



ORD. N°: 045/2025

MAT: Informe técnico trimestral
periodo abril – junio 2025,
Proyecto FNDR "Continuidad
Operativa Corporación
CICITEM 2021-2024".

FECHA: 07 de junio del 2025.

A: SR. FREDDY ARTEAGA VALDÉS
JEFE DIVISIÓN DE PRESUPUESTO E INVERSIÓN REGIONAL.
GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA

DE: SR. PEDRO GALLEGUILLOS PEREZ
DIRECTOR CIENTIFICO CICITEM, REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Estimado Jefe de División:

Por medio de la presente nos es muy grato saludarle al tiempo de indicar que adjunto al presente, Informe técnico trimestral correspondiente al periodo de abril a junio 2025, del Proyecto FNDR "Continuidad Operativa Corporación CICITEM 2021 - 2024" ejecutado por este centro de investigación.

Sin otro particular, le saluda cordialmente,




Pedro Galleguillos Pérez
Director Científico CICITEM

CC: Archivo CICITEM



INFORME TRIMESTRAL ABRIL - JUNIO 2025
SOBRE GLOSA PRESUPUESTARIA 08 - 16.8. RELATIVA A TRANSFERENCIAS
A LAS CORPORACIONES O FUNDACIONES CONSTITUIDAS CON LA
PARTICIPACIÓN DEL GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA

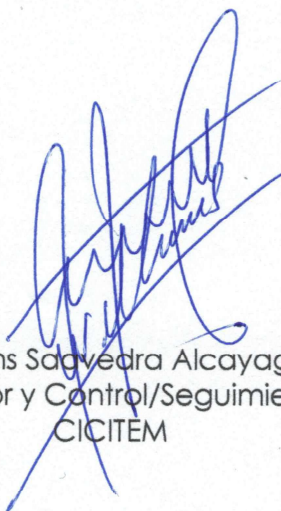


JULIO 2025

Tipo de documento: Rendición Técnica Trimestral

Período: Abril – Junio 2025

Elaborado por:



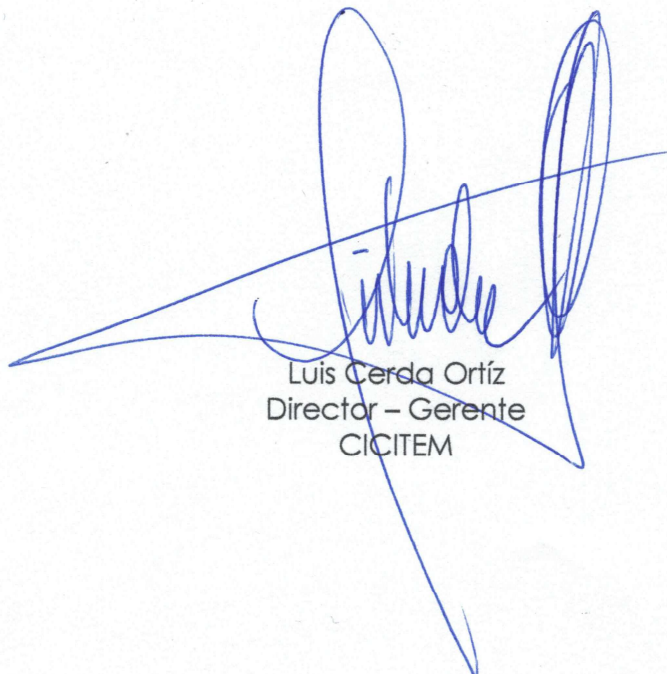
Williams Saavedra Alcayaga
Profesional Formulador y Control/Seguimiento de Proyectos
CICITEM

Aprobado por:



Pedro Galleguillos Pérez
Director Científico
CICITEM

Validado por:



Luis Cerda Ortíz
Director – Gerente
CICITEM

1. Nombre o razón social de la corporación

Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería CICITEM, R.U.T. 65.937.660-1

2. Misión – Visión

Misión 2019 - 2025:

La misión de CICITEM es Crear e Implementar soluciones científicas-tecnológicas a los problemas, necesidades y desafíos de la Región y su Industria.

Visión 2019 – 2025:

La visión de CICITEM es consolidarse como Centro de Investigación Científica- Tecnológica de reconocida excelencia que provee soluciones efectivas para el desarrollo sustentable de la Región de Antofagasta, con una clara proyección internacional

3. Principales Hitos de la Gestión “Continuidad Operativa 2021 – 2024”.

Con el financiamiento anterior “Continuidad Operativa CICITEM 2018 – 2021”, se redefinió el quehacer científico del Centro que por años estuvo focalizado solo en la línea de Minería, para incorporar nuevas líneas de investigación, tales como: Medio Ambiente, Energía, Recursos Hídricos Continentales y Marinos. La determinación de las nuevas líneas de investigación se enmarcó en una “redefinición estratégica”, donde se consideró las necesidades regionales y cómo CICITEM, podría ser un aporte en otras áreas de interés regional.

Para alcanzar el desarrollo de estas nuevas líneas de investigación se incorporó a científicos regionales y nacionales para ser parte del equipo de investigación del Centro, es así, como se incorpora el Dr. Lindley Maxwell Villacorta, como

especialista y director de la línea de Energía, focalizada en la investigación aplicada, principalmente en Hidrógeno y energías limpias. También, se incorpora el Dr. Pablo Rojas Venegas, quien estuvo a cargo hasta Julio 2022, y tenía a cargo la línea de Recursos Hídricos Marinos, línea que lleva a cabo investigaciones asociadas a los impactos de las desaladoras, así como también, el análisis y sistematización de base de datos ambientales de las Bahías de la región, monitoreo y seguimiento ambiental, entre otras. Adicionalmente, se incorpora la Dra. Carolina Gamboa Palacios, quien lideró la línea de Recursos Hídricos Continentales, llevando a cabo los muestreos y análisis de humedales urbanos hasta el mes de febrero 2022.

La línea de Minería y la incipiente línea de Medio Ambiente, se reestructuran, quedando los Drs. Pedro Galleguillos Pérez y Víctor Zepeda Álvarez a cargo de la línea de Minería, los que se enfocan en la pequeña minería, relaves, metales estratégicos y desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre, entre otros desarrollos. En cuanto a la Dra. Lorena Escudero González, queda liderando la línea de Medio Ambiente, centrando su trabajo en la búsqueda de microorganismos para evaluar su aplicación en la remediación de suelos.

Cabe destacar que uno de los hitos más significativos que CICITEM consiguió con el financiamiento anterior, fue obtener un espacio propio, en donde estuvieran albergados tanto el equipo científico, como los profesionales y técnicos que colaboran en distintos ámbitos de las investigaciones, así como todo el soporte administrativo.

En octubre del 2020 CICITEM se traslada al Sector Industrial La Negra, donde se habilitan laboratorios, siendo necesario solicitar a las Universidades regionales: Antofagasta y Católica del Norte, la devolución del equipamiento adquirido desde la creación del Centro y que se encontraban en resguardo de cada universidad, debido a que CICITEM no tenía sus instalaciones propias.

Mediante el Memo N°1266 de fecha 20 de diciembre 2022, la División de

Planificación y Desarrollo Regional resuelve aprobar la solicitud de reevaluación del proyecto Continuidad Operativa 2021-2024, la cual tiene por objeto re-itemizar diversos ítems, tales como Recursos Humanos, Gastos de Operación, Inversión y Difusión, imprescindibles para la adecuada ejecución del proyecto.

Mediante Ordinario 02420/2024 con fecha 04 de octubre de 2024, la División de Presupuesto e Inversión Regional del Gobierno Regional, aprobó la extensión de plazo por siete meses.

El 28 de noviembre de 2024 a través de Ordinario 02870/2024, la División de Presupuesto e Inversión Regional del Gobierno Regional, aprobó una Reevaluación presentada por CICITEM.

En enero de 2025 se detectaron irregularidades financieras perpetradas por el Sr. Rubén Rojo Maturana, hasta ese entonces Director Gerente de CICITEM. A raíz de esto se reunieron todos los antecedentes administrativos y fueron puestos a disposición del Gobierno Regional, el cual, por su parte presentó una denuncia al Ministerio Público por presuntos delitos de fraude al fisco y malversación de fondos públicos. A la fecha, la Fiscalía Regional se encuentra en un proceso de investigación y en forma paralela, el Directorio de CICITEM desvinculó al Sr. Rojo Maturana por incumplimiento grave de las obligaciones del contrato tipificada en el artículo 160 N°7 del Código del Trabajo. Además, nombró como nuevo representante legal de CICITEM al Sr. Luis Cerda Ortiz.

A la fecha, el Fiscal Regional sr Cristian Aguilar se encuentra a cargo de la investigación. La plataforma del Poder Judicial no presenta nuevos antecedentes que aportar en este informe.

3.1. Planificación y entregables comprometidos para el Proyecto Continuidad Operativa 2021-2024.

El financiamiento obtenido para este nuevo período de funcionamiento asciende a **\$3.870.380.000.-** los cuales se destinarán principalmente en llevar adelante las investigaciones y actividades propuestas por cada línea de investigación. Cabe indicar que la planificación propuesta por CICITEM para ejecutar el presupuesto asignado, comenzaba en noviembre 2021, pero el Convenio firmado y con toma de razón llegó con fecha **21 de enero 2022** y los recursos fueron transferidos el día **10 de marzo 2022**

por un monto anual de \$1.204.660.000.- esto tiene como consecuencia directa, que las actividades propuestas no han sido del todo posible de ejecutar.

En el siguiente apartado se indicará las áreas que cada línea desarrollará y sus indicadores de cumplimiento, establecidos para los 3 años de ejecución del proyecto, pudiendo ser cumplidos año a año o en su conjunto.

El **12 de abril de 2023**, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-

El **17 de junio de 2024** se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional por un monto de \$486.650.000.-

El **13 de febrero de 2025** se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.

El **04 de marzo de 2025** se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.

El **07 de abril de 2025** se recibe la sexta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$138.508.183.

El **25 de abril de 2025** se recibe la séptima remesa del Gobierno Regional por un monto de \$173.555.769.

El **26 de mayo de 2025** se recibe la octava remesa del Gobierno Regional por un monto de \$122.106.193.

3.1.1 LÍNEA MINERÍA

En esta línea para el período 2021 – 2024, tiene por objetivo investigar y ahondar en las siguientes áreas:

a) **Apoyo científico tecnológico a la pequeña minería.**

A través de las actividades consideradas, se realiza un acercamiento directo al trabajo actual de pequeños mineros con el fin de abordar brechas y poder avanzar en su desarrollo a través de innovaciones generadas desde CICITEM.

Compromisos:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Convenios | : 100 % (Agremital) |
| 2. Capacitaciones | : 90% (Visitas a faenas) |
| 3. Análisis químicos a pequeños mineros | : 100% |

Respecto de las capacitaciones propuestas, resultó de mayor provecho realizar visitas a cada productor en lugar de reuniones puntuales con más de un productor. Se conocieron los requerimientos determinaciones de cobre en materiales de desmontes y de otros elementos diferentes al cobre, tales como plata y oro, en este último se ha buscado implementar un análisis alternativo de acuerdo al equipamiento con que se cuenta en los laboratorios de CICITEM.

b) **Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre.**

Parte del impacto ambiental a largo plazo de los procesos mineros, especialmente en procesos de flotación, se debe al uso de reactivos químicos de elevada toxicidad, tales como Xantatos, alcohol graso, poliglicéridos, ácido fórmico, entre otros. Un esfuerzo de investigación con el objetivo de reemplazar estos últimos por compuestos biodegradables representa un aporte relevante a la sustentabilidad de los actuales procesos mineros en la

Región y el país.

Compromisos:

- | | |
|--|---------|
| 1. Aislamiento de microorganismos | : 100 % |
| 2. Investigación de los efectos en flotación | : 70 % |
| 3. Investigación de los efectos en floculación | : 70 % |
| 4. Pruebas en circuito de flotación | : 30 % |

Los microorganismos son fuente de reactivos biodegradables y CICITEM posee material biológico para esta investigación, sin embargo, se ha requerido de mayor tiempo del estipulado para la activación y el enriquecimiento de los cultivos, para luego continuar con el aislamiento de microorganismos y probar sus efectos al incluirlos en procesos de flotación de sulfuros de cobre y floculación de partículas en suspensión a nivel de laboratorio. Actualmente, se han aislado e identificado 4 cepas, de las cuales se seleccionará 1 para pruebas de flotación y floculación.

c) Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región.

Un legado de la larga explotación minera en la región, es la presencia de relaves con considerables niveles de toxicidad que a pesar de sus características pueden transformarse en nuevas fuentes de recursos valiosos por su contenido de elementos que hoy son considerados como estratégicos. Los relaves que han sido parte hasta ahora de esta investigación en particular son Sotramin en Taltal y Playa Negra (o Santo Domingo), ubicada a 9 Km al sur de la localidad de Paposo.

Compromisos

- | | |
|---|--------|
| 1. Selección y caracterización Relaves | : 100% |
| 2. Alternativas recuperación de metales | : 100% |
| 3. Diseño de un proceso de recuperación | : 95% |

Se ha logrado caracterizar dos relaves relevantes de la Región en los cuales

se han determinado elementos de valor, considerados como estratégicos. Los principales elementos estudiados fueron Cobalto y Tierras raras, sin embargo, una de las principales dificultades ha sido encontrar laboratorios para el análisis de tierras raras y el alto costo asociado a estos. Con esta investigación se generó la tesis del alumno Pedro Egaña "Concentración de tierras raras provenientes de relaves mineros de la región de Antofagasta", que trató sobre la evaluación de procesos de concentración y separación de tierras raras, por medio de concentración gravitacional y magnética. En el contexto de la investigación y en cooperación con la U. de La Serena se postuló y adjudicó el proyecto "Obtención de soluciones de cobalto y hierro desde relaves mineros". código BIP 40047608-0, para la recuperación de cobalto desde relaves mineros. Por otra parte, la adjudicación del proyecto "Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Región Chile", Código R23F000, se abre la posibilidad de continuar y profundizar este tipo de estudios considerando aplicaciones de H2 verde.

d) Estudio de alternativas sustentables para el tratamiento de relaves mineros.

Esta investigación, al igual que la anterior se enfoca en el tratamiento de relaves, sin embargo, esta se deriva del proyecto FIC R de relaves desarrollado entre los años 2014-2017.

Compromisos

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. Selección de Relaves priorizados | : 100% |
| 2. Pruebas recuperación de valor | : 100% |
| 3. Determinación de estabilidad | : 80% (TCLP de residuos) |

En esta investigación se han realizado pruebas de lixiviación en columnas y se generó la tesis de la alumna Javiera Fuentes "Optimización de la recuperación de minerales de óxido de hierro, a partir de arena de playa Santo Domingo, comuna de Taltal" que apuntó por una parte a la remediación sustentable de una playa contaminada de la Región por

medio de la obtención de un concentrado de Fe, potencialmente tratable con H₂ verde para su refinación. Esta línea de trabajo en gran parte se superpone con la línea de trabajo del proyecto basal anteriormente descrito.

e) Investigación del uso de lixiviación por agitación en concentrados de cobre o polimetálicos

A diferencia de décadas anteriores en que primó la producción de cátodos, gran parte del cobre producido hoy en la Región es exportado bajo la forma de concentrado, para luego ser exportado y sometido a procesos pirometalúrgicos. Uno de los problemas en el procesamiento de concentrados, es la presencia de elementos contaminantes (como el arsénico), lo cual requiere de operaciones adicionales en procesos de fundición, incidiendo en el costo y por lo tanto son pagados a menor precio o simplemente no son aceptados por las fundiciones. El objetivo de esta investigación es la búsqueda de procesos sustentables y alternativos a la fundición, para la producción de cátodos de cobre, por medio de hidrometalurgia.

Compromisos

1. Obtención de concentrados	: 100 %
2. Selección y Caract. De concentrados	: 100 %
3. Pruebas de lixiviación	: 100%
4. Diseño de proceso	: 90 %

Los resultados parciales destacan las ventajas de los procesos hidrometalúrgicos como alternativa para el procesamiento de materiales no aptos para fundición debido a la presencia de contaminantes como el As. Dentro de los materiales de este tipo, además de los concentrados de Cu se encuentran otros como los polvos de procesos de tostación y escorias de fundición que potencialmente podrían ser tratadas por medio de lixiviación

por agitación para la recuperación de Cu u otro elemento de valor. Dentro de la proyección de esta investigación basal se estudiará la obtención de polvos metálicos por medio de la reducción usando H₂ verde, en el marco del proyecto de Fortalecimiento de Centros Regionales

En Anexo A se encuentra un Informe Técnico de esta Línea de Investigación

3.1.2 LÍNEA ENERGÍA

Las investigaciones que contempla esta línea en su financiamiento basal, son las siguientes.

a) Síntesis de electrolitos sólidos.

Los electrolitos sólidos son materiales que permiten la conducción de iones en estado sólido, en lugar de estado líquido como los electrolitos convencionales. Estos materiales son clave en el desarrollo de tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía, como las baterías de litio en estado sólido. Los electrolitos sólidos ofrecen varias ventajas, incluyendo mayor seguridad, mayor densidad de energía, y una vida útil más larga en comparación con los electrolitos líquidos. Su capacidad para operar a temperaturas más altas y evitar fugas de líquidos inflamables, los hace ideales para aplicaciones en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos portátiles. Inicialmente se definió comenzar con dos estudios en la línea, enfocados en el Litio, por medio de cooperación con la U. de Antofagasta, estableciéndose los siguientes indicadores:

Compromisos

1. Obtención de materiales	: 100 %
2. Síntesis de material	: 100 %
3. Caracterización de material	: 100 %
4. Pruebas prototipo nivel laboratorio	: 100 %

b) Síntesis y estudio de materiales catódicos.

Compromisos

1. Obtención de material	: 100 %
2. Síntesis de material	: 100 %
3. Caracterización de material	: 100 %
4. Pruebas prototipo nivel laboratorio	: 30 %

Para estos estudios se han presentado dificultades importantes, que derivan desde los ámbitos de infraestructura y de recurso humano. Por una parte, existen ya instituciones que poseen avances en los temas planteados, además de infraestructura significativa que les permite llevar a cabo este tipo de investigaciones con la debida celeridad. CELIMIN de la Universidad de Antofagasta es una de estas instituciones y con la cual se pudo establecer inicialmente cooperación para avanzar, sin embargo, luego de un año de trabajo, en donde se presentaron desafíos técnicos relevantes, el tesista de postgrado financiado por CICITEM no pudo continuar su trabajo por razones de salud, lo que dificultó aún más poder superar los desafíos y continuar con el desarrollo propuesto. De acuerdo a lo anterior se ha planteado seguir cooperando con CELIMIN en estos temas, pero redirigir los esfuerzos institucionales hacia nuevas áreas de desarrollo, principalmente hidrógeno verde, tema en el cual ya se han apalancado recursos para infraestructura propia y la contratación de profesionales, a través de proyectos con financiamiento del Gobierno Regional, CORFO y ANID.

3.1.3. RECURSOS HÍDRICOS

La línea Actualmente no cuenta con un investigador líder y a pesar de diversos llamados a concurso no se han obtenido candidatos que reúnan el perfil y grado requerido. Esta línea centra sus investigaciones y desarrollos principalmente en:

- **Análisis y Sistematización de Bases de Datos Ambientales de las Bahías de la Región de Antofagasta**, se realizará el análisis de bases de datos de parámetros medioambientales obtenidos desde diferentes fuentes de

información y/o estudios (i.e., FNDR, FIC, POAL, PVA, EIA, DIA, entre otras fuentes) de la Región de Antofagasta. Esto constituye actualmente una herramienta de gran utilidad, puesto que del análisis de dichos datos se puede obtener información muy precisa respecto de las condiciones ambientales actuales y pasadas de una bahía en particular.

Indicador	Métrica	Avance de Cumplimiento
Obtención de la base de datos del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL)	Cantidad de bases de datos obtenidos	Análisis de los datos POAL de las matrices agua, sedimentos y biota para Bahía Mejillones completada. Se trabajará en la obtención de los datos para Bahía de San Jorge.
Obtención de la base de datos del Sistema de Evaluación Ambiental (estudios de impacto ambiental; declaraciones de impacto ambiental; y planes de vigilancia ambiental asociadas RCA)	Cantidad de bases de datos obtenidos	Obtención de datos PVA/PASMAM/PSA de las matrices agua, sedimentos y biota para Bahía Mejillones completada. EIAs y DIAs no fueron recopiladas por sugerencia de la SEREMI de Medio Ambiente en el caso de Mejillones. Se trabajará en la obtención de los datos para Bahía de San Jorge.
Obtención de información de estudios sectoriales realizados en las bahías de la Región	Cantidad de bases de datos obtenidas	Se obtuvo e incorporó información en base de datos de CICITEM de la base de datos del Centro de Ecología Aplicada generada en proyecto FNDR: "Diagnóstico y monitoreo ambiental de la bahía Mejillones del Sur", BIP 30126368.
Realización de análisis	Informe final de	Se completaron los análisis

multivariado	Análisis de la información previa de las bahías de la región	multivariados para la matriz de agua, sedimento y biota de la base de datos de Bahía para los Mejillones entre los años 2013-2021.
Taller de difusión de resultados obtenidos	Al menos un taller de difusión a la comunidad en general	Una vez terminada la etapa de recopilación de datos y sistematizados análisis de datos, se realizará un taller de difusión de resultados.

- **Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía San Jorge**, con la finalidad de contar con un diagnóstico de potenciales perturbaciones antrópicas sobre variaciones temporales y espaciales de la biodiversidad, abundancia y distribución de las comunidades submareales y de las condiciones físico-químicas del ambiente marino en la bahía, esta línea trabajará en muestreos cualitativos y/o cuantitativos de la bahía previos y posteriores a una acción de perturbación.

Indicador	Métrica	Avance de Cumplimiento
Determinación de puntos de muestreo	Nº de puntos de muestreo	Durante el segundo trimestre se estableció la localización de estaciones de monitoreo en sectores costeros de Bahía San Jorge.
Obtención de data en columna de agua y sedimentos	Nº de muestras tomados y analizados	Durante el tercer trimestre se reevaluó realizar la primera campaña de muestreo, posponiéndola para la temporada de estación de verano primer trimestre del próximo año para comparar estacionalidad interanual.
Análisis de la data de las distintas matrices	Cantidad de muestras analizadas	Los datos provenientes de la primera campaña de

monitoreadas (columna de agua y sedimentos)	e integradas al modelamiento	monitoreo serán analizados una vez completada la etapa de muestreo.
Informe anual del monitoreo y seguimiento ambiental de la Bahía San Jorge	Un informe anual con los principales resultados analizados.	La entrega del informe anual se realizará una vez realizado el análisis de la data obtenida en las campañas de monitoreo.
Taller de difusión de los resultados obtenidos dirigidos a la comunidad en general y pescadores de la bahía san Jorge	Un taller anual de muestras de resultados	El taller de difusión de resultados se realizará posterior a la entrega del informe anual.

- **Evaluación del Impacto Ambiental de Aguas Residuales de Plantas Desaladoras Instaladas en la Bahía San Jorge**, existe una gran preocupación ambiental asociada con la descarga de salmuera hipersalina, como desecho proveniente de las plantas desaladoras, y que son descargadas en los cuerpos de agua superficiales. Las principales preocupaciones están relacionadas con los efectos ecológicos asociados a las alteraciones físico-químicas (e.g., el aumento de la salinidad) del agua de mar en torno a las salidas de descarga de salmuera, además de la descarga de productos químicos tóxicos utilizados en el pretratamiento del proceso de desalinización o como antiincrustantes para su transporte. Para lo cual se realizarán acciones de monitoreo de variables físicas, químicas y biológicas en columna de agua y sedimentos en áreas con influencia directa de la pluma salina en la bahía San Jorge.

Compromisos

1. Puntos de monitoreo : 30%
2. Diseño de Monitoreo : 0 %
3. Variables a monitorear : 0 %

- | | |
|---------------------------|-------|
| 4. Muestras en Terreno | : 0 % |
| 5. Análisis de resultados | : 0 % |
| 6. Informe anual | : 0 % |
| 7. Taller de difusión | : 0 % |

3.1.4. RECURSO HÍDRICO – CONTINENTAL.

Esta línea centrará sus investigaciones y desarrollos principalmente en:

a) Monitoreo de manantiales costeros

Con el fin de evaluar un potencial deterioro y velar por la preservación de estos importantes ecosistemas, CICITEM dentro de su actividad basal realiza y promueve el monitoreo continuo de la calidad de agua de los humedales La Negra, La Chimba, Kilómetro 12 o Salar del Carmen, y Quebrada Carrizo.

Compromisos

- | | |
|--|--------|
| 1. Muestreo de los 4 humedales | : 80% |
| 2. Caracterización físico-química | : 100% |
| 3. Identificación de indicadores ambientales | : 90% |
| 4. Informe público anual | : 80% |
| 5. Taller anual de difusión a la comunidad | : 80% |

b) Monitoreo de calidad de agua del río Loa

Compromisos

- | | |
|---|-------|
| 1. Caracterización tramo Medio-Bajo del Río Loa | : 33% |
| 2. Identificación de indicadores | : 0 % |
| 3. Talleres de difusión | : 0 % |

3.1.5. MEDIO AMBIENTE.

En la línea de medio ambiente, se priorizaron las siguientes actividades:

a) Evaluación del uso de nanopartículas sintetizadas por microorganismos para la remediación de suelos contaminados.

Algunos de los antiguos procesos mineros llevados a cabo en la región de Antofagasta han dejado como consecuencia una serie de pasivos ambientales que han producido contaminación de los suelos donde se realizaban operaciones mineras, los cuales hoy se consideran peligrosos debido a la presencia de elementos y metales tóxicos, tales como arsénico, cadmio, plomo, entre otros. La preocupación pública sobre esta problemática ha permitido llevar a cabo diversas acciones tales como el catastro de suelos contaminados de Sernageomin, algunos de los cuales presentes en nuestra región requieren de prontas medidas de tratamiento para finalmente concluir con su remediación y recuperación para uso público. El compromiso de CICITEM en esta investigación basal ha sido aportar con pruebas de tecnologías para remediar, de manera tal que se pueda validar esta aplicación a nuestra realidad.

Compromisos

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Identificación y aislamiento de microorganismos | : 100 % |
| 2. Producción de nanopartículas | : 100 % |
| 3. Evaluación de efecto | : 100 % |
| 4. Diseño de implementación | : 0% No realizable |
| 5. Generación de información basal | : 0% No realizable |

Los indicadores de esta investigación basal, fueron realizados y llevados a cabo según programación. Sin embargo, los resultados negativos en la síntesis de nanopartículas de hierro y cadmio con los cultivos de hongos aislados del sector la Negra, impidieron seguir con esta investigación. Con lo informado anteriormente, el proyecto basal correspondiente a esta investigación no se continuará en el próximo periodo (2025-2028) con fondos

de continuidad operativa.

b) Búsqueda de plantas autóctonas para la fito-estabilización de suelos contaminados.

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Por ello, se planteó investigar la aplicabilidad de esta tecnología en la realidad local, utilizando especies nativas, de manera tal que podamos avanzar en la escalabilidad de su aplicación.

Compromisos:

- Identificación de plantas : 100 %
- Evaluación del efecto : 100 %
- Diseño de implementación : 75 %
- Generación de información : 75 %

Los indicadores y metas propuestas para este proyecto se han cumplido en su mayoría al 100%. Se han podido identificar plantas capaces de reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con una mayor cantidad muestras y volumen de suelos contaminados. El conocimiento producido y las pruebas realizadas, nos proveen información empírica que permitirá el apalancamiento de recursos para avanzar en el desarrollo de estas tecnologías.

c) Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado.

Los desechos sólidos de los depósitos de relaves mineros corresponden mayoritariamente a partículas de tamaños menores o iguales a 10 micras, con una

alta concentración de metales, que cuando se dispersan por el viento afectan el medio ambiente, los asentamientos humanos y pueden causar que las actividades industriales se detengan debido a problemas de seguridad. Una solución eficiente e innovadora es inducir la formación de costras biológicas. Las costras biológicas del suelo son comunidades complejas de cianobacterias, algas, líquenes, briofitas y otros organismos que viven en asociación con los milímetros superiores del suelo. Las biocostras estabilizan las superficies del suelo para evitar la erosión, aportan carbono a través de la fotosíntesis, fijan nitrógeno y median el ciclo hidrológico en las tierras secas, de este modo surgen como una herramienta potencial en la restauración, estabilización y remediación de suelos contaminados de la Región.

Compromisos:

- Obtención de cultivos : 100 %
- Evaluación del efecto estabilizador : 100 %
- Diseño de la implementación : 75 %
- Generación de Información basal : 75%

Los indicadores y metas propuestas para esta investigación basal, se han cumplido de acuerdo a lo programado. Se han podido identificar cultivos de cianobacterias capaces de estabilizar los suelos y reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con la finalidad de postular a fondos concursables (Anid, Corfo, entre otros.) que permitan avanzar en la solución de la problemática.

d) Actualización del catastro de suelos contaminados

Este estudio planteó actualizar el catastro incluyendo nuevas áreas con presunción de contaminación, en este sentido se consideró estudiar el barrio industrial de la Negra, dado que se observa gran cantidad de polvo, lo cual puede afectar a la población flotante existente en la zona, además de los ecosistemas presentes en el humedal de la Quebrada de La Negra. La presencia en las muestras de suelo de

elementos tales como Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Plomo (Pb), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn), indican preliminarmente que estos suelos se clasifican como potencialmente contaminados para su inclusión en el catastro.

Para profundizar el estudio se propone realizar un monitoreo de suelos periódicamente (semestral) que permita determinar la variabilidad y potencial movilización de estos elementos contaminantes a través del tiempo, debido a eventos climáticos y el aumento de la actividad industrial de la zona, las cuales podrían aumentar o disminuir esta contaminación. Por otro lado, se sugiere realizar un análisis químico mensual del material particulado sedimentable en puntos específicos del sector industrial La Negra, los cuales nos entregarán información respecto a las emisiones que se generan en esta zona. Principalmente, debido a que en la zona la concentración de material particulado MP10 es alta y supera la normativa de calidad de aire establecida por la OMS, lo que nos indica que las emisiones atmosféricas estarían afectando la calidad de los suelos del sector industrial La Negra. Debido a los costos asociados de análisis y salidas a terreno que conlleva este estudio, durante el próximo periodo de continuidad no se llevarán a cabo estas actividades, hasta que podamos apalancar otros recursos de investigación.

Compromisos:

- Recopilación y Sistematización de información : 100 %
- Campañas de muestreo de nuevos suelos : 100%
- Caracterización química y mineralógica : 100 %
- Informe de Actualización de los Suelos : 90 %

En Anexo B se encuentra un Informe Técnico de esta Línea de Investigación.

4. Composición del Directorio.

El directorio está compuesto por directores integrados de la siguiente forma:

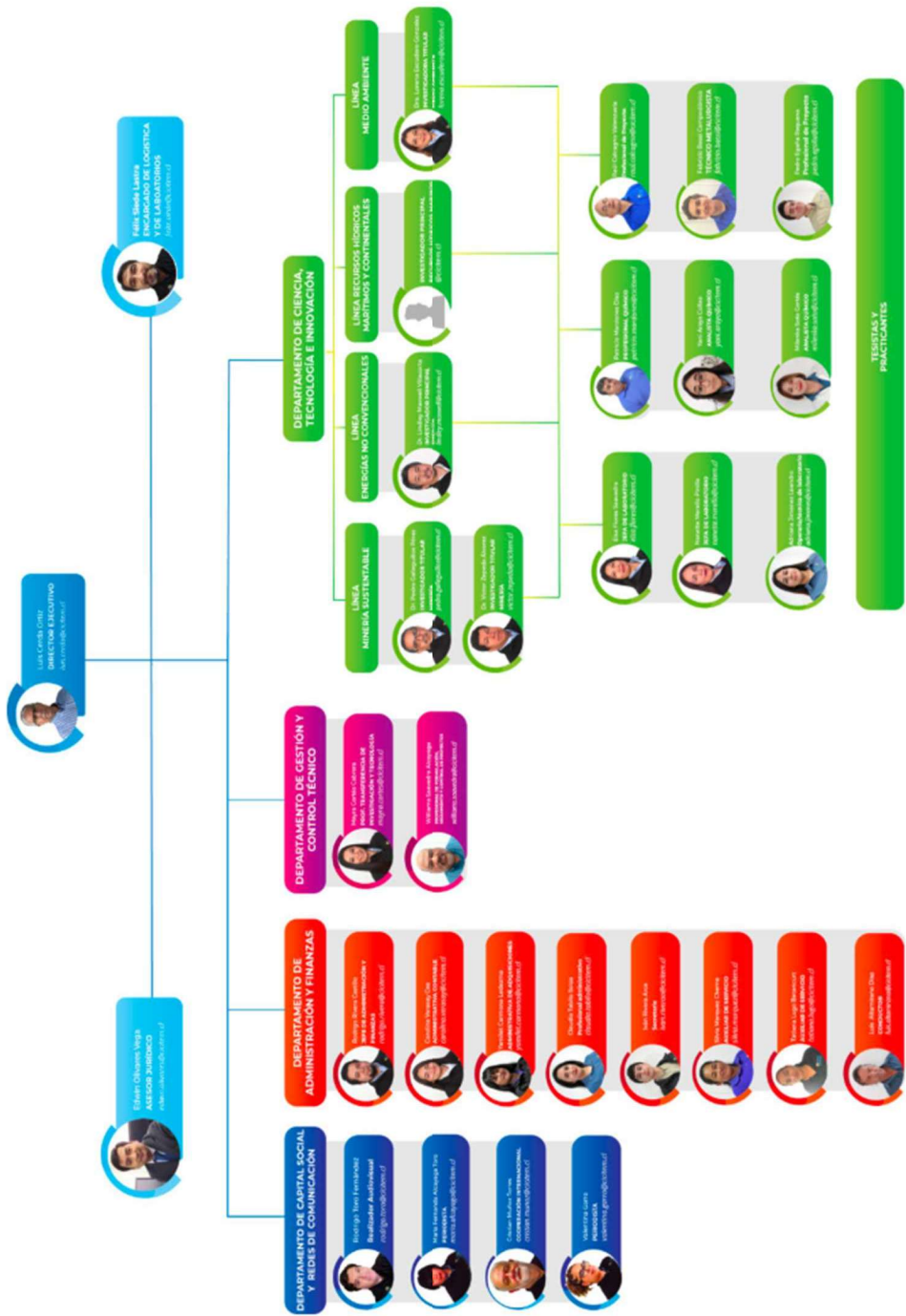
- Tres miembros designados por el Gobierno Regional, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo N°102 de la Ley N°19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.
- Dos miembros elegidos por Asamblea General Ordinaria, pero sólo de entre candidatos propuestos por Universidad Católica del Norte y Universidad de Antofagasta.

Tres miembros elegidos por la Asamblea General de entre socios activos de la Corporación, elegidos cada dos años en la Asamblea General Ordinaria correspondiente.

Actualmente el Directorio está conformado por:

- Sr. Jorge Molina Cárcamo, presidente del Directorio.
- Sra. María Cecilia Hernández Vera, vicepresidente del Directorio.
- Sr. Marcelo Cortés Carmona, secretario.
- Sr. Rodrigo Alda, director.
- Sr. Marcos Cikutovic, director.
- Sra. María Teresa González Yáñez, directora.
- Sr. Alejandra Pizarro, directora nacional ANID.

5. Organigrama actual de CICITEM:



PRINCIPALES INDICADORES PERIODO ABRIL - JUNIO 2025

1. Actividades por Línea de Investigación

En consideración que la remesa correspondiente a la primera cuota del proyecto basal fue transferida en marzo 2022, todo el trabajo planificado para comenzar en noviembre 2021, se retrasó, por lo que cada línea tiene un retraso de acuerdo a la planificación formulada. Desde entonces, se ha avanzado en las distintas líneas de investigación para cumplir con lo comprometido.

- a) El 12 de abril de 2023, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-
- b) El 17 de junio de 2024 se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional por un monto de \$486.650.000.-
- c) El 13 de febrero de 2025 se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.
- d) El 04 de marzo de 2025 se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.
- e) El **07 de abril de 2025** se recibe la sexta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$138.508.183.
- f) El **25 de abril de 2025** se recibe la séptima remesa del Gobierno Regional por un monto de \$173.555.769.
- g) El **26 de mayo de 2025** se recibe la octava remesa del Gobierno Regional por un monto de \$122.106.193.

2. Proyectos Precompetitivos y/o de Bien Público u otros postulados

En el trimestre abril – junio de 2025 se puede informar que se presentó al Gobierno Regional de Antofagasta la propuesta denominada “Continuidad Operativa CICITEM 2026”.

2.1 Cantidad de proyectos precompetitivos y/o de bien público u otros adjudicados.

Para el Trimestre abril – junio de 2025 podemos informar lo siguiente:

i.- Proyectos Adjudicados

No hay antecedentes que reportar en este punto.

ii.- Proyectos en Ejecución

- a) En el mes de octubre de 2024 se informó la adjudicación del proyecto Fomento a la Vinculación Internacional, colaboración (CICITEM/UTFSM/Imperial College).

Nombre: Análisis de los diferentes escenarios del sistema eléctrico chileno para alcanzar la meta de emisiones netas cero en 2050 para apoyar en políticas públicas Instituciones participantes: UTFSM, ECIT, Imperial College y CICITEM

Rol de CICITEM: Investigador asociado del Dr Lindley Maxwell

Código del Proyecto: FOvi:240242.

- b) Desde el 09 de enero de 2024 se comenzó a ejecutar el proyecto interlínea (Minería y Energía) presentada a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) al Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico y Tecnológico de Centros Regionales 2023, con una duración de 4 años. El proyecto se titula "Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Region Chile". El Director es el Dr Lindley Maxwell, Director Alterno Dr Pedro Galleguillos e Investigador Principal Dr Víctor Zepeda, con la participación de investigadores asociados de las Universidades regionales Católica del Norte y de Universidad de Antofagasta, además investigadores de un investigador de la U.T. Federico Santa María, sede Santiago. Por otra parte, a nivel internacional se cuenta con el apoyo de un investigador de la Universidad Complutense de Madrid y de Sntef, empresa participante del proyecto europeo consorcio HARARE para el aprovechamiento de residuos de proceso mineros.

A raíz de los problemas ocasionados por el ex Gerente de CICITEM, sr Rubén Rojo Maturana, este proyecto se encuentra en fase de revisión por parte de ANID. En lo específico, se acogió un Recurso de Reposición entregándonos un plazo de 30 días para poner en conocimiento de ANID todos los antecedentes vinculados a los hechos sancionados.

- c) La línea de Minería, desde el mes de mayo 2024, inició la ejecución del convenio con la empresa ECP. Aquí CICITEM participa como entidad colaboradora en el proyecto "Proceso Minero Sustentable para Minerales de Baja Ley" (23CVC-245599), presentado y adjudicado en el programa Crea y Valida de CORFO por la empresa EPC Andes Chile. Actualmente, se está a la espera de la recepción de muestras para iniciar las actividades.
- d) CICITEM, en calidad de entidad asociada, participa en el proyecto denominado Desarrollo de Nuevo Reactor Bifuncional para la Conversión Costo-Competitiva de Hidrógeno Verde en Productos de Valor Agregado, presentado por la Universidad Técnica Federico Santa María al Concurso IDeA I+D 2024. Adjudicado el 25 de marzo de 2024. ID 24i10307

iii.- Proyectos Prontos a Iniciar

El 21 de marzo de 2024 se presentó un Proyecto de Expansión de CICITEM en las áreas de I+D+i a Bienes Nacionales. El objetivo es acceder a tres terrenos que se ubican en el Km 13, Ruta 26 (aproximadamente a 3,1 km al suroeste del Nudo Uribe); de dos hectáreas cada uno como concesión gratuita por un período de cinco años.

Los inmuebles solicitados están identificados como Rol 25010-3, 25010-4 y 25010-5.

El 19 de diciembre de 2024, Sesión Ordinaria 766, el Consejo Regional de Antofagasta aprobó la solicitud por un período de cinco años para la Instalación de un centro tecnológico para abordar problemáticas regionales, entregando oportunidades, capacidad en tecnología, minería y economía circular.

2.2. Nuevas pruebas de concepto (prototipo o escala de laboratorio), que se orienten a la obtención de información derivada de líneas basales.

La línea de Medio Ambiente continuó:

- i. Control y seguimiento del proyecto "Búsqueda de Plantas Autóctonas para la Fitoestabilización de Suelos Contaminados"
- ii. Control y seguimiento del proyecto del proyecto "Uso de Costras Biológicas para la Restauración Ecológica de Suelos".

La Línea de Minería se puede informar:

- i. En relación al proyecto basal "Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región" se continuó con las pruebas de lixiviación en reactor, bajo diferentes condiciones.
- ii. Se continúa con el cultivo y recolección de biomasa de bioflotech y de los aislados para pruebas de flotación comparativas enmarcadas en el Proyecto "Reactivos verdes para minería".
- iii. En relación a proyecto basal "Investigación del uso de lixiviación por agitación en concentrados de cobre o polimetálicos" se están realizando pruebas de lixiviación en reactor bajo diferentes condiciones y se está preparando nuevas pruebas.

La Línea de Energía estuvo centrada en realizar una búsqueda sistemática asociada a mejorar la conductividad de la interfaz sólido-sólido. Esto deriva de la nula conductividad medida en las pruebas anteriores. Se llega a la conclusión de que se necesita realizar un análisis de RMN Li, para ver experimentalmente si se genera litación de la interfaz, la cual genera esta resistencia que no permite al ion-Li pasar desde el electrolito al cátodo.

2.3. Demostración de soluciones tecnológicas a escala de piloto o de materiales de actuación desarrollados o adaptados (soluciones a nivel de prototipo o escala piloto).

En el trimestre de abril – junio de 2025 no se han desarrollado nuevas demostraciones de soluciones tecnológicas a escala de laboratorio.

2.4. Protección intelectual (patente, secreto industrial, registro de marca).

Para el trimestre informado no existe inicio de protección intelectual ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial.

3. Vinculación.

3.1 Colaboración con otras instituciones de Ciencias y Tecnologías Nacionales e Internacionales.

En el trimestre de abril – junio de 2025 se puede reportar:

Abril 2025

- a) El Dr Lindley Maxwell realizó una visita a la Universidad de Concepción, Depto de Ingeniería de Materiales, a fin de establecer lazos de colaboración (Dr. Felipe Sanhueza). Además con el Laboratorio de Minería dirigido por el Dr Igor Wilcominsky.
- b) En Londres se realizó reunión de coordinación con Cristobal Pillman (Wasthy Energy) en torno a colaborar en temáticas de pirolisis anaeróbica.

- c) Se realizaron lazos de acercamiento con la Dra Camille Petit, reconocida investigadora en el área de captura de carbono quien trabaja en el Imperial College London
- d) En Suecia, Universidad de Chalmers Gotemburgo, se realizaron reuniones de acercamiento con el profesor Derek Creaser, experto en catálisis aplicadas.

Mayo 2025

- a) El Dr Lindley Maxwell y el sr Luis Cerda, director ejecutivo de CICITEM, participaron en el comité ejecutivo de hidrogeno verde la región de Antofagasta. En esta reunión se trataron dos temas fundamentales a) Hoja de ruta de H2V regional y presentación de consultora que lo ejecutará y b) Postulación a desarrollar el congreso Green Hydrogen Summit Chile LAC 2026 en la región de Antofagasta.
- b) Participación del Dr Lindley Maxwell en la Universidad de Antofagasta para la implementación del diplomado de hidrógeno solar, en donde participó como profesor del módulo de "Combustibles sintéticos".
- c) Participación del Dr Lindley Maxwell en el examen de calificación de doctorado del Sr Luis Rojas de la Universidad de Antofagasta, relacionado al Doctorado de Ingeniería de Procesamiento de Minerales.
- d) Participación del Dr Lindley Maxwell en la sesión de avance de tesis de Rodrigo Carreño, tesista de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica de Valparaíso, que conlleva a un modelo teórico de electrolizadores AEM.
- e) Se participo en la comisión de defensa de grado del Sr Milton

Arriata, que lleva por nombre "Modelado del Proceso de síntesis por co-precipitación del material precursor para el cátodo de batería de ion litio tipo LNMO en un reactor Bach"

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para optar el título de: Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería de Procesos de Minerales de la Universidad de Antofagasta.

Junio 2025

- a) El Dr Lindley Maxwell participó como expositor en el taller sobre capacidades regionales de investigación, desarrollo e innovación, organizado por la Universidad Santo Tomás.
- b) La Línea de Minería recibió la visita de investigadores de la East China University of Technology (ECUT), entre el 05 al 18 de junio. Esto dentro del Convenio de Cooperación entre CICITEM y ECUT.

Algunas actividades desarrolladas:

- i. Presentaciones y discusiones de temas de investigaciones de interés común.
- ii. Visita a planta de carbonato de litio de SQM.
- iii. Visita a ecosistemas de altura en el desierto de Atacama.
- iv. Visita a relaves en la Comuna de Taltal.
- v. Reunión con el Directorio de CICITEM.

3.2 Tesis iniciadas, en ejecución y terminados por estudiantes de pregrado, magister y doctorado en universidades chilenas o extranjeras cuyo tutor y/o coautor sea un investigador contratado por el centro.

Desde el mes de mayo de 2024 la Srta Elizabeth Rayen Holloway Hernández,

Tesista de Magister, se encuentra desarrollando la investigación "Optimización de condiciones de operación para la producción de metanol por hidrogenación catalítica de CO₂". Universidad Técnica Federico Santa María. Programa: Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química. Tutor Dr. Iván Cornejo y Cotutor Dr Lindley Maxwell.

Tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería Química, Universidad Técnica Federico Santa María, del sr Diego Martínez Pizarro. Esta tiene por título "Determinación de cinética de reacción para la síntesis directa de ácido acético sobre catalizador bifuncional mediante simulación dinámica molecular reactiva". Todo en el marco del Proyecto Fortalecimiento de CICITEM financiado con recursos de ANID. El Dr Lindley Maxwell es su cotutor.

Tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería Química, Universidad Técnica Federico Santa María, de la srta Cecilia Bustamante Andrade. Esta tiene por título "Optimización de la deposición de catalizadores en sustratos porosos para la mejora de reactores de flujo". Todo en el marco del Proyecto Fortalecimiento de CICITEM financiado con recursos de ANID.

3.3 Prácticas profesionales para estudiantes técnicos, pregrado y postgrado.

No hay antecedentes que reportar en este punto.

3.4 Talleres visitas, charlas con entidades de educación básica/secundaria.

En el trimestre de abril a junio no existen antecedentes que informar.

3.5 Convenios de Colaboración Entidades Estratégicas (municipalidades, servicios públicos, secretarías regionales).

Para este trimestre podemos reportar:

El 23 de enero, mediante Oficio 71, la alcaldesa de la Municipalidad de Sierra Gorda solicitó a la Dra Lorena Escudero, Línea de Medio Ambiente, realizar una

charla explicativa sobre el estudio "Informe de Resultados de Polvo Sedimentado en Comuna de Sierra Gorda: Localidades de Sierra Gorda y Baquedano". Este requerimiento se encuentra en el marco del cumplimiento del Plan Anual del Sistema de Acreditación Ambiental SIAAM y fue solicitado por el Comité Ambiental Comunal durante la validación de dicho plan.

En el mes de abril, en el marco de lo anterior, La Dirección de Medio Ambiente, Aseo, Ornato y Áreas Verdes, junto a su directora María José Jara Matamala y a Roberto Torres Rivera, Profesional de Estudio, conocieron la capacidad científica técnica de los laboratorio y equipos de CICITEM para trabajaren monitoreos, determinar elementos contaminantes tanto en suelo, como en aire y agua entre otros.

En la oportunidad, los personeros destacaron la posibilidad de generar trabajo conjunto por el bienestar de la comuna de Sierra Gorda.

En el mes de junio 2025 se puede reportar:

- i. El Dr Lindley Maxwell sostuvo una reunión con la SEREMI de Energía y la srta Pina Rodriguez, alumna de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Santo Tomás, para participar como cotutor de su tesis asociada al análisis tecno-económica de la utilización de hidrógeno en camiones de basura en la región de Antofagasta.
- ii. La Dra Lorena Escudero participó como especialista en el Focus Group de Elaboración de la Zonificación del Borde Costero, organizado por la División de Planificación y Desarrollo del Gobierno Regional de Antofagasta.
- iii. El Dr Víctor Zepeda participó evaluar y en la Comisión Examinadora de evaluar la tesis y examen de grado de la srta Loreto Ibáñez Muñoz "Evaluación de la factibilidad técnica y económica del proceso de lixiviación de sulfuros primarios utilizando agua de mar y ácidos

orgánicos". Esta actividad en el programa de Magíster en Energía y Sustentabilidad Ambiental de la Universidad de La Serena.

3.6 Colaboración con Asociación gremiales ONG, Org. Comunitarias, Territoriales, etc.

Para el Trimestre abril a junio 2025 no hay antecedentes que reportar sobre este punto.

4 Formación

4.1. Cursos de Capacitación y Desarrollo Profesional para Trabajadores del Centro:

Para el trimestre abril a junio 2025 podemos informar:

En el mes de abril 2025 se puede reportar:

Curso "Cumplimiento normativo para tratamiento de aguas", impartido por Hanna Instruments, el objetivo es fortalecer los conocimientos del equipo de trabajo en regulaciones y procedimientos relativo a muestras de agua. Participantes: Yani Araya, Milenka Soto, Adriana Jiménez y Elsa Flores.

La Profesional Adriana Jimenez fue capacitada para realizar análisis microscópicos de recuento de microorganismos por medio de la técnica de tinción DAPI, por parte del Dr. Pedro Galleguillos.

En el mes de mayo 2025 se puede reportar:

Curso, modalidad e-learning, Aprendiendo sobre la correcta gestión de los Residuos de Aparatos Electrónicos (RAEE), impartido por Academia de Formación Adriana Hoffmann, Ministerio de Medio Ambiente. Profesionales participantes: Lorena Escudero, Elsa Flores y Adriana Jiménez

En el mes de junio de 2025 podemos reportar:

- a) Curso, modalidad e-learning, Aprendiendo sobre la correcta gestión de los Residuos de Aparatos Electrónicos (RAEE), impartido por Academia de Formación Adriana Hoffmann, Ministerio de Medio Ambiente. Profesionales participantes: Lorena Escudero, Elsa Flores y Adriana Jiménez.
- b) La Químico Yani Araya participó en curso elearning de la ACHS "Identificación de peligros y evaluación de riesgos en el trabajo".

5 Publicaciones

5.1 Publicaciones Publicadas, Capítulos de libros, Artículos Científicos y Otros,

En este proyecto se reorientó este indicador y pasó de tener un carácter académico a reflejar un carácter más ligado a centros de investigación, por tanto, no hay exigencia de un número a cumplir de Publicaciones WOS o No WOS, sino que sean el reflejo de las investigaciones basales, las que podrán cumplirse en el transcurso de la ejecución del proyecto basal.

5.2 Actividades de difusión en seminarios talleres y repositorios públicos:

Para el segundo trimestre de 2025 se reportan los siguientes resultados:

En el mes de abril 2025 no hay antecedentes que reportar en este punto.

En el mes de mayo 2025 la Dra Lorena Escudero participó como panelista en el Primer Gran Encuentro en Antofagasta que conecta innovación, tecnología, litio y sostenibilidad – LiSal2025, organizado por BRINCA y el Parque Científico Tecnológico de la UCN.

En el mes de junio 2025

- a) La Dra Lorena Escudero participó como especialista en el Focus Group de Elaboración de la Zonificación del Borde Costero, organizado por la División de Planificación y Desarrollo del Gobierno Regional de Antofagasta.

- b) El Dr Lindley Maxwell participó como expositor en la tercera versión del Congreso de Desarrolladores de Proyectos de Hidrógeno. Organizado por la Asociación de H2 Antofagasta.
- c) El Dr Lindley Maxwell participó como expositor en el seminario "Estrategias chileno-alemanas en I+D para proyectos de hidrógeno". Aquí realizó la ponencia "Evaluation of the Green Hydrogen Generation Potential in the Antofagasta Region".
- d) El Dr Maxwell participo en el taller sobre capacidades regionales en investigación, desarrollo e innovación organizado por la Universidad Santo Tomás.

5.3 Participación en webinar y/o seminarios organizados por externos:

Para el presente Trimestre podemos informar:

Para el mes de abril 2025 podemos informar:

- a) La Dra Lorena Escudero participó en el webinar "Consulta pública; Reglamento Compensaciones de biodiversidad", organizado por el Ministerio de Medio Ambiente.
- b) La Dra Lorena Escudero participó en el Seminario "Perspectivas y desafíos para la zonificación del borde costero de la Región de Antofagasta" organizado por el Gobierno Regional.
- c) La Dra Lorena Escudero participó en el webinar "StartMe UP- IA en Acción startups B2B que transforman industrias" organizado por CORFO.

Para el mes de mayo 2025 podemos informar:

- a) El Dr Lindley Maxwell participó en el webinar PtX Community Call GIZ, Desarrollo de perspectivas de H2.
- b) Webinar informativo "programa tecnológico de reconversión de pasivos ambientales y economía circular, informando sus objetivos, participantes, subsidios, fechas y consejos de postulación. Participantes: Lorena Escudero, Adriana Jiménez y Elsa Flores.

- c) Segundo Taller para la Elaboración de la Política Nacional de Sitios Contaminados, Ministerio de Medio Ambiente. Participantes: Lorena Escudero y Adriana Jiménez.
- d) Webinar programa Huella Chile: Cálculo y reporte de la Huella de Carbono, organizado por el Programa de Gestión de Carbono. Participantes: Lorena Escudero y Adriana Jimenez.

Para el mes de junio 2025 podemos informar:

- a) El Dr Lindley Maxwell participó en el webinar PtX Community Call GIZ, Desarrollo de perspectivas de H2.
- b) La Dra Lorena Escudero participó en el webinar informativo "Programa tecnológico de valorización de residuos y economía circular. En el marco de la convocatoria para programas tecnológicos de reconversión de pasivos ambientales y economía circular."
- c) La Mg Elsa Flores participó en el webinar "Del desecho al tesoro" impartido por Thermo Fisher Scien, uso de espectroscopía Raman, FT-IR, espectrofotometría de fluorescencia de rayos x, para detección de polímeros, como por ejemplo gránulos de polietileno reciclado.
- d) La Mg Nenetle Merello participó en el webinar "Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos. Clave del nuevo reglamento REP". Organizado por País Circular.

5.4 Asistencia a Congresos Nacionales e Internacionales.

Para este trimestre abril a junio 2025 podemos informar.

En el mes de abril de 2025 se puede informar lo siguiente:

El Dr Lindley Maxwell, Investigador Línea de Energía, participó en los siguientes seminarios:

- a) Innovation Zero World Congress realizado en Londres.

Innovation Zero World se dedica a acelerar la transición hacia una economía baja en carbono. Este evento reúne a innovadores, legisladores, inversores y líderes empresariales para colaborar,

compartir ideas e impulsar el negocio.

b) 6th Green Hydrogen Summit Chile LAC 2025. Concepción - Chile

El Green Hydrogen Summit Chile se ha convertido en el mayor evento de hidrógeno renovable de acceso abierto en la región. Su sexta versión, realizado en la ciudad de Concepción, es un espacio para fomentar la colaboración, la innovación y el intercambio de conocimientos.

Para el mes de mayo 2025 no hay antecedentes que reportar en este punto

Para el mes de junio 2025 no hay antecedentes que reportar en este punto

6 Comunicaciones

6.1 Productos científicos de divulgación, cápsulas y vídeos.

Para este trimestre no existen antecedentes que informar.

6.2 Artículos de divulgación como folletos, boletines, documentos entre otros.

Para el mes de abril 2025, el Departamento Audiovisual de CICITEM, generó:

- a) Emisión Newsletter del mes de abril que contiene los siguientes reportajes.
 - i. Embajador australiano junto con su comitiva visitan Laboratorio de CICITEM.
 - ii. Vinculación y visita técnica Municipalidad de Sierra Gorda
 - iii. Dr Lindley Maxwell, Investigador de CICITEM presente en el Congreso Mudialinnovation zero, Londres.
 - iv. Embajada Colombiana reconoce experiencia de CICITEM en hidrógeno verde y energías renovables.

b) En nuestra página web

Para el mes de abril de 2025 se destacan:

- i. Dr Lindley Maxwell, Investigador de CICITEM presente en el Congreso Mudialinnovation zero, Londres.
- ii. Embajada Colombiana reconoce experiencia de CICITEM en hidrógeno verde y energías renovables.
- iii. Vinculación y visita técnica Municipalidad de Sierra Gorda.

Para el mes de mayo 2025, el Departamento Audiovisual de CICITEM, generó:

a) Emisión Newsletter del mes de mayo que contiene los siguientes reportajes.

- i. CICITEM es nominado a los premios RENMAD Chile 2025.
- ii. En su cuenta pública de 2024, el Gobernador Regional Ricardo Díaz Cortés destacó que el progreso de la región se guía por una visión clara.
- iii. Río Loa es declarado Humedal Urbano y su protección es publicada en el Diario Oficial.
- iv. Dr Lindley Maxwell visita a instituciones internacionales para el fortalecimiento de colaboraciones en captura y valorización de CO2.
- v. Sesiona Comité Ejecutivo Comisión Regional Hidrógeno Verde (27/05/25)

b) En nuestra página web

Para el mes de mayo de 2025 se destacan:

- i. Sesiona Comité Ejecutivo Comisión Regional Hidrógeno Verde (27/05/25)
- ii. Dr Lindley Maxwell visita a instituciones internacionales para el fortalecimiento de colaboraciones en captura y valorización de CO2. (23/05/25)
- iii. CICITEM es nominado a los premios RENMAD Chile 2025.

Para el mes de junio 2025, el Departamento Audiovisual de CICITEM, generó:

- a) Emisión Newsletter del mes de junio que contiene los siguientes reportajes.
 - i. Directorio de CICITEM recibe a delegación científica de la Universidad Tecnológica del Este de China, ECUT
 - ii. Visita de CORES a CICITEM.
 - iii. Charla técnica del Dr. Lindley Maxwell en Tercer Congreso de H2V4.- CICITEM destaca avances científicos y desafíos en innovación aplicada en programa Pulso

- b) En nuestra página web destaca
 - i. Directorio de CICITEM recibe a delegación científica de la Universidad Tecnológica del Este de China, ECUT
 - ii. Visita de CORES a CICITEM
 - iii. Charla técnica del Dr. Lindley Maxwell en Tercer Congreso de H2V4.- CICITEM destaca avances científicos y desafíos en innovación aplicada en programa Pulso

6.3 Cantidad de entrevistas y publicaciones en medios de comunicación

Las estadísticas del Departamento de Comunicaciones señalan:

CICITEM, durante el mes de abril de 2025 fue reportado en 47 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 10
- b) Instagram: 13
- c) Facebook: 11
- d) X: 7
- e) Nota de Prensa: 6

CICITEM, durante el mes de mayo de 2025 fue reportado en 41 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 6
- b) Instagram: 13
- c) Facebook: 10
- d) X: 5
- e) Nota de Prensa: 7

CICITEM, durante el mes de junio fue reportado en 44 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 4
- b) Instagram: 14
- c) Facebook: 9
- d) X: 2
- e) Nota de Prensa: 14
- f) Youtube: 1

7 Actividades de Gestión de Laboratorios.

Las actividades de Laboratorio que se pueden reportar para el trimestre abril a junio de 2025 son:

- a) Coordinación diaria de trabajo en laboratorio para definir la prioridades y cargas laborales del día.
- b) Actualización de inventario de material de laboratorio y actualización planilla reactivos.
- c) Control diario de consumo de gases y solicitud de reposición en caso de proceder.

- d) Recuento mensual de los análisis realizados, por muestras ingresadas, analizadas y reportadas.
- e) Preparación de soluciones patrones para determinar curvas de calibración en espectrofotometría de absorción atómica para diferentes elementos químicos.
- f) Validación equipos de absorción atómica, para asegurar el correcto funcionamiento y la calidad de los análisis.
- g) Chequeo y/o calibración de equipos de uso rutinario, pHmetro, conductímetro, multiparámetro, balanza analítica, instrumentos volumétricos entre otros.
- h) Análisis químico a muestras del área de la minería para la determinación de Cu. Proyecto Asociado/Apoyo a la pequeña minería. Línea de Minería.
- i) Análisis químico diario de Cobre, Cobre Soluble, hierro, consumo de ácido y acidez en muestras líquidas y sólidas, asociado a CORFO EPS. Línea Minería.
- j) Preparación de medios de cultivos líquidos y sólidos, para el control de microorganismos, "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre." y "Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región". Línea Minería.
- k) Determinación de metales en muestras medioambientales de Cu, Fe, As, Cd, Zn, Pb, Mo y Co. Asociado a proyecto basal "Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado". Línea de Medioambiente.
- l) Evaluación de rendimiento y eficiencia biomasa de cultivos de Bioflotech por medio de centrifugación, asociado a proyecto basal "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre". Línea Minería.
- m) Observación por microscopio y control de crecimiento bacteriano, asociado a los proyectos basales, "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre.". Línea Minería.

- n) Recuento de microorganismos a través de cámara Neubauer y la tinción con DAPI, para observación microscópica.
- o) Renovación y limpieza periódica de cultivo de cianobacterias en medio acuoso, asociado a proyecto basal "Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado". Línea medio Ambiente.
- p) Preparación y renovación de cultivos para columnas de bio - flotación. Asociado a proyecto basal "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre." Línea minería.
- q) Inoculación de solución simulando condiciones de salmuera en placas Petri con medio LB. Para evaluar crecimiento bacteriano.
- r) Aislamiento de cianobacterias en medio sólido a partir de muestras recolectadas en humedales. Asociado a proyecto basal, "Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado". Línea Medio Ambiente.
- s) Curso "Cumplimiento normativo para tratamiento de aguas", impartido por Hanna Instruments, el objetivo es fortalecer los conocimientos del equipo de trabajo en regulaciones y procedimientos relativo a muestras de agua. Participantes: Yani Araya, Milenka Soto, Adriana Jiménez y Elsa Flores.

8 Actividades de Gestión Administrativa

- a) Elaboración de los Informe Técnicos mensuales y trimestral para "Proyecto Continuidad Operativa 2021-2024". Elaborados por Williams Saavedra y validado por Director Científico, Dr. Pedro Galleguillos. Luego aprobado por el Director Gerente,
- b) El equipo de CICITEM (investigación, administración, comunicación y gerencia) realiza reunión para ver la actualización y el estado de avance de todos los proyectos que actualmente se están ejecutando en el centro.

- c) La Profesional de Vigilancia Tecnológica realiza búsqueda de patentes y estado del arte acerca de los proyectos en fase de postulación. Para este período estuvo centrado en Salares y Litio.
- d) En términos de Recursos Humanos, se actualizan las carpetas de las personas del Centro, se gestiona el pago de remuneraciones, devolución de gastos, elaboración de anexos de contratos.
- e) Respecto a los proyectos, el Departamento de Administración revisa los presupuestos y prepara la documentación para la rendición financiera mensual correspondiente a cada proyecto.
- f) Responder las observaciones realizadas a las rendiciones financieras por parte de los organismos controladores.
- g) En febrero de 2025 se desvinculó al sr Rubén Rojo, ex Director Gerente por incumplimiento de las obligaciones que impone el contrato. A la fecha no ha firmado el finiquito que se encuentra disponible en notaria.
- h) En febrero de 2025 se presentó una demanda criminal ante el juzgado de garantía en contra del sr Rubén Rojo por Apropiación Indevida. En este trimestre el abogado, sr Edwin Olivares, ha sostenido reuniones con Fiscalía Regional a fin de realizar un seguimiento a los avances.
- i) El Director Ejecutivo, sr Luis Cerda, ha sostenido reuniones con distintos profesionales del Gobierno Regional para presentar una propuesta de extensión del actual proyecto y un proyecto de continuidad 2026.
- j) Análisis de demanda notificada y asistencia a audiencia de conciliación en contra de la Corporación por parte de don Nelson Tuohy, rol 1526-2025 1JLC. ANF.
- k) Actividades de coordinación y preparación de retiro de equipos desde la Mina Francisca ubicada en el sector de Caleta El Cobre.
- l) Coordinación de curso de Pruebas de Laboratorio de flotación de minerales para profesionales y técnicos de CICITEM.
- m) Reunión de coordinación con empresa encargada de la auditoría a las cuentas de CICITEM.

- n) Participación en la visita a instalaciones de CICITEM de Consejeros Regionales. Esto incluyó la presentación de laboratorios, líneas de investigación, proyectos y quehacer en general dentro de las instalaciones. Además de sostener una reunión con todos los trabajadores.

9 Número de profesionales de la corporación, remuneración asociada y perfil profesional:

Para el período informado, abril a junio de 2025, el equipo de CICITEM está compuesto por:

- a) Gerente (1) Sr. Luis Cerda Ortiz.
- b) Asesor Jurídico (1) Sr Edwin Olivares Vega
- c) Contador Auditor (1) Sr. Rodrigo Rivera Castillo.
- d) Administrativa Contable (1), Srta. Carolina Verasay Cea.
- e) Secretario (1). Sr Iván Rivera Arce
- f) Investigador/a (4): Drs. Pedro Galleguillos – Víctor Zepeda – Lorena Escudero y Lindley Maxwell.
- g) Asistente de Investigación (2): Sras. Nanette Merello – Elsa Flores.
- h) Técnico de Adquisiciones (1) Srta. Yamilet Carmona.
- i) Auxiliar de Aseo (2) Srtas. Silvia Márquez- Yennifer Lugo.
- j) Audiovisualista (1) Sr. Rodrigo Toro.
- k) Periodista (2) Sra. María Fernanda Alcayaga y Srta Valentina Garro
- l) Transferencia Tecnológica (1): Srta. Mayra Cortés.
- m) Formulator de Proyectos (1). Sr. Williams Saavedra
- n) Conductor (1) Sr. Luis Altamirano.
- o) Profesional Químico (2) Sr. Patricio Mardones y Sra Milenka Soto.
- p) Operario- Técnico de Laboratorio (2) Srtas. Yani Araya y Adriana Jiménez
- q) Técnico Metalurgista (1) Sr. Fabrizio Bassi.
- r) Profesional de Colaboración Internacional (1) Sr. Cristian Muñoz.
- s) Administrador Instalaciones Laboratorios (1) Sr. Félix Siede.

10 Movimientos y contrataciones respecto al período informado

Para el Trimestre abril a junio de 2025 no hay antecedentes que reportar.

11 Recursos transferidos por el Gobierno Regional y Ejecutados por la Corporación en el período, y acumulados en el año

- a) El 10 de marzo 2022 se transfieren el monto de \$1.204.660.000.-
correspondiente a la primera remesa del proyecto Continuidad.
- b) El 12 de abril de 2023, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-
- c) El 17 de junio de 2024, se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$486.650.000.-
- d) El 13 de febrero de 2025 se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.
- e) El 04 de marzo de 2025 se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.
- f) El 07 de abril de 2025 se recibe la sexta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$138.508.183.
- g) El 25 de abril de 2025 se recibe la séptima remesa del Gobierno Regional por un monto de \$173.555.769.
- h) El 26 de mayo de 2025 se recibe la octava remesa del Gobierno Regional por un monto de \$122.106.193.

A continuación, se muestra el cuadro con las rendiciones mensuales y sus saldos correspondientes.

Fecha y Oficio CICITEM	Mes de Rendición	Monto Rendido	Estado
07/2023 71/2023	Junio 2023	76.563.546.-	Recepcionado
08/2023 86/2023	Julio 2023	74.883.141.-	Recepcionado
09/2023 103/2023	Agosto 2023	74.620.643.-	Recepcionado
10/2023 120/2023	Septiembre 2023	82.736.159.-	Recepcionado

11/202	135/2023	Octubre 2023	84.320.835.-	Recepcionado
12/2023	148/2023	Noviembre 2023	132.347.114.-	Recepcionado
01/2024	011/2024	Diciembre 2023	82.074.712.-	Recepcionado
02/2024	029/2024	Enero 2024	89.624.627.-	Recepcionado
03/2024	046/2024	Febrero 2024	69.924.829.-	Recepcionado
04/2024	063/2024	Marzo 2024	82.692.431.-	Recepcionado
05/2024	073/2024	Abril 2024	66.848.839.-	Recepcionado
06/2024	079/2024	Mayo 2024	100.982.418.-	Recepcionado
07/2024	095/2024	Junio 2024	61.802.477.-	Recepcionado
08/2024	111/2024	Julio 2024	66.172.485.-	Recepcionado
09/2024	117/2024	Agosto 2024	60.538.544.-	Recepcionado
10/2024	124/2024	Septiembre 2024	63.924.267.-	Recepcionado
11/2024	134/2024	Octubre 2024	88.571.074.-	Recepcionado
12/2024	139/2024	Noviembre 2024	115.867.728.-	Recepcionado
12/2024	140/2024	Diciembre 2024	117.554.425.-	Recepcionado
01/2025	009/2025	Diciembre 2024 (complementaria)	31.792.841.-	Recepcionado
02/2025	017/2025	Enero 2025	15.252.652.-	Recepcionada
02/2025	018/2025	Febrero 2025	58.394.308.-	Recepcionada
04/2025	023/2025	Marzo 2025 (parcial)	111.184.021.-	Recepcionada
04/2025	029/2025	Marzo 2025 (complementaria)	24.845.359.-	Recepcionada
05/2025	034/2025	Abril 2025 (parcial)	57.292.408.-	Recepcionada
05/2025	037/2025	Abril 2025 (complementaria)	16.624.890.-	Recepcionada
06/2025	043/2025	Mayo 2025	76.590.354.-	Recepcionada

12 Indicadores de gestión de la corporación, que den cuenta del avance físico y financiero de las iniciativas que le han sido encomendadas y financiadas por el Gobierno Regional

Todos los indicadores, se encuentran detallados en los apartados anteriores, a lo ya informado para el trimestre anterior, se sumaron las acciones y avances que se ejecutaron para el trimestre abril a junio 2025.

Ejecución Presupuestaria Trimestral Período abril a junio 2025:

IMPUTACIONES ABRIL 2025	IMPUTACIONES MAYO 2025	IMPUTACIONES JUNIO 2025
73.917.298.-	76.590.354.-	En elaboración
Total de Ejecución abril a junio 2025		



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, abril 2025.



OBJETIVO

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

ACTIVIDADES

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Control y seguimiento de las nuevas pruebas con costras biológicas.
- Resultados análisis químicos pruebas de costras biológicas.



Figura 1: Control de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.



Tabla 1: Resultados Químicos pruebas costras biológicas.

	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	mg/Kg Cu	mg/Kg Fe	mg/Kg Co	mg/Kg As	mg/Kg Cd	mg/Kg Zn	mg/Kg Pb	mg/Kg Mo
1	Caleta Hueso	5479	40252	127	39,7	< L.D	34,3	< L.D	12,0
2	Enami atrás	8348	39249	15,8	32,2	< L.D	157	< L.D	45,3



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, mayo 2025.



OBJETIVO

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Control y seguimiento de las nuevas pruebas con costras biológicas.
- Resultados análisis químicos pruebas de costras biológicas.



Figura 1: Control de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.

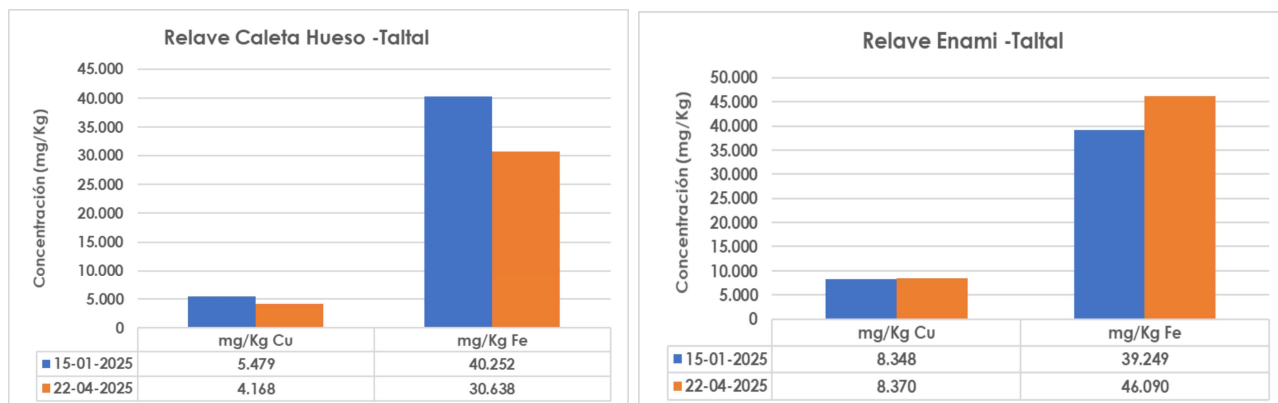


Figura 2: Análisis de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, junio 2025.



OBJETIVO

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

ACTIVIDADES

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Control y seguimiento de las nuevas pruebas con costras biológicas.
- Resultados análisis químicos pruebas de costras biológicas.



Figura 1: Control de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.

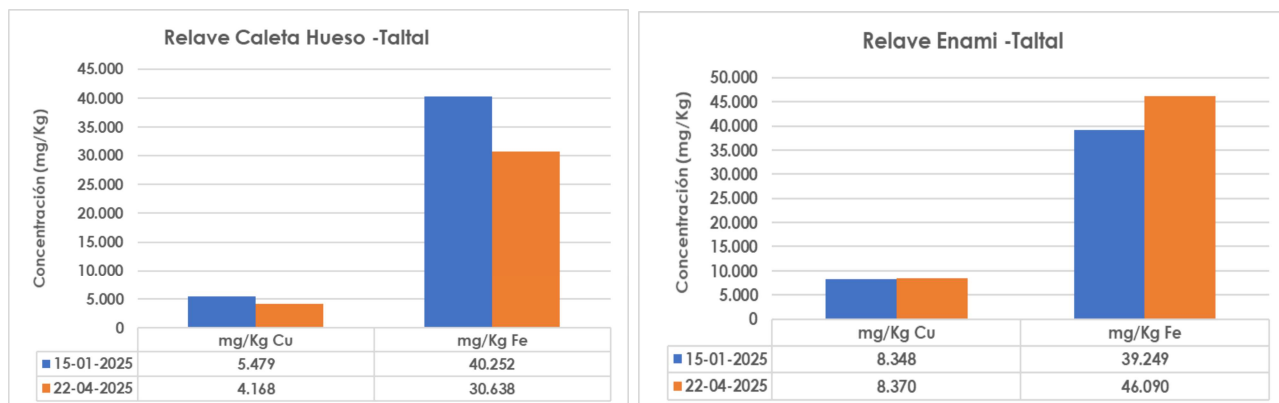


Figura 2: Análisis de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.

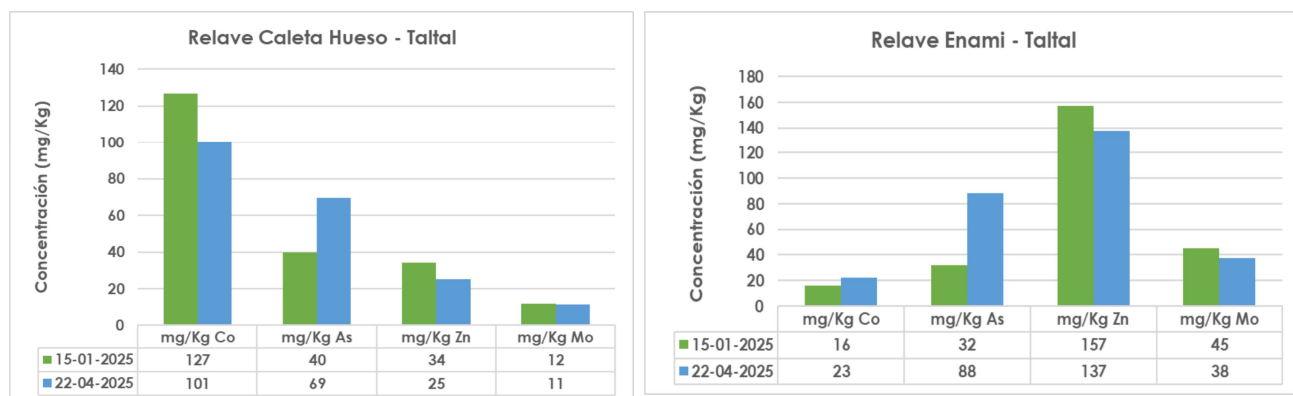


Figura 3: Análisis de Cobalto (Co), Arsénico (As), Zinc (Zn) y Molibdeno (Fe) de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.

Conclusión Preliminar

Después de tres meses de prueba del suelo contaminado y el uso de microorganismos formadoras de costras biológicas, se observó una disminución evidente en algunos elementos contaminantes como Cobre, cobalto, zinc y molibdeno. En cambio, el arsénico aumentó su concentración debido a una posible solubilización de este mismo.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS
CONTAMINADOS**

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, abril 2025.

CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

OBJETIVO

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

Objetivos específicos.

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.

ACTIVIDADES

- Seguimiento del proceso de enmienda del cartón y cultivos biológicos.
- Preparación de muestras para análisis químicos de los suelos tratado.



Figura 1: Observación del estado de la fertilización con los nuevos procesos de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS
CONTAMINADOS**

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, may 2025.

CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

OBJETIVO

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

Objetivos específicos.

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.

ACTIVIDADES

- Seguimiento del proceso de enmienda del cartón y cultivos biológicos.
- Análisis químicos de los suelos tratado.



Figura 1: Observación del estado de la fertilización con los nuevos procesos de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

PROYECTO BASAL

REPORTE TÉCNICO

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS
CONTAMINADOS**

Línea de Medio Ambiente

Antofagasta, junio 2025.

CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

OBJETIVO

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

Objetivos específicos.

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.

ACTIVIDADES

- Seguimiento del proceso de enmienda del cartón y cultivos biológicos.
- Análisis químicos de los suelos tratado.



Figura 1: Observación del estado de la fertilización con los nuevos procesos de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos.

CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

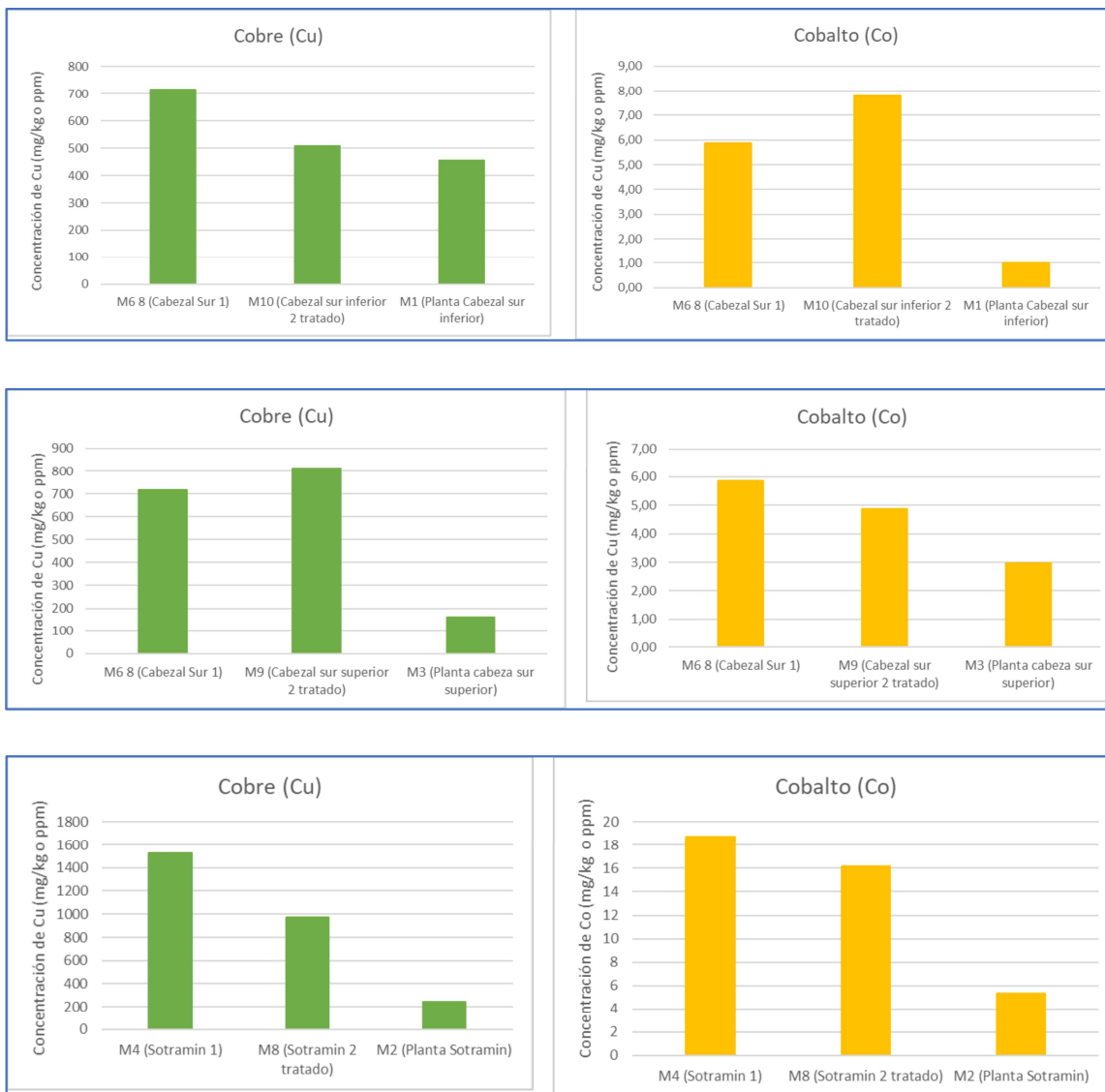


Figura 2: Análisis químicos de metales pesados de las pruebas de Fitorremediación con suelos contaminados.



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Anexo Línea Minería
Proyecto “Continuidad Operativa
CICITEM 2021 – 2024”

Abril 2025



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez a continuación se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras.

Análisis a Sr. Luis Gómez

ÍTEM	ID MUESTRA	% Cu
1	M1PCu24525	25,91
2	M2PCCu24425	33,11
3	M3MAXI	21,49

M1PCu : Polvo de Cu
M2PCCu : Polvo de Cu Celda
M3MAXI :Precipitado maxisacos

Control Exactitud / Material de Referencia	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	% Cu
	Valores Certificados	22,79 - 23,05
1	IN-C544-85	22,9



"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"

Frx Elemental

Parámetro	Unidad	M1PCu24525	M2PCCu24425	M3MAXI
Arsénico (As)	%	0,147	0,035	0,125
Bario (Ba)	%	0,045	0,056	0,043
Calcio (Ca)	%	2,443	1,893	1,605
Cloruro (Cl)	%	36,617	36,802	35,357
Cromo (Cr)	%	1,258	0,017	1,324
Cobre (Cu)	%	6,828	37,068	12,696
Hierro (Fe)	%	6,347	0,373	10,433
Potasio (K)	%	0,306	0,126	0,397
Manganeso (Mn)	%	0,123	<LOD	0,124
Molibdeno (Mo)	%	0,0114	0,003	0,025
Niquel (Ni)	%	0,014	<LOD	0,066
Plata (Ag)	%	0,002	0,0027	0,002
Plomo (Pb)	%	0,036	0,015	0,061
Azufre (S)	%	0,494	1,351	2,131
Antimonio (Sb)	%	0,008	<LOD	0,006
Silice (Si)	%	1,621	0,631	1,349
Estroncio (Sr)	%	0,032	0,044	0,031
Titanio (Ti)	%	0,136	0,037	0,118
vanadio (V)	%	0,018	<LOD	0,018
W (Wolfranio)	%	<LOD	<LOD	0,016
Zinc (Zn)	%	0,098	<LOD	0,133

<LOD Bajo Límite de Detección

M1PCu : Polvo de Cu
M2PCCu : Polvo de Cu Celda
M3MAXI :Precipitado maxisacos

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN

Se están realizando pruebas de lixiviación en reactor por agitación, de una muestra alta en contenido de magnetita y contienen cobalto, vanadio y titanio entre otros elementos, en diferentes condiciones. En la Figura 1 se muestra los reactores y en los gráficos 1, 2, 3 y 4 se muestran los resultados de recuperación de cobre, pH y Eh.

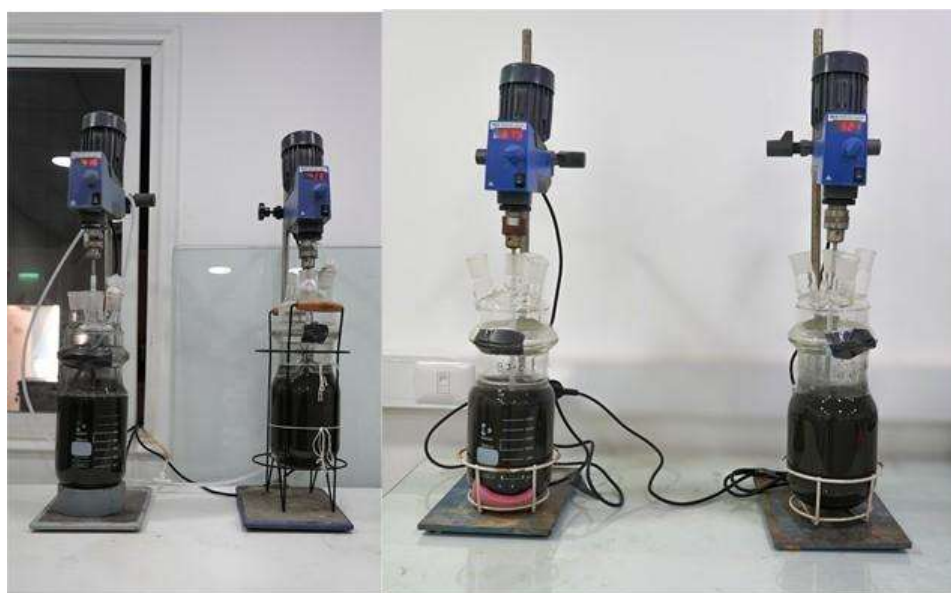


Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH

"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"



Figura 2. Recuperación de cobre en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

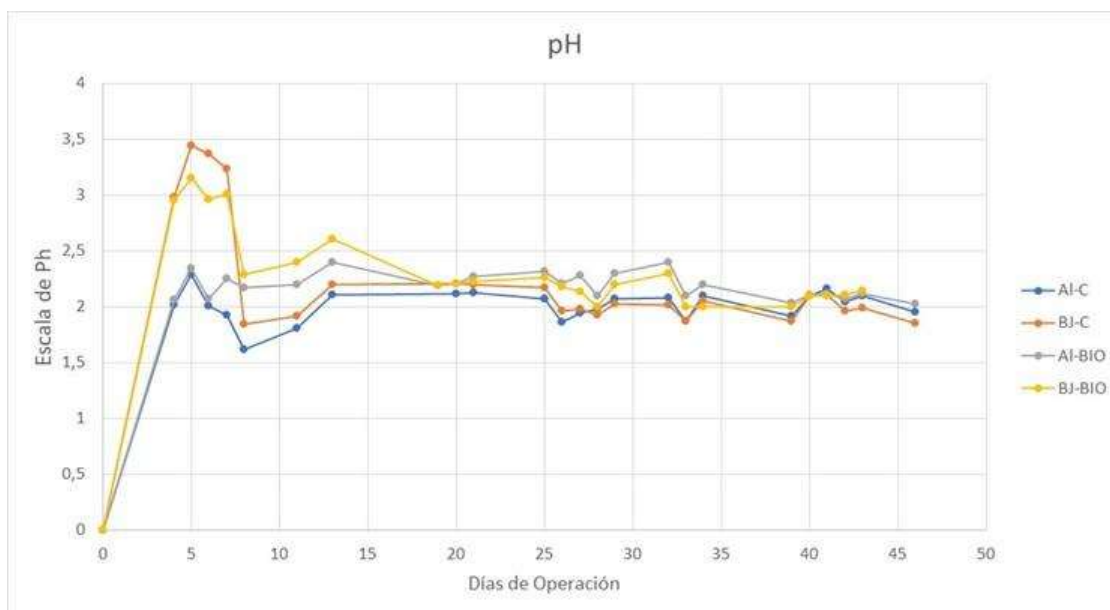


Figura 3. El pH en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

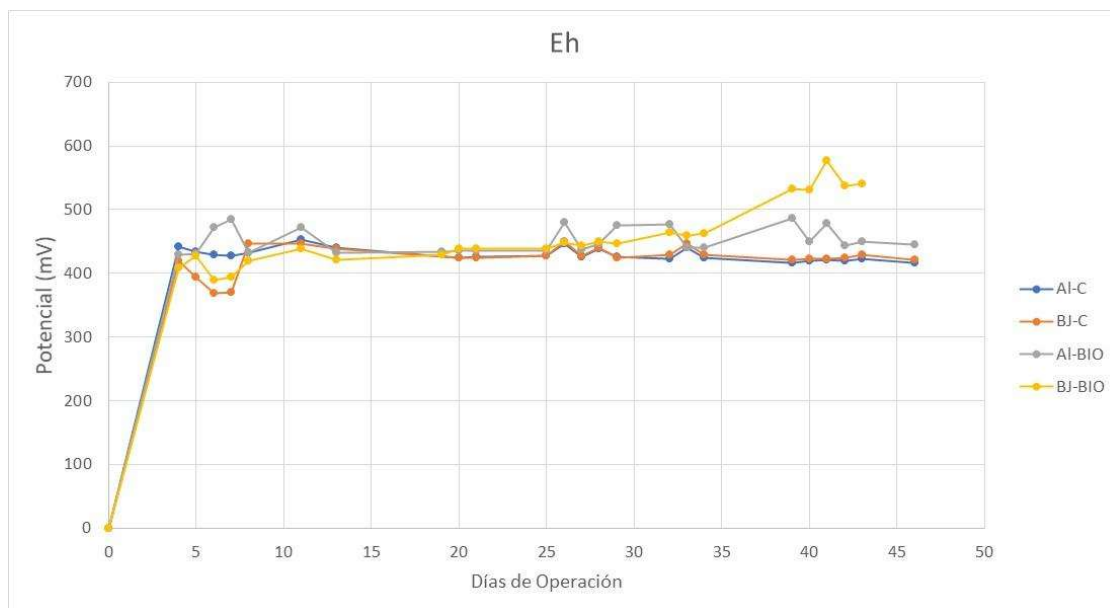


Figura 4. El potencial redox en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech.

Durante las pruebas de este mes se ha determinado la producción de biomasa húmeda por litro en cada subcultivo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en cada subcultivo de Bioflotech desde agosto, hasta el último realizado el 20 de noviembre. La concentración de biomasa obtenida varía desde 2.7 a 14.8 g/L de biomasa húmeda. Se está trabajando en el diseño de pruebas metalúrgicas de flotación para probar la biomasa obtenida.



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Producción de biomasa húmeda, en función del volumen de cultivo.

Bioflotech	Volumen cultivo (mL)	Biomasa húmeda (g)	Concentración (g/L)
29-08-2024	120	1,02	8,5
20-08-2024	240	3,37	14,0
24-09-2024	280	3,24	11,6
01-10-2024	160	1,81	11,3
01-10-2024	240	2,88	12,0
15-10-2024	320	4,08	12,7
15-10-2024	160	2,36	14,8
28-10-2024	400	1,96	4,9
29-10-2024	200	2,44	12,2
22-10-2024	240	2,39	10,0
22-10-2024	320	3,20	10,0
05-11-2024	180	1,76	9,8
07-11-2024	360	3,755	10,4
12-11-2024	540	4,255	7,9
20-11-2024	560	1,52	2,7
29-11-2024	280	1,54	5,48
03-12-2024	440	1,72	3,91
04-12-2024	200	0,83	4,15
04-12-2024	320	0,36	1,11
12-12-2024	960	7,28	7,58
19-12-2024	320	0,65	2,02

1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS

Se está realizando una prueba de biolixiviación de matraces para la recuperación de un sulfuro de cobre mayoritariamente de calcopirita. La prueba va en los 124 días de operación de para lixiviación de esta muestra y los resultados de la prueba se muestra en los gráficos de pH, potencial redox y recuperación de cobre Figura 1, 2 y 3.

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

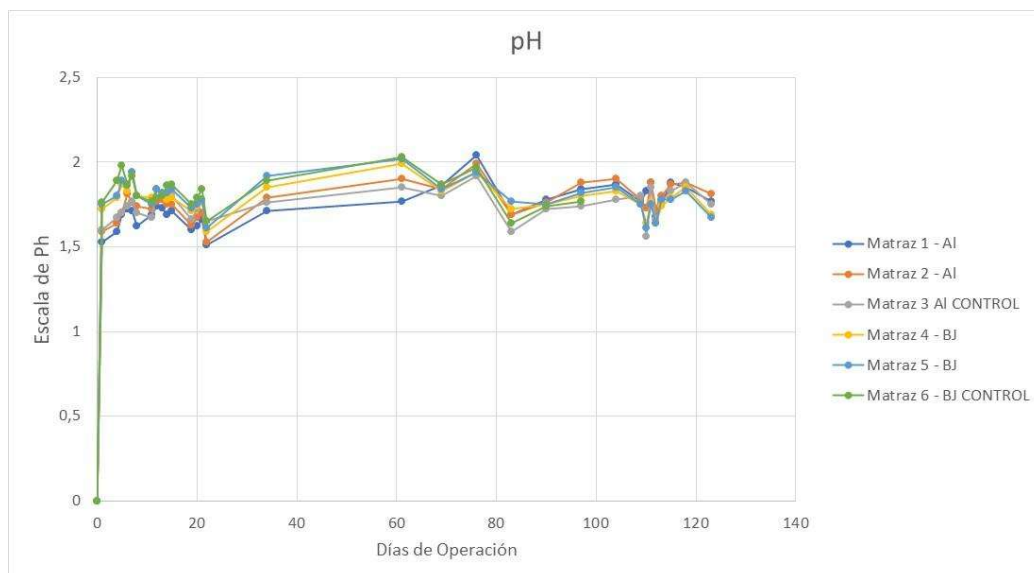


Figura 1: El pH en la prueba de biolixiviación en matraces

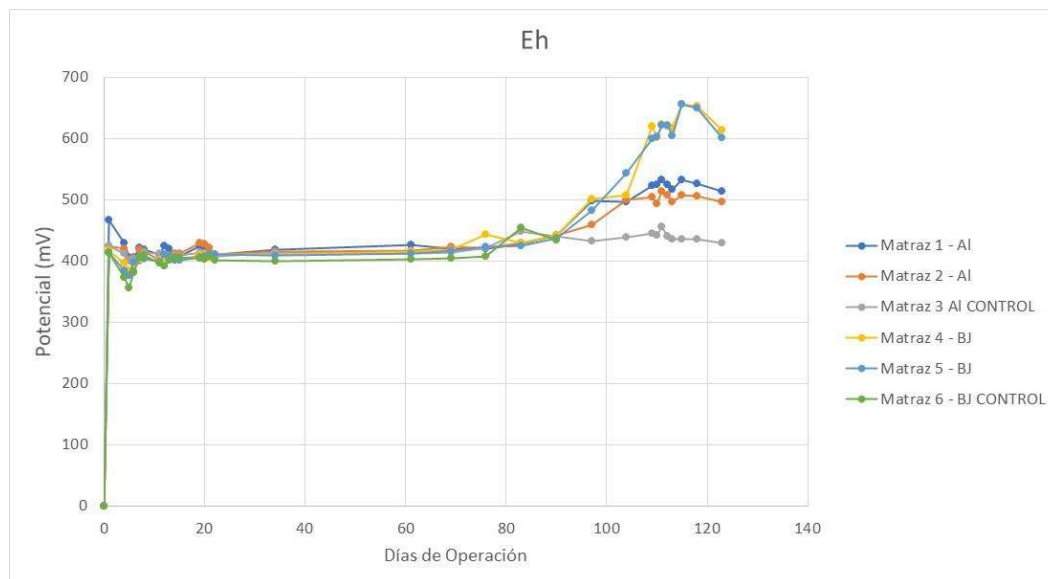
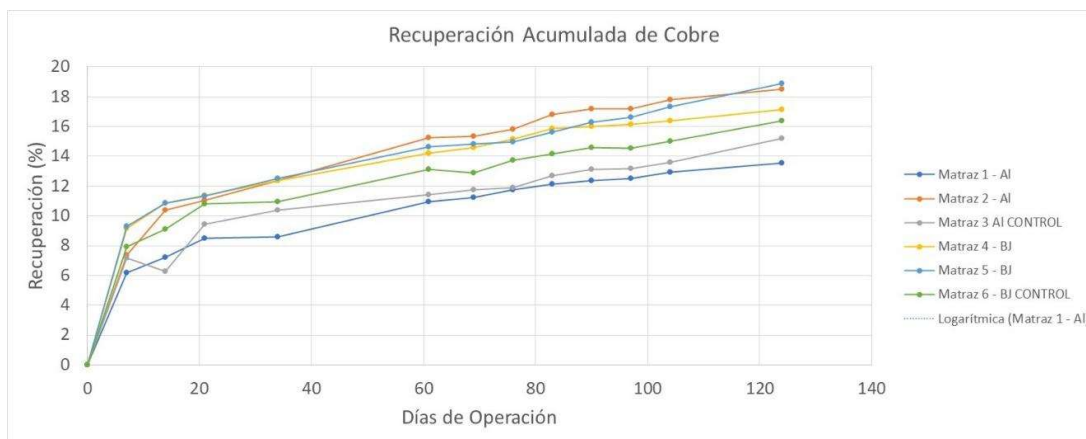


Figura 2: Dinámica del potencial electroquímico Eh en la prueba de matraces

"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"



**Figura 3: Recuperación de cobre día 83
de operación en de biolixiviación en matraces**



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Anexo Línea Minería
Proyecto “Continuidad Operativa
CICITEM 2021 – 2024”

Mayo 2025



"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"

1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez a continuación se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras.

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO

LAB-AQ 2025-086

16-05-2025

Empresa /Cliente :
Contacto : Sr. Luis Gómez
tipo de muestras :
e - mail : luis.ancat25@gmail.com
Fono :
Fecha de recepción : 14-05-2025
Fecha de reporte : 16-05-2025
Cantidad : 4
Matriz : Sólido

ÍTEM	ID MUESTRA	% Cu
1	MPCu10525	35,50
2	MPSLG13525 *	3,67
3	MPEB13525*	4,58
4	MPE14525	27,30

MPCu10525 : Precipitado de cobre
MPSLG13525 * : Precipitado secado Luis Gómez
MPEB13525 * : Precipitado Elias bustos
MPE14525 : Precipitado Electrofítico

Parámetros	Metodología:
Cu	Volumetría
Cu	Absorción Atómica *

CICITEM, Centro Científico Tecnológico de la Región de Antofagasta
Pasaje Minera Michilla 530, Barrio Industrial La Negra, Antofagasta, e-mail: contacto@cicitem.cl



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Informe Frx 002/2025					
					Fecha 29-04-2025
Sr.					
Luis Gómez					
Presente					
Frx Elemental					
Parámetro	Unidad	M1PCu24525	M2PCCu24425	M3MAXI	
Arsénico (As)	%	0,147	0,035	0,125	
Bario (Ba)	%	0,045	0,056	0,043	
Calcio (Ca)	%	2,443	1,893	1,605	
Cloruro (Cl)	%	36,617	36,802	35,357	
Cromo (Cr)	%	1,258	0,017	1,324	
Cobre (Cu)	%	6,828	37,068	12,696	
Hierro (Fe)	%	6,347	0,373	10,433	
Potasio (K)	%	0,306	0,126	0,397	
Manganeso (Mn)	%	0,123	<LOD	0,124	
Molibdeno (Mo)	%	0,0114	0,003	0,025	
Niquel (Ni)	%	0,014	<LOD	0,066	
Plata (Ag)	%	0,002	0,0027	0,002	
Plomo (Pb)	%	0,036	0,015	0,061	
Azufre (S)	%	0,494	1,351	2,131	
Antimonio (Sb)	%	0,008	<LOD	0,006	
Silice (Si)	%	1,621	0,631	1,349	
Estroncio (Sr)	%	0,032	0,044	0,031	
Titanio (Ti)	%	0,136	0,037	0,118	
vanadio (V)	%	0,018	<LOD	0,018	
W (Wolfranio)	%	<LOD	<LOD	0,016	
Zinc (Zn)	%	0,098	<LOD	0,133	
<LOD Bajo Límite de Detección					
M1PCu	: Polvo de Cu				
M2PCCu	: Polvo de Cu Celda				
M3MAXI	:Precipitado maxisacos				

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN

Se están realizando pruebas de lixiviación en reactor por agitación, de una muestra alta en contenido de magnetita y contienen cobalto, vanadio y titanio entre otros elementos, en diferentes condiciones. En la Figura1 se muestra los reactores y en los gráficos 1, 2, 3 y 4 se muestran los resultados de recuperación de cobre, pH y Eh.

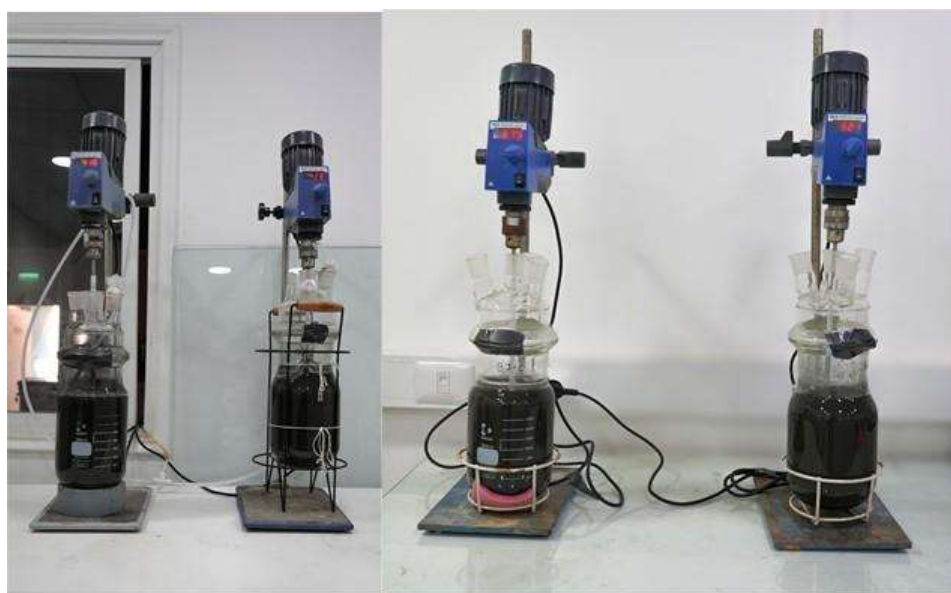


Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH

"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"

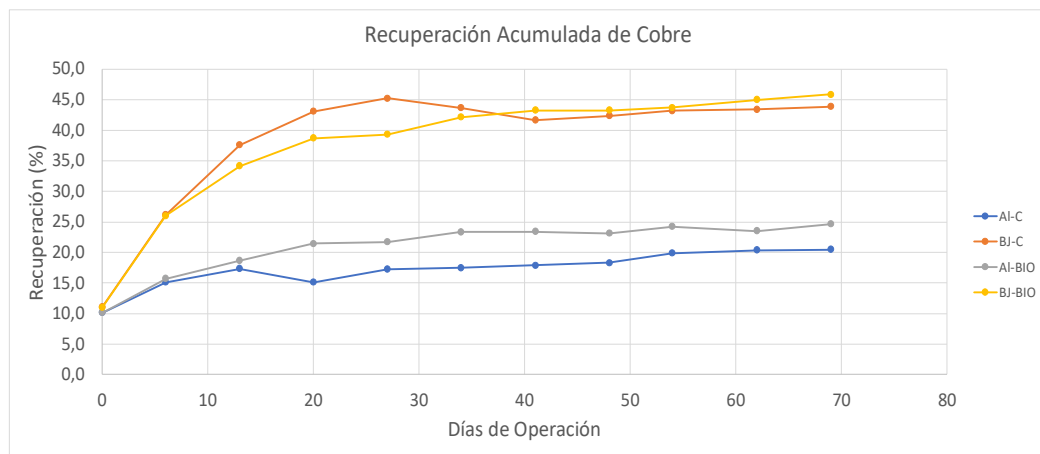


Figura 2. Recuperación de cobre en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

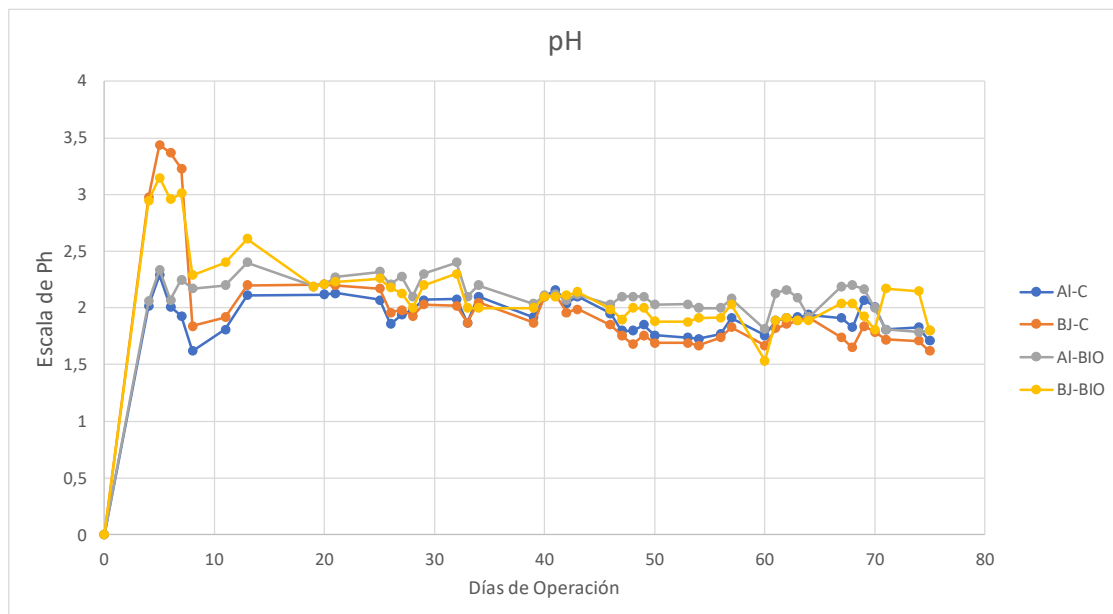


Figura 3. El pH en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"

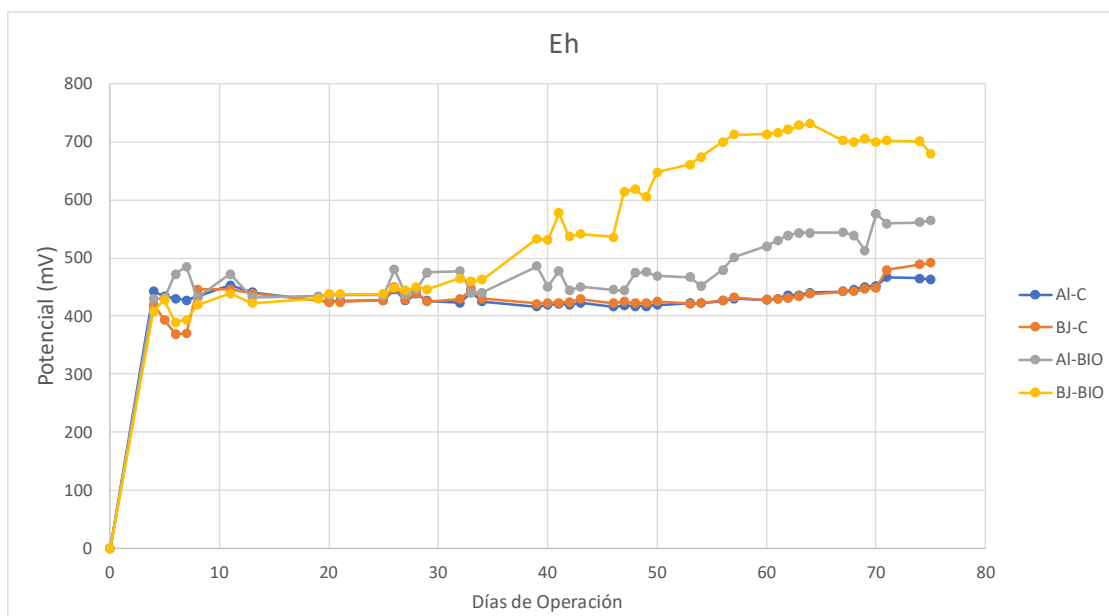


Figura 4. El potencial redox en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech y se está preparando el mineral para realizar las pruebas metalúrgicas, como test de molienda y análisis químico, para las pruebas de flotación para probar la biomasa obtenida.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en cada subcultivo de Bioflotech desde agosto, hasta el último realizado el 20 de noviembre. La concentración de biomasa obtenida varía desde 2.7 a 14.8 g/L de biomasa húmeda.



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Producción de biomasa húmeda, en función del volumen de cultivo.

Bioflotech	Volumen cultivo (mL)	Biomasa húmeda (g)	Concentración (g/L)
29-08-2024	120	1,02	8,5
20-08-2024	240	3,37	14,0
24-09-2024	280	3,24	11,6
01-10-2024	160	1,81	11,3
01-10-2024	240	2,88	12,0
15-10-2024	320	4,08	12,7
15-10-2024	160	2,36	14,8
28-10-2024	400	1,96	4,9
29-10-2024	200	2,44	12,2
22-10-2024	240	2,39	10,0
22-10-2024	320	3,20	10,0
05-11-2024	180	1,76	9,8
07-11-2024	360	3,755	10,4
12-11-2024	540	4,255	7,9
20-11-2024	560	1,52	2,7
29-11-2024	280	1,54	5,48
03-12-2024	440	1,72	3,91
04-12-2024	200	0,83	4,15
04-12-2024	320	0,36	1,11
12-12-2024	960	7,28	7,58
19-12-2024	320	0,65	2,02

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS

Finalizo la prueba de biolixiviación de matraces para la recuperación de un sulfuro de cobre mayoritariamente de calcopirita. La prueba se realizó por 124 días de operación y se están realizando los análisis finales a los rípios para determinar la recuperación de los diferentes elementos. Como se muestra en los gráficos pH, Eh y la recuperación de cobre por solución, Figura 1, 2 y 3.

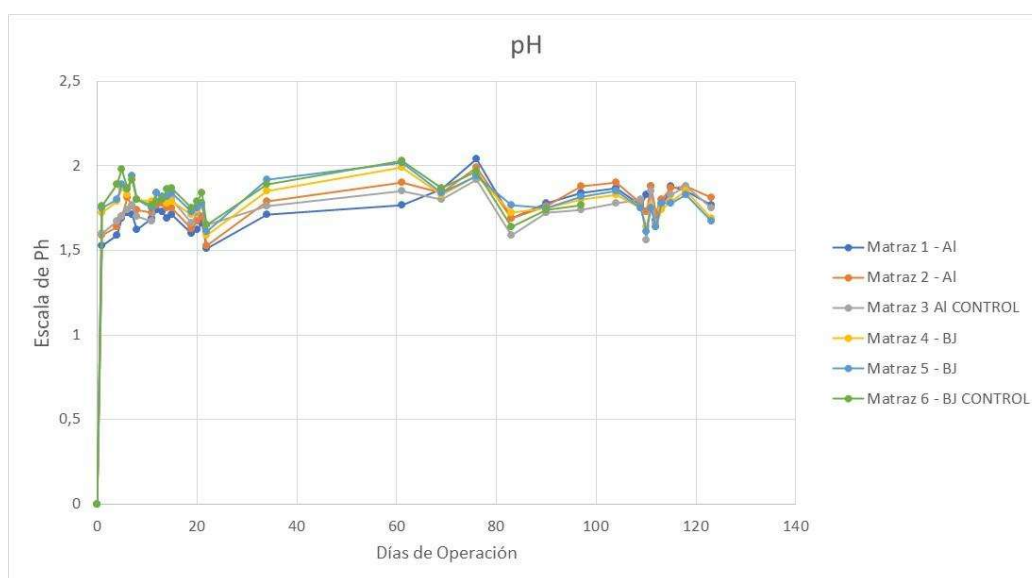


Figura 1: El pH en la prueba de biolixiviación en matraces

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

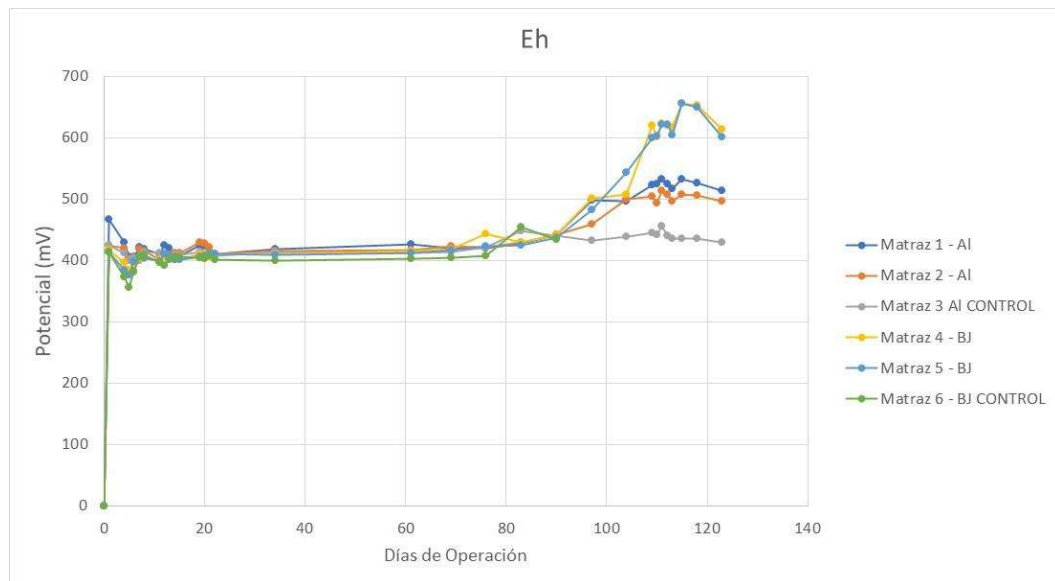


Figura 2: Dinámica del potencial electroquímico Eh en la prueba de matraces

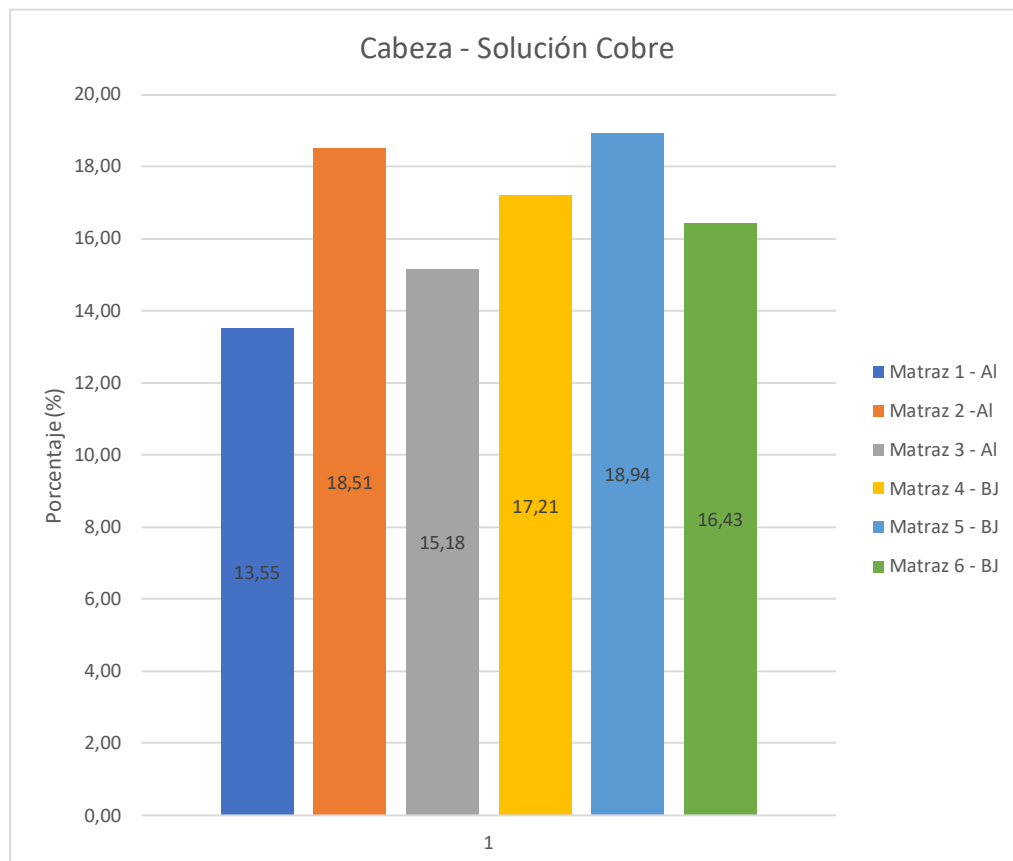


Figura 3: Recuperación de cobre cabeza solución en la prueba de biolixiviación en matraces



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Anexo Línea Minería
Proyecto “Continuidad Operativa
CICITEM 2021 – 2024”

Junio 2025



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez a continuación se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras recibidas.

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO LAB-AQ 2025-099

05-06-2025

Empresa /Cliente :
Contacto : Sr. Luis Gómez
tipo de muestras :
e - mail : luis.ancat25@gmail.com
Fono :
Fecha de recepción : 04-06-2025
Fecha de reporte : 05-06-2025
Cantidad : 5
Matriz : Solución

ÍTEM	ID MUESTRA	g/L Cu	Cu % (Sólido)	% humedad
1	1 Solución concentrada	26,70		
2	2 Solución Alimentación	1,90		
3	4 Salida Refino	1,83		
4	6 Precipitado	0,37		
5	Precipitado Cu	0,08	42,7	30,9



"FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024"

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO

LAB-AQ 2025-102

17-06-2025

Empresa /Cliente :
Contacto : Sr. Luis Gómez
tipo de muestras :
e - mail : luis.ancat25@gmail.com
Fono :
Fecha de recepción : 12-06-2025
Fecha de reporte : 16-06-2025
Cantidad : 2
Matriz : Sólido

ÍTEM	ID MUESTRA	% Cu
1	Lavado 1	11,65
2	Lavado 2	12,34



“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO

LAB-AQ 2025-112

27-06-2025

Empresa /Cliente :
Contacto : Sr. Luis Gómez
tipo de muestras :
e - mail : luis.ancat25@gmail.com
Fono :
Fecha de recepción : 25-06-2025
Fecha de reporte : 27-06-2025
Cantidad : 2
Matriz : Sólido

ÍTEM	ID MUESTRA	% Cu
1	Muestra Precipitado	33,73
2	Muestra Polvo	34,83

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN

Se están realizando pruebas de lixiviación en reactor por agitación, de una muestra alta en contenido de magnetita y contienen cobalto, vanadio y titanio entre otros elementos, en diferentes condiciones. En la Figura 1 se muestra los reactores y en los gráficos 1, 2, y 3 se muestran los resultados de recuperación de cobre, cobalto y hierro.

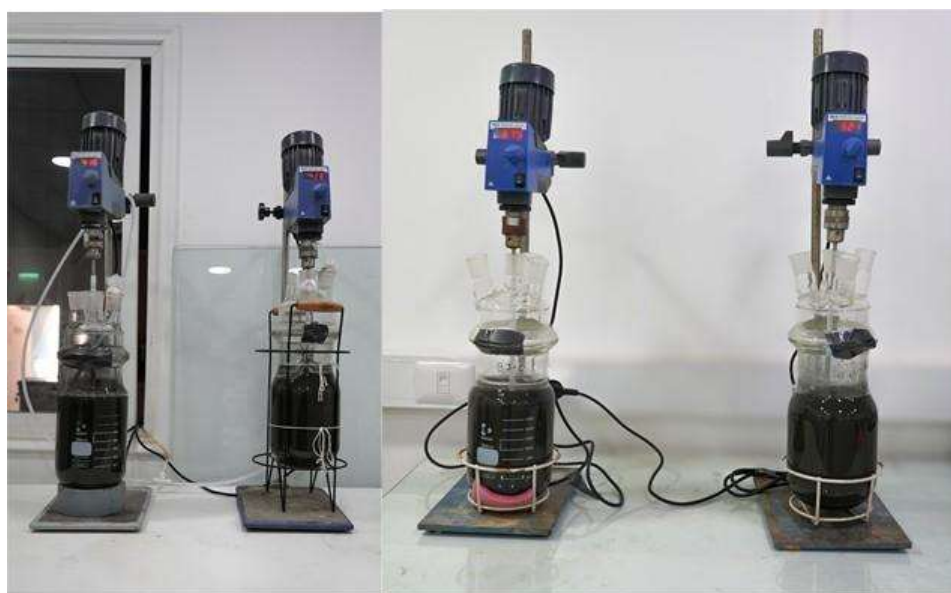


Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

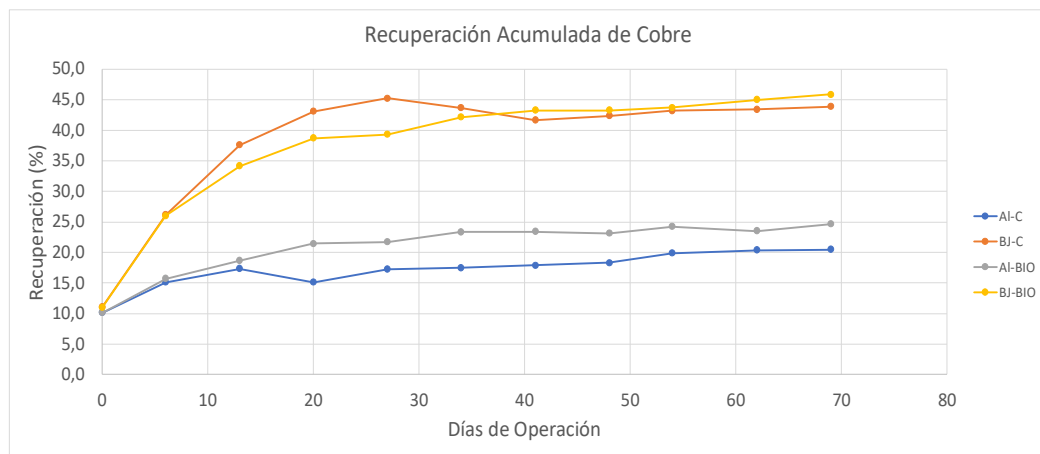


Figura 2. Recuperación de cobre en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

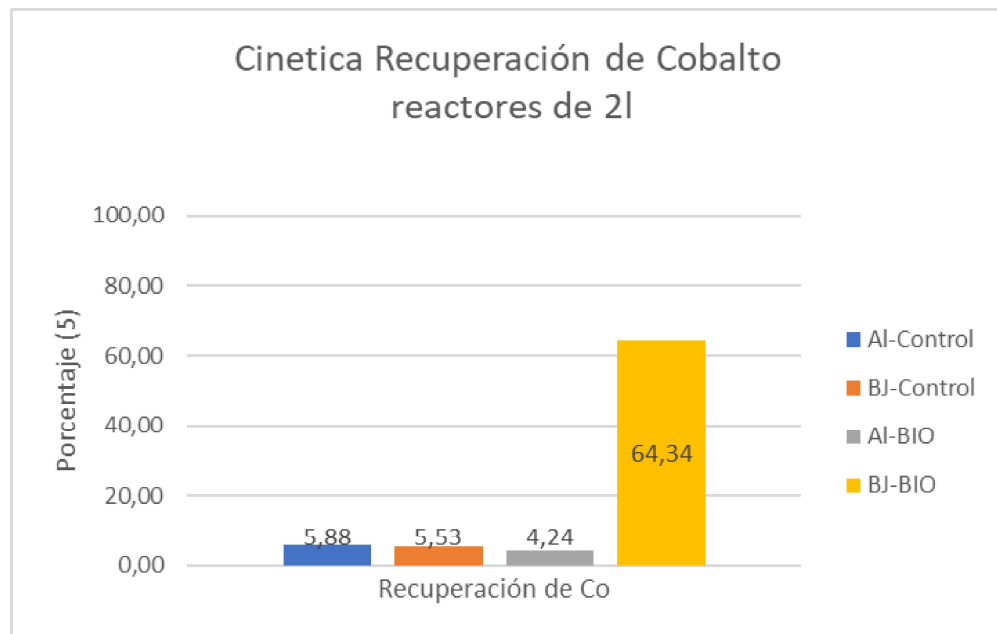


Figura 3. Recuperación de cobalto en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

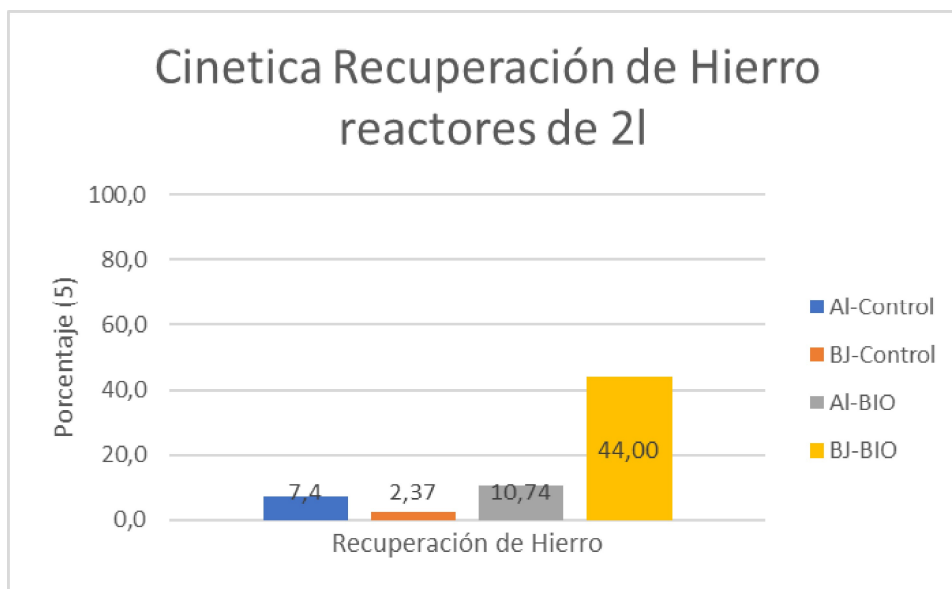


Figura 4. Recuperación de hierro en la prueba de lixiviación la prueba de reactores

1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech y se está preparando el mineral para realizar las pruebas de flotación para probar la biomasa obtenida y se realizó una capacitación a los profesionales y técnico en test de molienda y pruebas de flotación, dictada por el Ingeniero Civil Químico Sr. Milto Guillen Figuras 1 y 2. Se realizó la caracterización de cabeza de la muestra por análisis químico Tabla 1.

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”



Figura 1. Capacitación en el uso de reactivos y equipos para las pruebas de flotación con la biomasa obtenida

Tabla 1. Muestra de cabeza para pruebas de flotación

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	% Cu	% Fe
Muestra de mineral	0,45	4,83

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS

Finalizo la prueba de biolixiviación de matraces para la recuperación de un sulfuro de cobre mayoritariamente de calcopirita. La prueba tuvo un tiempo de 124 días de operación y se realizaron los análisis finales a los rípios para determinar la recuperación de los diferentes elementos. Como se muestra en los gráficos de recuperación de cobalto, hierro y cobre, Figura 1, 2 y 3.

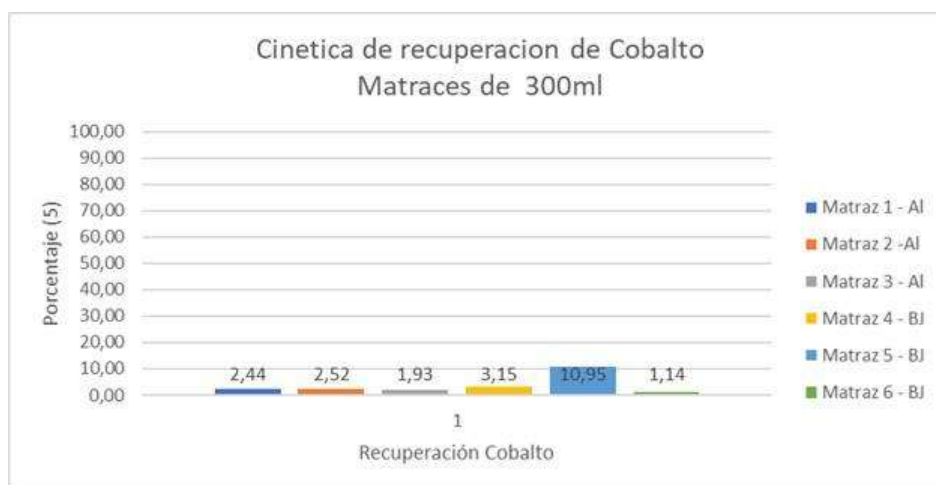


Figura 1: Recuperación de cobalto en la prueba de biolixiviación en matraces

“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”



Figura 2. Recuperación de hierro en la prueba de biolixiviación en matraces

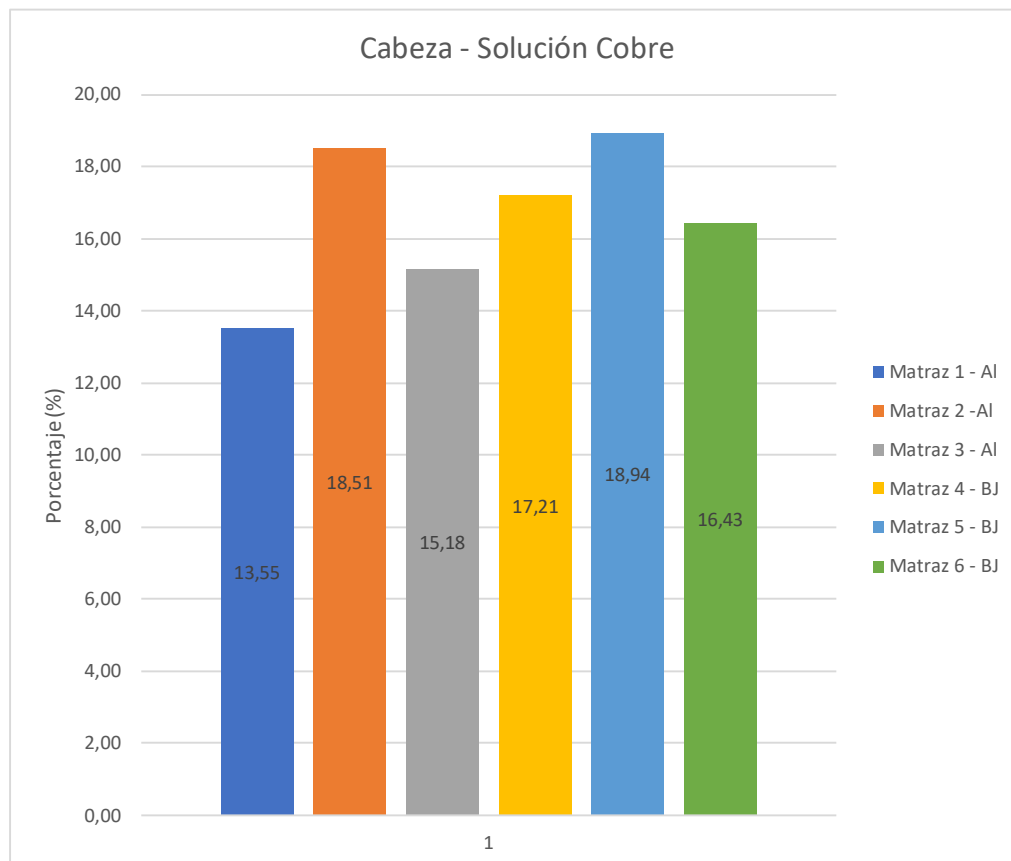


Figura 3. Recuperación de cobre cabeza solución en la prueba de biolixiviación en matraces