

**Agencia  
Nacional de  
Investigación  
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

**Nombre proyecto:** Nuevos modelos de flotación en la industria minera: herramientas de simulación, validación experimental y predicción para el tratamiento de minerales complejos con escasez de agua

**Código proyecto:** ACT210030

**Institución Principal:** Universidad de Concepción

**Nombre director:** Fernando Betancourt Cerdá

**Resumen:**

Con la apertura de la mina El Teniente, en 1905, Chile promovió la explotación llamado "Gran Minería del Cobre". De ese momento a la fecha, se registran un total de 757 relaves minero, dentro de los cuales un 85% de ellos están abandonados o inactivos. Estos números posicionan a los relaves como un problema importante, siendo actualmente el pasivo ambiental de mayor impacto en nuestro país. En particular, el relave Cauquenes ubicado en la Región de O'Higgins, es el relave de cobre más antiguo y de mayor dimensión, reservorio a la fecha del material depositado por El Teniente. Este relave se subdivide en sectores, destacándose "Cauquenes Viejo" (Antiguo 1936-1945), "Colihue" (Intermedio 1955-1970), y el actual (Nuevo hoy). Dentro de sus características fisicoquímicas encontramos elevadas concentraciones de metales (cobre principalmente), pH altamente ácidos (2.4-4.0) y elevadas oscilaciones de temperatura (-10 a 30 °C). Estas condiciones posicionan al relave Cauquenes como un escenario único natural, el cual no solo se caracteriza por presentar un ambiente extremo para la vida, sino también es un reservorio de casi 100 años de historia de la Gran Minería de Cobre en Chile.

En este contexto, identificar y caracterizar comunidades de microorganismos extremófilos que habitan en los tres sectores del relave Cauquenes, nos brindará valiosa información de la estructura de las comunidades y como estas se han mantenido o cambiado a lo largo del tiempo. De la misma forma, estudiar las capacidades metabólicas de la comunidad y como estas se complementan entre las especies, es fundamental para entender la adaptación de los organismos a un medio extremo, tema prácticamente no abordado a la fecha en ningún relave minero, conocimiento que, en definitiva, es parte del patrimonio de especies del país.

Considerando el número, tamaño y dimensiones, sumado a la complejidad del escenario ambiental y las variables involucradas, el estudio de las comunidades microbianas que habitan los relaves mineros debe abordarse desde diferentes disciplinas. Es por ello, que la tendencia actual es utilizar una aproximación desde la Biología de Sistemas para abordar este tipo de preguntas. En base a la generación e interpretación de modelos globales, la Biología de Sistemas logra representar características, procesos o incluso, permite identificar

**Agencia  
Nacional de  
Investigación  
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

interacciones entre miembros de una comunidad a través de la integración de datos de OMICOs.

Por estos motivos, a través de la interconexión de las diversas capacidades de investigadores nacionales e internacionales, el presente proyecto busca sentar las bases para la creación de un Centro de Biología de Sistemas para el estudio de comunidades que habitan relaves mineros. A nivel de investigación, buscamos:

- i) Caracterizar la estructura de las comunidades extremófilas de los relaves: Utilizando la información de la abundancia y diversidad de especies, pretendemos construir redes de co-ocurrencia representativas de las posibles interacciones microbianas entre las especies que habitan los tres sectores del relave Cauquenes (Antiguo, Intermedio y Nuevo).
- ii) Identificación y validación de los potenciales metabólicos de las comunidades y sus miembros: Construiremos modelos de redes biológicas (transcripcionales y metabólica) utilizando información del metagenomas de la comunidad y el genoma de aislados bacterianos obtenidos desde los tres sectores del relave, estudiaremos principalmente las capacidades relacionadas con ciclos biogeoquímicos, resistencia a ambientes extremos (principalmente metales y pH) y antibióticos, y como estas cambian o se conservan en el tiempo.
- iii) Registro y clasificación de información - Bases de datos y colección de cepas: Actualmente, no existen registros detallados o reservorio de especies que habitan los relaves mineros. Del mismo modo, desconocemos el potencial génico presente en estos sectores. El por ello, construiremos primero una base de datos que integre de forma ordenada y de fácil acceso, todos los genes identificados presentes en el relave, incluyendo información sobre proteína codifica función, COG, KEGG, secuencia, especie, origen (metagenoma o genoma), entro otros.