



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

# **Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Río Lluta**

**INFORME FINAL  
ANEXO B REFERENCIAS**

**REALIZADO POR:  
ICASS SpA  
S.I.T. N°473**

**Santiago, abril 2021.**

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

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

## **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

Ministro de Obras Públicas  
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme

Director General de Aguas  
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil

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

Inspector Fiscal  
Geólogo Sr. Marcelo Aliaga Alvarado

Inspectora Fiscal Subrogante  
Ingeniera Agrícola Srta. Pamela García Serrano

Asesor Modelación Integrada  
Ingeniero Civil Sr. Pedro Sanzana Cuevas

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



INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN AGUAS SPA

Bernardo Capino Díaz

Jefe de Proyecto

Ingeniero Civil

Profesionales:

Ingeniero Civil Adrián Lillo

Hidrogeólogo Kirk Heatwole

Ingeniero Civil Mauricio Zambrano

Hidrogeólogo Wolf von Igel

Antropóloga Social Kapris Tabilo

Especialista SIG Luis Acevedo

Economista Rodrigo Morera

Geóloga Begoña Urtubia

Ingeniera Civil Paulina Rodriguez

Equipo Complementario:

Hidrogeóloga Carolina Saavedra

Hidrogeóloga Tamara Vejar

Ingeniero Ambiental Felipe Gonzalez

Geólogo José Bustamante

Ingeniero Civil Rodrigo Marinao

Economista Sebastián Barrios



# Tabla de Contenido General

<b>1.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>1</b>
-----------	--------------------------	----------





# 1. REFERENCIAS

- AGRÍCOLA TARAPACÁ S.A. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Calibre y Ponedoras Automáticas. 2020.
- ALBERS, C. Coberturas SIG para la enseñanza de la Geografía en Chile. [www.rulamahue.cl/mapoteca](http://www.rulamahue.cl/mapoteca). Universidad de La Frontera. Temuco. 2012.
- AQUACONSULT. Informe 1: Caracterización hidrogeológica área proyecto Los Pumas, 2010.
- ARICA AL DÍA. Preocupación por personas Aisladas por Violenta Bajada del río Lluta [WWW Document]. URL <https://www.aricaldia.cl/preocupacion-por-personas-aisladas-por-violenta-bajada-del-rio-lluta/>. 2015.
- ARICA MIA. Dispusieron maquinaria para proteger puntos más críticos tras la crecida del río Lluta [WWW Document]. URL <https://www.aricamia.cl/dispusieron-maquinaria-para-proteger-puntos-mas-criticos-tras-la-crecida-del-rio-lluta/>. 2016.
- AZÓCAR, G., BRENNING, A. Intervenciones de glaciares rocosos en minera Los Pelambres, Región de Coquimbo, Chile. Department of Geography and Environmental Management of Waterloo, Ontario, Canadá, 2008.
- AWDO. Measuring water security in Asia and the Pacific. Asian Water Development Outlook, 2013.
- BAEZA, L. Estudio ambiental y económico: análisis mineralógico y geoquímico de sedimentos del sistema fluvial del río Lluta, XV región de Arica y Parinacota, Chile. Memoria para optar al título de geólogo, Universidad de Chile, 2010.
- BAEZ-VILLANUEVA, O.M., ZAMBRANO-BIGIARINI, M., BECK, H.E., MCNAMARA, I., RIBBE, L., NAUDITT, A., BIRKEL, C., VERBIST, K., GIRALDO-OSORIO, J.D., XUAN THINH, N. RF-MEP: A novel Random Forest method for merging gridded precipitation products and ground-based measurements. Remote Sensing of Environment 239, 111606, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111606>. 2020.

- BASTÍAS, E., GONZÁLEZ-MORO, M.B., GONZÁLEZ-MURUA, C. Combined effects of excess boron and salinity on root histology of *Zea mays* L. *amylacea* from the Lluta Valley (Arica, Chile) Efectos combinados de exceso de boro y salinidad sobre la histología de la raíz de *Zea mays* L. *amylacea* del Valle de Lluta (Arica, Chile). IDESIA (Chile) Marzo-Mayo, 2015.
- BASTÍAS, E., GONZÁLEZ-MORO, M.B., GONZÁLEZ-MURUA, C. Interactive effects of excess boron and salinity on histological and ultrastructural leaves of *Zea mays amylacea* from the Lluta Valley (Arica-Chile). *Cienc. Inv. Agr.* 40, 581–595. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202013000300011>. 2013.
- BASTÍAS, E., DÍAZ M., M., PACHECO C., P., BUSTOS P, R., HURTADO C, E. Caracterización del maíz “Lluteño” (*Zea mays* L. tipo *amylacea*) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y exceso de boro, como una alternativa para la producción de bioenergía. *Idesia* 29, 7–16. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292011000300002>. 2011
- BECK, H.E., WOOD, E.F., MCVICAR, T.R., ZAMBRANO-BIGIARINI, M., ALVAREZ-GARRETÓN, C., BAEZ-VILLANUEVA, O.M., SHEFFIELD, J., KARGER, D.N. Bias Correction of Global High-Resolution Precipitation Climatologies Using Streamflow Observations from 9372 Catchments. *J. Climate* 33, 1299–1315. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0332.1>, 2020.
- BEYER, R., KRAPP, M., MANICA, A. An empirical evaluation of bias correction methods for palaeoclimate simulations. *Climate of the Past* 16, 1493–1508. <https://doi.org/10.5194/cp-16-1493-2020>, 2020
- BOISIER, J.P., ALVAREZ-GARRETÓN, C., CEPEDA, J., OSSES, A., VÁSQUEZ, N., RONDANELLI, R. CR2MET: A high-resolution precipitation and temperature dataset for hydroclimatic research in Chile 20, 19739, 2018.
- CABRERA, G. Análisis desde Arica hasta el Maule: ¿Dónde hay condiciones para la recarga artificial de acuíferos en Chile? *Revista AIDIS* 32–39, 2014.
- CALIFORNIA NATURAL RESOURCES AGENCY. California Water Action Plan 2016 Up. [http://resources.ca.gov/docs/california\\_water\\_action\\_plan/Final\\_California\\_Water\\_Action\\_Plan.pdf](http://resources.ca.gov/docs/california_water_action_plan/Final_California_Water_Action_Plan.pdf). (accedido 5.26.21), 2014.

- CAMARENA, A. Retos de la seguridad hídrica en América Latina: el caso de México. Presentación en II Diálogos del agua, América Latina – España [WWW Document], 2016. URL <http://www.iagua.es/noticias/conagua/16/10/13/retos-seguridad-hidrica-america-latina-casomexico>. (accedido 5.26.21). 2016.
- CENTRO DE CAMBIO GLOBAL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE - STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE. Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP, 2009.
- CNR. Transferencia tecnológica para mejorar eficiencia de riego en Río Lluta - Informe Final. Ejecutado por: Universidad Arturo Prat, 2018.
- CNR. Estudio Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Región de Tarapacá. Realizado por: Teknoriego. Comisión Nacional de Riego. 2017.
- CNR. Diagnóstico para desarrollar plan de riego en región de Arica y Parinacota. Realizado por: Arrau, L., 2016.
- CNR. Estudio diagnóstico de zonas potenciales de recarga de acuíferos en las regiones de Arica y Parinacota a la región del Maule. Ejecutado por: a GCF Ingenieros Ltda, 2013.
- COMISIÓN INTERMINISTERIAL. Contaminación del Valle del Lluta, 1963.
- CONSORCIO EMBALSE CHIRONTA. Informe control nivel acuífero inferior campaña noviembre 2019, Obra "Construcción embalse Chironta, región de Arica y Parinacota, 2019.
- COMITÉ CIENTÍFICO COP-25 CHILE. Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático, Comité Científico COP25 Chile, 2019.
- COPAJA, S., MUÑOZ, F. HEAVY METALS CONCENTRATION IN SEDIMENT OF LLUTA RIVER BASIN. J. Chil. Chem. Soc. [online]. 2018, vol.63, n.1, pp.3878-3883. ISSN 0717-9707, 2018.
- CORFO. Precipitación y evaporación en el balance hidrológico. Investigación de recursos hidráulicos en el Norte Grande, 1997.
- DGA. Mapa hidroquímico de Chile. Realizado por: DICTUC, Chile, 2019a.

- DGA. Criterios para la implementación de redes de monitoreo de aguas subterráneas. Realizado por: División de estudios y planificación, 2019b.
- DGA. Migración de modelos hidrogeológicos desarrollados en Visual-Modflow y Groundwater Vistas hacia su estado nativo de código MODFLOW, SIT N°447. Realizado por: Pontificia Universidad Católica, 2019c.
- DGA. Desarrollo de Herramienta para el Análisis de Escenarios de Gestión en el Marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos, en ejecución. Realizado por: DICTUC-SEI, 2019d.
- DGA. Manual para la organización y funcionamiento de comunidades de aguas subterráneas, SDT N° 422. Realizado por: Abrigo, G. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Unidad de Organizaciones de Usuarios, Santiago, 2019e.
- DGA. Aplicación de la Metodología de Actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de las Macrozonas Norte y Centro, SIT N° 435 (en edición). Realizado por: Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile, 2018a.
- DGA. Diagnóstico Nacional de Organizaciones de usuarios de agua, SIT N°422. Realizado por: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Laboratorio de Análisis Territorial, 2018b.
- DGA. Actualización del Balance Hídrico Nacional, SIT N°417. Realizado por: Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile, 2017a.
- DGA. Diagnóstico y desafíos de la red de calidad de aguas subterráneas de la DGA, 2017b.
- DGA. Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile, SIT N°419. Realizado por: Unión Temporal de Proveedores Hídrica Consultores SPA y Aquaterra Ingenieros Ltda, 2017c.
- DGA. Análisis Integral de Soluciones a la Escasez Hídrica, Región De Arica y Parinacota, parte 2, SIT N° 424. Realizado por: ICASS Ltda. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Arica, 2017d.

- DGA. Análisis Integral de Soluciones a la Escasez Hídrica, Región De Arica y Parinacota, parte 1, SIT N° 410. Realizado por: ICASS Ltda. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Arica, 2016.
- DGA. Estudio caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Colpitas, XV región. Realizado por: AMEC, 2014a.
- DGA. Diagnóstico de Metodología para la presentación y análisis de proyectos de Recarga Artificial. S.I.T. N° 343, 2014b.
- DGA. Metodología para la delimitación y sectorización de acuíferos a nivel nacional. Realizado por: GCF Ingenieros Ltda, 2014c.
- DGA. Mejoramiento sistema de gestión y control río Lluta. Resumen ejecutivo. Proyecto 11bpc-10034. Realizado por: Instituto Nacional de Hidráulica (INH), 2013.
- DGA. Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos en el acuífero de la parte baja del río Lluta de la región de Arica y Parinacota, DARH N° 147. Realizado por: DARH. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 2012a.
- DGA. Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos, Región de Tarapacá, SIT N°290. Realizado por: Geohidrología, 2012b.
- DGA. Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneo del Acuífero de la parte Baja del Río Lluta, SDT N°330, 2012c.
- DGA. Estimación de recargas en cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica, SIT N°251. Realizado por: AQUATERRA Ingenieros Ltda, 2011a
- DGA. Mejoramiento de la Red Fluviométrica para el Control de Crecidas, SIT N°253. Realizado por: CONIC-BF, 2011b.
- DGA. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos en el sector acuífero de La Concordia. S.D.T. N° 314. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Administración de Recursos Hídricos. Santiago, Chile. Realizado por: Departamento de Administración de Recursos Hídricos. Santiago 2011c.

- DGA. Plan de acción estratégico para el desarrollo hídrico de la región de Arica y Parinacota, SDT N°306. Realizado por: División de Estudios y Planificación. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 2010.
- DGA. Estrategia Nacional de Glaciares, Fundamentos. Realizado por: Centro de Estudios Científicos. Ministerior de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 2009a.
- DGA. Estudio de calidad de aguas cuenca del río Lluta. Realizado por: DICTUC, 2009b.
- DGA. Levantamiento Hidrogeológico para el Desarrollo de Nuevas Fuentes de Agua Áreas Prioritarias de la Zona Norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 2, SIT N°195. Realizado por: DICTUC, 2009c.
- DGA. Evaluación preliminar de alternativas de mitigación de contaminantes en el río Lluta a partir de una caracterización de las fuentes de contaminación. Realizado por: DICTUC, 2008a.
- DGA. Propuesta de calidad objetivo y análisis general de impacto económico y social-cuenca río Lluta. Realizado por: DICTUC, 2008b.
- DGA. Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras. Zona I Norte. Regiones I a IV, SIT N°122. Realizado por: Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, 2007.
- DGA. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, cuenca del río Lluta, SIT N°104. Realizado por: Cade-idepe, 2004.
- DGA. Plan maestro de aguas lluvias de Arica. Manejo de los cauces de los ríos Lluta y san José y sus desembocaduras. Realizado por: Arrau, L., 2003.
- DGA. Programa de monitoreo ambiental. Proyecto ampliación de la producción de agua en Arica. Segundo semestre. Realizado por: ESSAT-UNAP, 2001.
- DGA. Evaluación de la Disponibilidad del Recurso Hídrico Subterráneo el el Acuífero de la parte Baja del Río Lluta, SDT N°114. Arica, 1998.
- DGA. Estadísticas de caudales, estaciones fluviométricas. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1997.

- DGA. Delimitación de Acuíferos de Vegas y Bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta, 1996.
- DGA. The study on the development of water resources in Northern Chile, Supporting report B: Geology and Groundwater. Realizado por: Japan International Cooperation Agency (JICA) & Pacific Consultant International. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1995.
- DGA. Análisis de Redes de Vigilancia Calidad Aguas Terrestres. Estadística Hidroquímica Nacional. Etapa I. Primera Región. Realizado por: Ayala, Cabrera y Asociados Ltda, 1994.
- DGA. Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las regiones primera y segunda, 1993a.
- DGA. Análisis de descontaminación y embalse en río Lluta. Realizado por: INGEDESA. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1993b.
- DGA. Actualización de la estadística meteorológica. Temperaturas diarias. Realizado por: BF Ingenieros Civiles, 1991.
- DGA. Mapa Hidrogeológico, 1989.
- DGA. Balance hídrico de Chile, 1987.
- DGA. Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional. Red de Sedimentos. I y II Región. Realizado por: BF Ingenieros Civiles, 1984.
- DGA. Estudio de la red de drenaje del valle del río Lluta. Realizado por: INDERCO Ltda. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1980.
- Dirección Regional de Estadísticas de Arica y Parinacota. Síntesis de resultados Censo 2017. Región de Arica y Parinacota, 2019.
- DOH. Sistema de Agua Potable Rural. Dirección de Obras Hidráulicas, 2020.
- DOH. Estudio de calidad del agua producto del embalse Chironta. Región de Arica y Parinacota. Realizado por: GSI Ingeniería, 2017.

- DOH. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto «Embalse Chironta» XV Región de Arica y Parinacota, comuna de Arica. Desarrollado por: R&Q Ingeniería, 2012.
- DOH. Estudio de factibilidad de embalses para los valles de Lluta y Azapa. Realizado por: Ingendesa, 2004.
- DOH. Estudios básicos de los recursos hídricos valles Lluta, Azapa, Vitor y Camarones, primera región. Realizado por: AC Ingenieros Consultores Ltda. y Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., 2002.
- DOMENICO, P. A., & MIFFLIN, M. D. Water from low-permeability sediments and land subsidence. *Water Resources Research*, 1(4), 563-576. <https://doi.org/10.1029/WR001i004p00563>, 1965.
- DOMENICO, P.A., SCHWARTZ, F.W. *Physical and Chemical Hydrogeology*. John Wiley & Sons, New York, 824pp, 2000.
- EL MERCURIO. Crecida del Río Lluta afectó 2.600 hectáreas de cultivo | Emol.com [WWW Document]. *Emol*. URL <https://www.emol.com/noticias/nacional/2001/02/21/46780/crecida-del-rio-lluta-afecto-2600-hectareas-de-cultivo.html> (accessed 4.29.21), 2001.
- ESSAT. Programa de Monitoreo Ambiental. Proyecto Ambiental de la Producción de Agua en Arica. Segundo Semestre. UNAP. II 2001.
- ESSAT. Programa de Monitoreo Ambiental. Proyecto Ambiental de la Producción de Agua en Arica. Segundo Semestre. UNAP. 2000.
- ESSAT. Estudio hidrogeológico y modelo de simulación del valle del río Lluta: Arica, I Región. Realizado por: Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores, 1998a.
- ESSAT. Estudio prueba de larga duración valle del río Lluta, Arica, I región. Realizado por: Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., 1998b.
- ESSAT. Monitoreo de las cuencas de los valles de Azapa y Lluta. Arica-I Región. Realizado por: AC Ingenieros Consultores Ltda. y Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., 1997.
- FAO. Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, 2006.



- FAO. Land Cover Classification System - Classification concepts and user manual [WWW Document] URL <http://www.fao.org/3/y7220e/y7220e00.htm> (accedido 8.23.20), 2000.
- FARR, T.G., ROSEN, P.A., CARO, E., CRIPPEN, R., DUREN, R., HENSLEY, S., KOBRICK, M., PALLER, M., RODRIGUEZ, E., ROTH, L., SEAL, D., SHAFFER, S., SHIMADA, J., UMLAND, J., WERNER, M., OSKIN, M., BURBANK, D., ALSDORF, D. The Shuttle Radar Topography Mission. Reviews of Geophysics 45, <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>, 2007
- FIGUEROA, L., CORNEJO, L, LIMA J. Formas del boro en el suelo aridisol y aluvial del valle de Lluta, Arica, Chile". Agrochimica, vol. L- N. 3-4, 89-97, 2006. PROYECTO MAYOR 4741, 2006.
- FIGUEROA, T., HERRERA, R., VALLEJOS, J. Modelo de operación hídrica para la cuenca baja del río Lluta. Instituto Nacional de Hidráulica (INH), Chile, 2013.
- FUNDACIÓN SUPERACIÓN DE LA POBREZA. Voces desde las pequeñas localidades de Arica y Parinacota: Entre la agonía y la oportunidad de renacer. Arica, Región de Arica y Parinacota, Chile, 2016.
- GORE ARICA Y PARINACOTA. Gobernación de Provincial de Parinacota [WWW Document]. URL <http://www.gobernacionparinacota.gov.cl> (accedido 8.26.20), 2020.
- GORE ARICA Y PARINACOTA. Estrategia Regional de Desarrollo 2017-2030. Enfoque basado en el enfoque humano. Gobierno Regional Arica y Parinacota y PNUD, 2018.
- GORE ARICA Y PARINACOTA. MOP y Onemi asisten a vecinos de Alto Lluta por crecida del río. URL <https://www.gorearicayparinacota.gov.cl/index.php/noticias/733-mop-y-onemi-asisten-a-vecinos-de-alto-lluta-por-crecida-del-rio>, 2017.
- GRILLI, A., VIDAL, F. Evaporación desde salares: metodología para evaluar los recursos hídricos renovables. Aplicación a las regiones I y II. Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, 1986.
- HERNÁNDEZ, J., GALLEGUILLOS, M., ESTADES, C. Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014: Descripción del Producto 2016.

- HERSBACH, H. The ERA5 Atmospheric Reanalysis. AGU Fall Meeting Abstracts 33, 2016.
- INE. Sistema Estadístico Nacional. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile, 2020.
- INE. Síntesis estadística Región Arica y Parinacota. Instituto Nacional de Estadísticas, 2019.
- INE. Reportes Estadísticos Comunales. Putre, General Lagos, Pica, Pozo Almonte y Huara. Instituto Nacional de Estadísticas, 2017.
- INE. VII Censo Nacional Agropecuario y forestal - Informe Metodológico, 2007.
- INE. VI Censo Nacional Agropecuario, 1997.
- INH-CORFO. Mejoramiento del sistema de gestión y control de los recursos hídricos asignados en el Río Lluta y construcción de un modelo de operación hídrica de la cuenca, 2013.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS. Reconocimiento hidrogeológico del extremo norte de la provincia de Arica. Realizado por: Henríquez, H., Montti, S., Falcón, E., 1976.
- JABLOUN, M., SAHLI, A. WEAP-MABIA Tutorial Version 1.0.1 2012.
- KLING, H., FUCHS, M., PAULIN, M. Runoff conditions in the upper Danube basin under an ensemble of climate change scenarios. Journal of Hydrology 424-425, 264-277. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.01.011>, 2012.
- KNOBEN, W.J.M., FREER, J.E., WOODS, R.A. Technical note: Inherent benchmark or not? Comparing Nash–Sutcliffe and Kling–Gupta efficiency scores. Hydrology and Earth System Sciences 23, 4323-4331. <https://doi.org/10.5194/hess-23-4323-2019>. 2019.
- LANSIGAN, F., DE LA CRUZ, A. Water Security in Southeast Asia Region. En Handbook on Water Security., C. Pahl-Wostl, A. Bhaduri, y J. Gupta. 317-331. Edward Elgar Publishing, 2016.

- LAT-UCHILE. Estudio de Seguridad Hídrica en Chile en un contexto de Cambio Climático para elaboración del Plan de Adaptación de los recursos hídricos al Cambio Climático, 2017.
- LEIVA, E., RÁMILA, C., VARGAS, I., ESCAURIAZA, C., BONILLA, C., PIZARRO, G., REGAN, J., PASTENA, P. Natural attenuation process via microbial oxidation of arsenic in a high Andean watershed. *Science of The Total Environment*, Volumes 466–467, 1 January 2014, Pages 490-502, 2014.
- LÓPEZ-GUNN, E., WILLAARTS, B., DUMONT, A., NIEMEYER, I., MARTÍNEZ-SANTOS, P. The concept of water and food security in Spain." *Water, Agriculture and the Environment in Spain: Can We Square the Circle* (2012): 23-33, 2012.
- LUEBERT, F., PLISCOFF, P. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Segunda Edición. ed. Universitaria, Santiago de Chile, 2017.
- MARTINEZ-AUSTRIA, P. Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y ciencias del agua*. vol.4 no.5 Jiutepec nov./dic. 2013. [WWW Document], 2013. URL [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222013000500011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000500011). (accedido 5.26.21). 2013.
- MINERA HEMISFERIO SUR S.C.M. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Manganeso Los Pumas, 2011.
- MMA. Ministerio del MMA. Ministerio del Medio Ambiente [WWW Document] URL <https://mma.gob.cl> (accedido 8.26.20), 2020a.
- MMA. Inventario Nacional de Humedales, 2020b.
- MOP. Plan de Infraestructura MOP, 2021. Cartera potencial de iniciativas de inversión recibida en en enero de 2021.
- MOP. Instalación sistema de agua potable rural de coronel Alcérreca, 2000.
- MOP. Valle del río Lluta. Realizado por: Niemeyer, H. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1968.
- MORIASI, D.N., ARNOLD, J.G., VAN LIEW, M.W., BINGNER, R.L., HARMEL, R.D., VEITH, T.L. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in

- Watershed Simulations. American Society of Agricultural and Biological Engineers 2007.
- MORRIS, D.A. JOHNSON, A.I. Summary of Hydrologic and Physical Properties of Rock and Soil Materials, as Analyzed by the Hydrologic Laboratory of the U.S. Geological Survey, 1948-1960. USGS Water Supply Paper: 1839-D, 1967
- MÜLLER, F., CAFLISCH, T., MÜLLER, G. Instructions for compilation and assemblage of data for a World Glacier Inventory. Department of Geography, Swiss Federal Institute of Technology, 1977.
- NASH, J.E., SUTCLIFFE, J.V. River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. Journal of Hydrology 10, 282-290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6), 1970.
- NISWONGER, R.G., PANDAY, S., IBARAKI, M. MODFLOW-NWT, A Newton Formulation for MODFLOW-2005, 2011.
- OMM. Guía de prácticas hidrológicas. Adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones, 1994.
- ONU Medio Ambiente (2018). Progreso sobre gestión integrada de recursos hídricos. Referencia global para el indicador ODS 6 6.5.1: Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0-100). [https://www.unwater.org/app/uploads/2019/02/ES-Guide-ES\\_Final-webPDF.pdf](https://www.unwater.org/app/uploads/2019/02/ES-Guide-ES_Final-webPDF.pdf)
- ORTEGA, H., MUÑOZ, G., ORTEGA, C. Aportes sedimentarios de los ríos LORTEGA, H., MUÑOZ, G., ORTEGA, C. Aportes sedimentarios de los ríos Lluta y San José en la zona costera de la rada de Arica, Chile. Idesia (arica) 25, 2007. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292007000200005>, 2007.
- PATRICK, M., ELSAWAH, S., BURGHER, I., JAKEMAN, A.J. Australian water security: a water-food-environment-energy nexus perspective. En Handbook on Water Security., C. Pahl-Wostl, A. Bhaduri, y J. Gupta. 332-359. Edward Elgar Publishing, 2016.
- POURTAUBORDE, J. Plan de Desarrollo Integral del Valle del Lluta, 1962.

POURTAUBORDE, J., WRIGHT, C. DESVÍO DEL RÍO AZUFRE. MEMORANDUM A MÁQUINA AL Coordinador del Ministerio de Agricultura en Arica, 1961.

PRIMERA VISTA. Desborde en la desembocadura del río Lluta [WWW Document]. Primera Vista Semanario Ariqueño. URL <https://www.emol.com/noticias/nacional/2001/02/21/46780/crecida-del-rio-lluta-afecto-2600-hectareas-de-cultivo.html>. 2012.

Quiborax S.A. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Ampliación Botadero de Ripios Quiborax S.A, 2017.

Quiborax S.A. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Modificación Proyecto Planta El Águila, 2012.

Quiborax S.A. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Labores de Extracción Manual de Ulexita en Salar de Colpitas, 2000.

RODRÍGUEZ, A. Primer, Segundo y Tercer Informe sobre la calidad de las aguas del río Lluta, afluentes y río Caquena, Dirección de Agricultura y Pesca, Junta de Adelando de Arica, 1961.

RPOU. Registro Público de organizaciones de usuarios [WWW Document] URL <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/OU/Paginas/default.aspx> (accedido 2.26.20), 2020.

SAN MIGUEL, C. Optimización de la remoción de boro usando humedales construidos de flujo subsuperficial: caso del río Azufre, Norte de Chile. Memoria para optar al Título de Ingeniera Civil, U. de Chile, 2017.

SANZANA, P. Revisión de resultados del modelo subterráneo a nivel de SHACs y niveles de pozos en modelos WEAP-MODFLOW. DGA, 2021.

SARRICOLEA, P., HERRERA, M., MESEGUER, O. Climatic regionalisation of continental Chile. Journal of Maps 13, 66-73, 2017.

SEGOVIA, A., VIDELA, Y. Caracterización glaciológica de Chile. Investigaciones Geográficas 53, 3-24, 2017.

- SERNAGEOMIN. Modelo Hidrogeológico numérico de la Cuenca de la pampa del Tamarugal, Region de Tarapacá (versión Preliminar). Realizado por: Fuentes, F.; López, L.; Cifuentes, J.L.; Neira, H. Servicio Nacional de Geología y Minería, 2016.
- SERNAGEOMIN. Cartas Visviri y Villa Industrial. Realizado por: García, M.; Clavero, J.; Gardeweg, M. Servicio Nacional de Geología y Minería, 2012.
- SERNAGEOMIN. Hoja Arica, región de Tarapacá, 1:250.000. Realizado por: García, M., Gardeweg, M., Clavero, J., Hérail, G. Servicio Nacional de Geología y Minería, 2004.
- SERNAGEOMIN. Carta Geológica Cuadrángulos Arica y Poconchile. Región de Tarapacá. Servicio Nacional de Geología y Minería, 1980.
- SERNATUR. Zonas de Interés Turístico (ZOIT) / Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Servicio Nacional de Turismo 2016.
- SIEBER, J., PURKEY, D. WEAP-User Guide 2015.
- SISS. Actualización Planes de Desarrollo, Arica. Elaborado por: Aguas del Altiplano, 2018.
- STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE. WEAP Tutorial 2016.
- STÖWHAS, L. Fundamentos de Hidrología aplicada. Editorial USM, 2017.
- SUBDERE. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo de Arica y Parinacota [WWW Document]. URL <http://www.subdere.gov.cl/división-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-arica-y-parinacota/provincia-de-arica/arica> (accedido 8.26.20), 2020.
- TAPELLA, E. El Mapeo de Actores Claves. Universidad Nacional de Córdoba, 2007.
- TARBOTON, D.G. TauDEM Terrain Analysis Using Digital Elevation Models. Utah State University, Logan, 2005.
- THIEMIG, V., ROJAS, R., ZAMBRANO-BIGIARINI, M., DE ROO, A. Hydrological evaluation of satellite-based rainfall estimates over the Volta and Baro-Akobo Basin. Journal of Hydrology 499, 324–338. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.07.012>, 2013

- THIEMIG, V., ROJAS, R., ZAMBRANO-BIGIARINI, M., LEVIZZANI, V., ROO, A.D. Validation of Satellite-Based Precipitation Products over Sparsely Gauged African River Basins. *Journal of Hydrometeorology* 13, 1760–1783, 2012. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-032.1>, 2012.
- TORRES, A., ACEVEDO, E. El problema de salinidad en los recursos suelo y agua que afectan el riego y cultivos en los valles de Lluta y Azapa en el norte de Chile. *IDESIA (Chile) Volumen 26, Nº 3, Septiembre - Diciembre, 2008.*
- TREVIZAN, J., CHALLAPA, G. Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. Arica, Chile. *IDESIA Volumen 38 No.3 Arica set., 2020*
- UNEP & WMO. Declaración de Dublin e Informe de la Conferencia. Conferencia Internacional sobre el Agua y el medio Ambiente, Dublin, 1992. [Disponible en línea en Repositorio de Documentos del Programa Medioambiental de Naciones Unidas]. URL <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30961> (accedido 7.24.21), 1992.
- UTA. Declaración de Impacto Ambiental Construcción y Operación de un Observatorio Astronómico para Fines Educativos y Turísticos de la Universidad de Tarapacá, 2011.
- YATES, D., SIEBER, J., PURKEY, D., HUBER-LEE, A. WEAP21—A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model. *Water International* 30, 487–500, 2005. <https://doi.org/10.1080/02508060508691893>, 2005.
- ZAMBRANO, L., URRUTIA, B. Calidad de las aguas del río Lluta y afluentes. Universidad de Chile, Santiago, *Boletín Técnico Nº9*, 19p, 1961.
- ZAMBRANO-BIGIARINI, M., ROJAS, R. hydroPSO: Particle Swarm Optimisation, with Focus on Environmental Models, 2020.
- ZAMBRANO-BIGIARINI, M., NAUDITT, A., BIRKEL, C., VERBIST, K., RIBBE, L. Temporal and spatial evaluation of satellite-based rainfall estimates across the complex topographical and climatic gradients of Chile. *Hydrology and Earth System Sciences* 21, 1295–1320. <https://doi.org/10.5194/hess-21-1295-2017>, 2017.

ZHAO, Y., FENG, D., YU, L., WANG, X., CHEN, Y., BAI, Y., HERNÁNDEZ, H.J., GALLEGUILLOS, M., ESTADES, C., BIGING, G.S., RADKE, J.D., GONG, P. Detailed dynamic land cover mapping of Chile: Accuracy improvement by integrating multi-temporal data. Remote Sensing of Environment 183, 170-185. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.05.016>, 2016.