera internacional, a 9 km al norte de Chacalluta. En el llano inmediato al mar produce, como la de La Concordia, un cauce encajonado y profundo.

La quebrada Escritos tiene por principal afluente la quebrada Olivar que se origina también en la Sierra Guailillas y corre paralelamente al curso principal por 22 km hasta vaciarse a él en el sector medio.

El sistema es de escurrimiento esporádico, sólo con lluvias sobre la Sierra de Guailillas, lo que ocurre rara vez. En tal caso se trata de escurrimientos muy breves.

Cubierta litológica. Las rocas en esta hoya corresponden sobre todo a rocas volcánicas de carácter riolítico, en forma de tobas e ignimbritas soldadas. Pertenecen a la llamada regionalmente Formación Oxaya. El curso inferior corta arenas cuaternarias que provienen de la destrucción de las rocas terciarias.

Cubierta vegetal. En su mayor parte la hoya de Escritos corresponde a territorio donde impera el desierto absoluto, de modo que su vegetación es muy pobre. Sin embargo, en sus nacientes, se encuentran arbustos como diferentes especies de tolas, gramíneas como la paja brava y cactáceas del tipo candelabro. En la costa misma hay una zona de descarga del agua subterránea que alimenta cierta vegetación de tipo halófito.

Calidad del agua. No se ha analizado el agua de escurrimiento superficial en las crecidas, de modo que no hay referencias.

Uso del recurso. La carencia de escurrimientos superficiales hace innecesaria esta referencia. Sin embargo, se piensa que en épocas de abundantes lluvias en la sierra del interior, la quebrada Escritos contribuye a la recarga del embalse subterráneo que se explota inmediatamente al norte de la desembocadura del río Lluta, asociado a los sedimentos que rellenan la zona de La Concordia.

HOYA DE LA QUEBRADA DE LA CONCORDIA

La quebrada de La Concordia se desarrolla en la llamada zona de La Concordia, espacio territorial chileno de unos 700 km² situado entre la línea de este nombre que constituye la frontera entre Chile y Perú y la hoya del río Lluta, que es la primera de los grandes valles transversales del extremo norte de Chile. Conjuntamente con la quebrada Escritos, vienen a ser los cauces más boreales de Chile con salida al Pacífico. Sus cabeceras se encuentran en la falda occidental de la Sierra de Guailillas, entre los cerros Lampallares (4250 m) y Alto de Puquios (3750 m). El hecho que su principal tributario del norte desarrolle su curso al norte de la línea limítrofe, le confiere a esta pequeña cuenca de La Concordia carácter de cuenca de recursos hidrológicos internacionalmente compartidos.

La hoya de la quebrada La Concordia tiene una extensión de 710 km² y limita al norte con la hoya del río Caplina en su curso superior, y ^{con} la de la quebrada Escritos, seca como ella, en su curso medio y bajo; por límites sur y oriente, con la hoya del río Lluta. Su base de equilibrio es el Océano Pacífico o Mar Chileno, quedando su punto de desembocadura inmediatamente al norte de la desembocadura del río Lluta en Chacalluta. Queda comprendida aproximadamente entre los paralelos S 18°07' y 18°24' y los meridianos O. 69°45' y 70°21'.

El cauce actual en los llamados llanos de Chacalluta, se presenta como un profundo tajo de unos 3 m de altura abierto en las arenas del desierto absoluto, en la llanura que se extiende entre el Lluta y El Caplina. Su curso general lleva rumbo al SO.

Por el norte recibe un afluente que también nace en Chile, en la falda occidental de la Sierra de Guailillas, a los pies del C° Intermedio (3594 m), y desarrolla, como se dijo, su largo cauce en territorio peruano paralelo al de la quebrada La Concordia. Su longitud es de 48 km y se junta a la quebrada principal, en el curso inferior, a 16 km del mar.

Por la ribera sur o izquierda le cae el afluente principal cual es la quebrada de Gallinazos, cuyas nacientes se encuentran cerca de Puquios en la Pampa Colorada. Desarrolla su curso casi paralelo al principal en una extensión de aproximadamente 46 km, hasta su junta a 22 km del mar. La quebrada Gallinazos tiene a lo menos dos quebradas tributarias por su ribera norte y otras dos por su ribera sur. De estas últimas la quebrada Honda es la de mayor significación. Nace también en los alrededores de Puquios con el nombre de quebrada Quiroz y desarrolla un curso sensiblemente paralelo al de la quebrada a la cual tributa, con longitud de 45 km. Todos estos afluentes y subafluentes son normalmente secos.

El escurrimiento superficial es muy esporádico y efímero, causado por las lluvias estivales de la alta cordillera en años excepcionalmente lluviosos.

Cubierta litológica. Dominan en la cuenca ampliamente las rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno, de carácter riolítico que forman parte de la llamada localmente Formación Oxaya. Hacia la costa la hoya está cubierta de arenas y otros detritus provenientes de la destrucción de las rocas terciarias, los que rellenan una gran fosa tectónica asociada a la desembocadura.

Cubierta vegetal. Es muy pobre. Sólo en las cabeceras pueden encontrarse algunas especies florísticas como tolas, pastos duros y cactáceas con delabros. En las proximidades de la desembocadura en el mar, se encuentra vegetación halófila, especialmente de grama salada, debida probablemente a descargas del agua subterránea en la vecindad de la costa.

Calidad del agua. La calidad del agua del escurrimiento esporádico es desconocida. En cambio se sabe a través de análisis practicados, que se encuentran tres tipos de agua en el embalse subterráneo de la zona de la Concordia: 1) Agua de contenido salino variable entre 600 y 800 p.p.m.

y que proceden del noreste. 2) Agua con contenido salino cercano a 2600 p.p.m. proveniente de la recarga del río Lluta. 3) Agua con un contenido intermedio entre los dos tipos anteriores.

Uso del recurso. Como no tienen estas quebradas escurrimiento superficial sino ocasional, no hay una utilización directa del recurso esporádico. Sin embargo, en la zona costera de La Concordia, Corfo ha practicado hasta 17 sondajes con un total de 3400 m perforados, de algunos de los cuales alumbra aguas subterráneas cuya alimentación principal provendría del río Caplina que corre al norte y del río Lluta que corre al sur, y de las infiltraciones de escurrimientos superficiales de las quebradas Escrítos y Concordia. Dichos aportes estarían alimentando una napa de 20 m de potencia, entre 120 a 130 m de profundidad. Se extraen en total unos 150 l/s.

HOYA DEL RIO LLUTA

La hoya del río Lluta se desarrolla en el extremo norte de Chile siendo el más boreal de los grandes ríos transversales de la 1ª Región, que naciendo en la cordillera andina vierten sus aguas al O. Pacífico. Abarca una superficie total de 3400 km² y presenta escurrimiento permanente a lo largo del año.

Los límites naturales de la hoya están constituidos hacia el norte por la hoya del río Copilina y el cordón de la Concordia, que la separa de las quebradas habitualmente secas de Escritos y Concordia.

Por el oriente, la hoya limita con la Cordillera Central que la separa de las cuencas altiplánicas de los ríos Caquena y Lauca, relieve andino importante formado por una serie de volcanes pleistocénicos con cumbres entre 4000 a 5000 m s.m. Por el sur, la limita la divisoria de aguas con el río San José o Azapa. Las coordenadas extremas de la hoya son los paralelos 17º38' y 18º30' L.S. y los meridianos 69º22' y 70º20' L.O. El río Lluta se forma de la confluencia en Humapalca, a 3900 m s.m., de los ríos Caracarane y Azufre, siendo el primero el componente más importante. El río Caracarane se origina a los pies del portezuelo de Laguna Blanca y recibe aportes casi desde la línea fronteriza con el Perú, del faldeo oriente del volcán Tacora (5966 m), del nevado de Chupiquiña (5787 m), y del faldeo poniente del cerro Caracarane (5190 m). El gasto del Caracarane es muy variable y sigue los cambios de temperatura ambiente, con un promedio de 400 l/s. Las variaciones en los afloros arrojan caudales desde 255 a 640 l/s. El río Azufre se forma de la reunión de varias vertientes termales - de las cuales el riachuelo Tacora es el principal - al pie sudponiente del volcán Tacora. Su cauce natural recorre aproximadamente 20 km en dirección SE. Hoy el río se encuentra desviado por medio de un canal artificial hasta hasta unos estanques de evaporación construidos sobre la pampa

Titire, para evitar la contaminación del Lluta. En régimen natural, los aforos practicados arrojan valores de 30 l/s a 50 l/s como representativos del caudal de este río.

De Humapalca a Allane, el recorrido es de unos 26 km en dirección al SE y en dicho trayecto recibe el Lluta desde el nororiente las quebradas de Chuquiananta y Guancarane que nacen a los pies de los nevados de esos nombres. Son de escasa significación.

Unos 10 km aguas arriba del punto llamado Allane en que confluye la quebrada de ese nombre, el río Lluta empieza a profundizar su cauce, - que venía más arriba a nivel de la altiplanicie -, para constituir un grandioso cañón labrado en las tobas riolíticas y en otros sedimentos poco cohesivos que le siguen hacia abajo. Así es que frente a la estación Coronel Alcérreca puede apreciarse una altura de no menos de 300 m entre la ceja de la meseta y el fondo del río.

La quebrada de Allane le cae al Lluta desde el oriente; su principal tributario es el río Colpitas. Este último nace al pie occidental del portezuelo de las Siete Vueltas, sito entre los cerros Luxone y Pacocagua. El río Allane aporta al Lluta en el año 50%, 0,53 m³/s en tanto que el Lluta en dicho punto para el mismo tipo de año, lleva 0,86 m³/s.

A partir de Allane, el río Lluta continúa en un cañón cada vez más estrecho con rumbo norte-sur. En el próximo ensanche, llamado Jamiraya, se le junta por la izquierda la quebrada de Putre, que nace de la reunión de varias aguadas originadas en bofedales al pie de los Nevados de Putre o Taapaca. Las dos principales formativas son las quebradas Taipicagua y Chilcacagua. Más abajo tributan las quebradas Asiruni y Ancachi. En los alrededores de Putre hay nueve vertientes principales con cuyas aguas se riegan distintos sectores del oasis cordillerano. Por orden de importancia son: Cubrimani; Pago Lluscoma; Pago Llancoma; Pago de Ancachi; Pago Achuncagua; Pago Sajata; Pago Surunchi; Pago Tojoni; Pago Asiruni. El aforo practicado en el río Putre en julio de 1968 arrojó un caudal de 324 l/s para dicho cauce. Poco antes de la junta del Putre, le afluye al Lluta la quebrada de Ancolacaya, paralela a aquél, con un aporte muy reducido, estimado en menos de 30 l/s.

De Jamiraya a Dos Hermanos, por espacio de 10 km, el río Lluta desciende con dirección franca al oeste en un cañón de pendiente violenta matizado con pequeños saltos en un lecho cubierto de

grandes bolones. En este tramo se le junta, siempre por el lado izquierdo, la quebrada de Socoroma, último aporte de aguas superficiales que recibe el Lluta. Nace ésta en el cordón sin nieve que divide por el sur la hoya del Lluta de la del río Seco, afluente del San José. En Coca, último lugar de cultivo, el gasto excedente de derrames y "filtros" totaliza 25 l/s.

A partir de Dos Hermanos, a 77 km del mar, el valle va disminuyendo su pendiente y ensanchándose. Se inicia en Chironta, a 73 km de Chacalluta, el curso medio e inferior del río con "Agricultura de valle".

Entre Chironta y Boca Negra, caen al Lluta varias quebradas habitualmente secas, pero que suelen crecer con las lluvias altiplánicas estivales. Las principales por la derecha son las de Chironta, en el sector de ese nombre; Palmani en el sector de Vilacollo. Más abajo, por el lado sur, recibe el Lluta las quebradas de Chaquirá en Chapisca, y aún más abajo de Molinos, la de Boca Negra. Ambas nacen en la Sierra de Huaylillas. Desde dicho punto hacia abajo, el Lluta se incrementa con aguas de vertientes. A partir de Boca Negra el valle se ensancha y la pendiente disminuye hasta un valor cercano a un 2%.

En resumen, desde la confluencia, en Humapalca, de los ríos Caracarane y Azufre, la longitud del río Lluta es de 147 km. Si se le suma la longitud del río Caracarane, que es su principal afluente, la longitud total del Lluta desde su nacimiento hasta el O. Pacífico alcanza a 167 km.

El régimen del río Lluta queda caracterizado en la estación pluviométrica de Tocotasi, distante unos 56 km de la desembocadura en el mar y a 1000 m s.m. El módulo del río en el período 1946-1958 asciende a 2,38 m³/s y en el período 1962-1970, a 2,29 m³/s. Por otra parte, el caudal en el tipo de año 80%, es de 1,38 m³/s. La alimentación proviene exclusivamente de la zona altiplánica donde se sitúan sus cabecezas que reciben aguas del derretimiento de nieves, de vertientes y de lluvias estivales. Tiene un régimen mixto, aunque de mayor influencia pluvial

La estadística en Alcérreca, a 3248 m s.m., arroja para el breve período 1961-1970 un gasto promedio anual de 1,56 m³/s. Finalmente, el gasto del año 50% en Jamiraya (a 2380 m s.m.) arroja la cifra 1,61 m³/s en el período 1966-1970.

En el río Lluta se han controlado algunas crecidas importantes entre los años 1962 y 1978 en tres estaciones fluviométricas, sobre la base de mediciones aisladas, sea mediante limnómetro, limnógrafo o aforo directo. El Cuadro Nº 1 permite resumir esa información.

CUADRO Nº 1

ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS						
Año	Tocontasi		Alcérreca		en Panamericana	
	Fecha	Qm ³ /s	Fecha	Qm ³ /s	Fecha	Qm ³ /s
1962	5 feb.	12				
1963	7 feb.	18				
1964	17 mar.	10				
1965	23 nov.	11				
1966	1 marz.	5				
1967	-	-				
1968	10 ene.	44				
1969	-	-				
1970	6 marz.	13			4 ene.	12
1971	26 ene.	23			26 ene.	14
1972	27 mar.	28	26 feb.	46	1 mar.	10
1973	-	-	5 feb.	56	30 ene.	16
1974	27 ene.	62	18 mar.	29	6 mar.	12
1975	-	-	30 ene.	35	17 mar.	16
1976	24 ene.	48	23 feb.	54	27 ene.	21
1977	28 feb.	46	18 feb.	42	-	-
1978	30 ene.	20	-	-	-	-

Cubierta litológica. En la alta cuenca del Lluta, en su parte altiplánica, las rocas predominantes son las ignimbritas y tobas de carácter riolítico junto a volcanitas andesíticas cuaternarias ligadas a la actividad de los volcanes pleistocénicos.

En el curso medio afloran rocas mesozoicas metamórficas interrumpidas por intrusivos de granodiorita. Los relieves labrados en las formaciones mesozoicas son cubiertos en el Terciario y/o en el Cuaternario por enormes masas de efusivos piroclásticos riolíticos que los rellenan constituyendo con otros materiales sedimentarios la Formación Riolítica o Altos de Pica. Sus estratos tienen posición horizontal a subhorizontal; cubren la mayor parte del área. Localmente se la llama Formación Azapa.

En el valle mismo, la caja del río está rellena con sedimentos cuaternarios que hacia la costa actual alcanza un gran espesor, de 300 a 400 m. Mayores detalles sobre la Geología del área se dan en la descripción de la hoya del río Azapa, que es la que le sigue inmediatamente al sur.

Cubierta vegetal. La vegetación natural en la hoya del Lluta se encuentra estratificada conforme a la elevación sobre el mar y a las características climáticas, condicionadas en gran parte por aquélla. Esto es válido para los cinco valles transversales del extremo norte de Chile.

Así, en las estepas frías de la puna prosperan pastos duros conocidos por el nombre vernacular de pajonal, paja brava o quilla (Ishus, Stipa sp.). Los bofedales o vegas son formaciones vegetales herbáceas que cubren las depresiones regadas y las cajas de los

ríos y arroyos en la alta puna. Están constituidos por alfombras de gramineas pequeñas, juncáceas y pequeñas compuestas.

como una importante combustible para la zona es la llareta, que se presenta como una formación compacta de umbelíferas resinosas. Crecen en las faldas de los cerros altos, sobre los 3800 m s.m., a veces junto a grandes piedras.

La tola, arbusto resinoso que abunda en las pampas y faldeos suaves de la puna y también en la precordillera. Pertenece a la familia de las compuestas con los géneros Baccharis y Parastrephia.

La única especie arbórea que prospera en la alta puna es la queñoa o queñua. Crece en los faldeos más protegidos de los cerros, sobre 4000 m, y en las cabeceras altas de las quebradas de precordillera.

En una franja más baja, correspondiente a la precordillera entre 2800 y 3000 m, crecen innumerables especies de hierbas y arbustos, además de la tola y cactáceas. Entre las primeras cabe citar: Tejtaja, una compuesta; Lleullinca; la yara; la pupuña; la chirchicoma; el tomatillo, la chilca (Baccharis sp.), etc.

El cactus de tipo columnar conocido regionalmente con el nombre vernacular de cardón crece sobre las laderas ásperas de los cerros, a alturas entre 2300 a 2700 m s.m.

Desde Jamiraya hacia río abajo, en el piso del valle crecen especies arbóreas de cierta importancia. Tales son el huacano; la chalca y el chari, portador de las flores femeninas de esta especie. Abundante en los cursos de agua es la cortadera o cola de zorro.

Más abajo, tal vez desde el campamento Dos Hermanos, se hacen presentes en el valle del Lluta: el pimiento boliviano; el sauce amargo; y hierbas que crecen en lugares húmedos, como la totora, la yerba del platero que alcanza aquí dimensiones gigantescas; la brea, la cortadera y varias juncáceas.

Finalmente, en el valle bajo prospera la grama salada, que invade los campos húmedos y salinos.

Calidad del agua. Numerosos son los ensayos químicos que se han practicado de las aguas del río Lluta y sus principales afluentes en diferentes épocas. Tal preocupación deriva del hecho que dicha calidad es una limitante en los cultivos y un factor importante de contaminación de los suelos agrícolas. Además, se han producido en el valle períodos de aguda crisis derivadas de la contaminación producida por explotaciones mineras en la alta cuenca, tales como las de las azufreras del Tacora, las de magnesio en Larancagua y otras, que se han unido a las deficiencias naturales del agua de algunos tributarios. Sin embargo, los muestreos sistemáticos en corridas completas son escasos. En 1968 se practicó uno de estos muestreos que reflejan la situación de ese momento, en circunstancias que el río Azufre estaba desviado. Se muestrearon en tal ocasión también los afluentes menores del Lluta, que es la única ocasión en que se ha hecho. El Cuadro Nº1 siguiente resume los resultados obtenidos en las investigaciones de ese año ordenados de oriente a occidente. El Cuadro Nº , da los promedios obtenidos en los años siguientes.

No cabe dudas que la desviación del río Azufre y otras paralizaciones de explotaciones mineras determinaron hacia fines de la década del 60 un resurgimiento de la agricultura del valle del Lluta. Los índices de conductividad, SAR y boro descendieron notablemente respecto a los conocidos con anterioridad a 1962. El pH que se mantenía extraordinariamente ácido a lo menos hasta Rosario, se conserva ahora muy parejo y próximo a la neutralidad. En la corrida de 1968 la presencia de arsénico no parecía importante. De todos modos las aguas, en general, merecían una clasificación severa por concepto de conductividad total, cayendo siempre en el rango de C₃ y C₄. En cambio por índice SAR, eran aceptables, salvo algunos afluentes menores que presentaban aguas muy contaminadas por la como la Qda. Allane y su afluente, el río Colpitas.

También a partir de Poconchile hacia abajo se notaba en este aspecto un claro deterioro.

CUADRO N.º 1

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL RÍO LLUTA

Según muestreos de junio, julio y nov. de 1968

	pH	Cond. m mshs	SAR	B (ppm)	As (ppm)
R. Azufre en Establec. Aguas Calientes	2,4	5 270	4,9	38	1,8
R. Azufre en bocatomá canal derivado	1,9	20 000	4,4	44	3,05
R. Azufre en junta R. Caracarene	3,0	4 000	2,6	8	0,17
Caracarens en junta R. Azufre	7,4	1 190	2,0	1	0,05
Qda. Allene antes junta R. Lluta	6,9	2 310	7,4	15	0,30
Qda. Putre en Jamiraya	6,9	2 130	4,3	13	0,46
Qda. Socoroma en Coca	6,8	1 480	0,7	2	0,30
R. Colpitas en Colpitas	7,3	2 230	7,7	13	0,46
Qda. Allene antes junta Colpitas	7,7	2 930	4,4	9	0,38
R. Colpitas antes junta R. Allene	7,0	1 900	4,6	15	0,17
R. Lluta desp. junta R. Azufre y Caracarene	7,3	1 510	2,3	2	0,17
R. Lluta después de la junta Q. Allene	7,5	1 480	2,9	7,0	0,12
R. Lluta en Jamiraya antes Qda. Putre	7,2	1 590	2,7	9,0	0,00
R. Lluta en Patapazane	7,9	1 670	4,4	9,0	0,05
R. Lluta en Dos Hermanas	7,8	1 620	3,3	9,0	0,17
R. Lluta en Chironta	7,1	1 460	1,5	-	0,00
R. Lluta en angostura Iquecta-Vilacollo	7,2	1 540	1,8	8	0,05
R. Lluta en Sora	6,9	1 750	3,1	11	0,17
R. Lluta en Tocontasi	7,9	1 640	3,9	8	0,21
R. Lluta en Mal Paso	7,0	1 830	2,7	10	0,08
R. Lluta en Poconchile	7,5	2 030	4,4	10	0,08
R. Lluta en Rosario	7,4	2 600	5,1	13	0,05
R. Lluta en 1er Puente	7,4	3 070	4,4	14	0,00
R. Lluta en Puente Chacalluta	7,5	3 360	5,1	15	0,00

CUADRO Nº 2

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL RIO LLUTA

Según análisis de los años 1969 al 1976

	pH	Cond. m moha	SAR	B (ppm)	As (ppm)	Nº de análisis
R. Azufre antes R. Caracarane	2,15	9810	4,78	18,57	1,09	96
R. Caracarane antes R. Azufre	7,65	1490	3,74	2,59	0,03	92
R. Lluta antes Q. Allane	5,83	1361	2,98	3,48	0,11	55
R. Allane antes R. Lluta	7,57	2461	8,82	18,81	0,28	88
R. Lluta después de Q. Allane	6,52	1767	4,70	7,63	0,18	72
R. Lluta en Tecontasi	6,8	1820	4,76	11,10	0,23	94
R. Lluta en Molinos	7,06	2000	4,35	12,06	0,02	78
R. Lluta en Poconchile	6,71	1928	4,07	17,23	0,17	11
R. Lluta en Puente Chacalluta	7,27	3473	5,15	6,67	0,16	65

*Este cuadro Nº 2, comparado con el Nº 1, demuestra que la
calidad de 1968 no ha sufrido variaciones importantes*

Uso del recurso. Con el agua del río Lluta se riegan desde Sora al mar unas 2 650 ha con 80% de seguridad de riego, según un estudio realizado en 1968 por la Dirección de Riego, aunque la superficie efectivamente regada asciende a 1 700 ha con seguridad cercana a 100%. Se estudió en esa oportunidad la posibilidad de construir un embalse en la garganta labrada en granodiorita, en Chironta. Se estimó que con un embalse de 13,5 millones de m³ de capacidad total y 63 m de altura máxima se podría llegar a regar 3 190 ha con 80% de seguridad. El mismo estudio contempló como alternativa la desviación hacia la cuenca del Lluta, del río Caquena y llegó a la conclusión de que era conveniente dicha captación sin el requerimiento de la construcción de un embalse en el Lluta. Se consigue regar con ambos ríos (sin embalse) una superficie de 4 380 ha con 80% de seguridad. Resulta ser ésta la solución de menor costo y de menor riesgo. Dicha superficie coincide en líneas generales con las disponibilidades de suelos agrícolas.

En el valle bajo, a partir de Tocontasi, el riego se ejerce por 51 canales, con longitud total de 120 km de los cuales 25 km son revestidos. En los terrenos que pertenecieron a la Corporación de la Reforma Agraria existen extensas redes de drenajes cerrados que en los últimos años han presentado problemas de obstrucción.

Pero no deben olvidarse los oasis de altura. En Putre se cultivan unas 600 ha de alfalfa, arúgano, maíz, papas, etc. con aguas de vertientes y de otras fuentes superficiales generadas al pie del Teapaca. Socorome es más pequeño y carece de buenas disponibilidades de agua. No cultiva más de unas 60 ha a lo largo de unos 5 km de la quebrada. Además, ambos oasis tienen crianza de animales (vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y aves de corral).

Otro aprovechamiento potencial, a desarrollar en el futuro, es el energético. Endesa podría generar sin embalse en el Lluta una energía anual de 110 millones de kW-hr con una potencia instalada de 30 000 kW. La introducción del río Caquena redundaría en un incremento de 90 millones de kW-hr sobre la base anterior. Se tienen identificados centrales en dos localidades: Quessopara y Chaquire.

Hoya del Río San José o Azapa

La hoya del río San José o Azapa se desarrolla en la I^a Región de Chile paralelamente a su vecina del norte, la del río Lluta, entre los paralelos sur 18°18' y 18°46'^{E.S.} y los meridianos oeste 69°16' y 70°20'^{L.C.}. Drena una extensión de 3060 km².

Limita al norte con la hoya del río Lluta; al sur, con la de la quebrada Codpa o Vitor; y al oriente con la hoya del río Lauca, de la cual queda separada por la Cordillera Central.

El río San José se forma de la confluencia de los dos tributarios principales, el río Seco, que viene del norte, y el río Tignamar que viene del sur, en un punto situado a 70 km al oriente de la ciudad de Arica. El recorrido por el cauce viene a ser de 83 km.

En su curso superior el río corre por un cauce muy angosto, en un cañón de más de 1000 m de altura labrado en la Formación porfirítica. A partir de Ausipar, después de 32 km de haberse formado, la caja del río se ensancha gradualmente hasta alcanzar un ancho de unos 2 km en su desembocadura. También en Ausipar la altura de las paredes se ha reducido a unos 600 m, y en Las Riberas, a 30 km del mar, la altura es de sólo 300 m. La pendiente del valle es muy uniforme, del orden del 2%.

La corriente del río San José tiene carácter permanente sólo hasta Livilcar (a 10 km de su nacimiento), y efímero de allí al mar, ya que habitualmente no presenta escurrimiento superficial en su curso inferior y medio. Sólo con las lluvias estivales del "invierno altiplánico" suele crecer hasta llegar al mar. Este escurrimiento suele durar 20 a 30 días. Dicho régimen se explica porque la hoya no tiene alimentación de nieves, sino que se sitúan sus cabeceras en la precordillera, en la falda occidental de la Cordillera Central.

El río que viene del norte llamado con toda razón río Seco, nace sólo en las proximidades de Zapahuira, a 3500 m, en el faldeo norte del C^o Vilasamani

(4428m). Tiene longitud aproximada de 25 km. Su cauce corre primero al nivel de la pampa, para luego profundizar un cañón labrado en roca riolítica, al final del cual se abre dando origen al pequeño valle de Copaquilla, el que ^{tiene} tendrá unos tres kilómetros de longitud. En su extremo de aguas abajo el cauce entra nuevamente en una garganta-desfiladero de ancho no superior a 15 m, labrado en roca riolítica al término de la cual se junta con el río Tignamar. En el valle de Copaquilla se cultivan alfalfa, maíz, tunas, duraznos e higueras en unas pocas "eras" pertenecientes a algunos habitantes del pueblo de Chapiquilla, superficie que contrasta por lo reducido con un gran número de "eras" abandonadas a todo su largo, de data precolombina. Los cultivos actuales se riegan con aguas que brotan en la 1ª angostura y que se junta por la noche en una pequeña "cocha" o represa.

El río Tignamar aporta el mayor caudal. Nace al pie del Cerro Orcutunco (5000m) y tras un recorrido de 45 km en dirección al NO se junta con el río Seco. Muy cerca del pueblo de Tignamar recibe por su lado izquierdo la quebrada de Oxa y poco más abajo le cae por la ribera derecha la quebrada Saxamar cuyo nacimiento se encuentra en el portezuelo de Tignamar (4665m). Al río Tignamar, en su curso inferior, en el lugar denominado Caragua, se le juntan tres quebradas importantes del flanco occidental de la Cordillera Central cuyas aguas reunidas han labrado una profunda garganta o "cañón" en una meseta riolítica, similar a la que más abajo labró el río Seco en Copaquilla. 4-

- Se trata de las quebradas de Pachama, Belén y Lupica.

~~Se trata de las quebradas de Pachama, Belén y Lupica. Se trata de las quebradas de Pachama, Belén y Lupica. Se trata de las quebradas de Pachama, Belén y Lupica.~~

Finalmente, muy cerca de la ciudad de Arica, a unos 5 km aguas arriba de la desembocadura del río en el mar, el San José recibe la quebrada de Acha o La Higuera, habitualmente seca. Es de cauce muy profundo y se genera de varias quebradillas en la falda occidental de la Sierra de Huaylillas, en la pampa Oxaya, para recorrer 95 km en forma casi paralela al río principal hasta su junta con aquél. En su curso medio afloran dos o tres aguadas pequeñas.

Difícil^{es} caracterizar el régimen de escurrimiento del río San José tratándose de una corriente efímera. En Livilcar, el gasto habitual es del orden de 100 l/s.

En el período 1963 a 1970, el caudal medio anual del acueducto Azapa en Socatoma arroja la cifra de 0,34 m³/s y el río San José en Ausipar entre los años 1967 al 1970 (ambos inclusivos), un gasto promedio de 0,66 m³/a.

Crecidas notables del San José con aguas hasta el mar se registraron en febrero de 1943, con 30 días de duración; en enero de 1955 la crecida duró dos meses; en febrero de 1959, con duración hasta el 12 de marzo, corrió un caudal estimado de 3 m³/s en su parte baja; en enero de 1960 la crecida duró 20 días, pero el agua llegó sólo al curso medio del valle.

Entre los años 1972 y 1977 se ha conseguido aforar algunas crecidas del río San José en Puente Saucache, con los siguientes registros:

Año	Fecha	Gasto de crecida m ³ /s
1972	17 feb.	7
1973	10 feb.	25
1974	29 ene.	16
1975	5 mar.	20
1976	2 feb.	7
1977	14 mar.	24

Una característica del curso inferior del valle de Azapa es la existencia de vertientes naturales, algunas de las cuales han sido intervenidas por el hombre en el sentido de ser ampliadas en lumbreras. Tienen relación con el grueso espesor de material de relleno cuaternario y el gasto de ellas va desde 7 l/s a 25 l/s. La diversidad en el gasto se explica por la discontinuidad en sentido longitudinal y en el transversal de ese relleno. Son sin duda afloramientos de agua subterránea que escurre en el relleno aluvial y que se originan en infiltraciones directas del río San José, sobre todo en las más intensas que ocurren en los períodos de crecidas. La profundidad del nivel freático varía a lo largo del valle. Así, en Cabuza a 26 km del mar dicha profundidad es de - 39 m en tanto que más abajo, a 20 km del mar la profundidad es de -17 m.

Las vertientes principales se encuentran en las zonas de Las Riberas, Pago de Gómez, Las Maytes y a lo largo de la línea costera en Arica hasta unos 3 km al norte de la ciudad. Entre las principales cabe mencionar San Miguel (cerca de San Miguel de Azapa), Albarracines, Mita Chica, La Concepción, Media Luna y El Gallito. Las más constantes han sido Albarracines y El Gallito. Para la primera se aforaron

7,5 y 4,4 l/s en febrero y abril de 1960 respectivamente. Para El Gallito, 4 y 0,5 l/s en las mismas fechas.

En los sectores de Las Ribepas, Las Maitas y Pago de Gómez hay concentración de pozos que ^(unión de la influencia del río Lauca) provocaban un permanente descenso del nivel freático. Eran sondajes de 40 a 60 m y el rendimiento de los mejores era de 40 l/s, y el de la mayoría, de alrededor de 20 l/s.

El informe de Kleiman y Torres de 1960 concluyó que el gasto continuo que se extraía del acuífero de Azapa era de 400 l/s.

La introducción de las aguas transvasiadas del Lauca Superior en el valle de Azapa ha venido a alterar toda esta situación preexistente en relación con el agua subterránea.

Cubierta litológica. Se trata este tema con cierta profundidad para que tipifique en cierto modo lo que ocurre en la provincia de Arica y también ^{al} más al sur. Las rocas generalizadas más antiguas en la hoya son de edad mesozoica, y quedan englobadas en el concepto general de "Formación Porfirítica"; incluyen estratos marinos de calizas, pizarras y areniscas intercaladas con lavas y tobas andesíticas. Afloran a lo largo de la costa y en algunos puntos al interior andino, donde constituyen la llamada Formación Chapiquiña. El cañón del río San José al cruzar la Sierra de Huaylillas permite el afloramiento de rocas mesozoicas metamórficas interrumpidas por intrusivos de granodiorita. Por excepción en el cerro Belén se presentan rocas de edad Paleozoica en área reducida.

La formación predominante en la hoya es sin duda, la "Formación Liparítica" también llamada "Altos de Pica", de edad terciaria, que cubre las rocas más antiguas en una enorme extensión. Está compuesta por masas de efusivos y flujos piroclásticos de carácter riolítico, estratificados con materiales sedimentarios. Estos últimos comprenden gravas bien redondeadas de origen fluvial consolidadas, en conglomerados, areniscas, limolitas y arcillolitas. Específicamente, en la hoya del San José se confunde con la llamada Formación Azapa.

Las rocas cuaternarias dentro de la cuenca incluyen depósitos fluviales, lacustres, de corrientes de barro y evaporitas; en la zona costera se encuentran depósitos de playas marinas.

Los depósitos fluviales cuaternarios en el curso inferior del valle de Azapa alcanzan a grandes profundidades, entre 300 y 400 m, y aparecen compuestos de gravas, arenas, limos y arcillas, intercalados a veces con capas de cenizas riolíticas.

Cubierta vegetal. En las cabeceras de la hoya, en la precordillera andina crece una cantidad apreciable de plantas, sobre todo herbáceas y arbustivas. Entre estas últimas destacan varias especies de tolas; pupuña, chirchicoma, chilcas, romerillo, etc. También aquí, alrededor de los 2300 a 2700 m s.m. es abundante el cactus columnar Cereus atacamen-
sis. En Copaquilla y otros vallecitos de precordillera crece la única especie arbórea de estas altitudes intermedias, cual es la chalcea.

En el valle bajo, junto a las muchas especies de árboles y plantas cultivadas como el olivo, el plátano, etc se desarrollan árboles autóctonos como es el pimiento boliviano, ^{el Naso,} el sauce amargo, el chañar; cañaverales, etc. *Entre las hierbas del valle bajo destacan la cola de caballo o hierba del platero; la chilca; el cachiguayo; juncos y grama dalada.*

Calidad del agua. Antes de la introducción en el valle de Azapa de las aguas desviadas del río Lauca Superior, se habían muestreado las aguas de las vertientes principales. Son resultados esporádicos que demostraban que las aguas eran de buena calidad, aunque un tanto cargadas de sales.

En un muestreo antes de la influencia del Lauca (en 1960) se advierte que: el pH es neutro o ligeramente alcalino; el agua de sondajes y vertientes tienen dureza similar; el agua de pozo parece ser poco más dura. También se observa cierto incremento de los cloruros y de la dureza total hacia aguas abajo, pero aún junto al mar el agua es de buena calidad.

CUADRO N° 3

	pH	Conduc.	Dureza total expresada como CaCO ₃ ppm.
R. San José en Paradero	7,4	1104	475
Pozo D. Riego en Las Riberas	7,1	584	274
Vertiente Albarracines	7,2	633	300
Pozo Wong en Las Maitas	7,3	804	355
Pozo en Saucache	7,3	922	368
Pozo en Zona Industrial	7,5	831	304

En el período 1968 a 1977 las aguas actuales del río San José y sus afluentes han sido muestreadas y ensayadas con cierta frecuencia y sistematización. En la estación más alta del río los índices principales se han conseguido de promediar 56 muestras; y el acueducto que toma las aguas desviadas del Lauca y que las distribuye al valle, 19 veces. En Saucache también han sido ensayadas más de 50 veces, y en Las Maitas, alrededor de 20. Las aguas superficiales demuestran un moderado contenido salino, y un índice SAR también moderado. Los tributarios de la precordillera exhiben mejores índices que el San José. Las vertientes, sin embargo, demuestran tener una conductividad total alta, aunque sus respectivos índices SAR se conservan discretos. El contenido de boro y de arsénico están por debajo de los valores peligrosos.

El Cuadro N° 4 proporciona los promedios de los índices más importantes de este último período de muestreos y las clasificaciones según el sistema del U.S. Salinity Lab. de USA.

CUADRO Nº 4

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL RÍO SAN JOSÉ O AZAPA
(1968-1977)

Río San José o Azapa	pH	Cond. m mhos	SAR	B	As	Nº de análisis	Clasif.
R. Tignamar en Tignamar	7,28	303	0,61	3,50	0,0035		C ₂ -S ₁
R. Belén en Misaña o en Fundición	7,12	223	0,55	0,50	0,024		C ₁ -S ₁
R. San José en Ausipar	7,99	824	1,86	0,74	0,053		C ₃ -S ₁
R. San José en bocatomá acueducto	8,06	786	1,62	1,22	0,04	56	C ₃ -S ₁
Acueducto Azapa en boca toma	7,80	780	1,65	1,01	0,06	19	C ₃ +S ₁
San José en Puente Las Maitas o Plla. Cauza	7,79	733	1,52	1,41	0,025	21	C ₂ -S ₁
San José en Saucache	7,42	648	1,31	1,45	0,069	55	C ₂ -S ₁
Vertiente San Miguel en Nacimiento	7,87	1000	1,58	1,29	0,005		C ₃ -S ₁
Vertiente Albarracines	7,78	980	1,79	0,90	0,00		C ₃ -S ₁
Vertiente La Mita Chica							
Vertiente La Mita Chica	7,56	1347	1,60	1,91	0,01	26	C ₃ -S ₁
Vertiente La Media Luna	7,66	1254	1,92	1,57	0,008	25	C ₃ -S ₁

Uso del recurso. Como se dijo antes, el agua superficial del río Azapa se usaba en forma estable en los alrededores de Livilcar en el riego de chacras, y en el valle bajo se explotaba la napas subterránea de la cual se extraía mediante sondajes unos 400 l/s. En este valor deben incluirse las vertientes naturales, algunas intervenidas por el hombre para mejorar su rendimiento. La introducción del agua del río Layca en 1962, modificó todo el sistema de explotación, determinando el abandono de muchos de los pozos y sondajes debido al alto costo de la energía.

En la actualidad se riega con el agua introducida y conducida por un largo acueducto a lo largo del valle, unas 2000 has de cultivos diversos y de gran valor, gracias al excelente clima y bondad de los suelos y del agua. Los gastos medios anuales trasvasados desde el Lauca en los años consecutivos 1970, 1971 y 1972 ascendieron a 0,52 ; 0,61 y 0,64 m³/s.

Hoya del río Codpa o QDA. VITOR

La hoya del río Codpa se desarrolla en el sector central de la provincia de Arica, en la I^a Región de Chile, entre los paralelos S 18°40' y 18°53' y entre los meridianos O. 69°17' y 70°22', comprendiendo una superficie de 1660 km². Limita al norte con la hoya del río San José o Azapa; al sur con la hoya del río Camarones, de la cual queda separada principalmente por la pampa Camarones; al oriente limita con la hoya alta del río Quiburcanca, afluente del Lauca y, en cierto sector, con la depresión sin desagüe del Salar de Surire.

El río Codpa, quebrada Vitor o quebrada de Chaca, que con los tres nombres se le conoce, ^{tiene} longitud de 110 km y nace de la reunión de varios esteros que se originan en los faldeos ponientes de los volcanes apagados Orcutunco (5000) y Anocarire (5050), que forman parte de la cordillera Central, y desde el faldeo sureste del C^o Marqués (4960). De todos estos cauces el principal es el estero Umirpa. Este drena hacia la garganta de Umirpa una hoyada ^{forma} que ^{la cual está} una altiplanicie elevada sobre 3700 m s.m., ^{la cual está} confinada por varios macizos con cumbres entre 4000 y 5000 m de elevación. El cauce principal nace a los pies del portezuelo Orcutunco (4470), sito entre el cerro de ese nombre y el macizo de Anocarire. A partir de Umirpa (3920), la quebrada Vitor (con este nombre se la conoce en este sector) desciende con gran pendiente por un estrecho cajón cordillerano labrado en la Formación Riolítica hasta alcanzar el pueblo de Codpa, en la precordillera. Sobrepasado este punto, la quebrada atraviesa la altiplanicie formada por las pampas de Chaca y Camarones, en un profundo cajón, hasta vaciarse en el mar en Caleta Vitor.

Un importante tributario, aunque permanentemente seco, cae a la quebrada de Chaca por la ribera norte poco más abajo del caserío de este nombre. Se trata de la quebrada de Carza o Garza que nace del borde suroeste de la Pampa Oxaya, próxima a la localidad de Timar,

donde se riegan unos cuartelitos de alfalfa y frutales con una vertiente. La quebrada tiene, en partes, un cauce profundo, y un desarrollo de 38 km.

Otros tributarios casi secos de qda. Codpa son: la quebrada de Apanza que se origina en el C^o Yulupalca y cae cerca de Cachicoca; la quebrada del Diablo que se junta por la ribera sur a 2 o 3 km aguas arriba de la localidad de Pintatane y nace en los altos de Chocaya.

Los escurrimientos permanentes de superficie son muy variables, desde unos 300 l/s en época lluviosa a no más de 40 l/s en estiaje. Llegan sólo hasta Codpa, o tal vez algo más abajo hasta el sector de Ofrajía. Una secuencia observada por Sergio Ojeda en 1946, establecía la siguiente variación de gastos del río Codpa en Codpa.

enero a abril	: 300 l/s
mayo a agosto	: 250 a 200 l/s
septiembre a octubre	: baja a 130 l/s
noviembre	: baja de 130 a 40 l/s
diciembre	: baja de 40 a 20 l/s

Cubierta litológica. Deben considerarse aquí dos sectores de la hoya. Uno alto con las características del paisaje de puna, donde imperan cineritas, ignimbritas soldadas de constitución riolítica y volcanitas andesíticas y basálticas salidas de los volcanes pleistocénicos. Otro sector corresponde al curso medio e inferior. En el curso medio priman rocas terciarias especialmente areniscas, limolitas, conglomerados y cineritas riolíticas. Finalmente, en el curso inferior, desde unos 40 km al oriente de la línea de costa, afloran rocas mesozoicas compuestas de calizas, lutitas y areniscas marinas con intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas.

El fondo del valle está relleno con sedimentos cuaternarios, especialmente gravas y arena, sobre todo en el curso medio e inferior.

CUADRO Nº 5

CALIDAD DEL AGUA DE LA HOYA DEL RÍO CODPA
(1968-1975)

Estación	pH	Conduc. m mhos	SAR	B (ppm)	As (ppm)	Nº de análisis
R. Umirpa en Umirpa	5,82	418	0,79	0,35	0,00	12
R. Codpa en Umirpa	6,15	375	0,48	0,35	0,08	15
R. Codpa en Guañacagua	6,57	401	1,09	0	0	3
R. Codpa en Codpa	6,84	555	1,34	0,60	0,014	37
R. Codpa en Ofrajía	1,60	1240	5,5	1,0	0,08	1
R. Codpa en Chitita	6,69	358	0,95	0,77	Tr.	13
R. Chaca en Chaca	7,51	588	1,31	0,79	0,016	12

Uso del recurso. Con la escasa y variable dotación de agua de cordillera, se riegan en el curso medio de la quebrada pequeños paños de terreno, destinados a frutales, citrus, viñas, hortalizas y alfalfa, situados en las localidades, ordenadas en una secuencia de este a oeste, de Guañacagua, Codpa, Ofrajía, Cachicoca, Pintatane, (cuyos vinos dulces son de fama en la I^a Región), Bodega y Calaunsa. Reúnen entre todas unas 90 há efectivamente cultivadas. En Chaca se riega con agua de pozo y de vertientes 15 a 20 ha permanentes, pero hay años en que asciende la superficie a 120 há (año 1968).^Rara vez llega hasta aquí el agua superficial.

Existe la idea de construir un embalse en la angostura de Umirpa que juntaría unos 12,6 millones de m³ de agua al año. También un anteproyecto para llevar aguas del río Guallatire, tributario de la cuenca superior del río Lauca, a incrementar los recursos de Codpa.

En Chaca se perforaron tres sondajes hasta de 100 m de profundidad sin resultados positivos. En la misma localidad hay 11 norias que aprovechan el agua de filtraciones, con gasto medio entre 2 y 4 l/s que se agota al bombearlo sobre 30 minutos.

En caleta Vitor existen tres norias que dan un gasto insignificante.

HOYA DEL RIO CAMARONES

La hoya del río Camarones se desarrolla en el límite sur de la provincia de Arica, en la Iª Región de Chile, constituyendo uno de los cinco valles transversales del extremo norte del país. Tiene régimen permanente, aunque en sequías prolongadas suelen sumirse sus aguas en las arenas de su curso inferior, sin llegar al mar. Comprende una superficie de 4760 km², entre los paralelos 18°46' y 19°18' L.S. y los meridianos 69°07' y 70°16' ^{L.O.} Limita al norte con la cuenca de la quebrada de Codpa o Vitor, de la cual queda separada en su mayor parte por la Pampa Camarones; al sur limita con la cuenca de la quebrada de Tana o Camiña separada por la Pampa de Tana; al oriente limita en parte con la cuenca cerrada del Salar de Surire, interponiéndose entre ambas un cordón elevado de cerros del cual sobresalen las cumbres del Achechamayo (4310m); Chulluncallani (4648m); el Wdo. de Chuquiananta (5590m); Surire (5000m); y, Mulluri (5265m). Dejan algunos portezuelos entre ellos que permiten el acceso al salar desde el occidente.

El río Camarones se origina en Arepunta, a 2900 m s.m., de la reunión de los ríos Ajatama, afluente norte, y Caritaya, tributario sur. Desarrolla su curso en dirección aproximada SO con 97 km de longitud.

El río Ajatama se genera de varios arroyos al pie del faldeo poniente del apagado volcán Chuquiananta, de los cuales el Taruguire, el Parcoalla y el Chuquiananta son los principales. Otro arroyo con el nombre de Estero Veco contribuye también a la formación del río Ajatama; proviene desde el norte, desde el faldeo oriente del cerro Talapacheta. Desarrolla un curso en dirección SO hasta su junta con el Ajatama.

El río Caritaya nace actualmente del Embalse Caritaya, parte de cuya área de inundación estaba ocupada por la antigua laguna Pareacota, pero se forma en realidad más arriba de la confluencia del arroyo Veco[#] con la qda. Guaiguasi que a su vez recibe aportes del arroyo Mulluri.

El valle del río Camarones es muy estrecho y encajonado entre altos paredones naturales, con sectores intransitables, tal como ocurre entre Arepunta y Cundumayo. A partir de este último punto se suceden hacia aguas abajo una serie de ensanchamientos que dejan algún espacio donde se puede desarrollar la agricultura, separados por otras tantas angosturas, la mayoría en roca mesozoica. Tal sucede en los sectores Cundumayo e Illapata, Esquiña, Cochiza, Huancarane; ex Hacienda Camarones^{##} y ex Hacienda Cuya^{##}. Entre Huancarane y Camarones se interpone la Angostura de Taltape, constituida por roca mesozoica; entre Camarones y Cuya, el largo desfiladero conocido como angostura de Conanoxa, de origen epigenético, labrado también en roca mesozoica.

Aparte de los dos ríos formativos, el río Camarones no recibe prácticamente en tiempos normales aportes más abajo de Arepunta, salvo algunas vertientes. En época de lluvias intensas en la alta cordillera suelen crecer algunas quebradas tributarias habitualmente secas, proporcionando aportes adicionales.

En su curso medio cae a la ribera derecha del valle la quebrada de Saguará, de agua muy buena. Nace en una vertiente y con ella se riegan algunas "eras" de cultivo en la localidad de Saguará; descarga en la localidad de Pachica donde también riega cultivos, especialmente frutales, con sus recuperaciones y nueva vertiente. Aguas abajo de la Angostura de Taltape cae al valle, también por el lado nor-

Es distinto del nombrado más arriba

En la actualidad son asentamientos organizados por Cora.

te, el profundo cañón de la quebrada Umayani la que más arriba se llama Chocaya. Es formada por las quebradas de Aico y de Sucuna, y corre hacia el SO. En su interior existen algunas vertientes de poca importancia con aguas salobres. Sólo en Chocaya, en el camino Codpa-Esquiña, se encuentra un pequeño sector de cultivos.

Por la ribera sur o izquierda, bajan unos pocos cauces secos que quedan colgados en la pared del cañón. Uno de ellos, el más importante, es la quebrada Pampanune que cae al valle en la cabecera del sector Huancarane. En Cuya, a 10 km del mar, se junta por el mismo flanco la quebrada de Chiza, también habitualmente seca. Chiza tiene una importante hoya hidrográfica con cabeceras en la precordillera, y con un profundo cauce en forma de cañón semejante al del Camarones mismo, o al de Umayani. En épocas de lluvias estivales altiplánicas la quebrada de Chiza suele tener crecidas de importancia. Se forma cerca del caserío de Chiza de la junta de las quebradas de Miñimiñi, afluente norte, con la qda. de Suca. De ambas, la quebrada de Suca o de Nama es la más larga e importante por tener cabeceras en faldeos más elevados en unos cerros con cumbres sobre 4000 m. Es árida y presenta a retazos raquíuticos pajonales y algunos pequeños ensanchamientos donde se practican reducidos cultivos con aguas de vertientes, que suman un gasto no superior a 10 l/s de agua de buena a regular calidad.

La quebrada de Miñimiñi es estrecha y encajonada. Tiene dos lugares con agricultura en sendos ensanchamientos regados por sus respectivas vertientes: Miñita y Miñimiñi, con un caudal conjunto de 12 l/s de agua de buena calidad.

El caudal del río Camarones sólo se mide a la entrada de la Angostura Conanoxa, y por lo tanto, aguas abajo de las principales áreas regadas, de modo que ese registro no representa el verdadero comportamiento natural del río. El módulo medido en Conanoxa en 22 años de observación asciende a 0,36 m³/s. Otro factor de distorsión lo produce la regulación del río Caritaya mediante el embalse de ese nombre. Esta obra construida por la Dirección de Riego entre los años 1930-1935, cuenta con una capacidad reguladora potencial de 42 millones de m³ para su hoya de 450 km², pero jamás ésa ha sido copada.

Se dispone sin embargo, de algunos aforos practicados en el río Camarones en un punto cercano a Taltape, en la ex Hacienda Camarones, con anterioridad a la construcción del embalse Caritaya. Se copian a continuación sus resultados por ser interés histórico.

Aforos del río Camarones en la ex-Hacienda
Camarones

Fecha	Gasto m ³ /s
20 Oct. 1928	0,251
26 Oct. 1928	0,378
22 Dic. 1928	0,272
24 Feb. 1929	0,888
26 Oct. 1929	0,364
28 Ago. 1930	0,896
29 Ago. 1930	0,820
15 Abr. 1931	1,050

Mediante el limnógrafo se han controlado crecidas del río Camarones en la estación de Conanoxa, información que se consigna a continuación:

Año	Fecha	Gasto m ³ /s	Año	Fecha	Gasto m ³ /s
1959	11 mar.	3	1970	19 feb.	2
1961	29 ene.	25	1971	19 feb.	2
1962	6 feb.	21	1972	15 feb.	3
1963	7 feb.	14	1973	1 mar.	3
1964	9 feb.	3	1974	21 ene.	3
1965	21 feb.	4	1975	27 feb.	4
1969	3 mar.	2	1976	23 ene.	4

Cubierta litológica. En la cuenca alta del río Camarones imperan rocas volcánicas andesítico-basálticas de edad cuaternaria. Tienen en esta hoya relativa escasa difusión. Más abajo, en el curso superior y medio del río mismo, impera con mucho la Formación Liparítica con sus ignimbritas y cineritas soldadas de carácter riolítico, y potentes mantos de sedimentos continentales que alcanzan particular espectacularidad en el sector de Huancarane. La Formación Terciaria engrana con evidente discontinuidad en la Angostura de Conanoxa con las rocas mesozoicas que acompañan el curso inferior del valle de Camarones, al cortar la cordillera costera. Aquí corresponden a calizas, lutitas y areniscas marinas con abundantes intercalaciones de rocas volcánicas, predominantemente andesíticas, y brechas del Lías Inferior a Malm. Los afloramientos de granitos del Cretácico son esporádicos y de escasa significación.

En los sedimentos terciarios aguas arriba de la Angostura Conanoxa, destaca un manto continuo de calcedonia, que proporcionó excelente materia prima a los habitantes prehistóricos del valle para la fabricación de su instrumental lítico tallado.

Cubierta vegetal. A excepción de sus cabeceras, que gozan de un clima de estepa fría, la hoya del río ^{Camarones} en su mayor parte se caracteriza por la vigencia del desierto. Entre ambas zonas, la puna y la desértica, se intercala una de transición que corresponde al concepto de precordillera. En cuanto a vegetación, una diferencia básica debe establecerse entre la caja del río propiamente y las mesetas altas en pampas que flanquean el curso medio e inferior.

En efecto, en el curso medio e inferior la única vegetación posible crece en la caja del río. Entre Cuya y el mar, impera el matorral espeso de grandes chilcas, cachiuyos, cortaderas y cola de caballo. La brea o callacazo alcanza gran desarrollo; asimismo en el piso del valle, en lugares salinos y húmedos, prospera la grama salada. En zonas de pantano crece la totora (tipha) y juncáceas. De casualidad se observa algún pimiento raquíptico en este tramo del valle.

Más arriba de Cuya, siempre en la caja del río, al matorral anterior se agregan otras especies arbóreas tales como el sauce amargo, la carza, uno que otra tara; prolifera el pimiento boliviano, el llaro, el chañar. Más arriba, el huacano y el chari. En la precordillera la flora es similar a la descrita para la cabecera del río Codpa. Predominan senesios, tolares, paja y cactáceas y otras especies perennes resistentes a las sequías, aparte de hierbas anuales.

Calidad del agua. La calidad del agua es conocida a través de una corrida de muestreo realizada por Hans Niemeyer en 1967 y de otros muestreos aislados posteriores. En general, puede decirse que las aguas del río Aju tama son de mejor calidad que las del R. Caritaya, y que desde Esquiña al mar las aguas del río Camarones se deterioran paulatinamente. Así los índices más representativos varían como sigue:

CUADRO Nº 6

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL RIO CAMARONES

(1967-1977)

	pH	Conduc. µ mhos	SAR	B ppm	As ppm	Nº de análisis
<u>Tributarios</u>						
R. Ajatama en Ajatama	7,07	1725	6,75	-	-	1
R. Caritaya en Tr. Caritaya	7,30	2950	14,8	9,0	0,36	1
R. Caritaya en Chetune	7,00	2450	7,07	-	-	1
Vertiente Esquiña	7,15	2565	7,71	2,2	0,03	1
Vertiente Saguara	7,05	400	1,24	0,7	0,03	1
Vertiente Quiguatama	7,25	1680	3,50	1,7	0,00	1
R. Camarones en Condumayo	7,53	1975	7,67	7,77	0,61	2
R. Camarones en Esquiña	7,34	1717	6,33	7,00	-	2
R. Camarones en Chilpe	7,60	2120	6,5	-	-	1
R. Camarones en Huancarane	7,23	2180	7,1	-	-	1
R. Camarones en Taltape	7,70	2948	9,01	8,97	-	10
R. Camarones en ex-Hacienda Camarones	7,55	2914	7,66	11,12	0,43	62
R. Camarones en Conanoxa	7,80	3671	9,83	17	0,63	38
R. Camarones en desembocadura	8,27	4073	8,92	25	0,08	1
R. Camarones en Huancarane	7,37	2037	7,15	19,5	0,64	1
Q. Saguara	7,78	353	1,06	0,00	0,002	1
Vert. Chocaya	7,33	3900	6,71	19,0	0,006	1

El último análisis de Huancarane fue hecho sobre una muestra reciente, de fecha 29 de agosto de 1978 y los de Saguara y Chocaya sobre muestras colectadas en agosto de 1979.

Uso del recurso. Con el agua del río Camarones se riegan en su curso superior, en Ajatama y desde Condumayo a Huancarane, unas 100 ha de terrenos cultivados algunos de los cuales están organizados en "eras" y sus propietarios son los naturales del valle. El principal cultivo es la alfalfa destinada a la crianza de ganado lanar. Por vez 500 ha de terrenos se

riegan en su curso medio-inferior, los que pertenecen a los Asentamientos Camarones, Manuel Rodríguez y otro (ex-haciendas de Camarones y Cuya), constituidos en cooperativas agrícolas. La mala calidad del agua es una limitante de los cultivos. Se produce el maíz en poca cantidad y la alfalfa, que es con mucho el más importante cultivo, ya que los asentamientos están dedicados a la producción lechera que tiene su mercado seguro en Arica. En la ex-Hacienda Cuya los cultivos son en la actualidad muy precarios debido a la contaminación de los suelos por la alta salinidad del agua, que ya en Conanoxa alcanza índices inadmisibles.

El curso superior del río Caritaya está regulado desde 1936, como se dijo, mediante un embalse del mismo nombre, de tipo rock-fill, de 42 millones de m³ de capacidad.

HOYA DE LA QUEBRADA DE CAMIÑA

La quebrada de Camiña es la más austral de las cuencas exorreicas de la I^a Región de Chile. Se desarrolla en dirección general NE al SO, desde la cordillera andina al Océano Pacífico, entre los paralelos extremos 19°02' y 19°39' S. y los meridianos 69°01' y 70°14' O. Comprende un área de 2720 km², situada inmediatamente al norte de la Pampa del Tamarugal.

Limita al norte con los afluentes de la hoya del río Camarones, y más al oeste, con la Pampa de Tena que la separa del curso inferior de dicho río, y con pequeñas quebradas costeras que desaguan independientes en el Pacífico en el interfluvio Camarones-Camiña. Por el este, limita con las cabeceras del río Todos Santos, cuya mayor extensión de hoya se desarrolla en Bolivia, y con la cuenca superior del río Isluga o Sitani. Al sur limita con los tributarios del norte de la Pampa del Tamarugal, especialmente con las quebradas de Soga y Aroma y de otros cauces menores que tienen por base de equilibrio la porción más boreal de la Pampa del Tamarugal. En el sector costero deslinda con un pequeño cauce seco que baja del flanco occidental de la cordillera de la Costa a la Caleta Junín.

El río El río Camiña nace al pie occidental del cerro Llanquipa (5210 m) en la región donde suele llover en la época estival. Corre en un cauce estrecho directamente hacia el oeste por 10 km; describe luego un arco al norte por otros 14 km. A partir de esta curva, donde alcanza su punto más septentrional, dirige su curso en dirección general al SO, con ligeras variantes, hasta su desagüe en el Océano Pacífico, en la Caleta Pisagua Viejo. La longitud total aproximada del río Camiña resulta de 150 km. En general transcurre en forma de un cañón confinado primero por altos cerros y más abajo por los taludes de la pampa. Al llegar al mar franquea el elevado acantilado costero. Deja sin embargo ensanchamientos separados por estrechas gargantas que son aprovechados en cuarteles de cultivos, muy ordenados y cuidados. En el curso superior se llama

Camuña y más abajo se la conoce también con el nombre de quebrada de Tana, debido a que riega otro caserío de ese nombre.

Los afluentes son escasos, de insignificante o nulo caudal y de breve desarrollo. En su curso superior se le junta cerca de la localidad de Palca por la ribera norte el estero Caico con cabecera muy próxima a las de la propia quebrada de Camuña, al pie del portezuelo de Huinchuta.

Más abajo, por su ribera izquierda se le reúne al cauce principal la qda. Maimaja, originada en los faldeos del C^o Cotase (4110 m) con el nombre de estero Cotase. Algo más abajo se juntan dos o tres quebradas, de las cuales la de Chiña lleva nombre en la carta. Desarrolla curso al oeste de unos 14 km.

En las amplias faldas al sur de la sierra Tolompa (4580 m), se generan una serie de cursos de agua de precordillera, que se juntan en la quebrada de Berenguela o Retamilla cuyo largo desarrollo corre prácticamente paralelo al de la quebrada Camuña hasta juntarse a ella muy abajo, a sólo 18 km de su desembocadura en el mar, próximo a la localidad de Quiuña Bajo. En su curso inferior, sobrepasada la chacra de Tiliviche, pasa a llamarse quebrada Tiliviche. El desarrollo total desde su nacimiento es de 125 km. Nace con el nombre de quebrada Berenguela al este del cerro Cotase. Se dirige primero al oeste y luego al SO para describir un arco hacia el sur y nuevamente tomar dirección al oeste. Finalmente hasta Tiliviche corre en dirección al sudoeste. A partir de esta localidad y por espacio de 16 km toma dirección al NO. En su curso superior se emplazan los baños de Berenguela, formados por dos vertientes termale:

Abajo de Turiza, a 40 km del mar, se le junta a la quebrada de Tana por su ribera norte otras quebradas secas que descienden de la pampa de Tana.

En Zapiga, en el borde occidental de la Pampa del Tarugal, se genera la quebrada seca de Jazpampa; pasa por la localidad salitrera de este nombre y desemboca en la quebrada principal a sólo 6 km de

su desagüe en el Pacífico. Desarrolla su cauce de 26 km en dirección al ONO. Este pequeño afluente de la ribera izquierda baja de los cerros San Antonio (1476) y Catalina (1615), de la cordillera de la Costa.

La quebrada de Camiña tiene régimen intermitente y el escurrimiento no llega al mar. Normalmente alcanza sólo hasta la localidad de Moquella. El agua de las vertientes que la originan se consumen íntegramente en el regadío artificial de los diferentes paños de terrenos cultivados. Numerosas vertientes afloran también en las paredes del valle medio y superior, algo parecido a lo que ocurre en el valle de Camarones, también en asociación al contacto entre dos paquetes geológicos terciarios estratificados.

En los veranos de 1963 y 1964 la Dirección de Riego rastreó las respectivas crecidas provocadas por las lluvias estivales mediante aforos sistemáticos en la sección fluviométrica Umiña. Los aforos fueron hechos a distintas horas del día. Se practicaron con flotadores y la velocidad media se obtuvo multiplicando la velocidad superficial por un factor cercano a 0,80.

Dada la escasez de información en materia de crecidas en los ríos del Norte de Chile, ha parecido de interés consignar los resultados de esa investigación.

CUADRO Nº 7

Crecida de 1963

Fecha	Hora	Gasto m ³ /s	Fecha	Hora	Gasto m ³ /s
22 Ene.	15:15	0,77	25 Ene.	20:50	6,59
23 Ene.	1:10	3,16	26 Ene.	8:55	3,14
23 Ene.	9:00	1,97	26 Ene.	22:20	2,75
24 Ene.	21:50	4,23	1 Feb.	12:00	0,81
25 Ene.	0;45	1,98	5 Feb.	10:50	1,46

CUADRO N° 7 (Cont.)

Fecha	Hora	Gasto m ³ /s	Fecha	Hora	Gasto m ³ /s
6 Feb.	10:45	1,50	3 Mar.	2:30	7,55
6 Feb.	20:00	6,42	4 Mar.	19:00	7,08
7 Feb.	8:00	4,83	5 Mar.	9:20	11,22
9 Feb.	8:15	2,13	6 Mar.	9:40	5,67
10 Feb.	12:15	1,95	8 Mar.	1:00	13,28
14 Feb.	9:00	1,36	9 Mar.	21:10	14,80
17 Feb.	11:00	0,98	10 Mar.	9:15	6,51
17 Feb.	18:00	1,39	12 Mar.	13:00	5,88
18 Feb.	8:05	2,95	12 Mar.	21:00	15,16
18 Feb.	13:45	4,04	13 Mar.	20:16	13,45
19 Feb.	20:30	5,74	19 Mar.	14:00	2,85
20 Feb.	0:20	7,80	11 Abr.	14:00	0,50
20 Feb.	8:30	9,05	18 Abr.	15:00	0,52
20 Feb.	20:50	6,06			
22 Feb.	13:45	4,97			
22 Feb.	17:55	4,78			
23 Feb.	18:45	4,10			
25 Feb.	19:10	2,61			
25 Feb.	23:35	1,23			
27 Feb.	0:00	6,17			
27 Feb.		10,59			
27 Feb.	11:00	7,04			

CUADRO Nº 8

Crecida de 1964

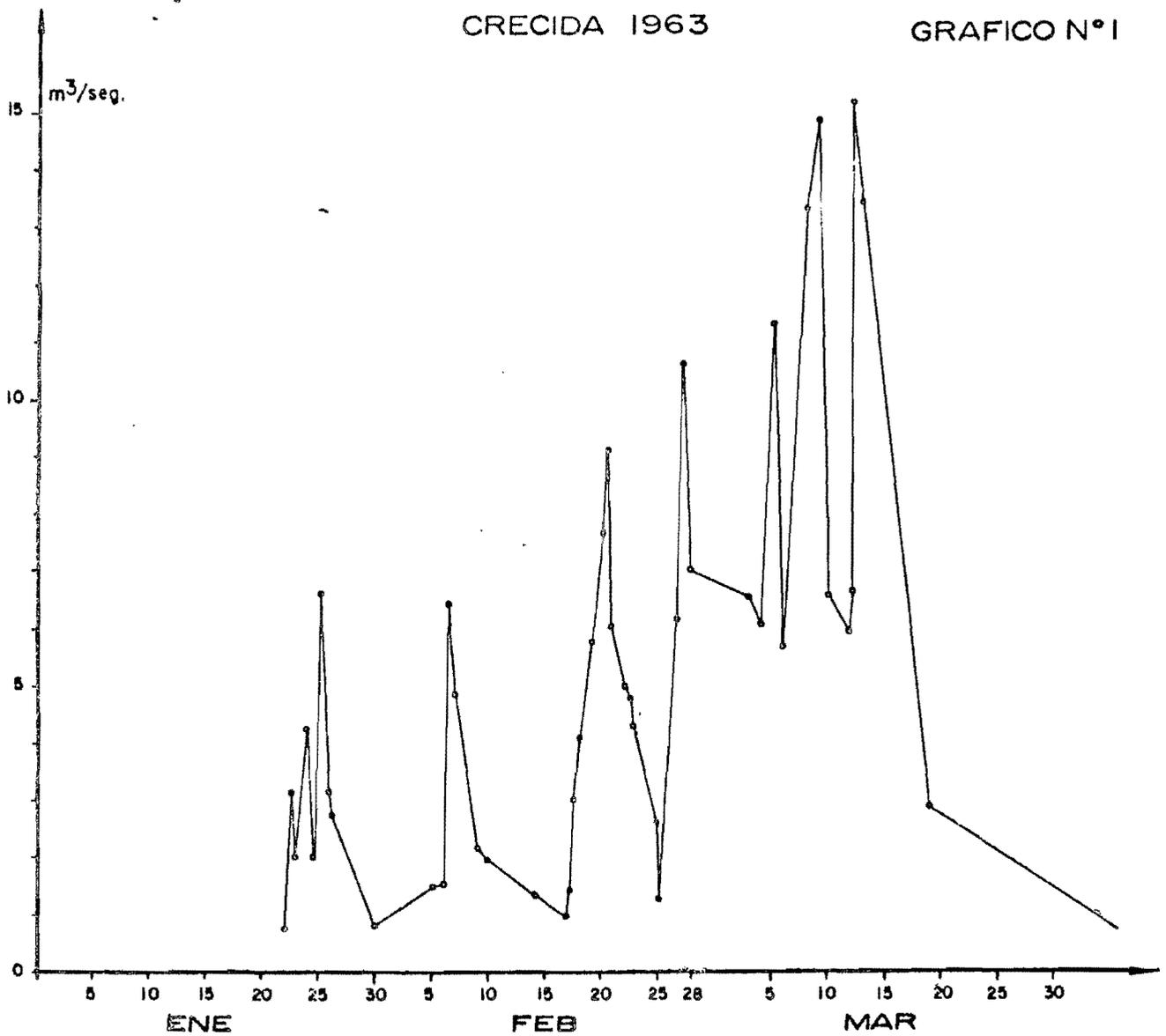
Fecha	Hora	Gasto m ³ /s	Fecha	Hora	Gasto m ³ /s
5 Ene.	11:50	0,35	1 Mar.	12:00	0,33
7 Ene.	13:30	1,98	3 Mar.	17:15	0,38
12 Ene.	12:00	0,59	8 Mar.	12:00	0,36
17 Ene.	15:27	0,27	11 Mar.	11:30	0,49
19 Ene.	12:00	0,29	14 Mar.	0:50	0,73
26 Ene.	12:10	0,27	14 Mar.	7:50	0,46
2 Feb.	12:00	0,30	15 Mar.	12:00	0,40
5 Feb.	10:30	0,47	15 Mar.	22:05	0,78
6 Feb.	16:10	0,87	16 Mar.	21:00	1,61
7 Feb.	8:45	0,60	17 Mar.	2:40	2,71
8 Feb.	10:10	0,38	17 Mar.	7:25	2,14
9 Feb.	12:00	0,33	17 Mar.	12:05	1,25
12 Feb.	12:00	1,05	17 Mar.	16:50	0,76
12 Feb.	20:00	0,65	18 Mar.	4:00	0,56
13 Feb.	10:00	0,82	22 Mar.	12:00	0,32
14 Feb.	8:30	0,18	29 Mar.	12:00	0,30
14 Feb.	17:30	1,12	3 Abr.	16:20	0,29
16 Feb.	12:00	1,00	5 Abr.	12:00	0,29
18 Feb.	15:55	0,47	10 Abr.	12:10	0,78
23 Feb.	12:10	0,41	12 Abr.	10:30	1,10
			12 Abr.	12:00	0,66

Los Gráficos Nºs 1 y 2 permiten mejor visualizar el desarrollo de las crecidas.

RIO CAMIÑA EN UMIÑA

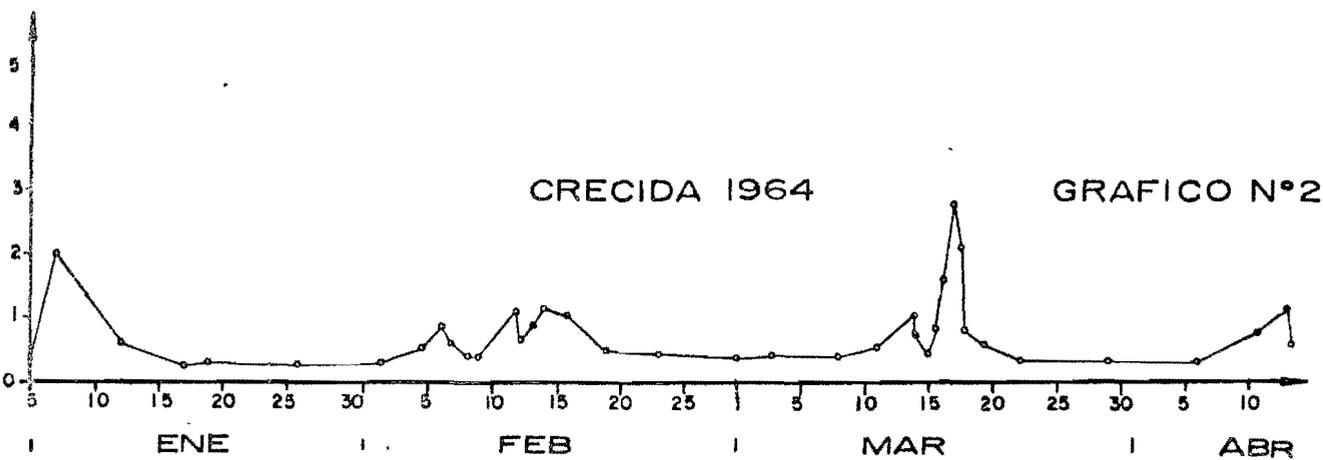
CRECIDA 1963

GRAFICO N°1



CRECIDA 1964

GRAFICO N°2



Cubierta litológica. La hoya alta de la quebrada de Camiña comprende rocas volcánicas de dos categorías litológicas. Por una parte, andesitas y basaltos asociados a la actividad de los volcanes pleistocénicos de la Puna, y por otra, la cubierta de tobas e ignimbritas de carácter riolítico originadas en el Terciario Medio a Superior. Más abajo, en el plano inclinado que une la Pampa con los cordones de cerros más altos, se encuentran sedimentos gruesos continentales que constituyen los miembros inferiores de la Formación Altos de Pica. Estos materiales constituyen la cubierta de la Pampa de Tana y la inmediata al sur de la quebrada. En la cordillera de la Costa la quebrada de Tana separa dos formaciones geológicamente antiguas de diferente composición litológica. Hacia el norte se extiende un macizo de rocas sedimentarias del Lías Inferior a Malm que comprende calizas, lutitas y areniscas marinas con intercalaciones de rocas volcánicas, predominantemente andesíticas. Hacia el sur, se extiende un macizo plutónico de rocas graníticas del Jurásico ó del Cretácico. Otros apófisis plutónicos de muy pequeña extensión se encuentran en el nacimiento de la quebrada de Camiña.

Los depósitos del Pleistoceno y recientes son delgados y discontinuos.

Cubierta vegetal. En la cuenca alta prospera la vegetación propia de la estepa fría de altura, con abundancia de tolas y pajonales. A menores alturas, en los faldeos de la precordillera, crecen varias especies de cactáceas columnares, "gatitos o leoncitos", el sandillón, etc. y una buena cantidad de arbustos, muchos de los cuales en los meses de abril y mayo ofrecen vistosas flores de variado colorido. En el fondo del valle, en asociación a terrenos húmedos, en afloramientos de agua crecen juncos y tifáceas (totora), la brea o cañamazo, la cola de caballo, la cortadera o cola de zorro, etc. Especies arbóreas como el pimiento boliviano, el llaro, el huacano, etc.

Calidad del agua. El laboratorio químico del Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas ha procesado once muestras de aguas procedentes de la hoya de Camiña entre los años 1970 y 1975. La estación con mayor número de análisis (siete), es Q. Camiña en Altuza, y los índices promedios se consignan en el Cuadro Nº , como asimismo los resultados de los otros análisis aislados. El agua es bastante aceptable para la agricultura, de acuerdo con estos resultados, aunque se advierte un claro deterioro hacia valle abajo. Los resultados de las tres últimas estaciones corresponden a análisis de 1962.

CUADRO Nº 9

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DE QDA. CAMIÑA
(1970-1975)

Estación	pH	Conduc. m mols	SAR	B	Clasif.	Nº de análisis
Q. Camiña en Altuza	7,07	1070	3,87	5,88	C3-S1	7
Q. " en Yala-Yala	7,60	628	2,09	0,00	C2-S1	1
Q. " en San Bartolo	6,75	946	3,49	5,95	C3-S1	1
Q. " en Apamilca	7,80	710	2,33	6,30	C2-S1	1
Q. " en Moquilla	8,08	1188	3,51	--	C3-S1	1
Q. " en Guajacía	6,7	1860	1,9	--	C3-S1	1
Q. " en Cabrane	6,9	2460	2,8	--	C4-S1	1
Q. " en Calatambo	7,9	4330	5,6	--	C4-S2	1

Uso del recurso. La adecuada calidad del agua en el valle de Camiña permite el desarrollo de todo tipo de cultivos bajo riego artificial, que se practican en muy bien ordenados cuarteles o "eras", especialmente de hortalizas y flores, aparte de los tradicionales de alfalfa, maíz, etc. La superficie bajo cultivo permanente asciende a poco menos de 300 ha que se distribuyen en tres sectores. El primero, el más alto, está constituido por los paños cultivados de Peña Blanca, Juturre, Altuza, Apemilca, Yala-Yala, Chapiquilita, Camiña y Quisama. Una segunda zona está formada por Oco, Laupara, Jajara, Quistagama, Moque-lla, Compe, Chillaiza, Yalañusco y Guajacía. Un sector bajo, que suele sufrir por escasez de agua, está formado por los paños de Francia, Espidza, Yalamanta, Pacagua, Cabrane, Calatambo y Saguacsa. El Cuadro N° especifica la superficie exacta que se cultiva en cada localidad, de acuerdo con una comunicación personal del Constructor Civil don Tulio Cabezas I. La Dirección de Riego mejoró notablemente la distribución del agua de riego hacia los años 70, mediante la construcción de un canal de 9 km de longitud, de los cuales aproximadamente $\frac{3}{4}$ ^{km} son revestidos con losetas y el resto consiste en una canaleta de rocalit en forma de media caña.

En las localidades bajas de Tana, Tilivicha y Quiuña se practican algunos cultivos con el agua de vertientes que afloran en ellas.

Un viejo proyecto para aumentar el gasto en la quebrada de Camiña consultaba tomar el río Isluga en sus nacimientos y trasvasijarlo a Camiña mediante un túnel.

CUADRO Nº 10

QUEBRADA DE CAMIÑA

<u>SECTORES</u>	<u>SUPERFICIES CULTIVADAS Y REGADAS</u>	
Saguacsa	2,0	há
Calatambo	10,93	"
Cabrane	14,74	"
Pacagua	8,7	"
Yalamanta	7,05	"
Espidza	3,5	"
Francia Chica	1,04	"
Francia	2,67	"
Guajacia	6,40	"
Yalañusco	2,90	"
Chillayza	9,0	"
Compe	14,8	"
Moquilla	8,66	"
Sayña	15,50	"
Quistagama	16,97	"
Jasjara	6,35	"
Laupara	2,04	"
Oco	0,25	"
Quisama	34,3	"
Camíña	61,75	"
Chapiquilita	34,72	"
Yala-Yala	8,19	"
Apamilca	6,18	"
Altuzá	13,44	"
Juture	6,48	"
Peña Blanca	0,42	"
	~ 300,0	há

B) Cuencas endorreicas

Las cuencas endorreicas de la I^a Región son de dos tipos: cuencas bajas que se desarrollan en el seno de la cordillera de la Costa o contigua a ellas y cuencas interandinas de la zona altiplánica. A las primeras pertenecen, además de algunas muy pequeñas, no consideradas, las cuencas del Salar Grande, la del Salar de Soronal y la principal de todas, la Pampa del Tamarugal. Al segundo tipo, pertenecen las cuencas intermontanas de los ríos Uchusuma con su afluente el río Caquena; el sistema del río Lauca, los ríos Isluga, Cariquima y Cancosa, todos de recursos hídricos internacionalmente compartidos, y las de los salares Surire, Huasco y Coposa que se desarrollan íntegramente en territorio chileno.

HOYA DEL SALAR GRANDE

El Salar Grande constituye una importante reserva de cloruro de sodio de Chile en tierra firme. Se trata de una cuenca arrecica enclavada en un bolsón de la cordillera de la costa, en la 1ª Región de Chile, al sur de Iquique. El acceso más frecuente se hace por puerto de Patillos, del cual dista 5 km al este. La cuenca limita al norte con la depresión ocupada por el Salar del Soronal; al este, con bolsones que conectan con la Pampa del Tamarugal; al sur con la cuenca del Loa Inferior, y al oeste con las cabeceras de quebradas que descienden por el flanco poniente de la cordillera costera y caen al Pacífico. Una de ellas es la de Pica. La extensión de la hoya alcanza a 1140 km² y sus coordenadas geográficas extremas son: 20°46' y 21°18' L.S., y 69°48' y 70°03' L.O.

El salar tiene un eje de orientación norte-sur de cerca de 90 km de longitud y un ancho medio de 10 km. La profundidad del depósito de halita no se conoce con exactitud. Un sondeo practicado hace algunos años alcanzó a más de 100 m sin llegar al fondo. La ley en cloruro de Na varía de 98 a 100%, siendo el promedio de 99,1%. Esto ocurre en el depósito situado por debajo de una costra salina mezclada con arcilla, de 0,5 a 1,0 m de espesor.

Cubierta litológica. Aparte de la cubierta hialina que abarca la mayor extensión de la cuenca, ésta está rodeada de cerros pertenecientes litológicamente al mesozoico, más precisamente al Lías, compuestos de estratos calizos, lutitas y areniscas marinas con intercalaciones de rocas volcánicas, especialmente andesíticas.

Cubierta vegetal. La vegetación en la cuenca es muy pobre. A orillas del salar prosperan plantas halófitas como grama salada y juncos. Algo más retirada de la orilla se encuentra cachiyuyo o pillalla y otros matorrales resistentes a la sequedad.

Uso del recurso. La compañía minera que tenía la concesión extraña hasta 40 000 ton. mensuales de sal y los embarcaba a Japón y otros países a través del puerto mecanizado de Patillos.

HOYA DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL

La hoya hidrográfica de la Pampa del Tamarugal es una de las más extensas cuencas endorreicas de Chile. Comprende longitudinalmente una extensión aproximada a los 220 km desde un poco más al sur de la quebrada de Tiliviche o Retamilla (tributaria de la de Tana), por el norte, hasta poco al norte del río Loa por el sur, entre las latitudes aproximadas 19°16' y 21°45' S. Por el este, compromete con sus tributarios la vertiente occidental de la cordillera andina, cuyos cordones antepuestos separan su hoya de las cabeceras de las subcuencas endorreicas de la Alta Puna, ^{como} son las de los ríos Isluga, Cariquima, Cancosa y de la cuenca del río Collacagua. Su límite más oriental es el meridiano 68°42' L.O. Por el oeste compromete la vertiente oriental de la cordillera de la Costa cuyas cumbres la separan de cuencas pequeñas que vacían en esta latitud al Pacífico, o de cuencas arreicas interiores, la principal de las cuales es la del Salar Grande. El punto más occidental coincide con el meridiano 70°18' L.O. La extensión de esta cuenca es de 18440 km². Comprende una altiplanicie central de 1000 m s.m.; quebradas que descendiendo de alturas andinas aportan recursos hídricos variables que van a alimentar, a la larga, al embalse subterráneo del subsuelo de la pampa, y quebradas secas de la cordillera de la Costa que sólo en situaciones excepcionales logran escurrir. Para su estudio se separará en dos unidades.

La Pampa del Tamarugal

La Pampa del Tamarugal se identifica con el rasgo fisiográfico denominado Depresión Intermedia. Se extiende, como se dijo, de la quebrada Tiliviche o Retamilla por el norte hasta el río Loa por el sur. Tiene longitud aproximada de 220 km en sentido norte-sur y un ancho variable de 30 a 40 km. La cota general es de 1000 m s.m. Morfológicamente se presenta como una meseta de muy suave declive en sentido norte-sur, de aproximadamente 4‰ de gradiente media, y de pendiente transversal de este a oeste del orden del 7‰, medida a la latitud de la desembocadura de la qda. Juan de Morales. La pampa, como base de equilibrio

4‰

del sistema, en realidad se genera al norte en una loma casi imperceptible frente a Negreiros, la que actúa como línea divisoria de aguas superficiales entre una vertiente hacia el norte, hacia la cuenca de Tana, y otra hacia el sur. Se identifica con el cono de deyección de las quebradas Soga y Aroma. Asimismo, en el sur la divisoria de aguas entre esta cuenca y la del Loa no está bien definida y hay autores que piensan que la quebrada de Guatacondo y algunas quebradas menores que le siguen al sur ya pertenecen a la cuenca del Loa.

Geológicamente, la Pampa corresponde a una gran fosa tectónica del complejo basal de edad más antigua (paleozoica y mesozoica) producida por fallas longitudinales antiguas y rellena en parte en su piso por las rocas terciarias de la formación Altos de Pica y posteriormente con materiales del Cuaternario provenientes de la destrucción de las rocas de la cordillera Andina.

En efecto las grandes avenidas de las quebradas más importantes proveen casi anualmente de sedimentos, que de acuerdo con los caudales comprometidos en dichas crecidas, se van depositando con distintas gradaciones a lo ancho de la pampa. Para caudales altos, los clastos más grandes se depositarán casi en la cúspide de los conos de deyección de dicha quebrada en tanto que los más finos se depositarán hacia el borde occidental de la pampa. Repetido este fenómeno durante miles de años, no pudo dar por resultado en tan grande extensión una estratificación regular, con sucesión de capas horizontales de distintas granulometrías y permeabilidad, que definirían acuíferos extensos. Por el contrario, se ha originado una depositación caótica, con sectores de granulometría diferentes, imbricados entre sí; a veces, cuerpos de materiales de granulometría gruesa quedan confinados por capas de materiales arcillosos impermeables. En fin, se puede pensar en un sistema laberíntico de canales y bolsones de distintas granulometrías y, por tanto, de distintas características para los parámetros que definen el comportamiento de los acuíferos.

Se trata, pues, de un embalse subterráneo de proporciones gigantescas constituidos por los clastos cuaternarios que rellenan la fosa y por intersticios que ellos dejan entre sí.

Un rasgo morfológico característico de la Pampa es la presencia de algunos afloramientos del basamento fundamental en forma de cerros o de cordones islas. En latitud central se encuentra el cordón del Cº Longacho, cuya cumbre tiene 1627 m. Se prolonga hacia el sur, al parecer, como un cordón sepultado para aflorar levemente en la loma de Puquio Núñez y aún más al sur en el Cº Challacollo, en la desembocadura de la quebrada de Guatacondo. Hacia el norte del Cº Longacho, en el borde oriental de la pampa, se levantan los cordones de cerros Juan de Morales y Tarapacá. Hacia el centro-sur de la pampa se encuentran los cerros Cachango (1205 m) y Gordo (1170 m), también de roca fundamental; forman un umbral que delimita por el sur el embalse subterráneo de la fosa.

Otro factor de importancia en la Pampa es la presencia de grandes salares hacia el borde occidental, llegando al pie de la vertiente oriental de la cordillera de la Costa. En el extremo norte, se encuentra el Salar de Zapiga, que no tiene demasiada extensión, y en el sector sudoeste de menor elevación, se encuentran los extensos salares de Pintados y de Bellavista, que en el fondo prácticamente forman una unidad. Más al sur del umbral Cº Cachango - Cº Gordo se encuentra el pequeño salar Sur Viejo y aún más al sur la Pampa Soledad o Salar de Llamara. No existe una cartografía adecuada con delimitaciones precisas de estos salares, que, por otra parte, no es una línea neta sino más bien una zona transicional muy difícil de dilucidar.

Finalmente, como accidente morfológico hay que destacar una especie de piedemonte al borde oriental de la pampa, constituido por los materiales de acarreo de las quebradas principales, cuyos conos de deyección alcanzan a veces a traslaparse o a tocarse tangencialmente.

Quebradas andinas que drenan hacia la Pampa del Tamarugal

Numerosas quebradas andinas escinden el plano inclinado que une la pampa con el altiplano, alimentando con aguas de distintas calidades los acuíferos del subsuelo de la pampa. En una sucesión norte a sur dichos cauces son los siguientes:

Quebrada de Soga. Es la primera por el norte. Nace en el plano inclinado de unión de la pampa a la cordillera andina y rara vez escurre agua en su lecho. Este tiene longitud de 35 km y muere en la pampa, frente a Negreiros.

Quebrada Aroma. De las quebradas de importancia que drenan hacia la pampa, la de Aroma es la más boreal. Posee una hoya hidrográfica de 1810 km² de la cual una superficie de 970 km² queda sobre los 3000 m de elevación.

La quebrada Aroma tiene su cabecera en vertientes que nacen al pie norte del C^o Guaina Potosí (4730), como un arroyo con un gasto no superior a 10 l/s, y desarrolla luego un largo curso circunvalando por el este y el norte el gran macizo de Tatajachura (5240 m), volcán apagado con cumbre sobre 5250 m que constituye sin duda el rasgo director del paisaje en una amplia zona cordillerana. Al rodear el cerro Callamani (3915 m) el cauce principal gira al sur para tomar en definitiva rumbo al SO y desembocar a la Pampa del Tamarugal algo más allá de la localidad de Curaña. Este largo recorrido abarca alrededor de 110 km. A 35 km de su nacimiento recibe el aporte de la quebrada de Puchultisa o Puchuldiza que nace al pie del cerro del mismo nombre y recorre 15 km antes de su confluencia al cauce principal. En el fondo de ella surgen geysers naturales con aguas cargadas de sales.

En este trayecto se le juntan a la qda. Aroma también las quebradas de Challuvire y Chichura, de regímenes efímeros.

Poco más abajo del caserío y de los sembríos de Aroma recibe por el norte la quebrada Sapte habitualmente seca, además de otras menores. Más arriba, y a unos 30 km aguas abajo de la junta de Puchuldiza, a cota 2250 m, se le reúne por su ribera izquierda la quebrada

de Chismiza. También ésta nace a los pies del Tatajachura, pero en su flanco sur. Es estrecha y lleva un gasto medio de unos 15 l/s de agua bastante salobre con la que se riegan algunos sembríos de alfalfa y maíz, situados en la confluencia. Cerca de este punto se encuentran los baños de Chismiza, de cierta fama regional como fuente terapéutica antireumática. Las aguas de Aroma se desmejoran aún más con este aporte. En el curso inferior de la Qda. Aroma se encuentran prácticamente abandonados algunos antiguos sembríos, como los de Mística y Arikuida. Finalmente algo más allá, 3 o 4 km de Curaña, la quebrada de Aroma empieza a perder su cauce para divagar en las crecidas por un cono de deyección de materiales gruesos en los cuales el agua se infiltra. Es cierto que antes ha recibido como afluente sur la quebrada de Sotoca, en la localidad de Pailca. Habitualmente Sotoca no tiene agua y unas misérrimas vertientes que brotan en su nacimiento con un gasto total de 6 l/s son ocupadas en las "eras" de siembras en el pueblito de Sotoca, a 5120 m s.n.m.

Otras vertientes pequeñas dentro de la hoya de Aroma tienen nacimiento y aprovechamiento total en sembríos en la cordillera. Tales son Jaiña que con 8 l/s de excelente calidad de agua riega hasta 50 ha con la ayuda de un canal desde Chiapa, y la de Rumachicalca en Chiapa, que con un gasto de 49 l/s riega hasta 70 has. Sus aguas son de regular calidad.

Si bien la quebrada de Aroma ordinariamente no aporta escurrimientos superficiales a la Pampa del Tamarugal, sus crecidas son frecuentes y de importancia porque aún con caudales altos las aguas son salobres y podrían en parte ser las responsables de la mala calidad del agua en el sector de Baquedano, por ejemplo en la pampa. Es sabido que las aguas de crecidas extraordinarias suelen describir un amplio arco hacia el sur llegando cerca de Huará y aún más al sur. En junio de 1978 aún mantenía escurrimiento superficial a la latitud de Huaran como consecuencia de las lluvias del verano 1977.

Quebrada Tarapacá. Tanto por la extensión de la hoya hidrográfica, que alcanza a los 1770 km², como por la profundidad de sus nacientes en la alta cordillera, la qda. de Tarapacá es el más importante tributario de la Pampa del Tamarugal. La superficie de la hoya sobre 3000 m alcanza a 1230 km².

Puede decirse que la qda. de Tarapacá nace de la reunión de varias quebradas en las proximidades de la localidad de Colchane[#], a 4050 m s.m. Por el sur recibe como afluentes formativos las quebradas de Castilluma y Colchane, y por el norte, la de Sallire. Cerca de un km aguas arriba de Colchane se juntan las quebradas de Aroma,^{##} desde el norte y la de Cotacahue desde el sur, para formar la qda. de Tarapacá propiamente tal. La primera aporta unos 120 l/s y la segunda, unos 100 l/s. A su vez la qda. de Cotacahue, en el lugar denominado Pucapucone (4190 m), situado 5 km más arriba de su junta, recibe un aporte de unos 70 l/s de la qda. de Macata, la que proviene de 10 km más arriba, de la hoyada donde se encuentran las lagunas de Chuncara. Estas, de mayor a menor, reciben los nombres de Petronia, Santa Rosa y San Lorenzo. Dicha hoyada, que no tiene mayor extensión que unas 100 há, se alimenta de filtraciones desde el cerro Chuncara, y el punto más bajo de la divisoria de aguas con la hoya más oriental del río Cancosa es el portezuelo de Chuncara, con cota 4860 m s. m.

Desde Colchane a Sibaya, donde se encuentran los primeros sembríos, que en 1918 alcanzaban a unas 50 há regados con unos 290 l/s, hay una distancia aproximada de 25 km. En este tramo se conservan como curiosidad dos puentes de tierra naturales elevados 16 m sobre el fondo de la quebrada y a cota 3870 m.

Para la descripción de la cuenca alta de la qda. Tarapacá se ha hecho uso del viaje del ingeniero Luis Armijo (1919), que fue muy detallado.

La designación "Aroma" para una quebrada de aguas salobres es muy frecuente en el Norte Grande. Proviene del aymará y significa "agua amarga o salada" (No debe extrañar su repetición aun en una misma cuenca.)

A unos 2 km aguas arriba de Sibaya se junta por el sur la quebrada de Siyajualla (o Jellajella) habitualmente seca, pero que aporta apreciable caudal en las crecidas. En Sibaya mismo hay un estrechamiento considerable de la quebrada.

Unos 4 km más abajo de Sibaya, y a cota 2580 m se encuentran los cultivos de Licmaciña y 5 km más abajo, los de Gua- viña (2300 m). Siguiendo por la quebrada abajo, y a no más de 6 km del último caserío se entra en el impresionante desfiladero de Mocha con más de 4 km de longitud, 4 m de ancho y paredes casi verticales muy altas labradas en la formación Altos de Pica, con el lecho lleno de piedras, al punto que aparece obstruida. A la salida de esa garganta la quebrada nuevamente se ensancha para dar lugar a los campos cultivados de Mocha.

De allí en adelante la quebrada riega varios ensan- chamientos con cuarteles de alfalfa y maíz, especialmente, ya que la ca- lidad deficiente de sus aguas no permiten cultivos más delicados, como la vid, citrus y otros frutales. Tales caseríos y sembríos son Laonsana (1730 m)[#]; Pachica, a 1550 m, y a 14 km del pueblo de Tarapacá; Carora, Caigua, San Lorenzo de Tarapacá y finalmente Huarasiña, último lugar de cultivo permanente antes de desembocar en la pampa.

La quebrada de Tarapacá en este trayecto recibe varias quebradas tributarias por ambas riberas, habitualmente secas o de cursos efímeros. Por el norte la más importante es la de Osharaza o de Chusmiza, donde se encuentran baños termales y se ha industrializado el agua de vertiente, de consumo habitual en todo el extremo Norte de Chile. Este afluente nace a los pies del Cº Casiri y se une al cauce prin- cipal inmediatamente aguas arriba de Mocha. Afluente de la qda. Chusmiza es la quebrada Chapire que le cae por su izquierda a cota 3280 m. Nace a los pies del cerro del mismo nombre y es en su flanco sur donde en reali- dad surge la vertiente termal.

[#] La avenida del verano de 1977 hizo desaparecer los terrenos de culti- vos de Laonsana.

Por el mismo lado y cerca de Pachica le llega a la de Tarapacá la quebrada Infiernillo, con escasísimos recursos.

Indudablemente que el afluente principal de la qda. Tarapacá es la qda. Coscaya que le entra por el sur aguas abajo de Mocha y posee cabeceras enraizadas en la alta cordillera. En efecto, sus nacientes se encuentran deslindando con la hoya del río Oca-cucho, en los cerros de Quimsachata, de donde viene su formativo principal, la quebrada de Tucuruma, con un aporte de 90 l/s, que se junta con la qda. Andrés Quiguata. Drena en su recorrido la Pampa Lirima, amplia meseta situada sobre 4000 m de elevación, con varias aguadas de cierta importancia que provienen principalmente del lado norte, tales como Chaiviri, Pocopoco, Chancahuano con nacimiento en el CQ Lirima. Las aguas de todas estas quebradas se sumen en los terrenos arenosos de la pampa de modo que al formarse en definitiva la qda. Coscaya lleva un gasto de unos 150 l/s. En la localidad de Poroma se riegan unas 70 há de chacras con 80 l/s de agua de calidad aceptable. La longitud de este afluente sur es de aproximadamente 62 km.

La qda. de Tarapacá recibe finalmente por el sur, en Pachica, la quebrada de Linga, habitualmente seca.

La longitud total de la quebrada de Tarapacá desde su nacimiento hasta su salida a la pampa es de 95 km.

No se dispone de una estadística regular de caudales de este valle ni de análisis de aguas simultáneos. Tampoco se han rastreado avenidas salvo un registro de aforos diarios durante 69 días, del escurrimiento de febrero y marzo y parte de abril de 1933 que llevó la Dirección de Riego en la estación Mulli-Mulli, cerca de Pachica, donde a la sazón se construía un embalse. Los respectivos hidrogramas sirvieron de base a Campillo y Hojas (1975) para estudiar un coeficiente de esorrentía en combinación con isoyetas trazadas con escasísimos datos.

En un listado de caudales de la Dirección de Riego de marzo de 1976, la qda. de Tarapacá aparece con un gasto de 250 l/s en Sibaya, y con él se rigan 210 ha de las localidades de Sibaya, Liomaciña, Huaviña, Mocha, Puchurca y Laonsana, y las aguas son calificadas de regulares en calidad. Más abajo se registraban 40 l/s para el riego de 105 ha en las localidades de Pachica, Carora, Caigua, pueblo Tarapacá y Huarasiña. Las aguas eran calificadas de malas.

A raíz de las lluvias del verano de 1977, la quebrada Tarapacá tuvo escurrimientos que alcanzaban hasta la Pampa del Tamarugal, los que perduraban hasta junio de 1978 y han permitido cultivos accidentales de chacras en plena pampa.

Entre las quebradas Aroma y Tarapacá bajan de oriente a poniente y en orden de norte a sur, las quebradas Guasquiña y seca. Nacen en el plano inclinado que conforma la vertiente occidental de la cordillera andina, siendo la primera de mayor internación en ésta. Ambas carecen normalmente de escurrimientos. En Guasquiña, sin embargo, se cultiva con muy buena agua de vertiente toda clase de frutas, hortalizas y flores. El agua tiene características termales.

Calidad del agua en qda. de Tarapacá. Entre los años 1970 al 77 se practicaron muestreos sistemáticos en tres estaciones de la quebrada de Tarapacá: Mocha, Pachica y Mulli-Mulli y entre 1975 a 1977, en la quebrada de Coscaya y en varias vertientes afluentes.

El Cuadro Nº de los promedios de los principales índices obtenidos del número de análisis que se indica.

Como se puede apreciar, el agua de la Quebrada de Tarapacá tiene alto contenido total de sales y bajo a mediano índice SAR. En Mocha la calificación más frecuente es C3-S1 y C3-S2. En Pachica llega a C3-S2 y C4-S2, lo que indica que entre ambos puntos se acentúa el deterioro del agua.

Para la qda. de Coscaya se han seleccionado algunas estaciones. Indican calidad aceptable del agua. Si bien el contenido salino es mediano el índice SAR es bastante bajo en todos los casos analizados.

CUADRO Nº 11

CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA DE TARAPACA

(1970-1977)

Estación	pH	Conduc. m mohs	SAR	B ppm	As ppm	Nº de análisis
Q. Tarapacá en Mocha	7,63	1875	6,08	4,77	0,04	19
Q. Tarapacá en Mulli-Mulli	7,77	1581	4,14	7,83	0,076	19
Q. Tarapacá en Pachica	7,86	2273	5,60	9,63	0,058	19
Q. Tucuruma	7,21	495	1,70	0,78	0,09	2
Coscaya en P. Lirima	7,40	613	1,95	1,34	0,15	3
Coscaya en la junta	7,64	687	2,03	1,11	0,22	3
Coscaya en Mosquito de Oro	7,51	1058	3,45	2,96	0,218	3
Vert. A. Quiguata	7,38	839	2,30	1,86	0,201	1
Coscaya en Coscaya	7,15	1032	3,29	2,88	0,083	1

Quebrada de Quipisca. Inmediatamente al sur del sistema de Tarapacá sigue la cuenca, de cierta importancia, de Quipisca. También se la suele llamar Dupliza, por un lugarejo que se encuentra casi en su desembocadura a la Pampa. Tiene ~~relativamente~~ ^{la} pequeña extensión, ^A que no sobrepasa de 950 km², de la cual 350 km² se sitúan sobre los 3000 m.

Los nombres de Quipisca y Dupliza son los últimos que toma la quebrada principal antes de desembocar en la Pampa del Tamarugal. Más arriba se llama qda. Parca, y nace con el nombre de qda. Noasa. Esto ocurre de acuerdo con los lugares que fertiliza. Se origina en un anfiteatro situado algo al norte del Cº Varbicoya formado por los cerros Alantaya (4890), Saitoco (4440) y Cauquima (4860). Riega en primeras

aguas los sembríos de Noasa que se extienden por dos y medio kilómetros a lo largo del valle, con producción de abundante alfalfa, trigo, hortalizas y flores. Sus habitantes tienen un patrón de asentamiento disperso, con cada vivienda frente a sus cultivos. Sin embargo, la mayoría de los propietarios viven en Parca, que es un poblado compacto situado 10 km más abajo, donde también hay cultivos. En el curso superior recibe la qda. Noasa desde el sur la quebrada de Gualchagua que nace al pie de un portezuelo (4680 m s.n.m.)^{situado} entre los cerros San Félix y Yarbicoya. Desde el NE recibe la quebrada de Canquima. Otro tributario considerable que se le junta al cauce principal desde el norte es la qda. de Choja, que con un recorrido de 45 km proviene del faldeo norte del Cº Choja (3855 m). Es seca y profunda.

La longitud total de la qda. Quipisca desde su nacimiento hasta la desembocadura en la Pampa del Tamarugal es de aproximadamente 55 km. Esta quebrada es muy escasa en agua y la poca que producen sus vertientes, siendo de buena calidad, se consumen en el riego de los sembríos. Sin embargo, se piensa que sus crecidas estivales pueden ser responsables de la recarga del sector de sondajes "Ingeniero Daniel Pineda" o "Dupliza", de donde se extrae excelente agua potable en la actualidad.

Quebrada Juan de Morales-Tambillo. La qda. Juan de Morales se junta con la de Tambillo casi a la salida de la pampa, de ahí que algunos llaman también Tambillo al cauce reunido. Posee una hoya hidrográfica de 1035 km² de extensión, con cabeceras principales en la falda poniente del Cº Yarbicoya o Columtucsa (5180 m) en un anfiteatro antepuesto a aquél formado por varios cerros sobre los 4000 m y en el sector norte y oeste del cordón Altos de Pica. La extensión de hoya sobre 3000 m asciende a 434 km².

Concurren a formar este sistema varias quebradas de gran profundidad y pequeña anchura. En una sucesión norte-sur, las más importantes de citar son: a la qda. Grande se le junta la de Mamifia y a ésta la de Imagua para formar la quebrada Juan de Morales. La qda. de Sa-gasca, formada de la reunión de las quebradas Zavalca, Chunchuja, Macaya,

Viscaya, Ventana e Infiernillo, se le junta por la ribera izquierda. Finalmente, la quebrada de Tambillo nace en Alca; es la de más al sur, al mismo tiempo que la más larga. Se junta en el lugarejo de Tambillo con la de Sagasca para tributar juntas a la de Juan de Morales. Tributaria principal de la quebrada Tambillo es la de Tasma que a su vez reúne las aguadas más importantes del sistema, cuales son las vertientes de Columtucsa y Picunticsa.

En 1959 H. Niemeyer hizo un reconocimiento de aforo de la mayoría de las vertientes y cursos de agua del sistema, con el siguiente resultado, el que va resumido en Cuadro Nº .

- a) Socavón de Devescovi. Abierto en la pared norte de la quebrada de Sagasca a 2,5 km aguas arriba del establecimiento minero de Sagasca. Facilita el alumbramiento de una vertiente que se origina en una gruta de la roca terciaria, la que a su vez tiene relación con una flexura de la Formación Riolítica. Es agua de buena calidad, en cantidad de 2,9 l/s. Hay otros dos socavones abandonados e inconclusos que dan una fracción de 1 l/s.
- b) Vertiente de Macaya. En las inmediaciones del pueblo de Macaya existen algunas vertientes, de las cuales la principal se llama El Baño, con un gasto de 1,45 l/s. En total las vertientes de Macaya que se usan para regar algunas "eras" suman 2,53 l/s.
- c) Rincón de Tacaya. Se trata de un anfiteatro de precordillera al pie del cerro Tacaya, de altura superior a 4000 m. Entre la aguada de Tacaya y Nieverías (otra quebrada) se reúne un gasto cercano a 2 l/s.
- d) Qda. de Ventana. Esta quebrada se junta con la de Macaya para tributar a la qda. de Sagasca. Sobre la huella tropera de Macaya a Tasma hay un lugarejo cultivado con aguas de la vertiente de Ventana. Nace en los escombros de falda sobre la roca porfírica. Se aforó un gasto de 0,67 l/s.

e) Qda. de Tasma. Se genera en un anfiteatro de alta cordillera al pie occidental del Cº Columtucsa, de la reunión de dos corrientes de cierta importancia: Columtucsa y Yarbicoya y Picunticse. El punto de reunión de ambas se llama El Ingenio. La quebrada desciende por un cajón abierto de laderas escarpadas, y las aguas escurren casi siempre sobre un lecho rocoso. Casi al llegar a los Huertos de Tasma, el piso de acarreo determina que las aguas casi desaparezcan por infiltración, para volver a aflorar más abajo. La quebrada de Tasma a la altura de los huertos, es la más profunda del sistema, de modo que aquí la cota es baja.

En un lecho rocoso, en un punto llamado La Huaca situado en la quebrada de Tasma, a 1 1/2 hora de camino aguas arriba de los huertos, se hizo un aforo que arrojó un gasto de 23 l/s. Sin embargo, se supo que sufría fuertes variaciones estacionales.

Qdas. de Columtucsa y de Picunticse. En la junta de estas quebradas, en El Ingenio, a 4100 m s.n. se aforó un gasto de 28,2 l/s. La qda. Picunticse independientemente, dio un gasto de 12,8 l/s. El agua conjunta es de excelente calidad.

El 24 de septiembre de 1949 la Dirección de Riego practicó un aforo en El Ingenio que arrojó un gasto de 50 l/s para la suma de las dos vertientes.

f) Qda. de Mamña. En el valle de Mamña existen dos vertientes principales de gastos constantes. La de la qda. Tambo se aprovecha en primeras aguas para agua potable del pueblo y de establecimientos termales y después en el riego. Produce 18,5 l/s y nace en las capas inferiores del horizonte de conglomerados basales. Se trata de una fuente de agua sulfhídrica de elevada temperatura. Se atribuyen a estas aguas propiedades medicinales.

Las aguas de Ipla se aprovechan en baños populares y después, en el riego. En el fondo del valle principal nacen cuatro vertientes de agua caliente y una veintena de otras muy pequeñas de agua fría o tibia, con lo que la producción total de agua de Mamiña se puede estimar en 30 l/s.

CUADRO Nº 2

CAUDALES DE LA HOYA DE JUAN DE MORALES

Cauce y localidad	Gasto l/s	Gasto Conjunto l/s	Altitud m s.m.
1. QDA. MAMIÑA			2700
Vert. de Tambo	18,5		
Ipla y otras	11,5	30	
2. QDA. SAGASCA			1600
a) Socavón Devescovi	2,9		
b) Otros socavones	0,68	3,58	
3. MACAYA			2900
a) Vertiente El Baño	1,45		
b) Baños chinos	0,43		
c) Otras aguadas	0,67	2,55	
4. RINCON DE TACAYA			3800
a) Tacaya y Nieverías	1,93		
b) Tacaya	0,63	1,93	
5. QDA. VIZCAYA			2900
6. QDA. TASMA			
a) La Huaca	23,0	23,0	3100
7. QDA. VENTANA	0,67	0,67	2900
8. ANFITEATRO YARBICOYA			
a) V. Columtucsa	14,5		4100
b) Vert. Picunticsa	12,8		4100
c) Q. San Félix	0,33	27,63	4200

Sin considerar las aguas de Tasma, que son las mismas que provienen de las vertientes Columtucsa y Picunticsa, la suma de todas estas aguas que se consumen prácticamente por completo en el regadío (excepto la de Sagasca usada en bebida), ascienden a 67 l/s.

Calidad del agua en Juan de Morales. Se dispone de dos análisis practicados en 1965 y 1966, que arrojan índices muy semejantes que acusan agua de buena calidad. Los valores promedios de dichos índices son los siguientes: pH = 7,83; conductividad total: 1100 m mohs; SAR = 2,45; Boro = 4,85 ppm.

Quebrada de Quisma y el agua de Pica. El cordón de cerros que sigue al sur del C^o Yarbicoya o Columtucsa, hasta los cerros de Empexa, llamado Altos de Pica o también la Mesada, por el aspecto parejo y horizontal que ofrece a la distancia, se drena en cierta medida hacia el norte a través del sistema Juan de Morales - Tambillo, como hemos visto, pero indudablemente que la quebrada de Quisma, que remata en el valle de Chintaguay y finalmente en la Pampa del Tamarugal, es su principal línea de avenamiento.

Nace en La Mesada a más de 4200 m s.m., en el divorcium acuarum entre la depresión del Salar del Huasco y la vertiente hacia la pampa, en latitud aproximada 20°15' L.S. Desarrolla su curso en dirección SO para finalmente tomar rumbo franco al O hasta desembocar dos o tres kilómetros al sur del pueblo de Matilla, en la pampa. Las precipitaciones en La Mesada se infiltran a través de los miembros más permeables de la formación Altos de Pica y gracias a las flexuras de que se citaron aparecen en forma de vertientes tanto en el valle de Chintaguay como en Pica. La superficie comprometida que recibe precipitaciones sobre 3000 m abarca en este sector 40 km². La longitud total de esta quebrada asciende a 62 km.

Antiguamente, antes que se distrajeran aguas para el abastecimiento de Iquique, había dos zonas regadas. Una era el valle de Chintaguay donde afloraban vertientes que sumaban unos 50 l/s de buena calidad. De ellas se desvió la mitad para el agua potable de Iquique y el resto se ocupó en Matilla y en el valle mismo. Posteriormente un sondeo surgente contribuyó a secar el valle y después Matilla, ocupándose prácticamente toda el agua disponible en Iquique. La otra área importante

de riego es el oasis de Pica donde existen vertientes naturales intervenidas por el hombre, y varios kilómetros de galerías o socavones artificiales por debajo y en los alrededores del pueblo. Las aguas de todo el sector son excelentes en calidad. Por otra parte, el clima de excepción, en cuanto a temperaturas muy benignas y parejas, permiten en estos oasis cultivos intensivos de frutales subtropicales y citrus. La importancia de Pica como lugar de alta densidad de población en el Desierto de Atacama ya era manifiesta en la Prehistoria, antes que los descubrieran las tropas rezagadas de Almagro que regresaban al Perú en 1536. En efecto, en sus inmediaciones se han encontrado numerosos cementerios indígenas, sobre todo en el llamado Período Tardío, vale decir del año 1000 de la era hasta la conquista incásica. La máxima población indígena coincide con los siglos XII y XIII, que fue al parecer una época de mayores recursos hídricos en toda la cordillera del Norte Grande. Se ha comprobado en el valle de Camarones a través de numerosos poblados que vivían de aguas de vertientes hoy inexistentes.

Las vertientes de Pica. Pica es un oasis de precordillera de aproximadamente 84 há de cultivos. Se riega con aguas de tres vertientes principales - Las Animas, Resbaladero y Concova - y con filtraciones recogidas en muchos metros de ocho socavones o galerías. Antes de las captaciones del agua potable para Iquique existían otras dos vertientes cerca de Matilla, la de Santa Cruz y la Comiñita.

El origen de las vertientes hay que buscarlo en la estructura de la planicie de Pica, que se ha producido por una dislocación tectónica en forma de fosa limitada por fallas de la roca basal, fallas que han arrastrado a las capas cobertizas más nuevas en dos flexuras. En la flexura oriental llamada anticlinal del Salto, el arrastre de las capas superiores es hacia el oeste en tanto que en la flexura occidental (Cordón Longacho, Matilla y Puquio Núñez), el arrastre es al este. A la primera flexura están asociadas las tres primeras vertientes y con la segunda, probablemente las vertientes menores (Brüggen, J. 1918).

Respecto al origen de las aguas de Pica, las opiniones de los hidrólogos no son del todo concordes. Hay quienes sostienen que las precipitaciones actuales en los Altos de Pica, infiltradas en los estratos permeables de la Formación Altos de Pica son las responsables de las vertientes. Otros autores creen que pueden ser filtraciones desde la Depresión del Huasco, lo que sería contrario a la existencia misma del Salar (J. Felsch, 1920). Ricardo Fenner (1954), por su parte, sustenta la teoría de que el agua actualmente aprovechada en Pica es agua fósil caída durante el postglacial, de mayores precipitaciones en los Altos de Pica. En todo caso serían aguas freáticas y no de origen juvenil.

Las tres vertientes altas más el agua de los ocho socavones proporcionan un gasto de alrededor de 70 l/s para el riego. El resto de las aguas de Pica, equivalente a 28 l/s era captado para el agua potable de Iquique. Estas cifras proporcionadas por la Dirección de Riego hace ya algunos años coinciden en líneas generales con los aforos que realizó Brüggén en 1918 y con los datos entregados por la D.U.S. Hay algunas diferencias, unas veces positivas y otras negativas, las que en general se compensan.

Actualmente, sin embargo, el agua potable en Pica mismo se impulsa en cantidad aproximada a 30 l/s desde el sondaje artesiano de Chintaguay. Además, el último sismo (Nov. 1976) alteró algo la producción de algunas galerías.

Según los aforos practicados por la Dirección de Riego antes de 1958, los gastos medios de estas fuentes y las respectivas temperaturas son las indicadas en el Cuadro Nº , lo que da una buena representatividad de lo que ocurre globalmente en Pica. Sin embargo, después de los sismos de fines del año 1976, disminuyó el caudal de las galerías por derrumbes en ellas, estimándose que actualmente apenas producen 20 l/s.

CUADRO Nº 13

AGUAS DE VERTIENTES Y SOCAVONES DE PICA

<u>AGUAS DESTINADAS AL RIEGO</u>	Gasto (l/s)	Temp. (°C)
Vertientes: Resbaladero	32,7	33
Concova	9,0	34,5
Las Animas	5,7	31
Socavones : Miraflores	8,6	33
Jesús María	1,6	28
Santa Elena	1,3	25
Comiña	1,0	28
Bellavista	7,5	24
De Gregory	1,4	
Buena Esperanza	0,9	25
Loreto	0,15	
	<u>70,05</u>	

AGUAS DESTINADAS AL AGUA POTABLE

Socavones : El Carmen	3,04	27
San Isidro	4,03	
Sta. Cruz y Sta. Rosita	15,60	
Sauque	4,50	
Agua Potable Pica	0,50	
Comiñita	<u>0,32</u>	
	27,99	
	n/ 28	

Calidad del agua en Pica. El Cuadro N^o , construido sobre la base de los promedios obtenidos en análisis practicados en muestras de las vertientes y socavones de Pica, permite visualizar que el agua en este oasis es en general, de excelente calidad. Resume resultados obtenidos desde 1970 a 1972 más una corrida de 1977.

CUADRO N^o 14

CALIDAD DEL AGUA EN EL OASIS DE PICA

	pH	Conduc. m mhos	SAR	B ppm	N ^o de análisis
Vertientes:					
Resbaladero	7,57	344	2,79	1,13	12
Concova	7,63	333	2,83	0,77	11
Las Animas	7,68	414	3,04	1,00	10
Socavones:					
Miraflores	7,68	328	2,76	0,99	14
Jesús María	7,85	1090	4,05	2,10	12
Santa Elena	-	-	-	-	-
Comiña	7,70	536	3,72	0,49	9
Buena Esperanza	7,70	730	3,68	1,30	1
El Carmen	7,80	1075	3,62	2,07	8

Entre las quebradas Juan de Morales y Quisma, se generan en el plano inclinado con cabeceras en los Altos de Pica, las quebradas intermedias Seca y ~~Saguinica~~ *Saguinica* cuyos terminales interfieren con el C^o Longacho.

Quebrada Chacarilla o El Salado. Es una de las más profundas de la región de las cuencas endorreicas que tienen la Pampa del Tamarugal por base de equilibrio. Tiene cabeceras en la alta cordillera, casi sobre el cordón limítrofe internacional. Posee una hoya hidrográfica de 1543 km², de la cual 1166 km² sobrepasan la curva de nivel 3000 m. Se forma de la reunión en Alona de las quebradas de Caya, como rama meridional y de Chara, como afluente norte. Recibe distintos nombres según las localidades por las cuales pasa: Alona, El Salado y Chacarilla. En su desembocadura en la Pampa escurre normalmente un caudal de agua salobre estimado en 10 a 15 l/s que se infiltra en los acarreos recientes. La vertiente de agua dulce más importante es la que riega los cultivos de Chacarilla. Brota de la falda norte a 2315 m s.n.m. y a unos 200 m sobre el fondo del valle. El gasto es de 1,6 l/s (según J. Felsch, 1918). En Alona, en la desembocadura de ambos tributarios se encuentran vertientes de agua salada. Asimismo, del anfiteatro de barrancos casi verticales de unos 120 m de altura, aparecen cuatro vertientes de agua salada; una de ellas fue aforada por J. Felsch en 1918 en 10,5 l/s. La vertiente de la desembocadura de Chara según el mismo autor arrojó 43,3 l/s.

Desde Alona a su desembocadura, la quebrada de Chacarilla tiene un desarrollo de 40 km, pero si se toma en consideración el nacimiento de su mayor tributario, la longitud total resulta cerca de 70 km.

En resumen, en la qda. de Chacarilla la mayor parte del agua es salobre y debe significar una descarga total de unos 60 l/s en la actualidad.

Cerca de Puquio Núñez, ya en la pampa, se le junta a la quebrada Chacarilla por su derecha la quebrada habitualmente seca de Infiernillo. Entre las quebradas Chacarilla y la de Guatacondo de más al sur, escinden el plano inclinado las quebradas de La Ramada, la de Cahuisa que se junta con la de Chipisca por su ribera derecha. Todas mueren en los sedimentos de la pampa.

Quebrada de Guatacondo. La quebrada de Guatacondo, con una hoya hidrográfrica relativamente pequeña de 565 km², se origina en el punto denominado Establecimiento Copaquire, de la reunión de varias quebradas que nacen en las líneas divisorias con la depresión del Salar de Coposa y de la quebrada de Caya, afluente sur de la qda. Chacarilla. Tales quebradas formativas son Copaquire la de más al norte, qda. Petentecaya del este, y las quebradas de Huiquintipa y Ornajuno que provienen del sur.

Si se toma en cuenta el tributario ^{mayor} de Anternación en la alta cordillera, la longitud total de la qda. de Guatacondo asciende a 75 km. Sin embargo, el caudal actual aforado por la Dirección de Riego en Guatacondo alcanza apenas a 4 l/s. Es cierto que en algunos puntos más abajo, como en Tamentica, una angostura en roca granodiorítica, hace aflorar un gasto insignificante que apenas alcanza para un cuartel de pasto. Esta situación contrasta abiertamente con lo que la Arqueología ha podido comprobar. En efecto en otra época floreció un pueblo de no menos de 80 habitaciones casi a la salida de la quebrada a la pampa, donde quedan restos de innumerables terrazas de cultivos. Además sobre una terraza vecina a dicho poblado prehispánico (de comienzos de la era) permanecen los troncos al ras del suelo de un extenso bosque de Prosopis, probablemente algarrobos y tamarugos.

La quebrada Guatacondo suele crecer en forma inusitada con ^{las} excesivas lluvias estivales. En el verano de 1977 creció tanto que destruyó un sector importante de la Carretera Panamericana.

Calidad del agua en Guatacondo. Respecto a la calidad del agua se dispone de los antecedentes recogidos en sólo dos corridas de muestras practicadas en Guatacondo en 1977. Los resultados de los correspondientes análisis indican que el agua sufre deterioro por contaminación de sales a partir de Copaquire hacia aguas abajo. El Cuadro N^o siguiente consigna los promedios de esos análisis.

CUADRO Nº 15

CALIDAD DEL AGUA EN QUEBRADA GUATACONDO

(1977)

Estación	pH	Conduc. m mohs	SAR	B	Clasifi- cación
Qda. Guatacondo en Copaquire	7,66	878	1,17	0,71	C3-S1
" " " en Guatacondo	7,87	2372	3,37	2,18	C4-S1
" " " en Tamentica	7,46	3720	4,64	4,15	C4-S1

Al sur de la quebrada de Guatacondo existen otras quebradas que naciendo en la precordillera, en el cordón divisorio de aguas con la cuenca alta del río Loa, tienen por base de equilibrio el Salar de Llamera, al sur de la pampa del Tamarugal. Tales son las quebradas de Pintados, Mani, Piscala, Sipilca, Tambillo y otras menores.

CUADRO Nº 16

CAUDAL DE LAS DIFERENTES QUEBRADAS PRINCIPALES QUE DRENAN HACIA LA PAMPA DEL TAMARUGAL

RESUMEN

<u>Fuente</u>	<u>Q = l/s</u>	<u>Calidad del agua</u>
Quebrada Aroma	100	Mala
Quebrada Tapapacá	variable	Malas y regulares
Quebrada Quipisca	escasa	Buena
Quebrada Juan de Morales	90,0	Buena
Quebrada Quisma y oasis de Fica	70,0	Buena
Quebrada Chacarilla	60,0	Mala
Quebrada Guatacondo	4,0	--

Cubierta litológica. La gran extensión de la cuenca Pampa del Tamarugal determina que en ella se encuentre ^{una} gran variedad de rocas y formaciones geológicas, aunque algunas son manifiestamente mayoritarias y ocupan grandes extensiones.

En la cordillera andina predominan abiertamente las volcanitas, adscritas a dos formaciones de edades diferentes. La Formación Altos de Pica ocupa una gran extensión areal de la cordillera andina. Se compone fundamentalmente de ignimbritas y cineritas riolíticas que alternan con sedimentos continentales. Se atribuye a ~~esta~~ edad Terciaria a esta formación, más exactamente del Mioceno-Plioceno.

Más al oriente de la cuenca, en áreas profundamente penetradas por las cabeceras de las quebradas andinas tributarias del Tamarugal, ocupan un lugar importante y sobreyacen en parte a las rocas terciarias, las volcanitas del Pleistoceno y del Holoceno de carácter andesítico-basáltico producidas por la actividad de una serie de aparatos volcánicos alineados de norte a sur. Los detritus de ambas formaciones rellenan los valles actuales.

La fosa tectónica bajo la pampa propiamente tal está rellena en sus mayores profundidades con miembros de la Formación Altos de Pica y hacia arriba, por los acarrees cuaternarios de las quebradas andinas, fenómeno que perdura hasta hoy. Estos materiales de relleno tienen una variada granulometría, variando de arcilla y limos a arenas y gravas.

Hay, además, extensiones considerables hacia el borde occidental de la pampa ocupadas por grandes salares.

Sin embargo, en el macizo andino, suelen encontrarse en el interior de algunas quebradas profundas o en cordones de cerrus antepuestos, formaciones mesozoicas típicas que constituyen el zócalo basal. Además, afloran en la cordillera andina en forma de apófisis o de lacolitos rocas intrusivas, como granitos y granodioritas.

En la cordillera de la Costa, cuya vertiente oriental pertenece a la cuenca, hay un predominio indiscutible de rocas mesozoicas estratificadas, principalmente del Liásico y mínimos afloramientos de intrusivos del Paleozoico y del Cretácico.

Cubierta vegetal. En atención a la vegetación, en la hoya de la Pampa del Tamarugal puede diferenciarse también un sector de pampa baja (1000 m s.m.), con vegetación que le es propia, y un sector alto, sobre 3000 m, donde las precipitaciones sostienen una vegetación arbustiva más abundante, propia de la precordillera.

En la Pampa del Tamarugal prima como especie arbórea la que le ha dado su nombre: el tamarugo (Prosopis tamarugo), pero hay varias otras especies del mismo género como P. dulcis (algarrobo), P. fruticosa, etc. La superficie cubierta por estos Prosopis alcanzan a 25000 há, de las cuales 400 há serían naturales; 5000 há se forestaron al norte de la pampa, en el sector de Zapiga, y el resto, al sur de Pozo Almonte. Por antecedentes arqueológicos y también históricos parece que la Pampa del Tamarugal estuvo antaño más poblada de tamarugo. En terrazas de la qda. Guatacondo, por ej. quedan relictos sepultados de extensos bosques.

Otra planta frecuente en la pampa es la llamada regionalmente pillalla, más conocida como cachiyuyo (Atriplex sp.). En algunos oasis al borde de la pampa crece en pequeña escala el chañar y otras especies resistentes a la sequía.

Sobre los salares suele prosperar la grama salada, gramínea que justamente se caracteriza por su extrema adaptación a los suelos salinos, y en sectores vegosos, en determinados lugares a la salida de las quebradas, se encuentra abundantemente la brea o sorona.

En la cordillera andina comprometida por las cabeceras de las quebradas prosperan en las partes más altas, vegas o bofedales, apretadas formaciones de gramíneas, juncos, etc.; la paja brava (ishus y Stipa); la queñoa, Único árbol del altiplano. Algo más abajo, en el plano inclinado o en las faldas de las quebradas prosperan varias especies de Baccharis englobadas bajo el concepto de tolas; senecios como la chachacoma, y muchos arbustos y hierbas. Entre ellos la añacagua; el lampayo; pinagua; quipa; guarifiño; porisa, tomatillo, pupuñía y muchas otras más. Hay también varias especies de cactáceas tanto de tipo candelabro como de suculenta. Entre estas últimas el sañ dillón y el gatito o leoncito.

Uso del recurso. No existe una información suficientemente fidedigna del hectareaaje comprometido en cultivos en la hoya hidrográfica de la Pampa del Tamarugal. Algunos de los oasis son mejor conocidos que otros.

En las quebradas andinas tributarias de la Pampa del Tamarugal se practican cultivos en ciertos ensanchamientos de ellos o pequeños valles. Se han mencionado al referirse a cada uno de ellas en particular. Quizás el oasis más grande sea el de Pica, con unas 85 há cultivadas de citrus y otros frutales. En la quebrada de Tarapacá y sus afluentes se cultivan unas 500 há. En la hoya de la quebrada Juan de Morales deben cultivarse no más de 100 a 120 há. En Chacarilla y Guatacondo la superficie cultivada no asciende a más de 20 há.

El recurso hídrico contenido en el embalse subterráneo de la pampa propiamente tal es explotado en tres formas. Por una parte existen grandes extensiones comprometidas con bosques de Prosopis, especialmente de tamarugos y de algarrobos, algunos naturales y otros plantados bajo un proyecto racionalizado por CORFO. El recurso hídrico es principalmente extraído como "bombeo" desde el nivel freático. El área forestada se estima en 25 000 há.

Otra forma de explotación es mediante pozos profundos destinados a cultivos en la pampa. Los mejores ejemplos son el área cultivada de Pintados, antigua colonia agrícola experimental formada por la Dirección de Riego; la estación experimental de Esmeralda, cerca de Pica, de la misma procedencia; y, la estación experimental de Sanchones, de Corfo. La superficie comprometida con cultivos regados por pozos profundos asciende en total a há.

La tercera forma de explotación es la que extrae agua del embalse subterráneo con fines de bebida e industrial. Principalmente se alumbró agua con fines de bebida en los sectores de Dolores; Ingeniero Daniel Pineda; Sanchones-Cumiñalla. Con fines industriales, el establecimiento minero de Sagasca explota un par de sondajes que enfrentan a la desembocadura de la qda. Juan de Morales.

El alumbramiento más intensivo es el que se practica en el sector Canchones-Cumiñalla para el abastecimiento de agua potable de Iquique y de algunas poblaciones de la pampa. El gasto bombeado alcanza a aproximadamente 350 l/s y se piensa que incrementando la explotación de esta fuente pueda abastecerse esa ciudad hasta el año 2000 cuando se requerirá hasta 900 l/s aproximadamente.

El cuadro siguiente consigna los gastos bombeados en los diferentes sectores con sondajes en explotación:

Uso del embalse subterráneo de la Pampa del Tamarugal

Sector	Gasto continuo promedio (l/s)	Uso
Dolores	10	Bebida
Dupliza	30	"
Canchones-Cumiñalla (DOS)	350	"
Pintados	10	Agrícola
Esmeralda	10	"
Est. Exp. Canchones	10	"
Oficina Victoria	50	Industrial y bebida
Desembocadura Juan de Morales	30	Industrial
Chintaguay	60	Bebida
La Calera	5	Agrícola
Norias varias	5	
Total:	570	

Finalmente, se consigna un resumen del total de las descargas del embalse subterráneo de la pampa, para llegar al cual se han hecho estimaciones muy tentativas de la evaporación directa desde zonas de nivel freático alto, en especial en los salares Zapiga, Pintados y Bellavista (se ha supuesto una tasa de evaporación de 2 a 3 mm diarios) y de la evapotranspiración de las áreas arboladas, de las malezas y de los sembríos.

Resumen de las descargas en la hoya de la Pampa del Tamarugal

Vertientes y aguas superficiales	0,675 m ³ /s
Evaporación directa	2,000 "
Evapotranspiración	5,600 "
Escurrimiento a otras cuencas	0,050 "
Sondajes en explotación	<u>0,570 "</u>
Total de descargas:	8,895 m ³ /s

HOYA DEL RIO UCHUSUMA

El río Uchusuma forma parte de un sistema hidrográfico muy grande y complejo que tiene por base de equilibrio el gran salar de Coipasa del cual participan las repúblicas Perú, Bolivia y en menor parte Chile, en su I^a Región. En efecto, el río Uchusuma nace en el Perú. Atraviesa territorio chileno y va a vaciarse a la ribera derecha del río Mauri, tributario a su vez del río Desaguadero que es el que desagua el lago Titicaca al altiplano boliviano. Aquí sólo se abordará esta subcuenca que es la que tiene relación con Chile. La mayor parte de la subcuenca se desarrolla al sureste del Perú.

La subcuenca tiene una extensión de 1415 km², excluida la de su tributario el río Caquena o Casapilla que se trata independientemente en otra parte. Queda comprendida entre las coordenadas geográficas extremas, los paralelos 17°21' y 17°46' L.S. y los meridianos 69°13' y 69°52' L.O.

El río Uchusuma se genera de la reunión de las quebradas Murmuntane, Carinta, Jurimani y Tulipiña, en la falda oriental de la cordillera del Barroso, en el sudeste peruano. La primera quebrada nombrada puede considerarse el verdadero antecedente del río y tiene su origen en la falda del CP Casiri (5700 m). Este formativo como el río Uchusuma mismo, que es su continuación, dirige su curso por 20 km hacia el sureste; aquí empieza a girar hacia el este por 10 km para luego apuntar al noreste por otros 8 km. Describe un arco abierto al norte, toma en seguida y sucesivamente al sudeste, al este y al nordeste hasta juntarse al río Caño que viene del noroeste, en el km 68. Juntos los ríos Caño y Uchusuma recorren 10 km para vaciarse a la margen derecha del río Mauri.

En este largo recorrido de 78 km, los primeros 40 km transcurren en territorio peruano; menos de 8 km en territorio chileno, y el resto, en Bolivia.

Aparte de las quebradas formativas nombradas, el río Uchusuma en su curso superior recibe por su flanco derecho la Qda. Vila que que tiene su nacimiento al pie del cerro Huancune (5540 m); dirige curso al norte con longitud de seis kilómetros. Casi en el mismo punto recibe por la ribera opuesta otro afluente que viene del norte, sin nombre en la carta.

Aproximadamente en el km 28, recibe por su flanco derecho el breve emisario de la laguna Blanca, importante cuerpo de agua que queda bisectado por la línea limítrofe entre Chile y Perú. El emisario de ella nace de su extremo norte y recorre sólo 3 km en dirección al nordeste al encuentro del Uchusuma.

La laguna Blanca tiene un espejo de agua de 13 km² de extensión a 4200 m s.m., y la hoya propia tiene 125 km². Las aguas son de escasa profundidad, que no sobrepasa los 4 m, ya que ocupa una de presión muy plana. Esta depresión queda separada de las cabeceras del río Caracarani, afluente formativo del Lluta, por un portezuelo elevado sólo 13 m sobre su fondo y, además, queda separada del río Colpas afluente del Uchusuma, por otro portezuelo ancho de menos elevación relativa.

La laguna Blanca tiene alimentación débil desde el Perú, a través de varios arroyos que le caen por sus riberas norte y poniente. El más notable es el arroyo Quiñuta que se origina en la falda oriental del nevado Huancune (5540 m) y corre hacia el oriente en una trayectoria de 17 km hasta su vaciamiento en la laguna. Otro tributario nace en el faldeo oriental del cerro Chislluma (5310 m) y cuenta con un desarrollo de 12 km; su orientación general es al sur. Actualmente la laguna tiene un régimen alterado por la alimentación que recibe del río Uchusuma.

A pocos kilómetros al oriente de Charaña, en Bolivia se junta al Uchusuma por su ribera derecha el estero Colpas que proviene de Chile. Este cauce nace de una altura que separa su cabecera de la laguna Blanca y se dirige al NE con una longitud de 20 km. Buena parte de su depresión es aprovechada por el ferrocarril de Arica a La Paz en las cercanías del límite internacional. En su curso inferior recibe el E. Colpas

por su derecha su único afluente, el río Putani que nace en la línea de divisoria sur, divisoria con afluentes del río Caracarani, del Lluta. Dirige curso al norte por espacio de 20 km; sólo su terminación pertenece a Bolivia en tanto que la mayor parte de su desarrollo a Chile.

Aproximadamente en el km 64 recibe el Uchusuma procedente del sur el río Caquena o Cosapilla. Este río nace en Chile entre los dos conos volcánicos que forman los Nevados de Payachata en su vertiente poniente. Recorre en territorio chileno unos 25 km en dirección sur a norte, bañando un valle ancho cubierto de bofedales. El cauce hace en seguida de línea fronteriza entre Chile y Bolivia por espacio de otros 25 km, para internarse en el país vecino y recorrer en el altiplano boliviano 20 km más antes de su junta al río Uchusuma. En el sector chileno tiene por único afluente el río Colpacagua que le cae por su ribera izquierda, a unos 6 km aguas abajo de Caquena. En el sector fronterizo recibe desde Chile el río Cosapilla que hace cambiar de nombre al río principal.

Algunos autores consideran que a partir de la junta con el río Caño, el río Uchusuma pasa a integrarlo y desaparece como identidad. Aquí, sin embargo, se considerará el río Caño un afluente del Uchusuma y que es éste el que se engruesa con aquél y llega al Mauri.

El río Caño se genera en la divisoria de aguas con la cuenca del río Mauri, en Chiluyo Grande. Dirige su curso con una orientación al SE que mantendrá constante durante su largo recorrido de 50 km hasta su junta con el Uchusuma. Todos los afluentes del río Caño le llegan por su ribera derecha proveniente del occidente. Así, en su curso superior y medio en forma sucesiva recibe por dicho flanco las quebradas de Huallapucho, Tolapata y Huacaipata y otras que no aparecen nominadas en la carta que ^{se} emplea de guía. Por la ribera izquierda en cambio recibe prácticamente ningún afluente de importancia.

No se cuenta con antecedentes de caudales del río Uchusuma. Se supone que su régimen es pluvial y que las mayores crecidas se producen con las lluvias estivales de altura.

Cubierta litológica. Dominan en la cuenca las volcanitas del Terciario Medio correspondientes a ignimbritas riolíticas, aunque también se encuentran volcanitas riolíticas a basálticas del Cretácico Superior con intercalaciones de rocas sedimentarias continentales. A estas rocas se sobreponen muchas veces lavas andesítico-basálticas del Pleistoceno y del Holoceno.

Cubierta vegetal. La cubierta vegetal corresponde a la estepa fría de altura, donde sobresalen los tolares y pajonales. El único árbol, reducido a faldeos abrigados, es la queñoa. También se encuentran formaciones de umbelíferas resinosas, como la llareta y formaciones de vegas o bofedales, con gramíneas y juncáceas.

Calidad del agua. El único río de la hoya del Uchusuma cuya calidad del agua se ha controlado mediante análisis químicos es el río Caquena en su estación de aforo. Los detalles se dan al describir su cuenca más adelante. Por otra parte, se sabe que la laguna Blanca debe su nombre a afloramiento de sales sódicas en sus orillas. Del resto de los componentes de la hoya se carece de antecedentes.

Uso del recurso. En el último tercio del siglo XIX fue construido un canal de 200 l/s de capacidad que derivaba aguas del río Uchusuma hacia las cabeceras del río Caplina para regar el valle de Tacna, pasando en parte por territorio chileno. Consultaba un túnel de 730 m de longitud bajo el portezuelo de Guailillas norte y el canal tenía un desarrollo de alrededor de 46 km. Posteriormente, en la primera década del siglo XX, se construyeron otras obras hidráulicas destinadas a mejorar el riego en el valle del Caplina, dejando en desuso la primera. Las nuevas obras consistieron en un peralte del portezuelo Colpas y del desagüe hacia el Uchusuma de la laguna Blanca, al mismo tiempo que se abrió un canal a través del portezuelo Laguna Blanca-Caracarani. Dicho canal cruza en sifón el río Azufre y en túnel de 1250 m la Sierra de Huaylillas. Con una longitud próxima a 31 km va a verter sus aguas a la quebrada Palcota del sistema hidrográfico del río Caplina. La obra construida se complementaría con otras captaciones como una en el río Putani y otra en el río Mauri, mas estas últimas no se realizaron.

HUYA DEL RIO CAQUENA

El río Caquena forma parte de un extenso sistema hidrográfico que tiene por base de equilibrio el gran Salar de Coipasa, en el altiplano de Bolivia.

La cuenca del río Caquena se desarrolla en el extremo nororiental de la I^a Región de Chile y en parte en el oeste boliviano, constituyendo por tanto una cuenca con recurso hidrológico compartido. Es un típico valle de alta puna que se desarrolla a los 4200 m, entre latitudes S 17°35' y 18°10' y longitudes O 69°05' y 69°20'. Limita al sur con la cuenca superior del río Lauca, de la cual queda separada por un cordón transversal de dirección E-O que va desde los Nevados de Putre (5500 m) a los de Payachata sobre el cordón limitáneo, pasando por los cerros de Larancagua (5320 m) y Guane-Guane, situados entre ambos. En el faldeo norte de dicho cordón tienen sus nacimientos numerosos tributarios menores del Caquena en su curso superior. Por el oriente, el curso superior del Caquena queda separado de Bolivia por el cordón limitáneo o Cordillera Oriental. Comienza esta cadena con el más alto de los Nevados de Payachata, el apagado volcán Parinacota (6330 m) y va disminuyendo paulatinamente de altura hacia el norte para dar lugar a la altiplanicie abierta. Dos portezuelos, el de Achuta y el de Casiri, permiten el paso a Bolivia. Del lado oriente se desarrollan las subcuencas de los ríos Sajama y Achuta, tributarios del mismo sistema que el Caquena. Por el oeste, la Cordillera Central la separa de los ríos formativos del río Lluta. Dicho cordón se extiende desde los cerros de Caracarane (5190 m) en el extremo norte, hasta el macizo de Orcutungo (5000 m), un centenar de kilómetros más al sur. Por el norte, limita con la cuenca alta del río Uchusuma, al cual tributa por el sur, ya en territorio boliviano.

El río Caquena nace al poniente de los Nevados de Payachata, entre los dos conos volcánicos que forman dicho grupo, el Pomerape (6240) y el Parinacota (6330). Recorre en territorio

chileno unos 25 km en dirección sur a norte, bañando un ancho valle cubierto de bofedales o vegas. En este valle pasta numeroso ganado de camélidos y en las terrazas o en promontorios se alzan las casas de las "estancias". El cauce sirve, en seguida, de línea fronteriza entre Chile y Bolivia por espacio de otros 25 km, para internarse en el país vecino y recorrer en el altiplano 20 km más antes de su junta al río Uchusuma. Es éste un tributario importante del río Mauri y ambos nacen en la vertiente oriental de las cordilleras del Alto Perú, dirigiéndose hacia Bolivia. El Mauri tributa al río Desaguadero, que es el río que desagua el lago Titicaca al lago Poopó. Este último finalmente se vacía a la cuenca cerrada del Salar de Coipasa.

En el sector chileno, el río principal recibe sólo un afluente de cierta importancia. Es el río Colpacagua que le cae por su izquierda, unos seis kilómetros aguas abajo del pueblo de Caquena. Drena éste con innumerables quebradillas la vertiente nororiental de la ladera transversal que se mencionó. En el sector en que el río hace de frontera, recibe por el lado chileno el importante aporte del río Cosapilla que es el que drena la vertiente oriental de la cordillera del mismo nombre. Produce un cambio en el nombre del río principal, el que pasa a llamarse Cosapilla. Los otros tributarios del curso superior, es decir, en territorio chileno, son pequeños cursos de agua que le caen por el lado derecho. A la corriente principal que proviene de los Payachata se le junta primeramente el estero Vilque que baja del cerro Casiri; más abajo del pueblo de Caquena se unen las aguadas de Aroma, Antilla, Ancovilque, Carani y Angostura. Antes del Cosapilla, en el sector fronterizo, bajan desde el portezuelo entre los cerros Luxone y Pacucagua los aportes insignificantes de Chapa y Chayuma.



El gasto medio anual, deducido de aforos directos y por correlación con la hoya del río Lauca es de 1,05 m³/s. Esto es en la sección de aforo situada a 6 km aguas abajo del pueblo de Caquena, en la estancia de Ungallire.

En dicha estación se han registrado con limnógrafo, cuya vigencia data de diciembre de 1969, los siguientes gastos de crecidas para el río Caquena.

Año	Fecha	Q m ³ /s
1970	9 mar.	3
1971	15 feb.	5
1972	-	-
1973	-	-
1974	19 feb.	6
1975	15 feb.	8
1976	23 feb.	8

Calidad del agua. La calidad del agua del río Caquena se conoce a través de 97 análisis químicos de otras tantas muestras, la mayoría de los cuales corresponden al período julio 1961 - agosto 1962. En años posteriores - 1968, 1970 y 1975 - se practicaron unos 15 análisis más. Permiten clasificar las aguas en general de C₃-S₁, es decir de riesgo relativamente alto por concepto de conductividad total y bajo riesgo por concepto de sodio. El boro es bajo, alrededor de 2-3 ppm, y el arsénico no se detecta o se acusa muy levemente.

Los índices promedios, se anotan a continuación:

Conductividad (m mohs)	1100	Boro (ppm)	2,28
Indice SAR	2,0	Arsénico (ppm)	0,05
pH	7,5		

Cubierta litológica. El valle del Caquena discurre sobre sedimentos cuaternarios que produce la destrucción de las rocas andesíticas, provenientes de los cerros y volcanes confinantes, y de las tobas e ignimbritas riolíticas del Terciario.

Cubierta vegetal. La flora de la hoya del Caquena es la típica de la estepa fría de altura. En los altos faldeos sobre los 4500 m se encuentran la llareta y la única especie arbórea de la puna, la quiñoa o queñoa. En los faldeos más bajos y en las pampas se encuentran abundantes pastos duros conocidos con el nombre vernacular de "paja brava" o guaila (ishus y stipa sp.). En el fondo del valle o en las inmediaciones de vertientes se encuentran formaciones compactas de gramíneas y juncos, conocidos con el nombre de bofedales. En las pampas y faldeos suaves crecen distintas especies de tola y el lampayo.

Uso del recurso. Los naturales del valle fomentan los bofedales mediante el riego artificial con innumerables desviaciones del curso de agua principal y de las vertientes aledañas.

Existe un proyecto para desviar el río en su curso superior hacia la hoya del río Lluta a fin de incrementar el gasto de éste a la vez que mejorar la calidad de sus aguas.

HOYA DEL RIO LAUCA

La hoya del río Lauca es subsidiaria de la gran cuenca del Salar de Coipasa, cuya mayor extensión se desarrolla en el altiplano boliviano en forma de una cuenca cerrada o endorreica.

La hoya superior del Lauca, sita entre los paralelos 18°10' y 18°45' L.S. y los meridianos 69°00' y 69°30' L.O., ocupa el altiplano chileno al oriente de la provincia de Arica, en la Iª Región de Chile, perteneciendo sus cursos medio e inferior al altiplano boliviano. La hoya superior limita al norte con la hoya del río Caquena de la cual queda separada por un cordón transversal que une los nevados de Putre o Taapaca (5500) con los nevados de Payachata. Los cerros de Laranagua (5320) y Guana Guana forman parte intermedia de dicho cordón.

Al oeste limita con las nacientes de los ríos San José y Lluta; la ^{viscacia} ~~recepción~~ de agua es la ^{o Cordillera de Chapiquina,} Cordillera Central, cordón de cerros y volcanes apagados que se inicia por el norte en los volcanes ~~Caracani~~ y Chupiquiña y termina mucho más al sur en el Cº Guaiguasi (5390 m). Por el sur, la hoya superior queda separada por un cordón de baja altura relativa de la cuenca cerrada del Salar de Surire. Al oriente, la hoya del Lauca Superior queda confinada por parte de la cordillera Oriental, la que sirve en este sector de frontera internacional y cuyas cumbres más destacadas son los Nevados de Payachata, grupo de volcanes constituido por el Parinacota (6330) y el Pomerape (6240 m s.m.); el viejo cono volcánico de Quisiquisine y los nevados de Quimsachata. Es frecuente que la laguna Chungará y el río del mismo nombre que la alimenta sea considerada una cuenca independiente a la del Lauca, por carecer de desagüe superficial. Así se presenta en el mapa que acompaña este volumen. Pero no cabe duda que la laguna Chungará es la principal fuente de alimentación de la laguna Cotacotani y, ésta, a su vez, del río Lauca, de modo que aquí, para los efectos de la descripción, la presentamos como parte de una misma cuenca.

La hoya total del río Lauca en territorio chileno, incluida la cuenca de laguna Chungará, comprende una extensión de 2638 km²

La laguna Chungará, situada a cota 4517 m s.m, con un espejo de agua de 21 km², cuenta con un área de alimentación de 280 km², siendo el río Chungará su principal tributario ya que le aporta más del 70% del caudal en época de lluvias y sobre el 90% en estiaje. El río Chungará nace a los pies occidentales de los Nevados de Quimsachata y a los pies orientales del Vn. Guallatire y fluye por unos 15 km en un valle de pendiente suave tapizado de bofedales hasta desembocar en el vértice sud-oriental de la laguna. El gasto promedio en estiaje es del orden de 300 l/s, en tanto que en verano sube a 460 l/s. Otros tributarios menores caen a la laguna desde los cerros que la confinan por el sur y suroeste. Ellos son, de oriente a poniente, el estero Sopocolane, con aportes sólo en época de lluvias que varían de 30 a 160 l/s; la vertiente Mal Paso que aporta un gasto promedio de 15 l/s; y, la vertiente Ajata, de características análogas a la anterior, lleva un gasto promedio de 20 l/s. La calidad del agua de todos los tributarios de la laguna Chungará es aceptable puesto que los índices se mantienen dentro de límites discretos. Las conductividades no sobrepasan de 300 m mshs; el contenido de boro por rara excepción llega a 3 ppm, manteniéndose ordinariamente entre 1 y 2 ppm. El pH es cercano al neutro.

La laguna Chungará tiene una profundidad máxima de 32,50 m. La curva de capacidad permite deducir que en condiciones normales almacena un volumen de 400 millones de m³. Su descarga se ejerce por evaporación y por filtraciones a través de materiales volcánicos permeables hacia puntos de menor cota, como es la laguna Cotacotani de la cual queda separada por un portezuelo de 4 km de ancho constituido por materiales volcánicos. La conductividad total de las aguas de la laguna oscila entre 1200 a 1600 m mshs. La reacción pH toma valores cercanos a 8,0 y el contenido de boro normalmente queda por debajo de 2 ppm.

La laguna de Cotacotani, de la cual propiamente nace el río Lauca con el nombre de río Desaguadero, está situada al noroeste

de la de Chungará. La superficie es de aproximadamente 6 km² y su profundidad media de sólo 10 m. La cota del espejo de agua es de 4499,50, con lo que resulta un desnivel de 17,50 m con respecto a la de Chungará. La característica fundamental de ella, que la distingue de cualquier otro lago chileno es el elevado número de islas e islotes que interrumpen la continuidad de su espejo de agua, morfología debida a que ocupa un inmenso campo de lava descendida del Parinacota. La profundidad máxima en una fosa céntrica es de 20 m. La calidad de sus aguas es buena, puesto que la conductividad no supera 900 m mhos; reacción ligeramente alcalina con pH entre 7 y 8. Los índices de boro, porcentaje de sodio y iones de carbonato y potasio se mantienen muy bajos. Dos ríos de superficie concurren a alimentar la laguna de Cotacotani. El río Benedicto Morales le cae en el extremo nororiental. El caudal de estiaje es de 90 l/s y el de crecida asciende a 110 l/s. El estero El Encuentro es de gasto muy inferior, del orden de 20 l/s. Cae por la ribera oriente de la laguna y sin duda se genera de filtraciones. Ambos tributarios ofrecen condiciones químicas de sus aguas muy constantes y los índices se mantienen en valores aceptables. La conductividad total se mantiene entre 700 a 800 m mhos, con reacción ligeramente alcalina. La laguna Cotacotani, como se ha dicho, tiene un desagüe superficial hacia la Ciénaga de Parinacota a través de un umbral rocoso. Es el río Desaguadero que en menos de 5 km salva un desnivel de 150 m en un cauce nuevo apenas discernible entre los peñascos de lava. El río al final cae con un salto de 5 m a la Ciénaga donde escurre con insignificante pendiente, en forma meándrica.

El gasto del río Desaguadero, origen del Lauca, es variable con la estación. El gasto medio representativo es de 260 l/s, aunque en estiaje llega a bajar a 100 l/s y en la temporada de lluvia alcanza la cifra de 560 l/s.[#]

[#] Estos registros se refieren al comportamiento natural del río, antes que la laguna Cotacotani fuera controlada por la Dirección de Riego.

La Ciénaga de Parinacota es una extensa depresión de 28 km² de superficie cubierta de bofedales y pequeñas lagunitas. Se extiende al poniente de la laguna Botacotani, a la cota 4350 m s.m. Queda confinada por el norte y el oeste por los cerros de Guane-Guane, Larrancagua y Taapaca. Hacia el sur la limita una meseta de lavas y tobas riolíticas a través de la cual se ha abierto camino, en un verdadero cañón, el río Lauca que la desagua. Una nota característica en las ciénagas es la presencia de pequeñas cadenas de cerrillos de materiales volcánicos - bloques de basalto y andesita, acumulaciones de cenizas y arenas - similares a los de la cuenca de Cotacotani. En la cabecera de la Ciénaga se levanta uno de los pueblos principales del altiplano ariqueño, el pueblo de Parinacota, junto a la principal vertiente de la región.

La principal corriente que alimenta la Ciénaga es el río Desaguadero o Lauca Superior, ya tantas veces mencionado. El resto de la alimentación lo forman varias vertientes. La más importante de ellas es la de Ojos de Agua o Grande de Parinacota, con un gasto medio de 150 l/s y calidad excelente de sus aguas, con conductividades que nunca sobrepasan los 400 m mhos.

Por el lado norte se generan tres vertientes de primera magnitud a los pies del portezuelo entre los cerros Guane-Guane y Larrancagua. Son las aguadas de Chacurpujo, Copapujo y Chubire. La primera tiene un gasto medio de 40 l/s, con aguas calificadas de excelente a buena. La vertiente de Copapujo, sita entre las otras dos, presenta un caudal de 80 a 100 l/s. La conductividad de sus aguas no sobrepasa de 200 m mhos, siendo los otros índices muy bajos. Finalmente la vertiente de Chubire ofrece un gasto promedio de 65 l/s con aguas de excelente calidad.

A los pies de los cerros que confinan la cuenca por el flanco sur, nacen cinco vertientes menores: Tulduna, Pocroco, Acocucho, Untupujo y Chungarilla. Con caudales más o menos constantes, suman entre

todas unos 40 l/s. Las de Untupujo y Chungarilla son termales. La calidad de las aguas de estas quebradas menores se califica de aceptable a dudosa.

Todas las aguas de las Ciénagas de Parinacota se reúnen en su extremo poniente en un estrechamiento donde se origina el río Lauca propiamente dicho. Este se dirige al oeste, pero el encuentro con la Cordillera Central le provoca un cambio de rumbo hacia el sur que luego vuelve a cambiar para ingresar a Bolivia en dirección E-O y morir en el Salar de Coipasa. Desde el faldeo oriente de la Cordillera Central, cordón que no presenta cumbres muy elevadas ni glaciadas en este sector, recibe el Lauca por su ribera derecha algunos cursos de exiguó caudal: el río Ancochalloanes, el Vizcachani y el Quiburcanca. Este último se origina en la laguna Paquisa con una superficie aportante de 437 km². Por su lado oriente o izquierdo el Lauca recibe cursos más importantes que gozan de alimentación desde cumbres glaciadas. Tales son los ríos Chusjavida y Guallatire que desembocan juntos al Lauca. El río Guallatire, es el más importante; tiene una hoya hidrográfica de 350 km² y presenta un gasto promedio de 1 m³/s. Casi al abandonar el territorio nacional, el Lauca recibe otras dos aguadas a través de las quebradas de Ungallire y Japu.

Los caudales del río Lauca en su nacimiento son muy variables. En época de estiaje riguroso se han aforado gastos del orden de 300 l/s y aún menores, en tanto que en el período de lluvias se producen máximos hasta de 1 m³/s. La estadística de gastos medios mensuales de régimen natural reconstituida en Estancia El Lago (3 km aguas abajo de la bocatoma del canal Lauca) permite calcular la siguiente tabla de probabilidad de ocurrencia de los caudales del Lauca.

Probabilidad de ocurrencia %	Gasto m ³ /s
20	1,30
30	1,08
40	0,91
50	0,79
60	0,68
70	0,59
80	0,50
90	0,43
95	0,39

El gasto medio o módulo del río Lauca en la frontera asciende a 2,04 m³/s, de modo que el caudal en el nacimiento representa menos del 30% del gasto total.

A partir de 1966 se lograron registrar caudales de crecidas mediante el limnógrafo situado en la estación Estancia El Lago que controla Endesa.

La información es la siguiente:

Año	Fecha	Gasto m ³ /s	Año	Fecha	Gasto m ³ /s
1966	10 ene.	2	1973	6 feb.	5
1967	15 feb.	2	1974	28 ene.	4
1971	27 feb.	3	1975	28 feb.	4
1972	27 mar.	6	1976	23 ene.	7

Calidad del agua. La calidad del agua del río Lauca en su nacimiento se conoce a través de una treintena de análisis químicos. La conductividad total se mantiene entre 500 a 600 m mhos. La reacción pH oscila entre 7 y 8, es decir, tiene como todas las aguas del Lauca Superior, una ligera alcalinidad. El ión boro alcanza con cierta frecuencia hasta 3 ppm. En resumen, las aguas del Lauca Superior se califican de excelente a buena para la agricultura, según el sistema Wilcox.

El Cuadro N^o permite visualizar en forma sistemática el comportamiento del Lauca y de sus tributarios a través de análisis practicados en los años 1960 al 1977.

CUADRO Nº 15

CALIDAD DEL AGUA DE LA HOYA DEL RIO LAUCA

<u>Estación de muestreo</u>	<u>pH</u>	<u>Dond.</u> <u>en mchs</u>	<u>SAR</u>	<u>B</u> <u>ppm</u>	<u>As</u> <u>ppm</u>
<u>Subcuenca Laguna Chungará</u>					
Río Chungará en desembocadura	7,29	241	0,56	0,33	
Vert. Mal Paso	7,05	76	0,48	0,63	0,015
Vert. Ajata	7,13	94	0,50	0,85	0,07
Est. Sopocalane	7,32	163	1,36	0,87	0,00
Lag. Chungará	8,32	1397	2,83	0,79	0,00
<u>Subcuenca Lag. Cotacotani</u> (1960-61-62)					
Río Benedicto Morales	7,30	327	0,90	1,50	
Río Encuentro	8,06	491	1,39	-	-
Lag. Cotacotani	8,27	818	1,38	0,87	-
Río Desaguadero	7,94	831	1,16	1,14	0,04
<u>Subcuenca Ciénaga de Parinacota</u>					
Vert. Parinacota("Ojo de agua")	7,61	378	0,86	1,14	0,04
Vert. Chacurpujo	7,37	448	0,94	1,29	0,078
Vert. Chubire	7,15	200	0,61	0,87	0,025
Vert. Copapujo	6,95	107	0,64	1,31	0,058

Estación de muestreo	pH	Cond. m mhos	SAR	B ppm	As ppm
<u>Río Lauca</u>					
R. Lauca en Estancia El Lago	7,79	474	1,77	1,42	0,15
" " " Ungallire	7,95	832	1,35	0,77	0,045
" " " Misitune	7,50	340	1,04	0,70	-
" " " Huntume	7,65	263	1,06	0,67	0,077
" " " Japu	7,52	723	2,48	1,96	0,08
<u>TRIBUTARIOS del Lauca</u>					
Río Guallatire en Guallatire	7,61	632	0,91	0,97	0,017
Est. Paquiza en Paquiza	7,07	549	0,84	0,75	0,034
R. Quibúrcanca antes R. Lauca	7,73	840	1,17	0,50	0,03
<u>Derivados del R. Lauca</u>					
Canal Lauca antes Sifón Nº1	7,79	715	1,78	1,22	0,056
Canal Lauca antes Sifón Nº1					
Canal Lauca entrada Túnel Riego	8,45	602	1,59	1,60	0,000
Acueducto Azapa en bocatoma	7,80	780	1,65	1,01	0,06

Cubierta litológica. La hoya superior del río Lauca, como la de su vecino de más al norte, el Caquena, comprende principalmente dos tipos de rocas: tobas e ignimbritas soldadas de la Formación Liparítica o Altos de Pica, de edad Terciaria Superior a Pleistocénica, y rocas volcánicas cuaternarias, principalmente andesitas y basaltos, que provienen de la actividad de los volcanes pleistocénicos y actuales que penetraron la anterior formación. Flanquean el cauce mismo, sedimentos recientes provenientes de la destrucción de dichas rocas.

Cubierta vegetal. La vegetación sobre la cuenca es la característica de la alta puna. Como única especie arbórea se encuentra la queñoa sobre 4500 m. En faldeos elevados, se encuentran las formaciones de compuestas resinosas conocidas como llareta. En faldeos más bajos y sobre las pampas crecen gramíneas duras y tolares. En el piso del valle o en sus tributarios se encuentran las típicas vegas conocidas con el nombre de bofedales, compuestas de gramíneas, juncáceas y compuestas.

Uso del recurso. El río Lauca es aprovechado en su nacimiento. Mediante un canal de 2,75 m³/s de capacidad (muy superior a la disponibilidad del recurso) y 28,5 km de longitud desvía sus aguas hacia el valle de Azapa, de la vertiente pacífica, para regar en la actualidad unas 1050 há, que gozan de excelente clima y de muy buena calidad de suelos agrícolas. Está en ejecución un nuevo canal en el valle de Azapa que aumentará el área regada. A la salida del túnel de 4,5 km con que atraviesa la Cordillera Central, bajo el portezuelo Chapiquiña, genera energía hidroeléctrica en la Central Chapiquiña con una capacidad actualmente instalada de 10200 kW.

Se encuentra en ejecución el canal Chungará destinado a conducir las aguas del río Chungará a la laguna de Cotacotani evitando su entrada a la laguna Chungará. Asimismo, se encuentra planificada una planta de elevación mecánica para bajar la cota al espejo de agua de la laguna y evitar su pérdida por evaporación. Estas aguas también irán a las obras de captación del Lauca.

HOYA DEL SALAR DE SURIRE

La cuenca del Salar de Surire se encuentra situada en la zona altiplánica de la provincia de Arica, adjunta a la línea de frontera chileno-boliviana, la que alcanza a interceptarla levemente en su sector más oriental. Posee una extensión de 585 km², de la cual 550 km² corresponden a Chile y sólo 35 km² a la República de Bolivia. Se trata de una cuenca endorreica cuyo fondo prácticamente plano está ocupado por un gran salar y por algunas lagunas remanentes de aguas bajas.

Las coordenadas extremas aproximadas de esta hoya son los paralelos sur ^{44'}18°25' y 19°00' y los meridianos oeste 68°54' y 69°11'. La cota media del salar es de ³⁰⁰4250 m s.m. Limita al norte con las nacientes del río Quiburcanca, afluente del río Lauca, de las cuales queda separada por un cordón de cerros que contiene las cumbres C^o Puquintica (5760 m) situada en la frontera internacional; C^o Arintica (5590 m); C^o Achechamayo (4276 m) y los portezuelos Puquintica (4640); Achechamayo (4310) y Chaca (4303). Al este limita con las cabeceras de ríos afluentes del Salar de Coipasa, entre ellos un afluente del río Lauca y el río Todos Santos, afluente occidental de esa cuenca. ←

La divisoria de aguas se sitúa al oriente de la línea de frontera de la cual forman parte la más altas cumbres que empiezan en el norte con el C^o Puquintica; sigue hacia el sur los cerros Quilhuire (5170) y Lliscaya (5580), y termina en el C^o Capitán (4750). Todas estas cumbres dejan portezuelos entre ellos que permiten fácil acceso entre cuencas.

Al sur limita con las nacientes del río Caritaya, afluente del Camarones, y con las nacientes de la quebrada de Camifia de las cuales queda separada por los cerros Tembladera (5090), Mulluri (5260), Guaiguasi (5390 m), Guaijata (5400 m) y Laterani (5290 m). Finalmente por occidente limita con las nacientes del río _____

Ajatama, afluente formativo norte del río Camarones. La divisoria está constituida por un cordón de cerros donde sobresalen el Chulluncallani (4445 m), el Chuquiananta (5590 m) y el Cº Surire (5000 m).

El salar ocupa alrededor del 30% de la hoya y es la base de equilibrio de una serie de cursos pequeños de agua que nacen como vertientes al pie de los cerros que lo rodean. Baján principalmente del lado sur, pero también hay varios pequeños arroyos del norte provenientes del faldeo sur del Cº Arintica, como es el río Blanco que desemboca próximo al actual retén de Carabineros. Unos pocos bajan desde el oriente, siendo el principal el arroyo Quilhuiri con nacimiento en Bolivia.

El principal afluente es el río Surire, que desemboca en el salar en la pampa de ese nombre, en el costado suroeste. A sus orillas se encuentra el caserío Surire, que constituye el principal centro de pastoreo de camélidos domésticos en todo el salar. Tiene cabeceiras entre los cerros Chiguana (5280), Prieto (5020) y Mulluri. No siempre el caudal es suficiente para desaguar en el Salar sino que con frecuencia se sume en los acarreos riberaños de éste.

En el ángulo sudoriental baja un afluente desde el cerro Capitán en cuya desembocadura se encuentran los Baños de Polloquerre. Son unos pozones y pequeños geysers de aguas calientes. Constituye esta área un centro geotérmico en vías de exploración.

Cubierta litológica. La litología en la cuenca está dominada por las lavas andesítico-basálticas provenientes de los centros volcánicos cuaternarios que la rodean y los productos de su destrucción, como arenas y restos de bombas ardientes. Una parte está dominada por cineritas e ignimbritas riolíticas más antiguas, del Mioceno-Plioceno.

El salar mismo está cubierto de sales, a excepción de las aguas de las lagunas. Las sales comprenden especialmente cloruro de Na, sulfatos y boratos.

Cubierta vegetal. La vegetación es la propia de una estepa alta y fría, aunque con precipitaciones de verano. Dominan distintas especies de totas, senecios y gramíneas, especialmente pajonales o paja brava. También se encuentra la llareta, y en algunos faldeos y quebradas más abrigadas, la única especie arbórea, cual es la queñoa. A orillas del salar crecen juncos y otras plantas halófitas.

Calidad del agua. Entre los años 1968 a 1977 la DGA ha analizado el agua de cuatro vertientes que forman el río Surire, denominadas Surire Nº1 al Nº4, y el agua del río Surire ya formado. Los resultados promedios de los análisis se anotan en el Cuadro Nº siguiente. Se desprende que el agua es buena para la bebida y serían buenas para la agricultura si se pudiera llevar a tierras más bajas y cálidas.

CUADRO Nº 16

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL SALAR DE SURIRE

	pH	Conduc. m mhos	SAR	B	As	Nº de análisis
Río Surire en Surire	7,82	719	1,33	1,78	0,08	14
Vertiente Surire Nº1	7,63	415	0,95	1,19	0,05	19
Vertiente Surire Nº2	7,67	684	1,22	1,49	0,036	8
Vertiente Surire Nº3	7,73	678	1,22	1,57	0,152	7
Vertiente Surire Nº4	7,72	728	1,13	1,37	0,080	8

Uso del recurso. Si bien los recursos hídricos se emplean sólo en el riego de bofedales que alimentan al ganado doméstico de camélidos, hoy toda la cuenca constituye parte del "Parque Nacional Lauca" donde se están haciendo esfuerzos por conservar la vicuña, como asimismo otras especies en peligro de extinción (flamenco, por ej.).

En el costado norte hubo a comienzos del siglo, en Chilcaya, un establecimiento que beneficiaba el bórax (borato cálcico) del salar. Hoy está en ruinas. Se presentaba en capas de 8 a 30 cm de espesor con leyes de 7 a 35%.

HOYA DEL RÍO ISLUGA O SITANI

La subcuenca del río Isluga o Sitani, también conocido por el nombre de Arabilla en su curso superior, se desarrolla principalmente en territorio chileno en el planalto andino, en el centro oriental de la I^a Región, y sólo una pequeña parte de ella en territorio boliviano donde tiene su base de equilibrio en el sector occidental del gran Salar de Coipasa. Se extiende entre latitudes extremas 19°08' y 19°31' S, y longitudes extremas 68°29' y 69°07' oeste. Posee una extensión de aproximadamente 1280 km², de la cual 1135 queda en Chile y el resto en Bolivia. Las altitudes de sus cabeceras sobrepasan los 5000 m s.m. y la elevación media oscila alrededor de los 4000 m.

La hoya del río Isluga limita al norte con la cuenca superior del río Todos Santos, afluente boreal del Salar de Coipasa al cual llega con el nombre de río Sabaya y tiene como el Isluga carácter de cuenca de recursos hidrológicos internacionalmente compartidos. Al este limita con el flanco poniente del Salar de Coipasa; al sur, con la hoya del río Cariquima, y en parte con las cabeceras de la quebrada Aroma afluente de la Fampa del Tamarugal. Al oeste, y en gran medida, limita con la cuenca alta de la quebrada de Camiña, y algo más al sur, con los formativos de la quebrada Aroma.

Hay autores que consideran a los ríos Isluga y Cariquima como pertenecientes a una misma subcuenca de la del Salar de Coipasa. En este trabajo, sin embargo, se consideran como dos cuencas independientes, en atención a que aparentemente desaguan en puntos diferentes de la misma base de equilibrio.

El río Arabilla, Isluga o Sitani, nombre este último con que se le conoce en su curso medio e inferior, nace al pie sur del cerro Alpañeres (5060 m) de la reunión de los esteros Huinchuta y Chaguañe. El primero viene del noroeste, desde las proximidades del portezuelo

Huinchuta y desarrolla un curso de 12 km de longitud. Su curso inferior pasa a denominarse Pasijiro antes de formar el río Arabilla. El estero Chaguane cae desde el sudoeste, pero su nacimiento está algo más al norte. Tiene como afluente meridional un estero que viene a ser el desagüe topográfico de la pequeña laguna Parinacota. Normalmente dicha laguna aparece sin desagüe visible, pero debe considerarse perteneciente a la hoya del Chaguane. Esta laguna tiene una superficie aproximada de 2,5 km² a una cota de 4100 m y su fondo normalmente es pantanoso. Está cubierto de una substancia salina blanquecina. Tiene dos tributarios que la alimentan. El estero Llanquipa, viene del norte, del faldeo sur del cerro del mismo nombre, en tanto que el estero Celca le cae desde el poniente y tiene su nacimiento en las cercanías del portezuelo Guariplaza (4210 m). El estero Chaguane propiamente tiene una longitud cercana a 12 km.

Formado el río Arabilla, conserva un curso de dirección muy constante al ESE hasta vaciarse en la pequeña laguna Mucalliri, inmersa en los bofedales que rodean al salar de Coipasa, en territorio boliviano. La longitud de su recorrido es de 54 km, contados desde el punto de reunión de los esteros Huinchuta y Chaguane.

En su curso medio el río Isluga recibe varios tributarios que descienden de las faldas de los cerros Quimsachata, cordón del cual forman parte el propio cerro Alpajeres y el volcán Isluga. En territorio boliviano vecino a la línea de frontera, se genera otro afluente de cierta magnitud que le cae también por el flanco izquierdo al río principal. Es el estero Alsare que proviene del cerro Cabaray (5860 m).

Por su flanco sur cae al río Isluga otro afluente que nace al pie del cerro Latarana (5210 m) de la Sierra Uscana. Desarrolla un curso en dirección al noreste con un recorrido cercano a los 24 km.

Finalmente, a su arribo a la vega de Fisiga Choque, el río Sitani recibe por su ribera derecha el estero Mauque. Posee éste una red de drenaje bien ramificada. Unos ramales formativos descienden

de los faldeos orientales de la Sierra Uskana en tanto que otros, los del sur, provienen de los cerros Sojalla y Guallane. Tiene un curso de dirección cambiante: primero se dirige al este; en la proximidad del poblado de Mauque toma dirección al NE y finalmente se dirige de nuevo al oriente. Contado el formativo más alejado, la longitud de este afluente alcanza a 54 km, vale decir, tanto como la del río principal.

El gasto del río Isluga es variable de una estación a otra. Con las lluvias altiplánicas del verano, éste aumenta considerablemente. En septiembre de 1976, tres aforos simultáneos arrojaron los siguientes resultados. En Chaguane (curso superior), 0,246 m³/s; en Tutturane (curso medio), 0,658 m³/s; y, en Pisiga Chique (curso inferior), 0,254 m³/s. Se puede hablar de un gasto medio representativo de 0,300 m³/s.

Cubierta litológica. Sin duda las volcanitas son las rocas dominantes en toda la región. Lavas de carácter especialmente andesíticas o basálticas provienen de la actividad de los numerosos aparatos volcánicos pleistocénicos y recientes; otras rocas volcánicas son de carácter riolítico y se presentan como tobas, cineritas e ignimbritas soldadas, de edad Terciaria, muchas veces subyacentes de las primeras.

Cubierta vegetal. La vegetación en la cuenca es la propia de la estepa fría de la puna, donde priman la queñoa y la llareta en las partes más altas; a menores elevaciones, varias especies de tola, paja brava y otras hierbas. En los "bofedales" o "champiales" hay una gran abundancia de juncáceas y pequeñas gramíneas compuestas, en campos muy extensos. No falta la añaguaya, el lampayo, el romerillo y la chachacoma en los faldeos más protegidos.

Calidad del agua. Los antecedentes disponibles para abordar este capítulo son muy escasos y se limitan a una corrida de muestreo hecha en septiembre de 1976 por la DGA y a un análisis aislado del río Isluga en

Isluga de 1977. En el cuadro siguiente se transcriben los resultados de esos análisis en una ordenación desde aguas arriba. Se advierte que el agua del río Isluga sufre un paulatino deterioro a lo largo de su recorrido sin que sus índices lleguen a cifras demasiado altas. El sodio libre se mantiene siempre en cantidades discretas y la conductividad total sólo al final, en los champiales de Pisiga Choque, alcanza un valor peligroso.

CUADRO Nº 17

CALIDAD DEL AGUA EN EL RIO ISLUGA O SITANI

Estación	pH	Conduc. m mohs	SAR	B	As	Nº de análisis
R. Isluga en Isluga	7,96	1186	1,87	2,02	0,04	2
R. Isluga en Tutturane	7,94	1319	2,68	2,97	0,09	1
R. Isluga en Colchane	8,30	1466	2,67	2,40	0,13	1
R. Isluga en Pisiga Choque	7,85	1957	3,32	6,50	0,14	1

Uso del recurso. A lo largo del río Isluga y de sus principales tributarios, se encuentran emplazados numerosos pueblitos que viven del pastoreo de camélidos domésticos en otros tantos champiales. Los principales son Chaguane, Enquelga, Colchane, Sitani, Pisiga Choque, Quebe, y Mauque. El más grande de estos pueblos es Isluga, pero tiene carácter de pueblo santuario y es habitado sólo para las fiestas que suelen celebrar los naturales del valle.

Además de desviar aguas para el riego artificial de los bofedales o champiales, como se denominan las vegas en la zona, se riegan cultivos de quínoa, único cereal que prospera en estas alturas.

Se ha pensado en desviar el río Isluga desde sus nacientes hacia la cuenca de la quebrada de Camiña para regar con sus aguas tierras más bajas y de mejor rendimiento agrícola, pero ningún estudio concreto se ha hecho al respecto.

HOYA DEL RIO CARIQUIMA

El río Cariquima desarrolla una bien ramificada red de drenaje en la zona altiplánica a la latitud de Pisagua. Su hoya comprende una extensión de 1160 km² entre los paralelos sur 19°19' y 19°45' y los meridianos O. 68°35' y 68°58'. Limita al norte con la hoya del río Isluga; al oriente, con las cabeceras de arroyos afluentes occidentales ^{del} al salar de Coipasa; al sur, con los afluentes del norte del río Cancosa; otro tributario del salar de Coipasa, y con los formativos de la quebrada de Tarapacá. Al occidente limita con la cuenca alta de la quebrada Aroma. Estos dos últimos son tributarios de la Pampa del Tamarugal. El río Cariquima nace en la vertiente ~~de~~ Puljahua, al pie del C° Sojalla (4655 m). Desarrolla su curso superior por 38 km en dirección al ENE para encorvarse luego al NNE y vaciarse en los "cham piales" del borde occidental del Salar de Coipasa, tras un nuevo recorrido de 14 km. De modo que la longitud total del río Cariquima es de 52 km hasta el borde de la vega donde se pierde. Hay autores que consideran la subcuenca del río Cariquima integrada a la subcuenca del río Isluga.

Por su ribera derecha, el río Cariquima recibe los dos más importantes tributarios. Cerca del caserío Ancoaque o Ancoaque pasa el arroyo Toroni que viene desde el sur, desde los faldeos de los cerros Sillajguay (5995 m) y Toroni (5930 m), ambos situados sobre la línea de frontera chileno-boliviana. Tiene una longitud de 32 m. Este afluente suelen designarlo algunos como arroyo Ancoaque .

Aguas arriba del pueblo de Cariquima se junta el arroyo Guaitani cuyas nacientes también se encuentran en la línea de frontera, en la misma región del anterior. Lleva como aquél rumbo general al norte y tiene un desarrollo de 30 km.

Por la ribera izquierda recibe el curso superior del río Cariquima, el arroyo Queñuvuta que proviene del oeste, del drenaje de varios "champiales" y tiene un desarrollo de 18 km. Este cauce echa a perder definitivamente la calidad del agua al río Cariquima al aportarle aguas salobres.

El gasto del río Cariquima cerca del pueblo de este nombre era de 0,120 m³/s en septiembre de 1976.

Cubierta litológica. Priman en esta cuenca las rocas volcánicas. Las de edad miocénica-pliocénica son ignimbritas y cineritas de carácter riolítico, en tanto que las pleistocénicas y más recientes son de carácter andesítico-basáltico y muchas veces sobreyacen a las rocas terciarias. Los sedimentos modernos, fluviales y eólicos, provienen de la destrucción de las rocas anteriores.

Cubierta vegetal. La cubierta vegetal de la cuenca del río Cariquima es análoga a la del río Isluga, anteriormente definida.

Calidad del agua. El agua del río Cariquima es buena para la bebida hasta el punto de confluencia del arroyo Queñuvuta, como se explicó. A partir de dicha junta el agua del Cariquima es inapta para la bebida e inservible para los cultivos de quínoa.

Los análisis químicos practicados son escasos y fueron ^{hechos} practicados en 1976. Existe una confusión en los nombres de las estaciones de muestreo. El cuadro siguiente consigna la escasa información disponible. Se advierte que el arroyo Ancoaque es el de mejor calidad del agua, con clasificación C4-S2. El resto de los resultados califican el agua del Cariquima como C4-S4.

CUADRO Nº 18

CALIDAD DEL AGUA EN RIO CARIQUIMA
(1976)

Estación	pH	Conduc. m mhos	SAR	B	As ppm	Nº de análisis
R. Ancoaque en Ancoaque	8,07	2276	6,33	12,5	0,149	3
R. Cariquima en Nacimiento	8,42	3005	12,20	15,6	0,890	1
R. Cariquima en Cariquima	8,15	3680	13,10	21,2	0,740	3

Uso del recurso. El agua del río Cariquima y de sus tributarios fomentan los "champilanes" donde pasta el ganado de llamas y alpacas de los naturales de la región.

HOYA DEL RIO CANCOSA

La hoya del río Cancosa se desarrolla al oriente del tercio central de la I^a Región, entre las latitudes sur 19°38' y 20°15' y las longitudes oeste 68°18' y 68°54'.

Es tributaria de la gran cuenca del Salar de Coipasa, situado en el altiplano boliviano, lo que le confiere el carácter de cuenca de recursos hidrológicos compartidos.

Limita al norte con las cabeceras de la hoya del río Cariquima y con otros afluentes occidentales del Salar de Coipasa; al sur, con la hoya del río Piga o Collacagua y con afluentes occidentales de la cuenca cerrada del salar de Empexa; al este, con otros tributarios de los salares de Coipasa y Empexa; al oeste, con la cuenca de la Pampa del Tamarugal, de algunos de cuyos tributarios orientales queda separada por el cordón de Quimsachata y otras cumbres que siguen al sur, y ^{con} de la hoya del río Collacagua.

La hoya del Cancosa tiene una extensión de 1445 km², de la cual se desarrolla en Chile aproximadamente 772 km², que representa el 54% del total.

El río Cancosa se forma en las proximidades del pueblo de Cancosa, no lejos de la línea de frontera chileno-boliviano, de la reunión del río Ocacucho, que viene del NE y del río Sacaya que viene directamente del sur.

Desde el pueblo de Cancosa hacia abajo escurre el río entre bofedales y arenas, en las cuales pierde por infiltración más de un tercio de su caudal y va a vaciarse a la ribera sur del Salar de Coipasa, tras un recorrido de 44 km, entre los cerros Hizo (4090 m) y Caminos (4760 m).

El río Ocacucho, nace de la reunión de cuatro vertientes del faldeo oriente del cordón de los cerros Quimsachata[#] y recibe apu.

Nada tiene que ver con el cordón de cerros del mismo nombre en las nacientes del río Chungará, del Lauca (Quimsachata significa en Aymará "tres cerros iguales").

tes en su nacimiento del faldeo occidental del cerro Sillajguay (5895). Tras un recorrido de 26 km de dirección NO-SE, se le junta el río Sacaya que proviene del sur para formar el río Cancosa.

El caudal del río Ocacucho en Cueva Colorada, en su curso superior, a 14 km aguas arriba del pueblo de Cancosa, es de 100 l/s. Recibe tres afluentes de muy poca importancia y posee una hoya de 164 km².

El río Sacaya tiene sus orígenes en Bolivia, en las falda oriental de la Cordillera de Sillillica e. la proximidad del cerro Guaillaputunco (5080 m). Tras un recorrido de 24 km en dirección sur a norte, cruza la línea de frontera internacional para recorrer en territorio chileno en la misma dirección otros 22 km hasta su junta con el Ocacucho. En su curso superior, en territorio boliviano recibe por su flanco derecho las quebradas Pacopaconi, Cueva Negra y Millumilluri, y por su ribera izquierda o poniente, la quebrada de Salida que nace al pie del portezuelo Sillillica.

En territorio chileno, recibe por su ribera izquierda dos afluentes, de los cuales el arroyo Lupe Grande es el más importante y cuyo nacimiento se encuentra al pie oriental del cerro del mismo nombre.

Un aforo ~~practicado~~ del río Sacaya en Cancosa, el 12.IV.76, arrojó un gasto de 187 l/s, siendo por lo tanto el más importante tributario del río Cancosa. Su régimen es muy estable, pese a poseer un lecho arenoso.

Cubierta litológica. El área de esta cuenca, como todas las altiplánicas fronterizas, está cubierta de rocas volcánicas. Por una parte se encuentran rocas riolíticas del Terciario; por otra, rocas de carácter andesítico-basáltico provenientes de los volcanes cuaternarios de la Puna, que en parte sobrayacen a las anteriores. La destrucción de estas rocas produce detritus cuaternarios en los valles y en faldeos de las serranía

Cubierta vegetal. Prospera la vegetación propia de la estepa fría de alta Puna. Priman las asociaciones de tolares de pastos duros de gramíneas. A mayores alturas crece la queñoa como única especie arbórea y cojines de umbelíferas resinosas como la llareta. En los bofedales se encuentran gramíneas pequeñas y juncáceas, aparte de otras plantas pequeñas.

Calidad del agua. Se advierte, a través de la única corrida de muestreo y análisis en la hoya del Cancosa cuyos resultados se consignan en el Cuadro Nº , que el agua del río Ocacucho es buena, con índices bastante bajos, aunque sufre algún deterioro en su recorrido. El río Sacaya tiene agua diferente con alto contenido total de sales y alto sodio libre. Es el afluente que deteriora el agua del río principal que presenta también índices elevados.

CUADRO Nº 19

CALIDAD DEL AGUA EN LA HOYA DEL
RÍO CANCOSA

(1976) (Solo 1 ensayo)

Estación	pH	Conduc. m mols	SAR	B	As
Río Sacaya en Cancosa	8,23	4677	16,59	20,5	0,5
Río Ocacucho en Cancosa	7,97	680	2,08	2,10	0,05
Río Ocacucho en Cueva Colorada	7,82	243	0,51	0,80	0,015
Río Cancosa en Cancosa	8,44	3775	13,65	14,00	0,518

Uso del recurso. En su recorrido el río Ocacucho riega considerable extensión de bofedales, hasta el pueblo de Cancosa. Algo parecido ocurre con el valle del Sacaya.

El ingeniero Luis Armijo, en 1918 vislumbró la eventual posibilidad de desviar el río Ocacucho hacia la quebrada de Coscaya, afluente de la de Tarapacá, mediante un acueducto de 25 km y un túnel de 1250 m bajo el portezuelo Guantija.

HOYA DEL SALAR DEL HUASCO

La hoya del Salar del Huasco constituye una típica cuenca intermontana andina o cuenca cerrada en la alta cordillera. Con extensión de 845 km² se desarrolla en la zona altiplánica de la I^a Región de Chile, al oriente de la provincia de Iquique, entre los paralelos 19°55' y 20°28' L.S. y los meridianos 68°41' y 69° L.O. Limita al norte con las nacientes meridionales de la quebrada de Tarapacá y del río de recursos hídricos (—————) compartidos Cancosa, de las cuales queda separada por un cordón de baja altura relativa; al sur, con la quebrada de Chara, afluente tributaria de la Pampa del Tamarugal, boreal de la quebrada de Chacarilla, la divisoria se encuentra sobre un amplio portezuelo también de baja altura relativa. Al oriente limita con afluentes meridionales de la gran cuenca del Salar de Coipasa y con subafluentes septentrionales del Salar de Empexa, ambos en territorio boliviano. Queda separada de ellos por un cordón de cerros denominado Cordillera de Sillillica que es al mismo tiempo la línea de frontera internacional. Ostenta cumbres elevadas entre 4500 a 5000 m s.m.

Por el oeste limita con las cabeceras de las quebradas tributarias de la Pampa del Tamarugal. La divisoria está constituida por el C^o Columtucsa o Yarbicoya (5180) y su prolongación hacia el sur en el cordón Altos de Pica (4200).

El sistema hidrográfico del río Collacagua, en la depresión del Salar del Huasco, es sencillo. En el punto denominado El Tojo se juntan los dos principales tributarios que concurren a su formación. Por el norte cae el río Chaquina, de muy escaso caudal y suave pendiente. Del oriente proviene el caudal principal aportado por el río Piga. Nace éste a cota 4184 m s.m. en los Ojos del Piga, en una hoyada cubierta de bofedales encerrada por los cerros Porqueña Chico (4600), Porqueña (5160), Challacollo (4903), Paza (5090), Gemelos y Piga (5022).

El gasto aforado en Ojos de Piga, en la angostura a la salida de la hondonada es de alrededor de 100 l/s. Entre el caserío de Collacagua - Único lugar de habitación humana permanente en la cuenca - y El Tojo, se le juntan por la ribera izquierda la quebrada Batea, con un aporte de unos 10 l/s, y por la derecha, el arroyo Porquesa de muy pequeño gasto. En este primer tramo el río tiene fuerte pendiente, superior a 3%, con longitud de 18 km.

A partir de El Tojo, el río Collacagua se desarrolla con pequeña pendiente en dirección franca al sur, formando en algunos sectores grandes desplaves de aguas bajas cubiertas de algas. Después de recorrer unos 15 km en dicha dirección, las aguas se infiltran en los acarreos modernos, poco más abajo del punto nominado Manco Collacagua. El lecho del río continúa seco y arenoso por otros 10 km hasta el Salar del Huasco. En efecto, las quebradas de Sillillica y Manco Collacagua han formado un gran cono de deyección de materiales permeables que es el que ha interceptado el curso inferior del río Collacagua, provocando su desaparición.

Entre El Tojo y Manco Collacagua el río no recibe afluentes permanentes. Algunas quebradas laterales como la de Peña Blanca, la de Millumilluri, la de Sillillica, etc. aportan agua sólo en época de las grandes lluvias estivales. El desarrollo total del río Collacagua desde su nacimiento hasta la orilla norte del Salar del Huasco es de 30 km.

En la orilla occidental del Salar del Huasco, sito en el punto más bajo y austral de la depresión de Collacagua, a 3760 m s.m., se generan tres vertientes principales. En la primera, situada en Salinas del Huasco, en el extremo norponiente del Salar, el agua brota 4 m sobre el nivel del salar, a 15,5°C. A 1 km al sur de ella, brota la segunda vertiente con un gasto menor. Más al sur, a orillas mismas del Salar y junto a la huella a Pica, se encuentra la vertiente

más importante donde el agua brota a 15,5°C. Las aguas de estas vertientes son dulces y reúnen un gasto de 40 a 50 l/s.

Cubierta litológica. El piso del valle de Collacagua está cubierto por fuertes espesores de sedimentos clásticos cuaternarios, formados de grava y arena provenientes de la destrucción de las rocas que confinan esta depresión tectónica. En la serranía al poniente del Huasco, las capas basales de sedimentos marinos, intercalados e íntimamente soldados con efusiones porfídicas, son instruidos por dioritas y porfidos cuarcíticos, a los cuales aparecen asociados yacimientos metalíferos (v. gr. en C^o Columtucsa). Sobre el complejo basal se apoya con discordancia de erosión la Formación Liparítica o Formación Altos de Pica, donde prima la composición riolítica de las rocas (tobas cineríticas e ignimbritas soldadas). El cordón oriental está constituido por lavas andesíticas y basálticas de los volcanes pleistocénicos.

Cubierta vegetal. Especies vegetales de importancia que crecen en los faldeos del valle son la llareta, la queñoa y la paja brava o guaila. Crecen varias especies de tola (Parasprephia sp.; Baccharis sp.; Fabiana sp.); la chachacoma; el romerillo; cohетillo; la camacha o araca; la añaguaya; el lampayo, etc. Las cactáceas están representadas por el leoncito ^{suculentas como} y el sandillón. Como en todos estos valles de altura, deben mencionarse los bofedales, de importancia porque constituyen la principal fuente de alimentación del ganado de camélidos. En estas alfombras vegetales sobresalen las juncáceas pequeñas, compuestas y gramíneas enanas.

Calidad del agua. La constitución química del agua del río Collacagua obedece a una conductividad aproximada de 500 μ mhos y a un índice SAR 1,34, lo que permite decir que es buena, y tiene una clasificación C₂-S₁ de acuerdo al sistema de Wilcox. Se han detectado boro y arsénico en cantidades muy bajas. La reacción pH es ligeramente alcalina con un valor de 8,1. Los muestreos sistemáticos se realizaron entre los años 1971 a 1976 en la estación de Collacagua y los resultados son los promedios de cinco análisis.

Uso del recurso. Aparte del riego natural de los bofedales, que sostienen aquí unas 4000 cabezas de llamas y alpacas, las aguas del Piga no tienen otro aprovechamiento por el hombre. Sin embargo, hay varios proyectos para su mejor uso, sobre todo en la ampliación del regadío de Pica y en el eventual uso como agua potable de las poblaciones costeras. Asimismo, en el pasado no muy remoto, se hicieron estudios de un canal, - cuyo primer sector se alcanzó a construir -, para llevar las aguas del Piga a la quebrada de Tarapacá. Una merced de aguas fue concedida hace algunos años para el abastecimiento de las minas del Cº Colorado, en Mamña, pero no hicieron uso de ella.

La Empresa Nacional de Electricidad (Endesa) ha calculado un potencial eléctrico de esta cuenca de 1000 kW.

HOYA DEL SALAR DE COPOSA

La hoya hidrográfica del Salar de Coposa es otra de las grandes cuencas andorreicas de la alta Puna, situada en el rincón sudeste de la I^a Región de Chile. Posee una extensión de 1110 km² y se desarrolla íntegramente en territorio chileno entre los paralelos extremos 20°28' y 20°55' L.S. y los meridianos O. 68°26' y 68°50'.

Limita al norte con la porción sur de la hoya del salar del Huasco (o del río Collacagua) y con las cabeceras de cursos de agua tributarios al salar de Empexa, en Bolivia. Al este con tributarios del sur del mencionado salar Empexa y tributarios nortinos del salar Laguari o Pajancha y occidentales del salar de la Laguna, los tres situados en territorio boliviano. Por el sur, con tributarios de la pequeña cuenca del salar de Michincha. Finalmente, por el oeste con las cabeceras de los tributarios orientales de la quebrada de Caya, afluente de la quebrada Chacarillas de desagüe a la Pampa del Tamarugal, y con algunas cabeceras de la hoya alta de Guatacondo.¹

El fondo de la cuenca elevada a 3715 m s.n.m., está ocupada por la depresión del salar de Coposa y por una pequeña laguna remanente situada en el ángulo sudoccidental, en el lugar denominado Pircas de Coposa. La extensión del salar es de 85 km², de modo que compromete el 8 % del área de la cuenca.

El salar, de forma subelíptica con un eje mayor de orientación aproximada N-S, recibe numerosos pequeños tributarios en todo su perímetro, pero sin duda el más importante es el llamado Quebrada del Pabellón. Nace de los faldeos norte del CP Pabellón del Inca (5110 m) y dirige su curso sensiblemente al NNO hasta caer en el extremo sur del salar tras un recorrido de 23 km. Por su flanco izquierdo u oeste le caen las quebradas Chusquina, Pastillos, León Unido y Quelcocha. Esta última desciende desde el cerro Quelcocha^(4600 m). Por su flanco derecho también recibe quebradas que bajan desde el cordón limítrofe.

Cubierta litológica. De acuerdo a su posición en la ^{en el MP plano} Pata Puna, participa de las dos formaciones características que cubren el área. Por una parte, lavas andesítico-basálticas provenientes de los volcanes cuaternarios que rodean la cuenca. Por otra, ignimbritas riolíticas de edad miocénica-plicénica. El fondo de la depresión lo ocupan las sales del es lar y los detritus provenientes de la destrucción de las rocas antes citadas.

Cubierta vegetal. No difiere fundamentalmente de la descrita con cierto detalle para la cuenca del río Collacagua, que es su vecina de más al norte, de modo que en mérito al ahorro de espacio, se refiere a ella.

CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



3 5617 00002 0004

