



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y MINERÍA

www.crhiam.cl

CONICY/FONDAP PROJECT 15130015

8 de Marzo de 2016



**Universidad
de Concepción**

UDD

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Importancia de la industria del cobre en Chile



En Chile

La minería provee:

- 60% de las exportaciones
- 12% del Producto Interno Bruto
- 21 % del ingreso fiscal



PROBLEMAS CRÍTICOS ENCHILE:

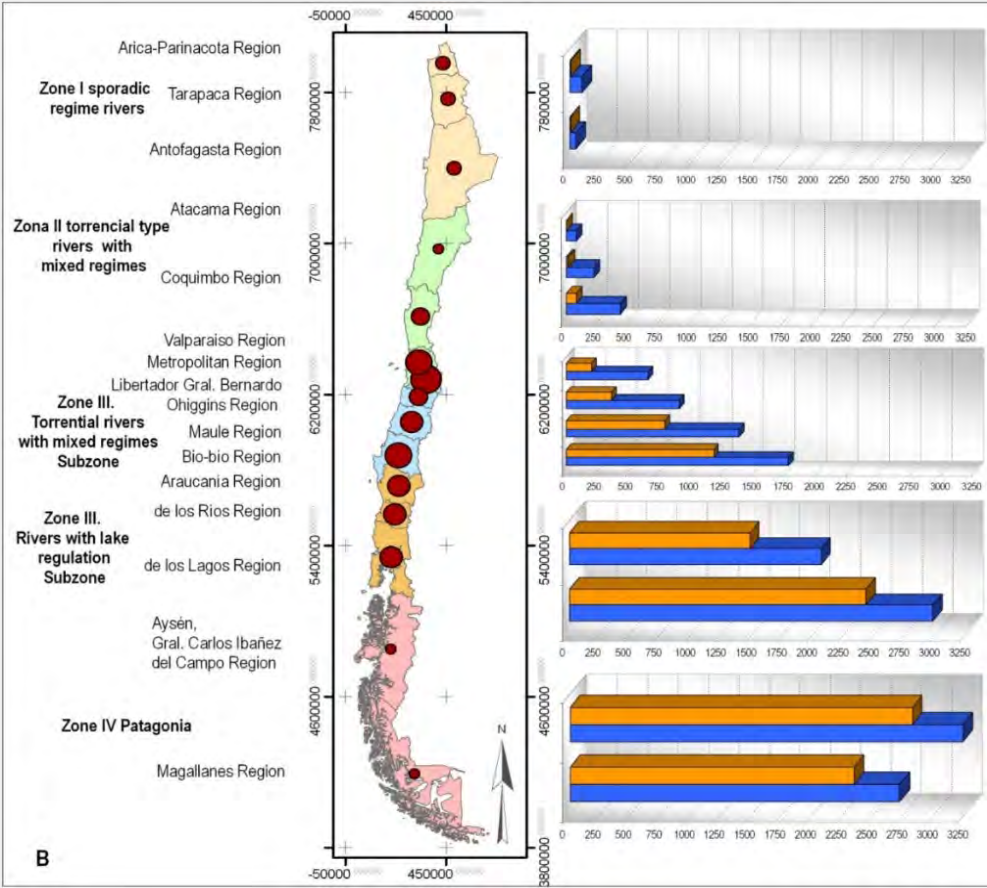
- Alto costo de la energía
- Escases hídrica
- Bajo precio del cobre y otros productos de exportación

Chile tiene el precio más alto de la energía de todos los Países productores de cobre

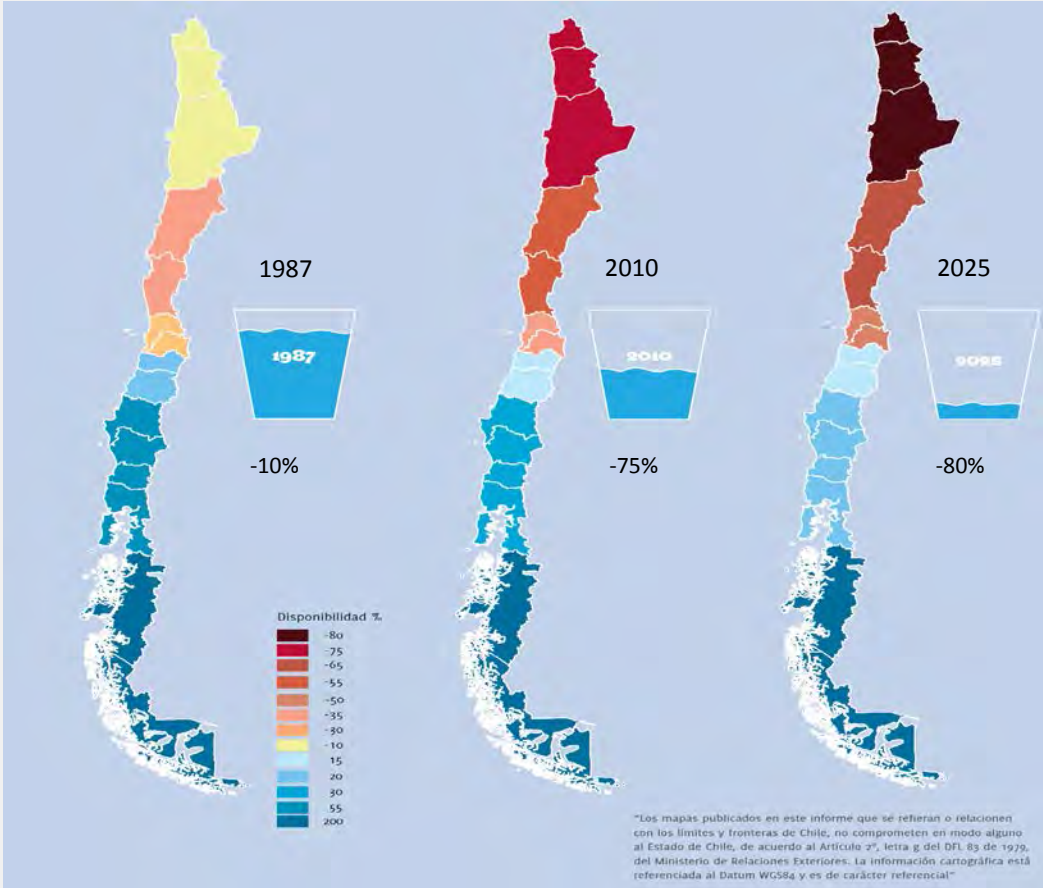


La distribución desigual del agua en Chile y ha aumentado la sequía en el tiempo

Distribución de lluvia en Chile



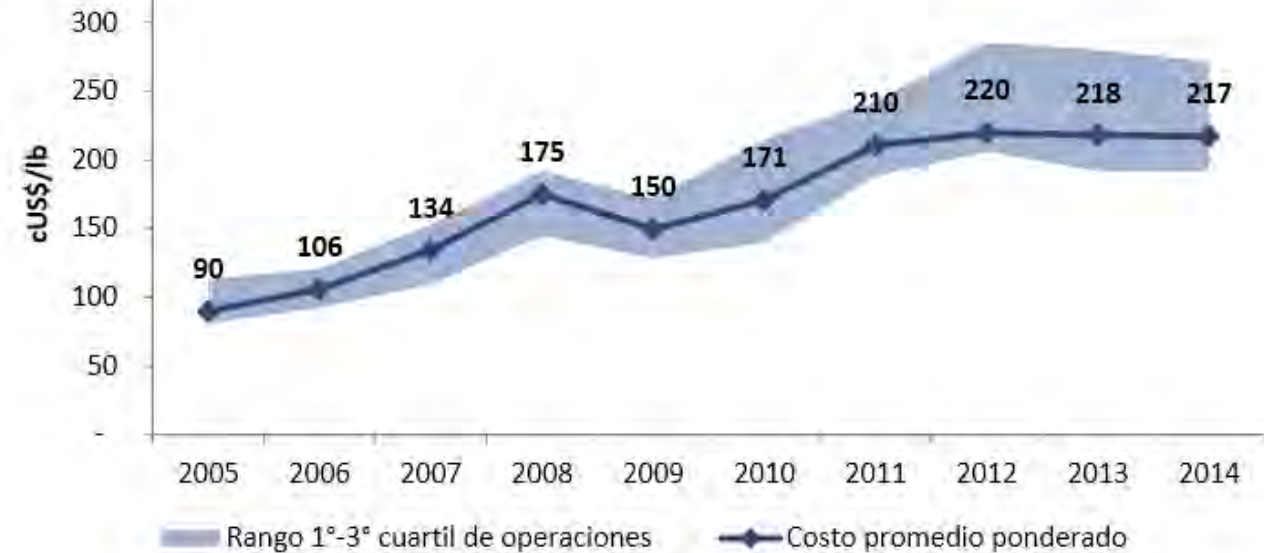
Aumento de sequía en el tiempo





Costo de producción de cobre en Chile

Dirección de Estudios y Políticas Públicas
Caracterización de los costos de la gran minería del cobre



Evolución del precio de venta del cobre



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y MINERÍA

www.crhiam.cl

CONICY/FONDAP PROJECT 15130015

8 de Marzo de 2016



**Universidad
de Concepción**

UDD

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



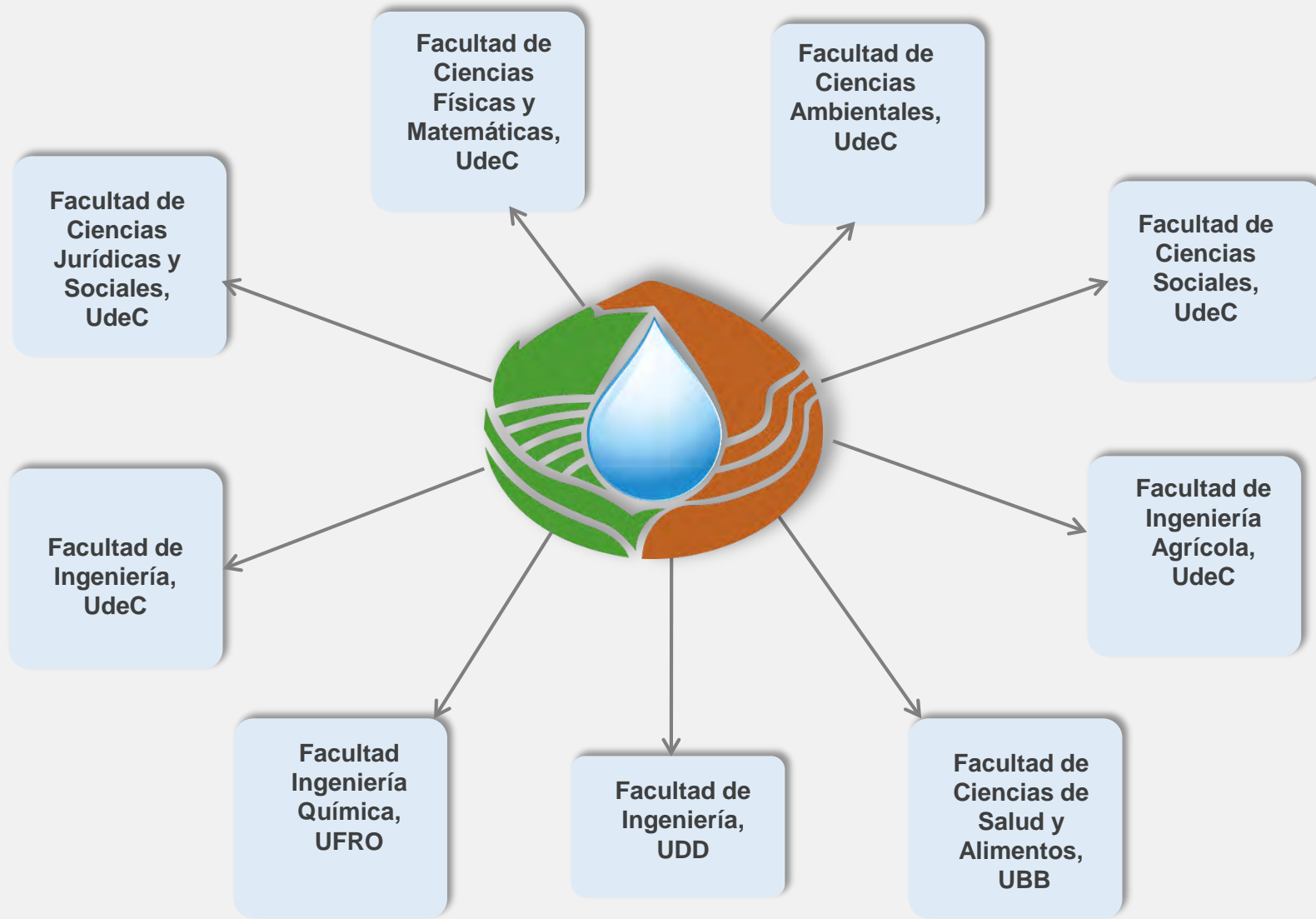
Objetivo general

- Colaborar a la solución de la escasez hídrica y explotación armónica de los recursos naturales.
- Optimizar en el uso del agua, que permita un desarrollo sustentable de ambos sectores de la economía.

Objetivos específicos

- Promover investigación, desarrollo tecnológico e innovación en recursos hídricos.
- Formar recursos humanos a nivel de pre y postgrado de alta calidad y pertinencia.
- Crear Redes con instituciones nacionales e internacionales.

FACULTADES PARTICIPANTES EN CRHIAM



ESTRUCTURA DEL CENTRO



COMITÉ CIENTÍFICO



1. Elías Fereres, Universidad de Córdoba, España
2. Jan Hopmans, University of California, Davis, USA
3. Mark Servos, University of Waterloo, Canadá
4. Niel McIntyre, University of Queensland, Australia
5. Peter Scales, University of Melbourne, Australia
6. Reyes Sierra-Álvarez, University of Arizona, USA
7. Alejandro López Valdivieso, U. Autónoma de San Luis de Potosí, México

CONSEJO ASESOR

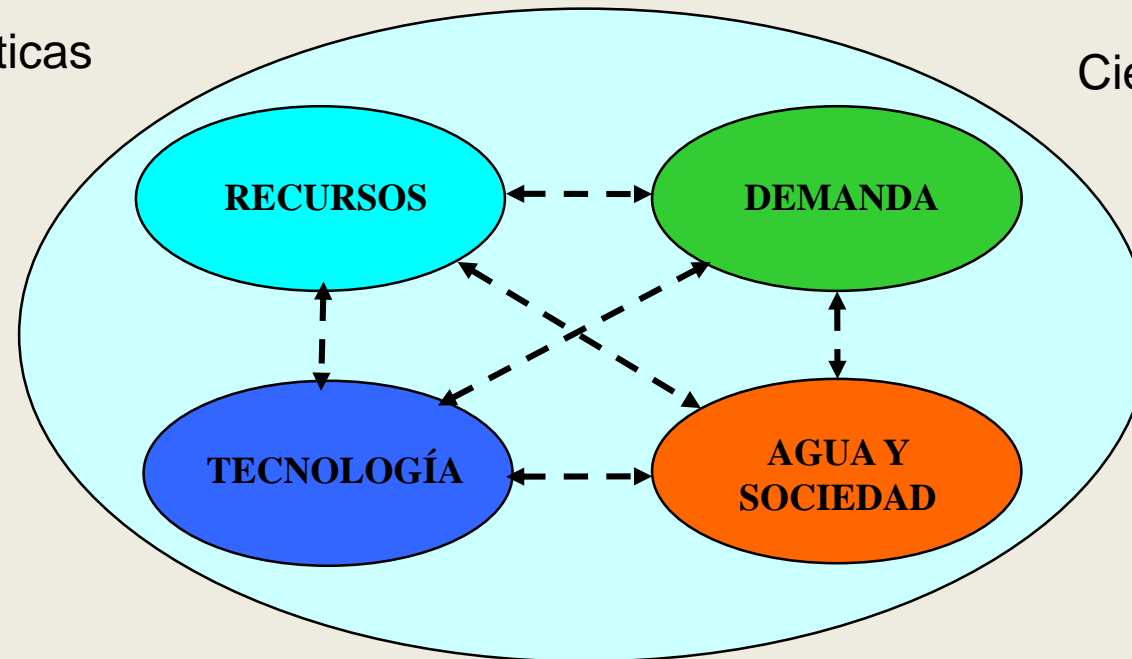


| | |
|-----------------------|---|
| Alex Chechilnitzky | Presidente Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) |
| Guillermo Pickering | Presidente Ejecutivo Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G (ANDESS) |
| Pedro Matthei | Presidente de La Asociación Chilena de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas (APEMEC) |
| Álvaro Hernández | Director de Recursos Hídricos, Codelco |
| José Luis Soler | Presidente Directorio Copefrut |
| Álvaro Prieto | Gerente de Operaciones |
| Patricio Crespo | Presidente Sociedad Nacional de Agricultura |
| Carlos Estévez | Dirección General de Aguas |
| María Loreto Mery | Secretaria Ejecutiva Comisión Nacional de Riego |
| Juan Pablo López | Director Ejecutivo CIREN |
| Ferruccio Medici | Gerente de Aguas y Energía, Anglo American |
| Gustavo Tapia | Gerente Procesos e Innovación Tecnológica, Antofagasta Minerals |
| María Eugenia Camelio | Directora (s) Programa Fondap CONICYT |

ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Ingeniería Civil, Química,
Forestal, Metalúrgica,
Ciencias Físicas y Matemáticas
Ciencias Ambiental

Ing. Metalúrgica, Agrícola,
Matemáticas, Electrónica,
Ciencias Físicas y Matemáticas



Ingeniería Civil, Química
Ciencias Ambiental
Ing. Civil, Forestal, Metalúrgica

Fac. Derecho, Sociología
Ing. Civil, Forestal, Agrícola
Ciencias Físicas y Matemáticas
Ciencias Ambientales

Investigadores de CRHIAM



LINEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN

- (1) Uso eficiente del Agua en la Agricultura y Minería.
- (2) Agua de Mar como nueva fuente para la Agricultura, Minería y Comunidades.
- (3) Hidrología y Disponibilidad de Agua.
- (4) Tratamiento de Efluentes y Remedición Ambiental
- (5) Gobernanza, Ecosistema y Sustentabilidad.

Investigadores

M.Lillo

O. Lagos

E. Holzapfel

D. Sbárbaro

D. Rivera

J. Paredes

(1) Uso eficiente del Agua en Agricultura

- Tecnificación de la demanda de agua para irrigación.
 - Procesamiento de imágenes.
 - Efecto del área mojada en la aplicación a huertos con irrigación por goteo.
 - Irrigación espacial mediante pivote.
 - Análisis de suelos para el diseño de sistemas de irrigación.

SISTEMA DE SOPORTE AQUASAT



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA



Demanda de agua de los cultivos a nivel de predio

Manejo de agua y distribución para un embalse

Sistema de alarma para visitas técnicas



Investigadores

F. Betancourt

F. Concha

C. Goñi

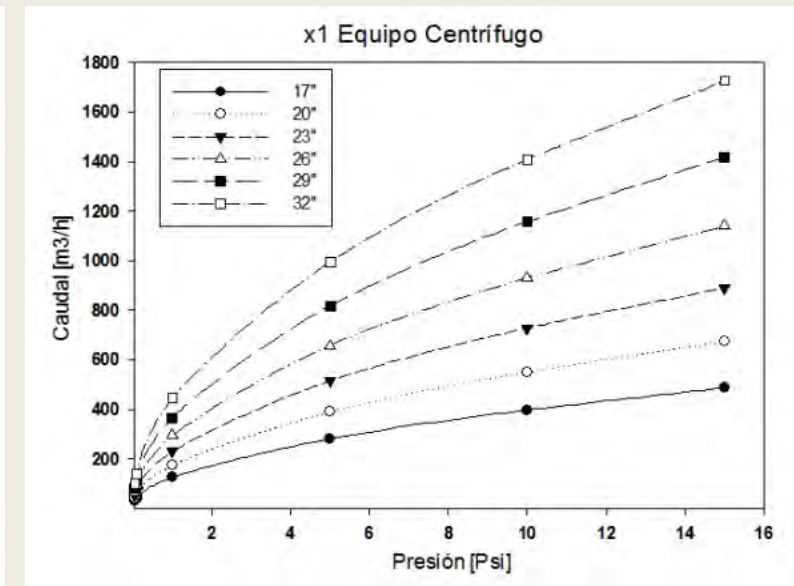
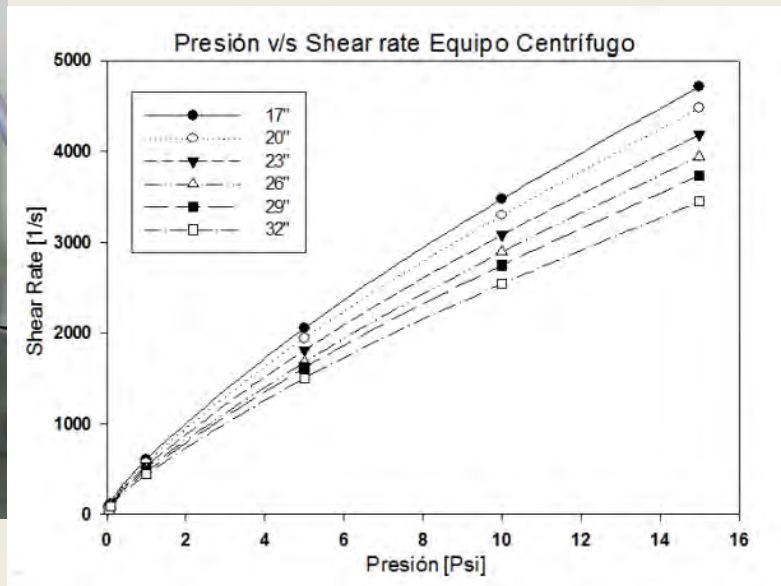
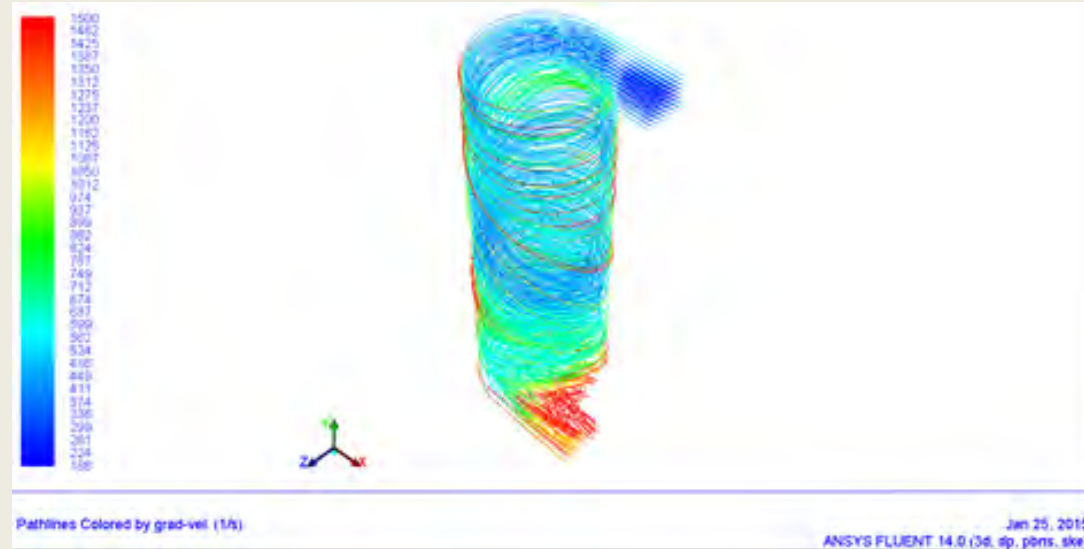
P. Cornejo

G. Montalva

Uso eficiente del Agua en Minería

- Recuperación y re-uso de agua en minería.
- Nueva tecnología de espesamiento utilizando ultra-floculación.
- Modelación del flujo de agua en la formación de tranques de relave.
- Factores de seguridad en tranques de relaves.

Reactor de Ultrafloculación para mejorar la recuperación de agua en espesadores



Investigadores

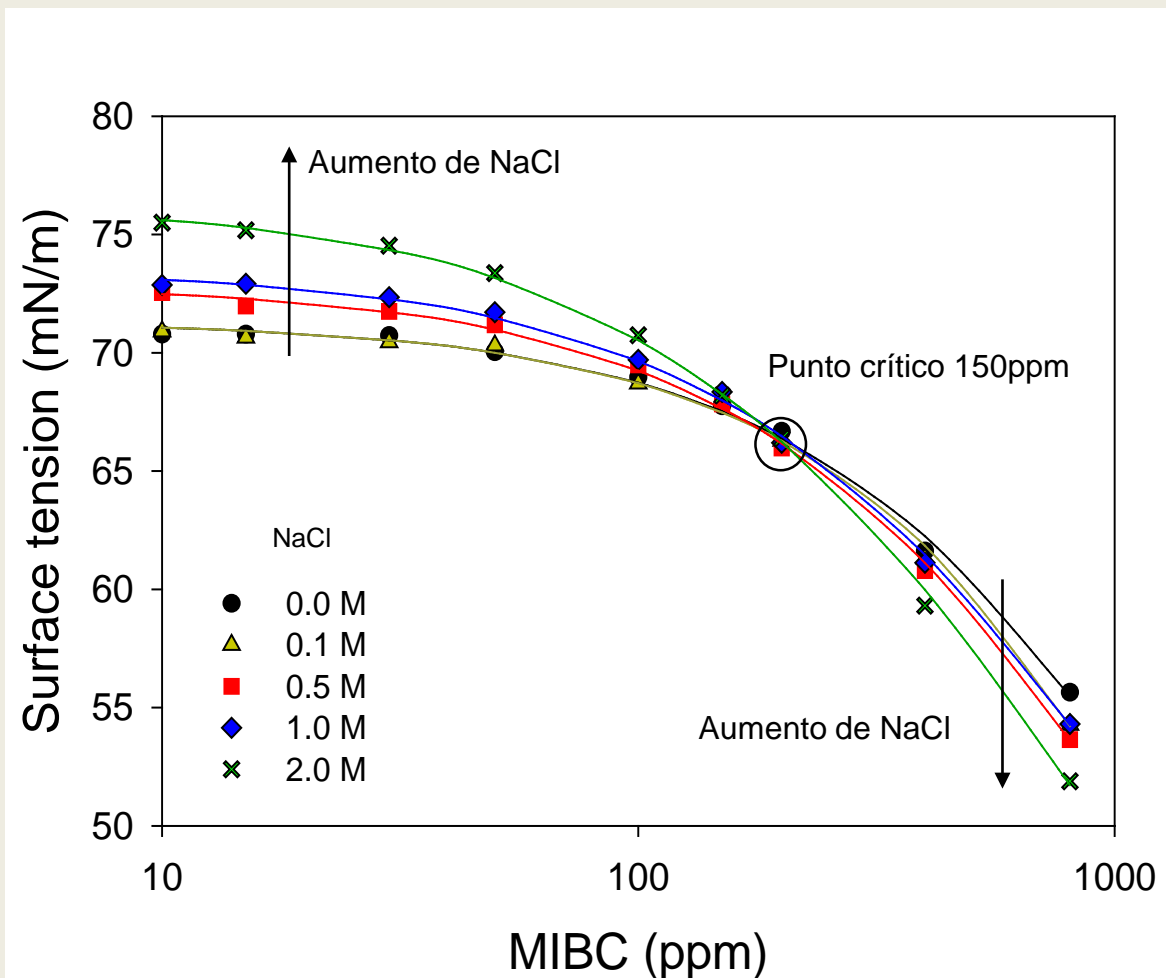
P. Toledo
F. Concha
C. Goñi
E. Holzapfel
L. Gutiérrez
S. Castro
J. Laskowski
S. Acuña
M. Vergara
Quezada
Saavedra
Rozas

(2) Agua de mar como nueva fuente de agua para la agricultura, minería y comunidades

- **Incógnitas científicas a aclarar.**
 - Efecto de las sales contenidas en el agua de mar sobre la superficie de partículas sólidas.
 - Modelación macroscópica de importancia en procesamiento de minerales.
- **Tecnologías a adaptar.**
 - Desalación del agua de mar.
 - Incrustaciones y contaminación biológica de membranas de osmosis inversa.
- **Nuevas tecnologías**
 - Pre-tratamiento del agua de mar.
 - Desarrollo de reactivos para la flotación de minerales de cobre agua de mar.

Espumantes en la flotación de minerales de cobre con agua de mar

Efecto de NaCl sobre el efecto del espumante (MIBC)



Experimentación y Dinámica Molecular

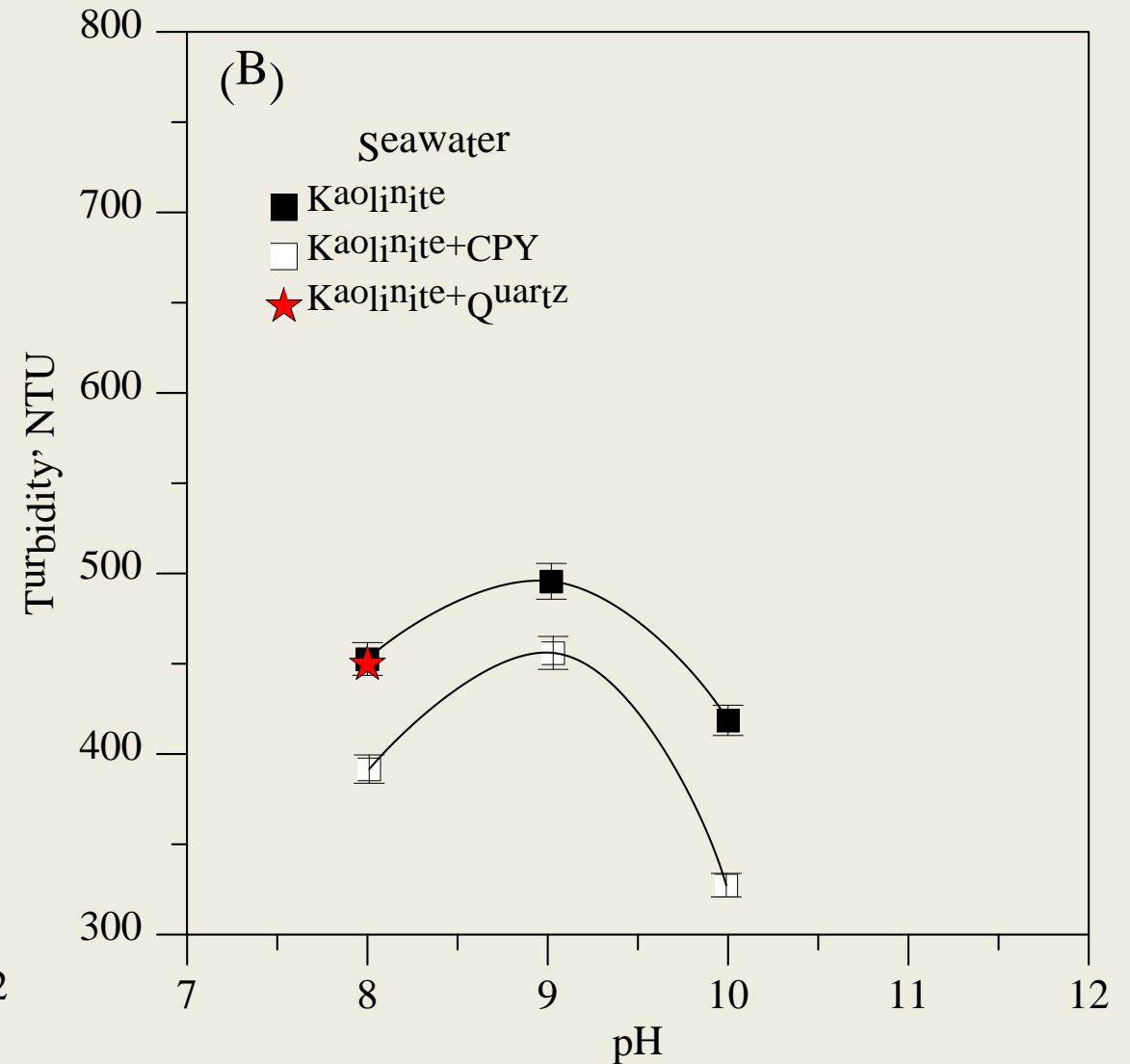
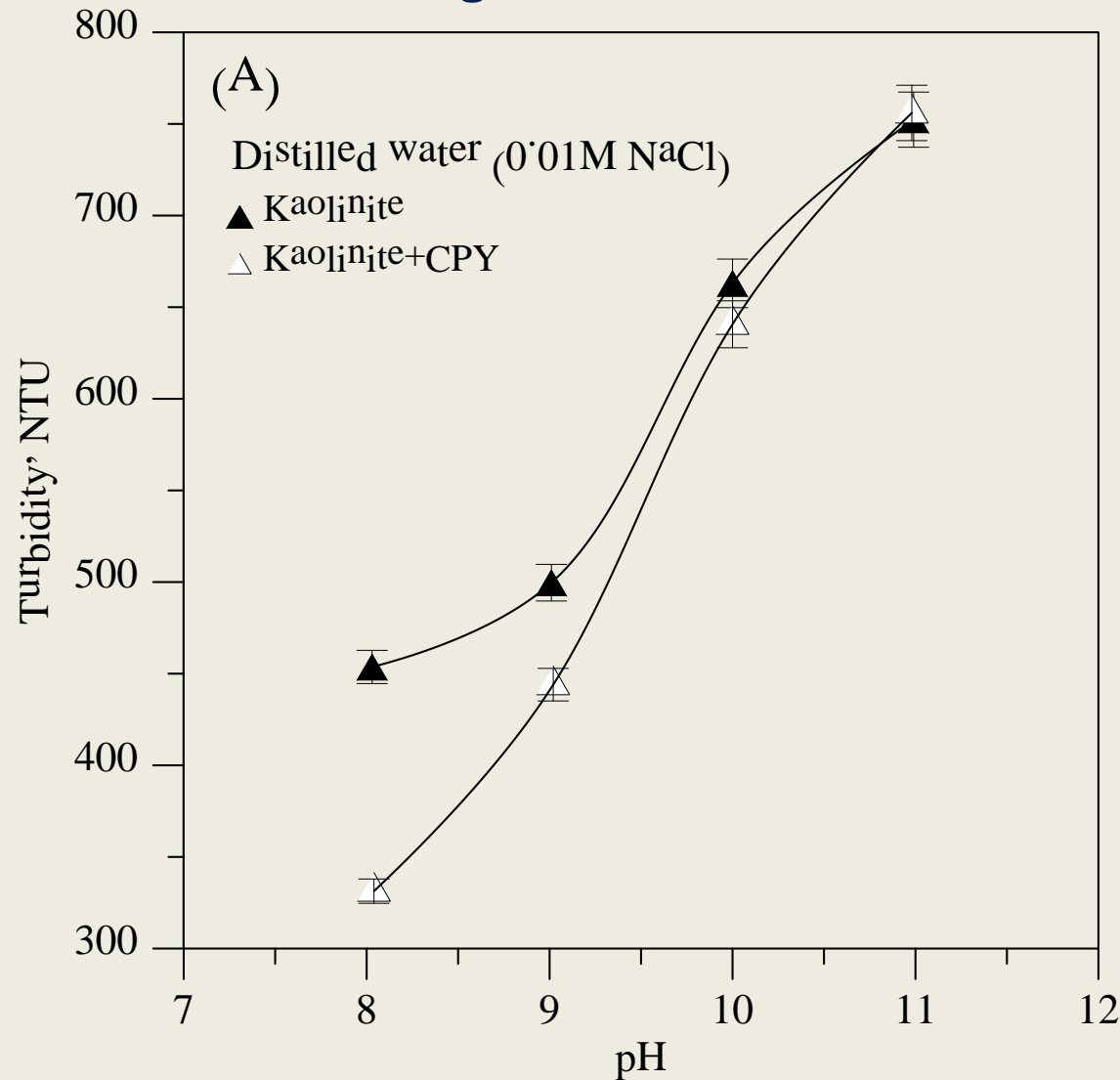
- Para concentraciones de MIBC menores a 150 ppm, la sal empeora la acción del espumante .
- Para concentraciones de MIBC mayores a 150 ppm, la sal mejora la acción del espumante .
- Símbolos, datos experimentales
- Curvas, dinámica molecular

Efecto de Arcillas en Flotación de Minerales de Cobre

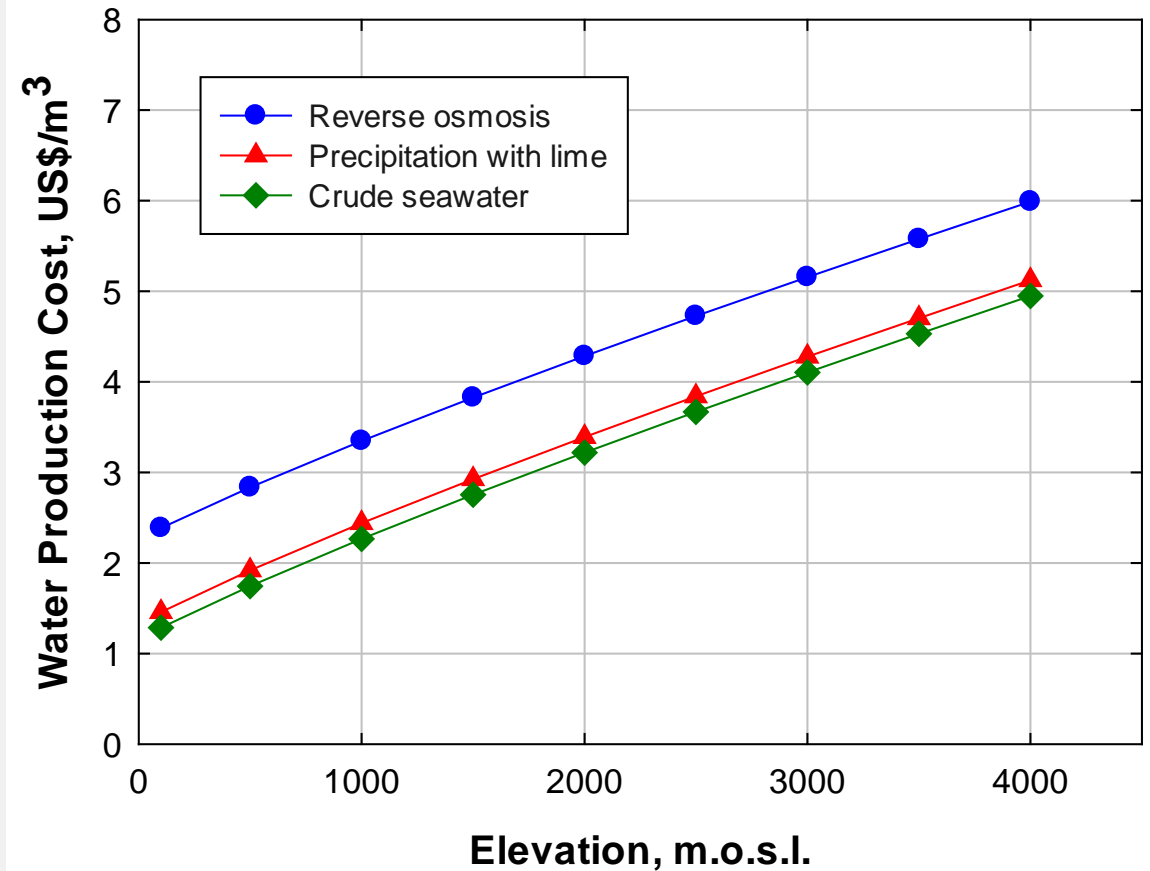
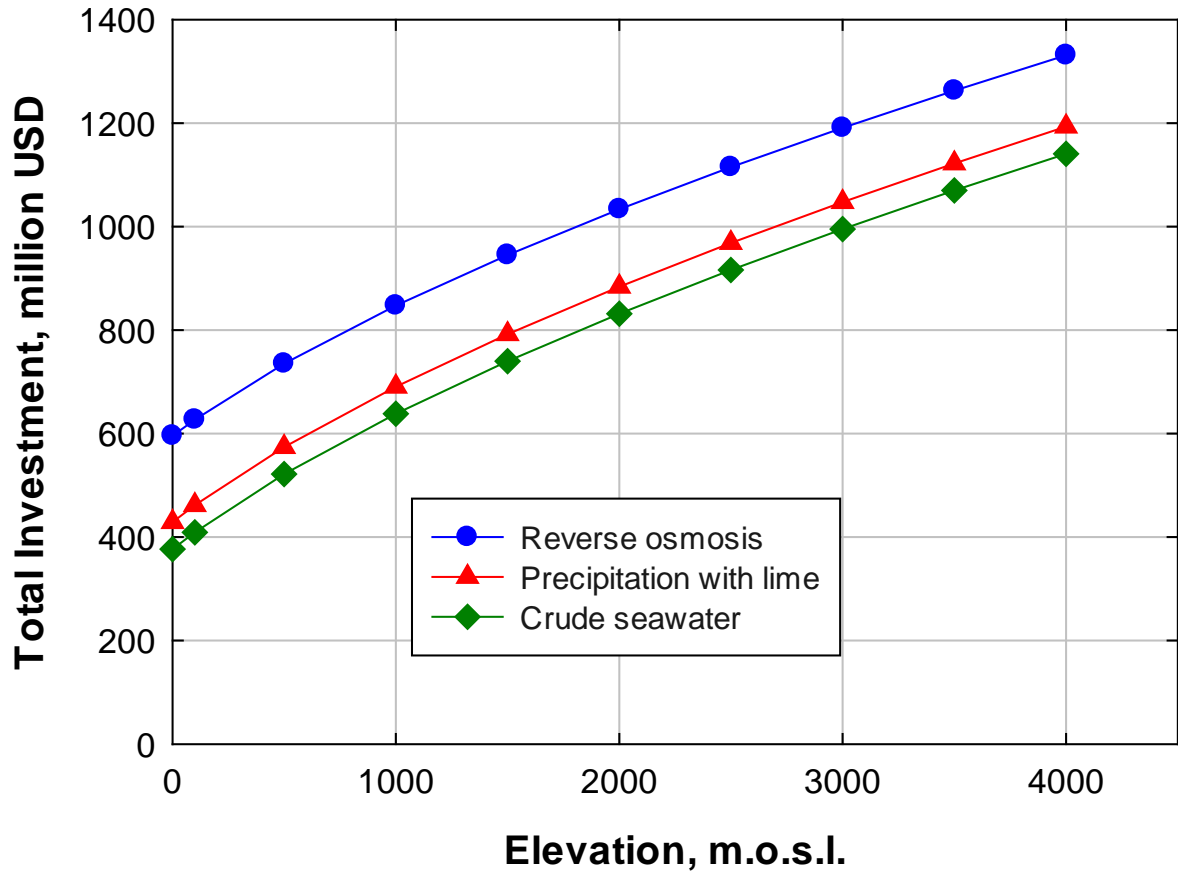


Agua destilada

Agua de mar



Inversión total y Costo del agua de Proceso desde agua de Mar: Desalada, Parcialmente desalada; Cruda



Investigadores

A. Schwarz
N. Pérez
R. Bórquez
G. Vidal
S. Chamorro
R. Bürger
P. Neumann
M. J. Venegas
M. Ortega
D. Jeison
C. Diez
F. Gallardo
G. Tortella
C. Reyes
R. Urrutia

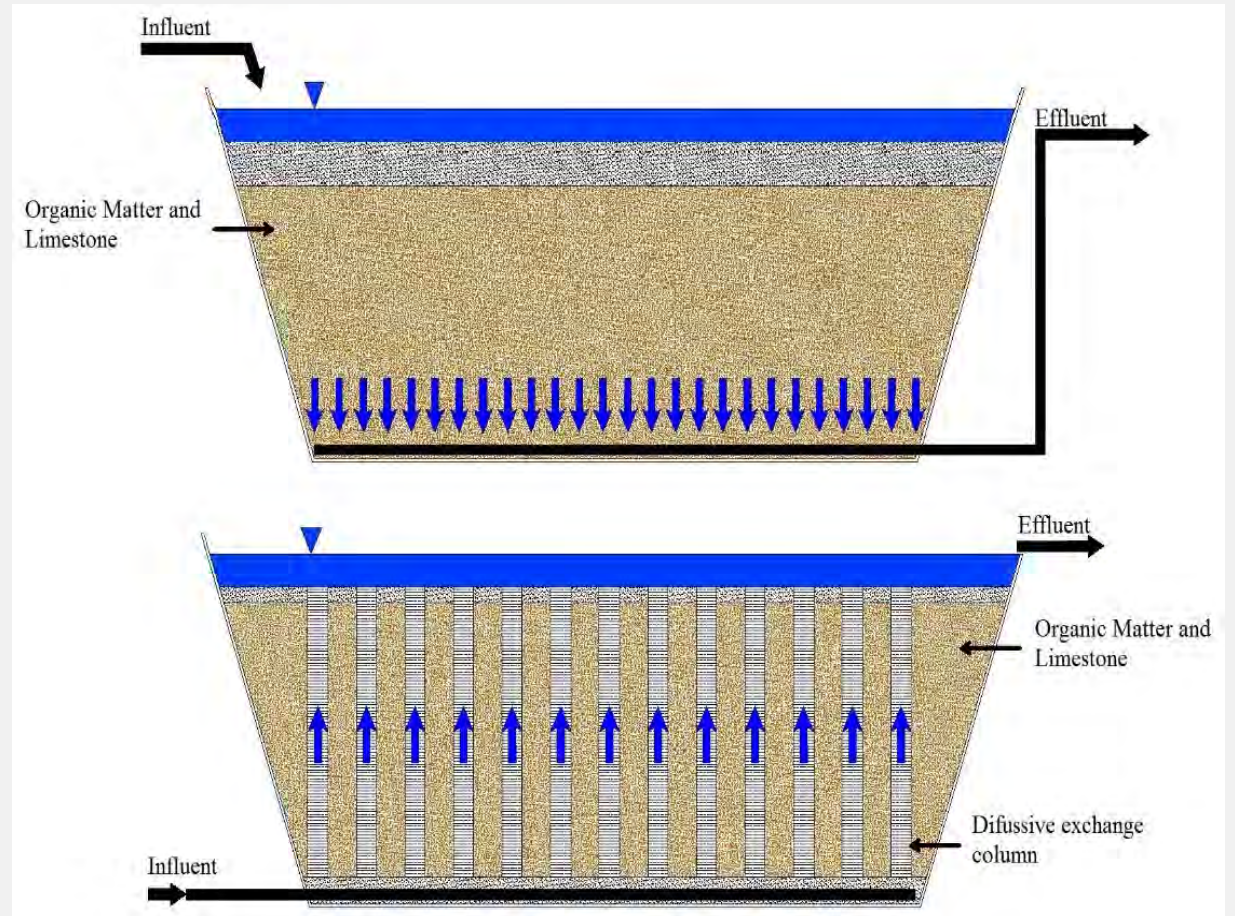
(3) Tratamiento de Efluentes y Remediación Ambiental

- Tratamiento de drenajes ácidos y efluentes mineros.
- Tratamiento de lodo activado.
- Revalorización de compuestos valiosos a partir de aguas residuales y/o residuos agroindustriales.

Sistema Reactor Bioquímico versus convencional par la recuperación de cobre desde drenaje ácido

Ventajas potenciales

- Mejor recuperación de cobre
- Mayor reacción superficial
- Sin peligro de atascamiento
- Reducido efecto tóxico



ESTACION PILOTO PARA EVALUAR EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN ZONAS RURALES



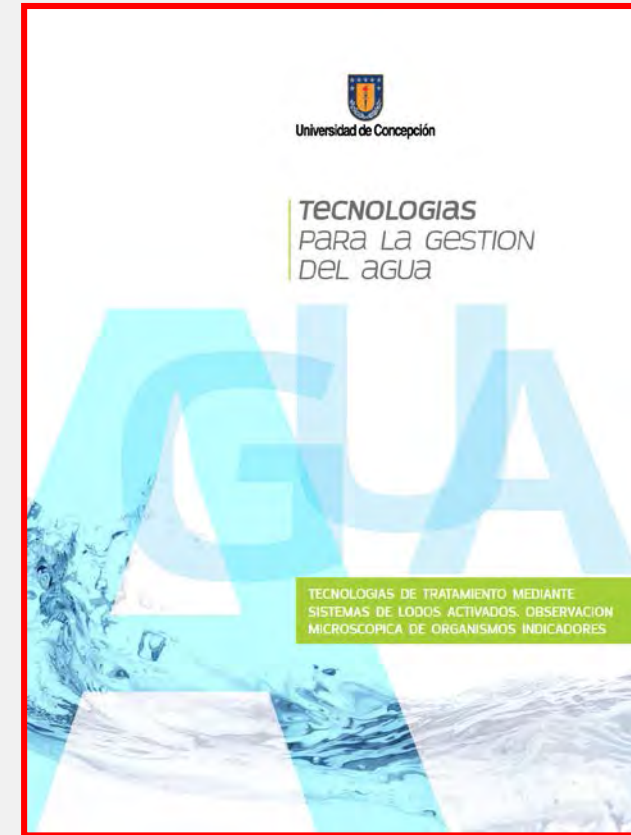
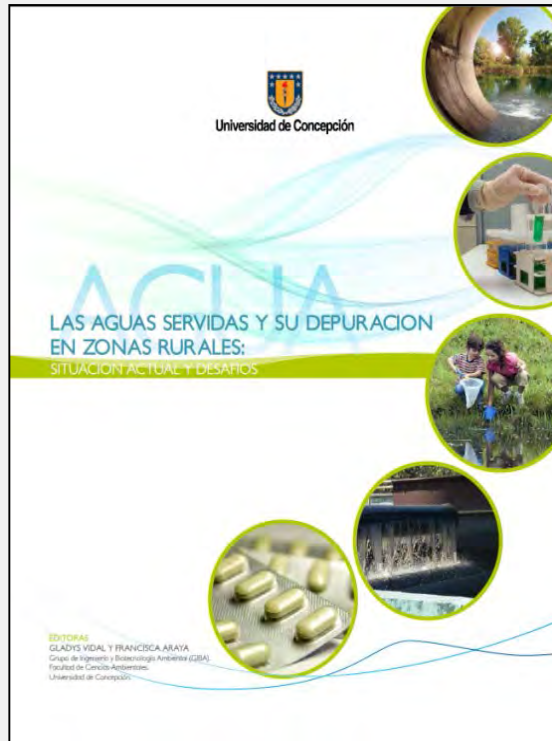
EFICIENCIAS DE ELIMINACION

- DBO₅: 45-75%
- DQO: 26 -67%
- SST: 75-97%
- SST : 78-97%

EDICION LIBROS PARA DISTRIBUCION TECNICA Y GENERAL

LAS AGUAS SERVIDAS Y SU DEPURACION EN ZONAS RURALES: SITUACION ACTUAL Y DESAFIOS

SERIE: TECNOLOGIAS PARA LA GESTION DEL AGUA
Tecnologías de tratamiento de agua mediante lodos activados.
Observación microscópica de organismos indicadores



FICHAS EXPLICATIVAS:
LAS AGUAS SERVIDAS,
TRATAMIENTO
Y SU REUSO



TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO MEDIANTE
SISTEMAS DE LODOS ACTIVADOS. OBSERVACION
MICROSCOPICA DE ORGANISMOS INDICADORES

(4) Hidrología y disponibilidad de Agua.

Investigadores

D. Rivera
R. Urrutia
A. Sterh
J. Vargas
J.L. Arumí
O. Lagos
E. Muñoz

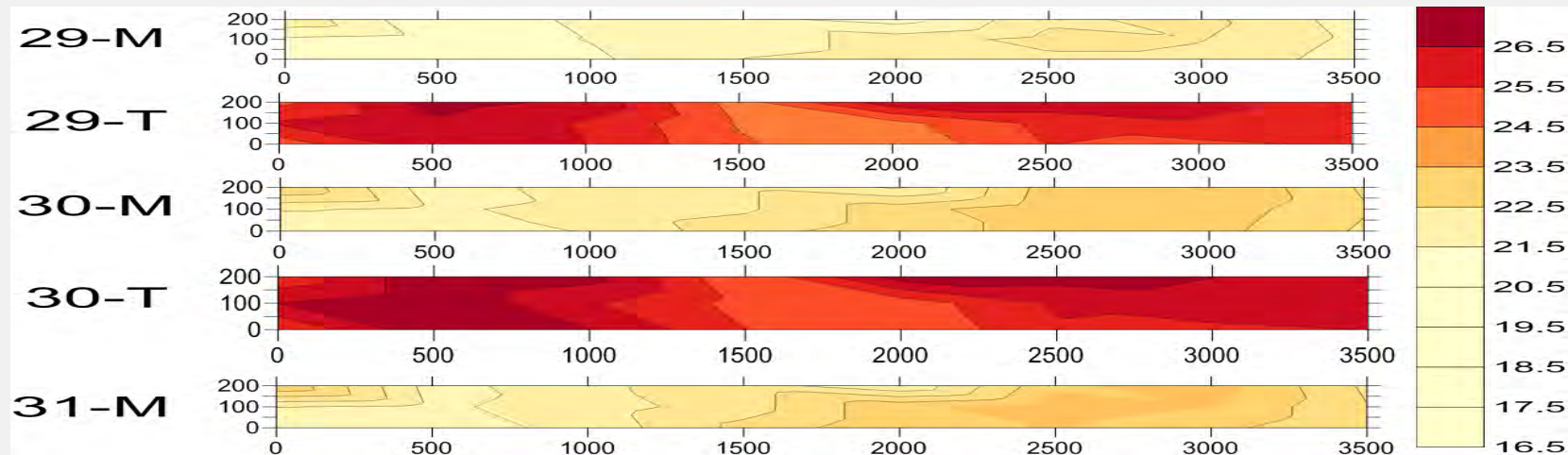
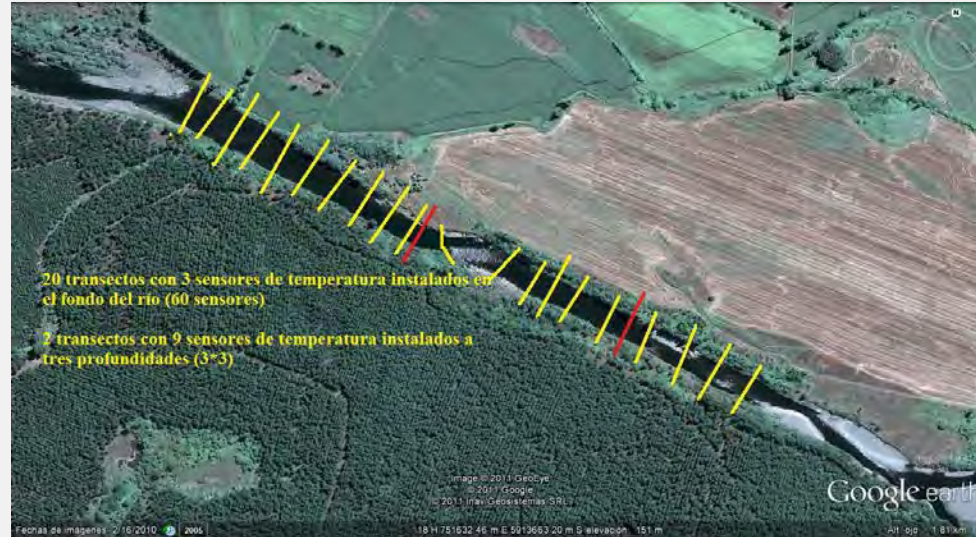
Desarrollo de herramientas de monitoreo y modelación

- Cambio climático.
- Dinámica de glaciares.
- Sistemas de agua subterráneas.
- Hidrología de lagos
- Calidad del agua.

Uso de la temperatura para estudiar la interacción entre agua subterránea y agua superficial



TDS



(5) Gobernanza, Ecosistema y Sustentabilidad

Investigadores

R. Barra

J.L.Arumí

J. Rojas

A. Alvez

V. Delgado

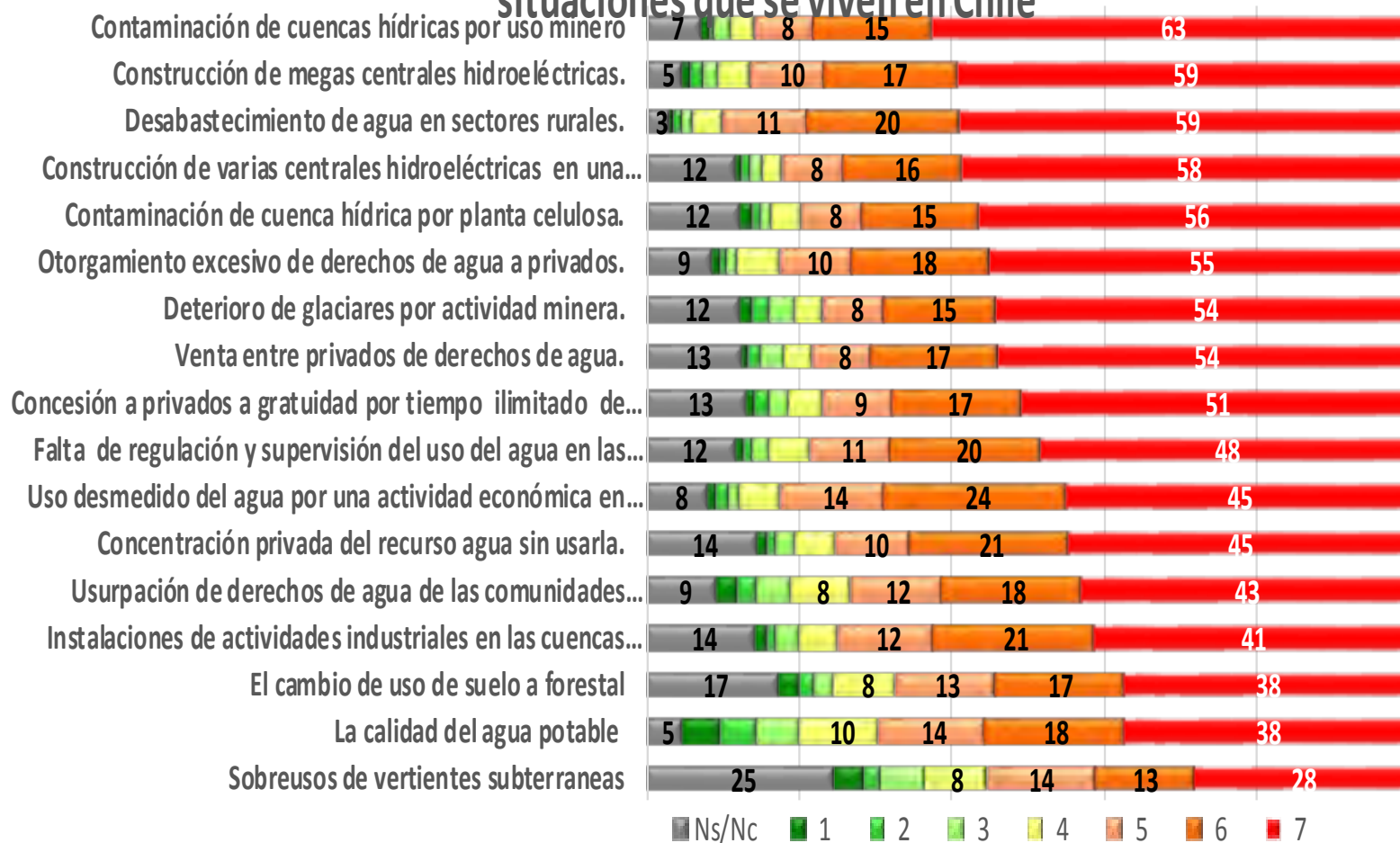
R. Figueroa

- Vínculos entre seres humanos y los sistemas de agua.
- Desarrollo de mejores estrategias, adaptadas al modelo chileno, para administrar los recursos de agua, basado en el concepto de servicios de los ecosistemas.
- Para entender los impactos de las tecnologías en los sistemas humanos.
- Sistemas no convencionales para la depuración de residuos de diferentes procedencias.

Percepción y prácticas ciudadanas del valor del agua como bien natural y social

Conflictos en torno al agua.

Gráfico 16: Percepción sobre el nivel de conflictividad frente a algunas situaciones que se viven en Chile



La Contaminación de cuencas hídricas por uso minero es una problemática reconocida por la gente



Construcción de mega centrales hidroeléctricas.



Desabastecimiento de agua en sectores rurales.





Pérdida de Servicios Ecosistémicos asociados a la ocurrencia de Incendios Forestales en la Región del Bio Bio

Incendios: Anula Sistema de ecoservicios en la Región del Bio Bio.

Principales Efectos:

- Pérdida de Biodiversidad
- Reducción de productos maderables y no maderables
- Pérdida de Biomasa para aprovechamiento energético.
- Reducción en la capacidad de fijación de CO₂
- Pérdida de la calidad del suelo
- Aumento de la biodisponibilidad de nutrientes para las cuencas.

Base de datos de jurisprudencia sobre judicialización de recursos hídricos.

Diagnostico

- Resulta necesario conocer como los jueces resuelven las causas relativas a recursos hídricos.
- No existe una base de datos especializada sobre la materia

Metodología

- Se fijan **criterios**: Fuente de Información (**Poder Judicial**); Rango Temporal (**2013 para el piloto**); Tribunales (**Juzgados de Letras**); Unidad Territorial (**Comuna**).

Base de
Jurisprudencia

- **1009 fallos** (depurados, analizados y clasificados)
- Determinación de **un tesoro**.



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

www.crhiam.cl

PROYECTO CONICY/FONDAP 15130015



Universidad
de Concepción

UDD
Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



RESULTADOS 2015

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y PUBLICACIONES

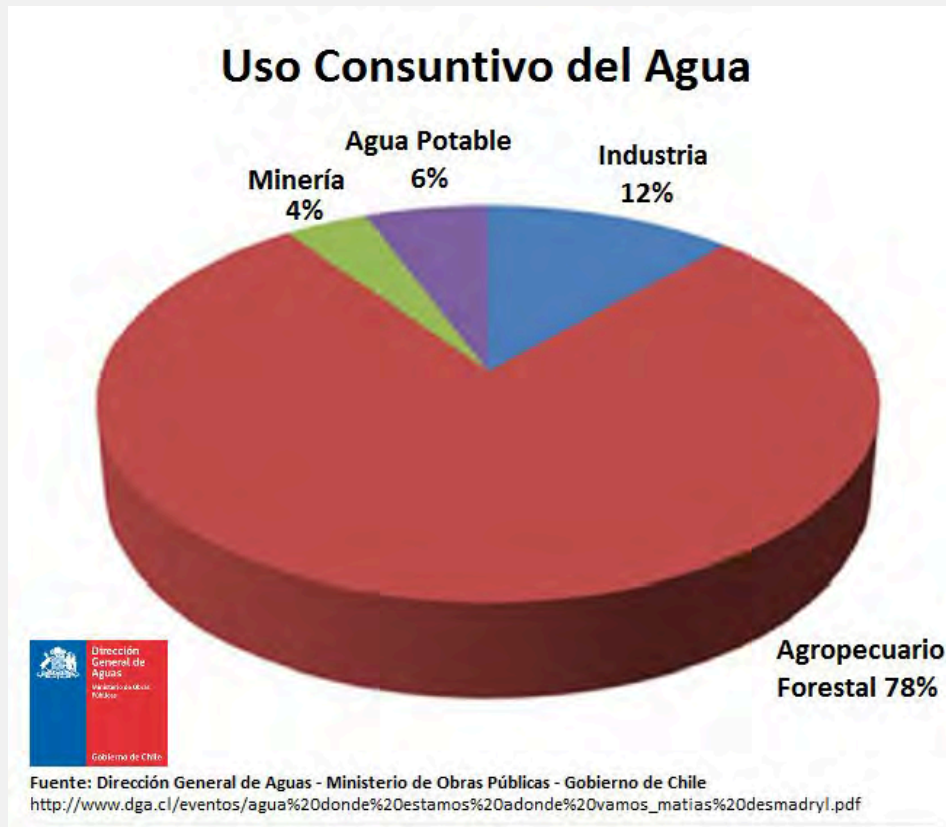
| Estudiantes | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Postdoctorados | 10 | 7 |
| Doctorados | 37 | 24 |
| Magister | 19 | 10 |
| Pregrado | 56 | 42 |
| Cursos de Capacitación | 19 | 25 |
| | | |
| Publicaciones | | |
| Libros | 2 | 2 |
| Capítulos de libros | 3 | 3 |
| Publicaciones ISI | 23 | 34 |

EXTENSION Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

| | 1014 | 2015 |
|---------------------------------------|------|------|
| Actividades internacionales. | 32 | 25 |
| Conferencias. | 12 | 29 |
| Seminarios y talleres organizados. | 8 | 6 |
| Síntesis de noticias. | 21 | 19 |
| Participaciones en políticas públicas | 0 | 2 |

Derribando mitos

1. La minería consume gran parte del agua en Chile.



Parcialmente falso

Como promedio en Chile la minería consume 4 a 6% del agua.

Sin embargo en la zona norte el consumo es mayor y puede llegar a un 30%