

MEMORIA 2022



PRÓLOGO

Un año más, fieles a nuestra misión, hemos seguido trabajando para la ciudadanía a través de la ciencia y la generación del conocimiento. En CICITEM hemos concebido la ciencia como un vector de transformación y progreso de la sociedad, como una herramienta para generar información clave para la toma de decisiones.

Se ha mostrado con claridad que la ciencia es el único camino para la recuperación, económica y social. La ciencia y la innovación se han situado en el eje de las soluciones, no sólo de los problemas medioambientales sino del desarrollo de la región. Los avances científicos y la innovación también deben ser considerados como elementos indispensables para prepararnos de cara a las futuras demandas energéticas.

Esta memoria es una recopilación de la fructífera historia de CICITEM, que el 2026 cumplirá su vigésimo aniversario. Su creación en el 2006 se inscribe en un proceso de institucionalización de la ciencia y la tecnología en Chile que, si bien fue a inicios del nuevo milenio, y tiene una historia relativamente corta, su inserción en la región es considerada muy valiosa.

Apenas en 1967 se creó el Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica CONICYT, institución que definió en mejores condiciones que sus predecesoras, el papel que debe jugar la ciencia y la tecnología en el progreso del país; se estableció que era fundamental evitar la dispersión de esfuerzos, además de formular y ejecutar una política científica y tecnológica.

Uno de sus aciertos, fue, a la luz de la necesidad de disminuir la concentración en la generación de ciencia en Chile, la creación de centros de investigación a lo largo del país, con un claro propósito descentralizador y que comenzó con la generación de estas instancias en las regiones.

Como los demás centros de investigación, CICITEM inició funciones en un contexto adverso; Antofagasta no sólo vivía una situación compleja, sino que continuaba aislada y con problemas de recesión por el bajo precio del cobre, y la falta de científicos y profesionales de la ciencia. Pese a ello, su fundación se logró gracias a algunos visionarios, que contribuyeron a que esta inicia-

tiva se convirtiera en realidad.

A partir del año 2019, fue necesario comenzar con la transformación y dotar al CICITEM de un nuevo perfil, para enfrentar la necesidad de una mayor vinculación con sectores productivos y con la sociedad regional, lo que nos encaminó hasta la senda en la estamos actualmente. Se pasó de un modelo de investigación maduro en su ciencia básica a la puesta en escena y escala del conocimiento en los temas científicos de la región, ayudando a atender la urgencia de transformar la percepción de la población acerca de la ciencia. A pocos años de su fundación, este centro científico regional del Gobierno Regional de Antofagasta es un referente en la investigación en áreas como Ecología Pesquera, Planeación Ambiental, Remediación y Conservación de Suelos, investigación en energías renovables, e investigaciones mineras.

Termino agradeciendo al equipo de trabajo de CICITEM, su trabajo, su esfuerzo, su entrega y dedicación, son imprescindibles para el cumplimiento de los objetivos, funciones y metas del Centro, y que a lo largo del 2022 han sido esenciales para contribuir al tan anhelado relanzamiento, evidenciando la capacidad de adaptación y de dar respuesta a los requerimientos más urgentes, en las diferentes materias científicas que requiere nuestro territorio. A todos y todas, mi más sincero agradecimiento y reconocimiento a su labor diaria. Muchas gracias.



Rubén Rojo Maturana
Gerente Director CICITEM

ÍNDICE

Prólogo

pág. N° 2

Resumen Ejecutivo

pág. N° 4

Capítulo I:

Análisis de Indicadores noviembre
2018 a noviembre 2021

pág. N°14

Capítulo II:

Indicadores comprometidos en el financiamiento actual
diciembre 2021 a noviembre 2024

pág. N°28

Capítulo III:

Estado de cumplimiento de indicadores incorporados en el
financiamiento actual.
diciembre 2021 a diciembre 2022

pág. N°50

Capítulo IV:

Rúbrica de Evaluación de
Indicadores de Gestión 2022-2024

pág. N°58

Capítulo V:

Apariciones en Prensa
hasta diciembre de 2022

pág. N°65

RESÚMEN EJECUTIVO:

El presente resumen evidencia proyectos que se encuentran en ejecución con su respectivo estado de avance.

1.- PROYECTOS EN EJECUCIÓN DESDE CONTINUIDAD OPERATIVA:

Proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico			
En Ejecución con cargo a Financiamiento Continuidad Operativa			
Proyectos en Ejecución	Duración	Línea de Investigación	Estado de Avance
Apoyo Científico - Técnico a la Pequeña Minería	36 meses	Minería	Se continuó con las diversas reuniones con asociaciones de pequeños mineros de Taltal y Tocopilla, además de visitas técnicas en balsas y plantas, además de la realización de 100 análisis químicos, permitiendo a pequeños mineros la determinación de leyes y planificar de mejor forma la venta de sus minerales de baja ley.
Desarrollo de Reactivos Verdes para la Minería de Cobre	36 meses	Minería	Se continuó con el desarrollo de reactivos verdes para la minería, a través del aislamiento y caracterización de dos cepas de microorganismos capaces de mejorar la eficiencia en los procesos de flotación.
Recuperación de Metales o Elementos Estratégicos desde Relaves de la Región	36 meses	Minería	La selección de relaves idóneos para el estudio, para proceder luego a sus muestreo y caracterización, también se avanzó en el diseño de las pruebas que servirán para fundamentar la propuesta de un proceso metalúrgico capaz de recuperar al menos un elemento mayor (Cobre, Hierro u otro) y al menos un elemento estratégico (Tierra rara, Cobalto u otro).
Estudio de Alternativas Sustentables para Tratamiento de Relaves Mineros	36 meses	Minería	Se seleccionaron los relaves priorizados de la región y se estudió su caracterización para determinar elementos de valor presente, tales como cobalto y tierras raras, además se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar la recuperación de estos elementos, el trabajo en este proyecto también incluyó la tesis: Concentración de tierras raras provenientes de relaves mineros de la región de Antofagasta del alumno Pedro Esgaña de la carrera de Ingeniería en metalurgia de la UCN.
Investigación del uso de Liuvivición por Agitación en Concentrados de Cobre o Polimetálicos	36 meses	Minería	Se obtuvieron y estudiaron concentrados de cobre de origen regional, con las pruebas de laboratorio y se avanzó en el diseño y realización de las pruebas de liuvivación que servirán de base para el diseño de un proceso hidrometalúrgico enfocado en aquellos concentrado que resulten no aptos para fundición.
Síntesis de Electroditos Sólidos para baterías de Litio	36 meses	Energía	Se evaluaron electroditos sólidos como una alternativa de reemplazo. Su principal ventaja radica en su capacidad para operar a una amplia gama de temperaturas y ofrecer una ventana electroquímica que permite una carga más rápida de las baterías. El dispositivo que se probó que se probó con los 4 electrodos sintetizados requiere mejoras. La interacción sólido-sólido entre el electrodlito y los electrodos conlleva un aumento en la impedancia o resistencia.
Síntesis y Estudio de Escalamiento de Materiales Catódicos para baterías de Litio	36 meses	Energía	Se realizan pruebas preliminares de ensamblado de baterías tipo coin (baterías comerciales de LMO). Preparación de electrodos (cátodo). Armao y soldado de celdas. Se realizan pruebas de adhesión y cohesión de recubrimiento de material para el ensamblado de baterías. Preparación de recubrimientos de electrodos (cátodos) mediante diferentes concentraciones de solvente y tamaños de partículas en el material activo y conductor.
Análisis y Sistematización de Base de Datos Ambientales de las Bahías de la Región	36 meses	Recursos Hídricos Marinos	Obtención de bases de datos del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POLA). Obtención de información de estudios sectoriales realizados en las bahías de la Región. Análisis y sistematización de la data mediante análisis multivariados y geoestadísticos.
Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía San Jorge	36 meses	Recursos Hídricos Marinos	Colocación y compra de equipos oceanográficos y sensores. Localización de estaciones de monitoreo en el borde costero de Bahía San Jorge. Definición de variables medioambientales asociadas a las diferentes matrices (columna de agua, sedimentos y biota) consideradas en el presente estudio. Planificación temporal y espacial de las actividades de monitoreo que serán realizadas en el área de estudio. Llegada de los equipos oceanográficos para iniciar las actividades contempladas durante el periodo de ejecución del estudio.
Evaluación del Impacto Ambiental de Aguas Residuales de Plantas Desaladoras Instaladas en B. San Jorge	36 meses	Recursos Hídricos Marinos	Colocación y compra de equipos oceanográficos y sensores. Localización de estaciones de monitoreo en el área de influencia de la descarga de salmuera proveniente de la empresa sanitaria ubicada en el sector de la Chirca. Definición de variables medioambientales asociadas a las diferentes matrices (columna de agua, sedimentos y biota) consideradas en el presente estudio. Planificación temporal y espacial de las actividades de monitoreo que serán realizadas en el área de estudio. Llegada de los equipos oceanográficos para iniciar las actividades contempladas durante el periodo de ejecución del estudio.
Monitoreo de Manantiales Costeros	36 meses	Recursos Hídricos Continentales	Se realizaron muestreos en 4 sectores urbanos asociados al desarrollo de importantes humedales de Antofagasta: (1) Sector Salar del Carmen, (2) Sector la Chirca (Aguada y Vertiente la Chirca y Reserva Nacional la Chirca), (3) Sector alto de la Quebrada la Negra, y (4) Sector de quebrada Carrizo (manantial las Vertientes). Se interpretaron los análisis físico - químicos obtenidos para analizar la calidad de agua de estos ecosistemas. Se evaluaron los indicadores ambientales que nos permitieron describir y analizar posibles contaminaciones debido al vertido de contaminantes que pueden afectar a estos ecosistemas. Se entregó el primer informe con los resultados basales obtenidos, la cual provee valiosa información para evaluar y comprender de mejor forma los impactos de la actividad antropica (recreativa e industrial local) sobre la calidad de las aguas de los humedales urbanos de la comuna de Antofagasta. Se presentaron los resultados de este primer monitoreo en el Día Internacional del Agua actividad realizada y programada por el Gobierno Regional.
Monitoreo de Calidad de Aguas del Río Loa	36 meses	Recursos Hídricos Continentales	Análisis del estado del arte. Selección de los puntos de muestreo. Colocación de servicios analíticos certificados para realizar análisis específicos. Estamos en el proceso de planificación de la primera campaña de terreno de los sitios seleccionados del Río Loa, en el sector medio Alto del Río. Se realizó muestreo de Río Loa en el tramo bajo (deseμβocadura) para análisis de calidad de agua.
Evaluación del uso de Nanopartículas Sintetizadas por Microorganismos para la Remedación de Suelos Contaminados	36 meses	Medio Ambiente	Se realizó el aislamiento de posibles hongos sintetizadores de nanopartículas, obtenidos de los suelos contaminados del Sector Industrial La Negra. Este aislamiento se realizó en placas de agar y en cultivos líquidos.
Búsqueda de Plantas Autóctonas para la Fit-estabilización de Suelos Contaminados	36 meses	Medio Ambiente	Se está trabajando en el proceso de enmienda de los suelos contaminados, donde se observa una disminución de algunos elementos contaminantes presentes en los suelos definidos. El proceso de fertilización se realiza con algunas especies reconocidas como malezas que son más tolerantes a elementos tóxicos y de fácil adaptación. Una vez terminadas estas pruebas se evalúa el efecto estabilizador.
Uso de Costras Biológicas para la Restauración Ecológica en Suelos	36 meses	Medio Ambiente	Se han obtenido cultivos de cianobacterias y hongos de los suelos contaminados de costras procedentes de humedales cercanos a sitios contaminados. Los cultivos fueron escalados a un volumen de 1 a 2 litros; se ha realizado pruebas en placas petri para observar el desarrollo de costras biológicas en suelos contaminados del Sector Industrial La Negra.
Actualización del Catastro de Suelos Contaminados	36 meses	Medio Ambiente	Se ha realizado una base de datos históricos y nuevos con los sitios contaminados de la región de la SAPPC. Además, se realizó una campaña de muestreo de terreno para obtener muestras de los suelos que se encuentran en Fase 1 en la comuna de Tocopilla. Se realizaron los análisis correspondientes para pasarlos a Fase 2 e identificar elementos contaminantes.
Contingencias Ambientales	36 meses	Medio Ambiente	Hemos acudido a los llamados que nos han indicado desde el GOBIERNO Regional, para realizar las tomas de muestras y análisis si esto es requerido.

RESÚMEN EJECUTIVO:

2.- PROYECTOS EN EJECUCIÓN DESDE OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO:

Proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico					
En Ejecución con otras fuentes de financiamiento					
Nombre del Proyecto	Duración	Línea de Investigación	Fuente de Financiamiento	Monto	Descripción del Proyecto
Estudio de Prefactibilidad para Planta de Procesamiento de Minerales en Provincia de Tocopilla	9 meses	Minería	FNDR Subtítulo 33	\$ 150.000.000	Este proyecto busca demostrar que la pequeña minería en Tocopilla puede ser reactivada con el establecimiento de una planta de tratamiento de minerales para la producción de cemento y/o sulfato de cobre a escala para sus potenciales usuarios
Evaluación del Potencial de Generación de Hidrógeno en la Región de Antofagasta	24 meses	Energía	FIC-R 2020	\$ 553.383.152	Con la tecnología disponible en el mercado se construirá una planta piloto móvil híbrida de generación de H ₂ , mediante la integración de sus componentes. Esta planta, única en el mundo permitirá estudiar el funcionamiento de los equipos en condiciones reales y en distintas locaciones, donde se podrá cuantificar el potencial de generación de hidrógeno en nuestra región.
Levantamiento de Casos de Uso y Servicios Tecnológicos para el Desarrollo de un Hub de Hidrógeno Verde	18 meses	Energía	CORFO	\$ 120.000.000	Este proyecto es un levantamiento y detección de brechas a proveedores locales sobre las tecnologías y cadena de valor del Hidrógeno, asimismo consta del desarrollo de un programa de capacitación hecha por expertos, que entreguen insumos técnicos a proveedores locales además de generar información relevante de competencias regionales y redes de colaboración, las que se dispondrán en una plataforma y página web administrada por la mandante AIA.
Análisis y Diagnóstico para una Norma Secundaria de Calidad Ambiental en Bahía de Mejillones	24 meses	Recursos Hídricos Marinos	FNDR Subtítulo 33	\$ 489.050.389	Este proyecto nace a partir de los resultados del estudio "Diagnóstico y monitoreo ambiental de Bahía Mejillones del Sur", que coordinó la cartera de medio ambiente con anterioridad y que sugirió la realización de distintas medidas, entre las que destaca la elaboración de una norma secundaria de calidad ambiental NSCA, que contribuya a la sustentabilidad social, ambiental y económica de Mejillones. En este proceso, están incorporados los pescadores, comunidad en general, sector industrial instalado en la comuna, autoridades competentes, para avanzar en la elaboración de este instrumento que busca mejorar la condición ambiental de esta bahía de nuestra región.
Estudio de la Contaminación Atmosférica presente en el Establecimiento Educativo CEIA	18 meses	Medio Ambiente	FIC-R 2022	\$ 271.135.000	Este proyecto busca implementar un plan de vigilancia atmosférica que tiene como objetivo diagnosticar y monitorear en tiempo real la calidad del aire e identificar elementos contaminantes. Esta iniciativa contempla la instalación de muestreadores de MP y dos estaciones meteorológicas y de calidad de aire, siendo una de ellas móvil, con sensores robustos de alta tecnología que permitan determinar la concentración de gases y el MP de ID y 2.5micrones en zonas específicas del CEIA y sus alrededores. Cabe destacar que el MP recolectado se someterá a análisis químico para identificar la presencia de metales pesados e hidrocarburos en el aire

RESÚMEN EJECUTIVO:

3.- PROYECTOS FORMULADOS EN ESPERA DE FINANCIAMIENTO:

Proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico					
Formulados en Espera de Financiamiento o Priorización					
Nombre del Proyecto	Duración	Línea de Investigación	Fuente de Financiamiento	Monto	Para Qué Sirve
Diagnóstico Ambiental e Hídrico de los Humedales Altoandinos de la Región	24 meses	Medio Ambiente	FNDR Sub 33 CON RS	\$ 1.069.500.114	Realizar un diagnóstico ambiental e hídrico de los humedales altoandinos de la región, que permita levantar la información basal de relevancia del estado actual de los humedales.
Monitoreo y evaluación de remediación de suelos contaminados	24 meses	Medio Ambiente	FIC-R	\$ 391.500.000	Evaluar y actualizar la información de los suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes para proponer un diseño de plan de gestión de alternativas de remediación y mitigación para los sitios contaminados de la región de Antofagasta.
Ampliación de la Plataforma Geoquímica para la Identificación y Caracterización de Sitios Contaminados	24 meses	Medio Ambiente	FONDEF IT	\$ 446.866.000	Implementar una plataforma mediante la sistematización de la información disponible de los suelos activos, inactivos y abandonados, con el propósito de identificar y caracterizar el riesgo ambiental y proponer posibles acciones de remediación en la comuna de Calama.
Uso de Nanoburbujas de Oxígeno para el Tratamiento de Fondos Sedimentarios con Alta Carga Orgánica en Bahía de Mejillones	24 meses	Recursos Hídricos Marinos	FIC-R	\$ 437.860.893	Remediación de fondos sedimentarios marinos que se encuentran altamente impactados por materia orgánica proveniente de actividades antrópicas.
Validación a Nivel Piloto de un Proceso Sustentable para la Remediación de Relaves	24 meses	Minería	FONDEF	\$ 200.000.000	Generar procesos de remediación de relaves en parte o totalmente autofinanciados
Escalamiento de un Proceso de Bajo Costo para la Recuperación de Cobalto desde Relaves Mineros	24 meses	Minería	FONDEF	\$ 199.990.000	Validar un proceso tecnológico, de bajo costo y sustentable, para recuperar cobalto desde relaves mineros.
Recuperación Sostenible de Tierras Raras en Relaves de Procesos de Flotación	24 meses	Minería	FIC-R	\$ 326.000.000	Recuperación de Tierras raras para ser usados en alta tecnología como electromovilidad, electrónica y aeronáutica
Adquisición de Equipo Analizador de Porosidad y Área Superficial sobre Materiales Porosos, para la Evaluación en Almacenamiento de Gases de Interés Tecnológico	24 meses	Energía	FONDEQUIP	\$ 244.000.000	Adquisición de un equipo de análisis de área superficial, tamaño de poros y almacenamiento de gases para diseñar un tanque de almacenamiento H2 de estado sólido.
Estudio de la Condición de la Calidad de la matriz de Agua en Bahías Mejillones y San Jorge	24 meses	Recursos Hídricos Marinos	FIC-R	\$ 285.350.000	Evaluar la condición ambiental en columna de agua, a través de la instalación de Boyas Oceanográficas en ambas Bahías
Estudio de Emisiones Atmosféricas y Vigilancia Ambiental del ex Vertedero Municipal La Chimba	18 meses	Medio Ambiente	FIC-R	\$ 297.820.000	Monitoreo en Tiempo Real de las emisiones del Ex Vertedero La Chimba, a través de la instalación de sensores, cámaras de Alta Definición y Termográficas

RESÚMEN EJECUTIVO:

4.- PROYECTOS INSTITUCIONALES DE ALTO IMPACTO:

Desarrollo de Proyectos Institucionales de Largo Plazo
Laboratorios Medioambientales de la Región de Antofagasta
Centro Internacional de Pilotaje de Tecnologías del Hidrógeno
Observatorio Regional del Ambiente Litoral
Desarrollo de un Barrio Industrial Tecnológico
Planta de Procesamiento de Minerales bajo un Modelo de Gobernanza Cooperativo

RESÚMEN EJECUTIVO:

Logros y Alcances de la Primera Etapa

Recuperación de Equipos y Equipamiento

Por un monto aproximado de \$ 1.800.000.000 (mil ocho cientos millones de pesos) al momento de facturación, Adquiridos con fondos de CONICYT y Gobierno Regional de Antofagasta a lo largo de la existencia de CICITEM

Instalación de Laboratorio Medioambiental y de Minerales

Arriendo y Adecuación de Infraestructura

Adquisiciones para Instalación de Infraestructura y Equipamiento

Planificación de procesos y logística para el funcionamiento en La Negra

Conformación de Talento Humano

Reunificación de los Equipos de Trabajadores/as de Ciencia y Tecnología

Financiamiento para contratación de Doctores y Profesionales para Investigación, Desarrollo e Innovación

Diseño e Implementación de un Plan de Formación Continua

RESÚMEN EJECUTIVO:

Desarrollo de la Institucionalidad
Reglamentos Internos (Orden y seguridad, Propiedad Intelectual, Conflicto de Interés, etc)
Procedimientos para el normal funcionamiento (Compras, Solicitudes Administrativas, Entrega de Activo Fijo, Control de Inventario, etc)
Creación y Fortalecimiento de Departamento de Administración y Finanzas para un exhaustivo control y supervisión de la ejecución presupuestaria

Financiamiento 2022-2024
Continuidad Operativa: Se obtiene financiamiento para la actividad basal del Centro
FIC-R: Adjudicación de Proyecto de Planta Piloto Móvil de Hidrógeno Verde y Evaluación de la Contaminación Presente en Centro Educativo Integral de Adultos CEIA
CORFO: Adjudicación de Proyecto de Bienes Públicos para el Desarrollo de un Hub de Hidrógeno Verde
FNDR: Adjudicación Proyecto para Norma Secundaria en Bahía Mejillones
Importante Cartera de Proyectos Formulada
Rendición Correcta y Oportuna de los Fondos Adjudicados
Rúbrica Clara y Precisa en el cumplimiento de indicadores en cada proyecto

RESÚMEN EJECUTIVO:

Inicio de un Proceso de Validación del Centro ante otras Instituciones
Estrecho y Fluído Trabajo con Gobierno Regional y Consejo Regional
Trabajo con Servicios Públicos, especialmente con Secretarías Regionales Ministeriales de Energía, Minería, Medio Ambiente, Economía, y servicios relacionados como Corfo, Semapesca, entre otros.
Alianzas con Organizaciones I+D+i
Posicionamiento en Nuestras Líneas Temáticas en:
Medioambiente: Consejo de Pueblos Atacameños en Diagnóstico de Humedales Altoandinos y ONG Medioambientales en las Matrices de Suelo y Agua
Minería: Trabajo Colaborativo con Pequeños Mineros, Validación en Asistencias Técnicas a Emprendimientos Tecnológicos
Energía: Desarrollo de Hidrógeno Verde Solar
Recursos Hídricos: Trabajo con Pescadores, Instituciones Gubernamentales, Universidades e institutos relacionados con el ambiente marino

Imagen Corporativa
Desarrollo de nuevo Logo Institucional, Isotipos, Paleta de Colores y Aplicaciones.
Boletín Informativo
Desarrollo y actualización de Sitio Web
2022 Implementación de Estrategia Comunicacional

RESÚMEN EJECUTIVO:

Desarrollo de Prácticas y Tesis de pre y post grado	
Javier Saavedra - Tesis de Magister (Energía) UCN - en proceso	Estudio de Propiedades Estructurales y Electrónicas de Materiales tipo MOF para el Almacenamiento de Gases.
Nicolas Palma - Tesis Doctoral (Energía) UA - en proceso	Diseño, Simulación y Construcción de Baterías Coin y Pouch Utilizando diferentes Electrolitos Sólidos
Francisco Henriquez - Tesis pregrado (Energía) UCN - en proceso	Simulación a Multiescala de una Pila de Combustible tipo PEM
Nadia Letelier - Tesis pregrado (Energía) UTFSM - en proceso	Diseño y Simulación de un Reactor de una Planta Piloto de Amoniaco Verde en la Región de Antofagasta
Carlos Fuentes - Tesis pregrado (Energía) UTFSM - en proceso	Producción de Hidrogeno Verde a partir de Agua Atmosférica
Cristián Rios - Tesis Magister (Energía) UA - defendida	Estudio del Almacenamiento de H ₂ Mediante Adsorción Física en MOF
Pedro Egaña - Práctica (Minería) UCN	Práctica en Metalurgia
Sandra Gonzalez - Tesis de pregrado (Minería) UCN	Caracterización Mineralógica Distrito de Tocopilla

RESÚMEN EJECUTIVO:

Asociación, Colaboración y Alianza con Instituciones relacionadas con la I+D+i
Comisión de Investigaciones Científicas Instituto Argentino de Oceanografía de la Universidad del Sur - CONICET, Argentina
Centro de Investigaciones Costeras (CIC) de la Universidad de Atacama.
Centro de Estudio Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).
Laboratorio de Modelación Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bio-Bio.
Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat.
Departamento de Ciencias del Mar, Universidad de Alicante.
Instituto de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso.
Instituto de Ciencias Naturales Alexander von Humboldt, Universidad de Antofagasta
Comite Oceanografico Nacional (CONA).
Instituto Español de Oceanografía (IEO).
Massachusetts Institute of Technology - History, Anthropology, Science, Technology, & Society (HASTS) Department
Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Ingeniería Química
University of California Berkeley - Chemistry Department
Universidad Santiago de Chile - Departamento de Química
Universidad Católica del Norte - Departamento de Química
Universidad de Antofagasta - Departamento de Ingeniería Química
Universidad Católica de Chile - Departamento de Química
RenMad - España
Laboratorio de Ecología Acuática - Universidad De Tarapacá
Centro de Investigaciones y Desarrollo en Recursos Hídricos, CIDERH
Universidad Arturo Prat -Facultad de Recursos Naturales Renovables
Center for Bioinformatic&Integrative Biology -Universidad Andrés Bello
Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto - CEITZASA
Laboratorio Electroanalítica - Departamento de Química - Universidad Católica del Norte
Departamento de ingeniería Química y Procesos de Minerales - Universidad de Antofagasta
School of Water Resources & Environment Engineering de la East China University of Technology, Nanchang, China
Departamento de Ingeniería Química y Materiales de la Universidad Complutense de Madrid
Islamic Azad University, Ashkezar branch, Yazd Province, Iran
Facultad de ingeniería, Universidad San Sebastián, Concepción Chile
Universidad Alba, La Serena
Universidad de la Serena
Facultad de Ingeniería, Universidad Arturo Prat
Biohydrometallurgy Reseach Group Technische Universitat Freiberg
LabMaTer (JQAC), Université du Québec à Chicoutimi, Canada
Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR), Germany

RESÚMEN EJECUTIVO:

Publicaciones

Delgado, L., Zúñiga, C., Asún, R., Castro-Díaz, R., Natenzon, C., Paredes, L., Pérez, D., Quiñones, D., Sepúlveda, H., Rojas, P., Olivares, G., Marín., 2021. Toward social-ecological coastal zone governance of Chiloé Island (Chile) based on the DPSIR framework. *Journal Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143999>

Rojas, P., S. Saavedra and V. Marín. 2022. Changes in benthic macrofaunal communities ecological diversity indexes in the inner sea of Chiloé island (southern Chile): an approximation by aquaculture environmental monitoring. *Journal Aquaculture Environment Interactions* (In review)

Escudero et al., 2021. On the origin of saline compounds in acidic salt flats (Central Andean Altiplano) *Chemical Geology* 574 120-155, doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120155. E

Escudero et al., 2021. Electrical conductivity as a driver of biological and geological spatial heterogeneity in the Puquios, Salar de Llamara, Atacama Desert, Chile. *Scientific reports*, 11(1), 1-18. DOI: doi.org/10.1038/s41598-021-92105-2

Galleguillos P.A., V. Zepeda, R. Calcagno and I. Nancucheo, 2022 Microbiological treatment to decrease waste and recover water in a copper cementation process, *International Biohydrometallurgy Symposium*, Perth Australia

CAPÍTULO 1:

Este Primer Capítulo, presenta un análisis y exposición de indicadores que se comprometieron entre los años 2018-2021, que se exponen de manera didáctica en un periodo que abarca, lo que CICITEM comprometió, previo a la redefinición estratégica y posterior a dicha redefinición. Cabe destacar que la aludida redefinición se validó en una jornada de trabajo entre el Consejo Regional de la época y el directorio de este Centro.

CAPÍTULO 1:

CAPÍTULO I:

ANÁLISIS DE INDICADORES NOVIEMBRE 2018 A NOVIEMBRE 2021

CÓMO LLEGAMOS AL 2022

Es importante señalar que ha existido un hito relevante en la actividad investigativa de este centro, a saber, la REDEFINICIÓN ESTRATÉGICA, que tuvo lugar durante el año 2019 y que fue el hito central de determinó el Consejo Regional como condición para sostener financieramente a CICITEM, es por tal motivo, que para efectos del análisis, separamos lo que son los indicadores previos a dicha redefinición, de lo que son los indicadores posteriores, toda vez, que el foco del quehacer del centro se dirigió hacia buscar soluciones a las problemáticas que presenta la Región y no a un interés puramente científico.

A continuación, presentamos los indicadores establecidos (y su estado de cumplimiento) en la etapa posterior a esta REDEFINICIÓN ESTRATÉGICA, para luego continuar con un análisis de los indicadores previos establecidos.

A.- Indicadores de Gestión Posteriores a la Redefinición Estratégica (noviembre 2019-noviembre 2021):

Fortalecimiento y Desarrollo Organizacional:

Objetivo Estratégico: Implementar una Gestión Integral del Centro.

Plan de Inversión en Infraestructura Física y Tecnológica:

A partir de la crisis sanitaria, se evidencia la necesidad de contar con: el equipamiento necesario y laboratorios propios de forma urgente; por tanto, en una decisión conjunta entre funcionarios y funcionarias del centro, validados por el Directorio, se decide adelantar la implementación de laboratorios propios, los cuales estaban proyectados a un plazo mínimo de tres años. Lo indicado, permitiría a los investigadores e investigadoras disponer del equipamiento científico para el avance en pruebas y así confeccionar el estado del arte para abordar y proponer soluciones a las problemáticas regionales.

Para ello, fue necesario realizar coordinaciones con la Universidad de Antofagasta y la Universidad Católica del Norte, solicitando la devolución del activo fijo que han mantenido bajo su resguardo en sus dependencias. A partir del mes de enero 2021 ha comenzado el traslado paulatino de los equipos hasta el Laboratorio Medioambiental y de Minerales. Este nuevo espacio nos permitirá no sólo continuar con las actividades que debieron quedar suspendidas producto de los confinamientos que obligaron al cierre de las universidades, sino también ampliarnos a otro tipo de pruebas.

Sumado a lo anterior, el encontrarnos dentro del radio urbano de la comuna, no nos permitía realizar pruebas y ensayos debido a los tipos de reactivos y gases utilizados para llevar adelante las investigaciones científicas de nuestros proyectos. Es así que la inversión en infraestructura física y tecnológica realizada por el centro en el último semestre, aportará al avance en investigaciones tales como: Estudios Preliminares de Humedales Urbanos, Análisis de Suelo con Posible Presencia de Contaminantes (SPPC), Estudio para la Construcción de la Norma Secundaria(NSCA)para la Bahía de Mejillones, entre otros; a través de la toma de

CAPÍTULO 1:

muestras y análisis de las mismas que aporten soluciones concretas a las problemáticas medioambientales de la región.

Auditoría Técnica y Financiera: Se genera el cargo de Profesional de Seguimiento y Control Técnico de Proyectos, dependiendo de la Dirección de Estudios para que realice el análisis técnico detallado de cada proyecto ejecutado por el Centro.

Gestión de Inventario de Activos y Patrimonio: Se identifican los activos fijos, específicamente el equipamiento científico que el Centro adquirió mediante diversas fuentes de financiamiento público y que se encontraban en resguardo de las Universidades de Antofagasta y Católica del Norte, respectivamente. Además, se obtuvo nuevo equipamiento informático y mobiliario para las nuevas dependencias del centro. Se adquieren módulos para la habilitación de oficinas y también para los laboratorios de investigación.

Objetivo Estratégico: Fortalecer la Estructura Organizacional.

Programa de Desarrollo Organizacional: Una de las consideraciones de relevancia entregadas por la consultoría estratégica, dice relación con el cambio de nombre del Centro para que dé cuenta que su quehacer, no es sólo la minería, por tanto, se comienza a comunicar a través del nombre "Centro Científico Tecnológico Región de Antofagasta"

Así mismo, en consideración al estado del Centro, es que se determina que las funcionarias y funcionarios contratados con recursos de financiamiento basal, se reunifiquen en torno a un mismo lugar físico, generando senti-

do de pertenencia con la institución y lograr fortalecer al equipo que estaba dividido entre las universidades locales que son miembros del directorio, trabajando en la concreción de objetivos diferentes según los nuevos lineamientos que este Centro establece, conjuntamente con ellos.

A partir de esta administración, se ha contribuido a que el actual directorio tenga una relación vinculante y colaborativa con las decisiones que adopta el Centro, en favor del desarrollo científico regional. Esta relación, le ha permitido a CICITEM avanzar en términos esenciales como: la redefinición estratégica, la implementación de laboratorios propios y la definición en la contratación de profesionales y doctores, que aporten desde su experiencia profesional a la concreción de los objetivos trazados.

Creación de Valor en Ciencia y Tecnología:

Objetivo Estratégico: Proponer Estrategias y Políticas de Desarrollo.

Modelo de Desarrollo Científico Tecnológico: Atendiendo las prioridades de las distintas comunas y localidades, CICITEM le ha propuesto al Gobierno Regional de Antofagasta ahondar en investigaciones prioritarias, las que se enmarcan bajo la Estrategia Regional de Innovación (ERI) y la Estrategia Regional de Desarrollo, y sumado a lo anterior, concuerdan con las líneas priorizadas de este Centro Científico

Tecnológico, como son: Minería; Recursos Hídricos: Marinos y Continentales; Energía (ambas líneas crea-

CAPÍTULO 1:

das a partir de la consultoría estratégica) y como línea transversal Medio Ambiente.

En la relación regional con entidades públicas, destaca el trabajo colaborativo con la Secretaría Regional de Medio Ambiente, para así desarrollar proyectos de investigación que aporten en la solución de problemáticas en tres áreas: Suelo, Aire y Agua. En este ámbito destaca la participación de CICITEM en la Mesa Regional del Agua, además, de integrar la Red H2O, donde el Centro ejerce la coordinación de la Macro Zona Norte desde el mes de mayo de 2020. Así también recalcar las Investigaciones de la Cuenca del Río Loa, Impacto de las Desaladoras en las Bahías de la Región, Humedales Altoandinos y Estudio de Prefactibilidad de Planta de Procesamiento de Minerales para la Provincia de Tocopilla.

Respecto de la creación de nuevas líneas de investigación, Energía ha trabajado en conjunto con la Secretaría Regional afín, dónde se ha priorizado investigar la producción de Hidrógeno Verde, considerando las bondades climáticas de este territorio. Además, el impulsar desde esta línea, una sensibilización con otros actores relevantes, en especial con la Seremi de Educación y Ciencias, para abordar la necesidad de contar con técnicos y profesionales que se requerirán para desarrollar la producción de hidrógeno.

Conjuntamente, se propuso al Gobierno Regional, crear la Comisión Regional de Hidrógeno y de esta manera lograr la articulación regional y multisectorial para un trabajo de largo plazo, para ubicar a la región de Antofagasta como el líder en producción de Hidrógeno Verde, de forma sustentable y consiguiendo beneficios

compartidos.

CICITEM presentó el año 2021, un estudio para la evaluación del Potencial de Producción de Hidrógeno en la Región a través de una Planta Piloto Móvil de hidrógeno, el que fue adjudicado con recursos FIC-R, además, de la incorporación de dos iniciativas en la cartera de proyectos del Plan de Zona de Rezago de la Provincia de Tocopilla, el diseño y construcción de un Centro Internacional de Pilotaje para Tecnologías de Hidrógeno Verde y el diseño y ejecución de una planta de procesamiento de minerales para el desarrollo de la pequeña minería de Tocopilla.

Objetivo Estratégico: Poner en Valor Propiedad Intelectual e Industrial.

Programa de Transferencias Tecnológicas PYME: El Centro no contaba con una Política de Propiedad Intelectual, ni un Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad en el Trabajo, actualizado. Debido a esta redefinición es que se modifican y actualizan ambos reglamentos, cuestión ejecutada al alero de la asociatividad que hemos desarrollado con HUB APTA. Esta política, permite regular y proteger la transferencia tecnológica que se derive de la producción científica de sus investigadores e investigadoras hacia PYMEs de la Región.

Ante esto, se crea lo siguiente:

CAPÍTULO 1:

Reglamento de Propiedad Intelectual y Propiedad Industrial.

Reglamento de Transferencia Tecnológica y Creación de Empresas de Base Tecnológica (Spin-off).

Reglamento de Conflictos de Intereses.

Reglamento de Vinculación con la Industria.

Manual de Propiedad Intelectual y Transferencia de Resultados.

Batería de Documentos Tipo para la Gestión, Administración y Explotación de la Propiedad Intelectual e Industrial del Centro.

Gestión Integral de Capital Humano.

Objetivo Estratégico: Desarrollar y Articular Comunidades Científicas.

Programa de Desarrollo de Comunidades Científicas y Técnicas: En el marco de la presentación de proyectos a distintas instancias de financiamiento público, CICITEM ha establecido acuerdos de asociatividad con distintas universidades internacionales, tales como Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México; Universidad Complutense de Madrid, España; Technische Universität Bergakademie, Alemania; Imperial College London, Reino Unido; y Lulea University of Technology, Suecia; en cuanto a los planteles nacionales, podemos destacar la relación con las Universidades de Antofagasta, Católica del Norte, Arturo Prat, Pedro de Valdivia, de Concepción, USACH, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,

Federico Santa María, Andrés Bello, San Sebastián y de La Serena.

En una alianza público-privada entre el Gobierno Regional de Antofagasta - Codelco - CICITEM, se ejecutó el proyecto de "Antecedentes preliminares para el Estudio Prefactibilidad Técnica para Planta de Procesamiento de Minerales para la Pequeña Minería de Tocopilla", el que derivó en un estudio FNDR de prefactibilidad de dicha planta, iniciativa que se encuentra finalizada. A partir de lo analizado en la comuna de Tocopilla, se evidenciaron las brechas existentes en la Pequeña Minería Regional, por ello se busca avanzar en un programa integral de apoyo técnico y económico para este sector productivo.

En la línea de Energía, se priorizó trabajar en el avance del estudio del potencial del Hidrógeno Verde en nuestra región, centrando los esfuerzos en la preparación de una iniciativa pública "Estudio de Prefactibilidad de un Centro de Pilotaje de Hidrógeno" buscando un estudio técnico-económico sobre la posibilidad de la construcción e implementación de un centro de Pilotaje y Entrenamiento Regional de Tecnologías del Hidrógeno.

Objetivo Estratégico: Atracción de Talento Humano Científico, Tecnológico y Gerencial.

Programa de Atracción de Talento Humano: En la búsqueda del perfeccionamiento del Centro, es que se busca contar con una dotación no sólo abocada a la investigación, sino, en diversas áreas que logren confluir en su apoyo. Así se genera una nueva estructura funcionaria, dotando de mayor personal técnico para el logro de los objetivos propuestos a corto, mediano y largo plazo. Se destaca la incorporación de profesiona-

CAPÍTULO 1:

les de las áreas: Jurídica, Comunicacional, Formulación de Proyectos y de Vigilancia Tecnológica, aunque cabe indicar que el foco central es potenciar las capacidades operativas de los laboratorios.

Durante el mes de febrero del año 2020, se realiza un concurso público para la contratación de PhD. en Energía, Recursos Hídricos Continentales y Recursos Hídricos Marinos. Sin embargo, debido a la crisis sanitaria y por decisión del Directorio, es que se posterga la contratación de estos profesionales, logrando concretarla entre los meses de septiembre y octubre de 2020, con lo cual el equipo de investigadores queda conformado por siete doctores.

Objetivo Estratégico: Desarrollar el Talento Humano.

Programa de Fortalecimiento de Talento Humano: En el 2020 las profesionales de Seguimiento y Control Técnico de Proyectos y de Transferencia y Vigilancia Tecnológica, cursan el “Magister en Gestión de la Innovación y Transferencia Tecnológica” en la Universidad de Antofagasta. En el transcurso del mismo año, las profesionales encargadas de los laboratorios de medio ambiente y minerales, se capacitaron como “Operadoras de Autoclave” lo cual fue certificado ante la autoridad sanitaria para la manipulación y operación de este equipo. Así mismo, se trabajó en un plan de perfeccionamiento para la utilización y operación de equipamiento de laboratorio para los profesionales del Centro.

También se priorizó la capacitación y certificación para la operación de equipo de prospección submarina ROV y DRON, equipos con los cuales se amplían las capacidades de análisis y toma de muestras medioambientales.

Articulación y Vinculación con el Medio.

Objetivo Estratégico: Visualizar la gestión, logros e impacto del Centro según los diferentes públicos objetivos.

Estrategia Comunicacional y Plan de Difusión: Desde el Departamento de Capital Social y Redes de Cooperación, el área de comunicaciones ha posicionado al centro mediante variadas acciones.

La primera fue desarrollar un nuevo sitio web, renovado, interactivo y ajustado a las tendencias actuales. El sitio, en el último trimestre del 2020, logró aparecer en los primeros lugares en las búsquedas de Google con palabras claves vinculadas a la investigación en Antofagasta (posicionamiento SEO), gracias a una estructura trabajada bajo conceptos de arquitectura de la información.

En segunda instancia, se renovó el Boletín Informativo, con un formato adaptable a correo electrónico, conectado a las redes sociales, el sitio web y descargable en todo tipo de dispositivo con conexión a internet. Además, el mismo cuenta con un sistema de rastreo que permite saber el porcentaje de apertura y el número de vínculos clickeados por el usuario final (trackeo de clics) desde la página web.

Y, por último, se realizó un trabajo de vinculación con los medios de comunicación regionales y algunos de alcance nacional, para posicionar a CICITEM y sus Investigadores como líderes de opinión en las temáticas vinculadas a las cuatro líneas basales de investigación del Centro. Con lo anterior, se apunta a que no sea

CAPÍTULO 1:

sólo el Centro quién esté generando noticias, sino que los medios encuentren en CICITEM un banco de voceros especializados en el caso de requerir la opinión de un experto.

Objetivo Estratégico: Generar Masa Crítica en Ciencia y Tecnología:

Programa de Divulgación Científica a la comunidad:

Para lograr este indicador, fue necesario implementar una estrategia comunicacional, identificando claramente los stakeholders (grupos de interés), que para CICITEM es primordial vincularse, entre ellos se destaca: Escuelas, Universidades y Centros de Estudios: En su rol de Centro Regional, es importante la articulación y vinculación con la academia en todos sus niveles, principalmente escalar a un trabajo de vinculación diferenciado para estudiantes de educación básica, media y técnica profesional, ya que en la actualidad, el Centro ha focalizado su trabajo de vinculación con educación superior entregando cupos de práctica, desarrollo de tesis de pregrado y postgrado de magister y doctorado. Centros de Investigación y/o Divulgación Científica: La vinculación que CICITEM ha tenido con otros centros regionales o centros científicos dependientes de universidades públicas y privadas y casas de estudio en general, se ha materializado principalmente en la elaboración de iniciativas de proyectos conjunto y a partir de esta relación, comienza un trabajo de vinculación desde la divulgación científica que incluirá realización de seminarios, webinar, talleres, etc. Medios de Comunicación: En sus inicios, el Centro mantenía una relación con los medios que dependía exclusivamente de los proyectos en ejecución. Sin embargo, en la actualidad apunta a posicionar a sus investigadores como líderes de opinión, sin dejar de transmitir las actividades de cada

línea de investigación. Autoridades e Instituciones Públicas: En estos años CICITEM ha logrado posicionarse como un interlocutor validado por las instituciones públicas, en especial con Medio Ambiente y Minería, logrando materializar iniciativas que aporten a resolver problemática regional y en otras instancias aportar con el estado del arte o diagnósticos necesarios para la toma de decisión en política pública.

Programa de Articulación y Vinculación: (RRSS): Hasta el 2018, CICITEM contaba con una página web desactualizada y con contenido básico, desde el 2019 se fue construyendo información relevante, para luego el 2020 con la incorporación del Departamento de Comunicación y Redes, se refresca el sitio web del centro www.cicitem.cl y en conjunto se crean todas las redes sociales como: Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn y Youtube, las cuales están en permanente interacción, además se reporta mensualmente el público objetivo alcanzado por cada red social, diferenciando por rango etario, región y género.

Activación y Gestión de Redes.

Objetivo Estratégico: Gestionar Nuevos Acuerdos y Convenios:

Programa de Fortalecimiento de Redes de Cooperación: Desde el año 2019, se consolidó la relación entre en Hub APTA y CICITEM, donde dicha organización pone a disposición de este centro su capacidad de buscar nuevos mercados de comercialización para las iniciativas que deriven en patentamiento y

CAPÍTULO 1:

secreto industrial que realicen los investigadores e investigadoras. También, colaboró en la creación de la Política de Propiedad Intelectual. Este acuerdo entre ambas instituciones, apoyará la concreción de uno de los objetivos que se ha trazado CICITEM, como lo es el posicionamiento y visibilidad de nuestras investigaciones a posibles mercados nacionales e internacionales. En el año 2020, CICITEM firma su incorporación como socio de la Asociación de Industriales Antofagasta (AIA) la cual se dio como una invitación por parte de su Directorio, ya que visualizaron la etapa de maduración en que se encuentra el Centro, viéndonos como un socio estratégico, dada la labor científica que CICITEM desarrolla en la región y la transferencia tecnológica que se pudiera llevar a cabo en forma bidireccional, destacando algunas iniciativas que se encontraban en ejecución, como por ejemplo, el proyecto financiado por Corfo denominado “Levantamiento de casos de uso para el desarrollo de un HuB de Hidrógeno Verde en la Región de Antofagasta”

B.- Indicadores de Gestión Previos a la Redefinición Estratégica (noviembre 2018 - octubre 2019):

Publicaciones ISI/WOS de investigadores contratados por el Centro.

Este indicador muestra la producción científica de las y los investigadores del Centro, en relación a la redacción de papers, artículos científicos de alto impacto en colaboración con investigadores de Universidades nacionales y extranjeras. Este indicador releva la importancia de contar con investigadores que cuenten con una amplia red de colaboración internacional y nacional, para que las investigaciones que realice el Centro,

lleguen a otros públicos y ampliar el nivel de conocimiento de CICITEM. Entre los artículos escritos por las y los investigadores del centro, destacan: “Validation of genetic markers associated to oxygen availability in low-grade copper bioleaching systems: an industrial application” Dr. Pedro Galleguillos Pérez, en conjunto con investigadores de la UCN; “Performance of a sulfidogenic bioreactor inoculated with indigenous acidic communities for treating an extremely acidic mine water”. Autores: Daniella González, Yun Liu, Denys Villa Gomez, Gordon Southam, Sabrina Hedrich, Dr. Pedro Galleguillos, Camila Colipai, Ivan Nancucheo Revista: Minerals Engineering; “Modelo de equilibrio químico para representar solubilidades de sistemas ternarios y su aplicación a la predicción de eutécticos de sistemas cuaternarios”, publicación desarrollada por la Asistente de Investigación Mg. Elsa Flores Saavedra, junto a Jorge A. Lovera, Svetlana Ushak, Angel G. Fernández, Héctor Galleguillos, para ser presentada en la revista Ingeniere, Revista Chilena de Ingeniería, publicación aceptada. “On the origin of saline compounds in acidic salt flats”, para la revista Central Andean Altiplano, publicación desarrollada por la Dra. Lorena Escudero González, en conjunto a Juan José Pueyo, Cecilia Demergasso, Guillermo Chong, Paulina Cortéz-Rivera, Jorge Sanjurjo-Sánchez y Santiago Girall. Publicación en estado de enviada a la espera de aceptación por parte de la revista. “Microbial communities of an acidic wastewater in northern of Chile: Importance of the role of acidophilic iron-sulfur acidophilic microorganisms and their role in natural attenuation”. Escrita por los Drs. Víctor Zepeda Álvarez y Pedro Galleguillos Pérez,

CAPÍTULO 1:

junto a C.Escutp, A.Liu, D. Villa- Gomez, G.Southam, A. Echeverría, C. Demergasso y L.Nancuqueo. Publicación se encuentra en estado de revisión por parte de los autores y co-autores. "Effects of a biological-based reagent in copper sulfide flotation process". Escrita por los Drs. Pedro Galleguillos Pérez, Víctor Zepeda Álvarez, Milto Guillen, Ivan Nancuqueo, en asociación con la facultad de ingeniería y tecnología de la Universidad de San Sebastián de Concepción y el Centro de biotecnología de la Universidad Católica del Norte y el Centro de Investigación Científica CICITEM. Desarrollo del 1er artículo científico referente al efecto de la calidad de la Cal sobre distribución granulométrica en flotación y se está desarrollando simulaciones para un 2do artículo. Artículo desarrollado por el Dr. Marcelo Montenegro Concha. Nuevas pruebas de concepto (prototipo a escala de laboratorio) que se orientan a la obtención de información o de soluciones relevantes para la región en el año.

En este indicador, muestra las pruebas que se han realizado a nivel de laboratorio y que se derivan de investigación y ejecución de proyectos, siendo los más relevante las pruebas para el proyecto "Integración de energías renovables en procesos Hidrometalúrgicos de la pequeña y mediana minería para la producción sustentable de cobre", ejecutado por el Dr. Marcelo Montenegro Concha. Los resultados obtenidos fueron enviados y validados por ANID, institución que financió el proyecto. Este proyecto se emplazó en la Mina Francisca, con el objeto de potenciar a los pequeños mineros de Taltal y que puede ser expandido a otros puntos de la zona, como la comuna de Tocopilla. Por otra parte, en el marco de la ejecución del segundo FONDEF IT17M10001, a cargo de la Dra. Asociada María Elisa Tabuada, "Obtención de cobre metálico y sales de cobre como valor agregado a Pymes" concluyó

sus pruebas de laboratorio y los resultados fueron dados a conocer en un seminario realizado en diciembre del 2019, en donde las distintas asociaciones de pequeños mineros, tuvieron la oportunidad de conocer los alcances del proyecto su aplicabilidad y viabilidad económica y financiera para los pequeños mineros. Por último, para el proyecto financiado a través de CORFO y ejecutado por los Drs. Pedro Galleguillos Pérez y Víctor Zepeda Álvarez "Validación y empaquetamiento de un biomodificador para procesos de flotación de sulfuros de cobre", las pruebas comprometidas debieron ejecutarse en Santiago porque en Antofagasta no contamos con un centro de pilotaje.

Cabe señalar que hasta el año 2020, todas las pruebas comprometidas en las distintas investigaciones, debían desarrollarse en los laboratorios de las universidades locales, ya que ahí se encontraba físicamente el equipamiento de laboratorio CICITEM, a partir del 2021 el equipamiento de laboratorio de ambas universidades, está siendo trasladado a los laboratorios propios de CICITEM, ubicados en el sector industrial La Negra.

Actividades de difusión del proyecto o los resultados de éste en seminarios, talleres, repositorios públicos, distinguiendo los públicos objetivos.

Los proyectos ejecutados entre 2018-2019, concluyeron con seminarios expositivos de resultados a los beneficiarios directos de los proyectos FONDEF Y CORFO. En el año 2020 no se cumplió el indicador, dado que no hubo proyectos terminados que derivasen en mostrar las principales conclusiones. Actualmente, se trabaja comunicacionalmente entregando avances de los proyectos en ejecución y de líneas de

CAPÍTULO 1:

investigación que se están desarrollando.

Cantidad de nuevas publicaciones de contenido científico de investigadores contratados por el Centro, disponibles en repositorios públicos.

Con el equipo de comunicaciones, los investigadores han logrado tener más visibilidad en medios regionales y en medios especializados y se han posicionado en temas científicos relevantes, sin embargo, el foco estuvo centrado en la publicación paper científicos.

Cantidad de seminarios organizados por el centro en áreas de interés regional con participación de expertos.

Si bien, este periodo estuvo marcado por la emergencia sanitaria, siendo dificultoso concretar seminarios, fue en el año 2020 que concretamos un seminario de relevancia internacional, realizado en noviembre, de manera conjunta con CELIMIN, sobre baterías de Litio e Hidrógeno.

Actividades de divulgación dirigida a distintos estamentos de la comunidad.

A partir de la creación de la página web del centro www.cicitem.cl y el fortalecimiento en redes sociales a través de la difusión y la generación de contenidos, se ha hecho divulgación de temas relevantes y en constante actualización de información disponible para todo el público, además de la actualización desde el Boletín impreso de CICITEM, al newsletter digital con un alcance más amplio.

Coautorías de proyectos de I+D contratados por el centro con otras instituciones nacionales y/o interna

cionales.

Es indudable que la colaboración entre instituciones científicas locales, nacionales y extranjeras, es un gran aporte al desarrollo científico regional y esto se expresa en la colaboración de presentación conjunta a postulaciones a distintos financiamientos, destaca la presentación conjunta de 15 iniciativas a distintos programas FIC-R, ANID, entre los años 2019-2020, los que a continuación se detallan: (1) Fortalece Pyme de CORFO, con el proyecto denominado "Validación del proceso de cementación y precipitación de fierro, con agua de mar, para pequeños mineros". Proyecto presentado por el Dr. Marcelo Montenegro Concha, junto a pequeños mineros. Postulación a (2) "Economía Circular" de CORFO, proyecto presentado por el Dr. Marcelo Montenegro, junto a los tesis Carlos Esquivel, Jorge Garvizo y al empresario Nelson Tuhoy de mina Francisca SPA. Postulación a (3) Expande (BHP) "Evitar o Eliminar formación de Jarocita en pilas de sulfuro-Minera Escondida", en asociación con Universidad Católica del Norte, proyecto presentado por los investigadores del centro Dr. Pedro Galleguillos Pérez y Víctor Zepeda Álvarez. Iniciativas presentadas al Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2020, Desarrollo de (4) "Material Aislante con Residuos Textiles Residuales", presentado en conjunto con la empresa ROES LTDA., directora a cargo: Elsa Flores Saavedra; (5) "Economía Circular", presentado en conjunto por las instituciones Fundación Mi Norte y Norte Sustentable, directora del proyecto: Nanette Merello Pinilla; (6) "Evaluación Hídrica de la Cuenca Río Loa, incorporando nuevas tecnologías" en conjunto con las empresas Camnexus Ltda (Inglaterra) y Eridonus Ltda (Chile), direc-

CAPÍTULO 1:

tora del proyecto: Dra. Lorena Escudero González; (7) “Extracción Sustentable de Oro y Plata para la Pequeña Minería”, en conjunto con agrupaciones de pequeños mineros regionales, director del proyecto: Dr. Marcelo Montenegro Concha; (8) “Obtención de Tierras Raras desde pasivos ambientales regionales, en conjunto con apoyo de la Seremi de Minería, director de proyecto: Dr. Víctor Zepeda Álvarez; (9) “Preparando la región para el uso del Hidrógeno Solar”, en conjunto con la Fundación Ruinas de Huanchaca, director asociado Fernando Zuñiga; (10) “Tratamiento Sustentable de pasivos mineros de la comuna de Taltal”, en conjunto con las asociaciones gremiales de productivos y dueños de Taltal, director de proyecto Dr. Pedro Galleguillos Pérez. Presentación de proyectos a ANID: (11) “Proyecto de Fortalecimiento de Centros Regionales”, en asociación con 4 universidades extranjeras (España, México, Suecia, Inglaterra), 4 universidades nacionales. Director Científico Dr. Pedro Galleguillos Pérez, Directora Alternativa Dra. Lorena Escudero González; (12) “Efectos de la composición mineral y el tamaño de partículas en el desempeño de los procesos de flotación”. Director a cargo del proyecto: Dr. Marcelo Montenegro Concha; (13) “Reactivos de base microbiana para procesos de flotación verde de minerales de cobre y molibdeno”, Director a cargo del proyecto Dr. Pedro Galleguillos Pérez. (14) “Recuperación sostenible de elementos valiosos en relaves en procesos de flotación” director de proyecto Dr. Víctor Zepeda Álvarez (15) “Aplicación Medioambiental de nanomateriales, Nanoremediación”, directora a cargo Dra. Lorena Escudero González. Tesis iniciadas, en ejecución y terminadas por estudiantes de pregrado, magister y doctorado en universidades chilenas o extranjeras cuyo tutor y/o cotutor es un investigador contratado del centro en el año.

Uno de los mayores aportes que CICITEM realiza a la vinculación con la formación de capital humano regional, es integrar a tesis tanto de pregrado, magister y doctorados, a los proyectos ejecutados por el Centro, para que desarrollen sus tesis y que estas, tengan relación con las líneas de investigación. Además de los tesis, también hemos contribuido a entregar prácticas profesionales a estudiantes de Liceos Técnicos de la comuna de Antofagasta, en especial con el Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo, que les ha permitido a estos estudiantes, realizar su práctica en un espacio científico y no productivo; para que visualicen otras áreas en donde pueden desarrollar su trabajo, logrando con ello despertar el interés por la ciencia a la hora de elegir una carrera profesional.

El aporte de CICITEM, en materia de tesis se expresa en 3 tesis doctorales, 1 de 3 magister; 15 estudiantes que realizaron prácticas de establecimientos técnicos de la comuna de Antofagasta, y 11 prácticas de pregrado de universidades locales:

CAPÍTULO 1:

N°	PRÁCTICA LICEOS INDUSTRIALES	ESPECIALIDAD
1	DANIELA BENNETT QUINAN	EXPLOTACIÓN MINERA
2	KATALINA BRUCE BOBADILLA	EXPLOTACIÓN MINERA
3	THYARE GONZALEZ REYES	EXPLOTACIÓN MINERA
4	SOFIA HERNANDEZ PINTO	EXPLOTACIÓN MINERA
5	WALTER LOYZA IRRAZABAL	METALURGIA EXTRACTIVA
6	JENNIFER LOZA CONDORI	EXPLOTACIÓN MINERA
7	JAVIERA ROBLES REYES	EXPLOTACIÓN MINERA
8	FERNANDA VILLACORTA VIZCARDI	EXPLOTACIÓN MINERA
9	CONSTANZA VARAS	EXPLOTACIÓN MINERA
10	CRISTIAN FLORES ACEVEDO	METALURGIA EXTRACTIVA
11	NAYARA GALDAMES AGUILERA	METALURGIA EXTRACTIVA
12	MATIAS OLIVARES MORA	METALURGIA EXTRACTIVA
13	NICOLE BASCUR TAPIA	METALURGIA EXTRACTIVA
14	MARCELO RAMOS GALLARDO	METALURGIA EXTRACTIVA
15	STEPHANY ZAPATA MALDONADO	SECRETARIA ADMINISTRATIVA

N°	TESIS O PRÁCTICAS PREGRADO	CARRERA - UNIVERSIDAD
1	CARLOS ESQUIVEL ORREGO	ING. CIVIL MINAS U.A.
2	JORGE GARVIZO YAÑEZ	ING. CIVIL MINAS U.A.
3	DAMARIS VALLEJOS VALLEJOS	ING. CIVIL MINAS U.A.
4	ANDREA OLGUIN CHAZARRO	ING. CIVIL MINAS U.A.
5	ROBERTO ZEPEDA ROJAS	ING. CIVIL MINAS U.A.
6	ENRIQUE LAMILLA TORREALBA	ING. EN MINAS - INACAP
7	HANS CONTRERAS	ING. CIVIL MINAS U.A.
8	JORGE CAÑETE	ING. CIVIL MINAS U.A.
9	KAREN PASTENES	ING. EJECUCIÓN QUÍMICA - U.A.
10	VALESKA FERNANDEZ	ING. EJECUCIÓN MINA - U.A.
11	PAULINA SABINGO	ING. EJECUCIÓN MINA - U.A.
	TESIS DE POSGRADO MG. O PDH	
12	FERNANDO MORALES RAMOS	TESIS DOCTORAL - UCN
13	ANITA MOYANO BORQUES	MAGISTER - UA
14	CARLA DUARTE NASS	TESIS DOCTORAL - UA
15	JAVIER ORDOÑEZ	TESIS DOCTORAL - UA

CAPÍTULO 1:

Cantidad de contratos de servicios, asesoría, capacitación o ensayos tecnológicos con empresas.

Una de las razones que llevan a que se decida trasladar las dependencias de CICITEM hasta el Barrio Industrial La Negra, es el hecho que no se contaba con plena disposición de los equipos de laboratorio para realizar otro tipo de contrato entre privados, que le permitiera al Centro poder ofertar a las empresas servicios tecnológicos. Cabe destacar, que a la fecha se ha priorizado el realizar asistencia técnica a empresas que se han adjudicado proyectos de emprendimientos tecnológicos financiados por Corfo, teniendo la calidad de asociado. No se han realizado servicios privados, ya que en esta etapa puede afectar la legitimidad e independencia de CICITEM.

Cantidad de nuevas organizaciones o comunidades que adoptan nuevas soluciones de tipo precompetitivo y/o de bien público, creadas por el centro, en el año para su beneficio.

En este periodo se contempló la vinculación y comenzaron las conversaciones con la Asociación Gremial de Pequeños Mineros y Pirquineros de la comuna de Tocopilla, Sindicato de Pequeños Mineros de Taltal y con nuevas organizaciones; por ejemplo, en el proyecto presentado con la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, referido a los Humedales del Alto Andino, tiene un fuerte componente de vinculación con las comunidades aledañas.

CAPÍTULO 2:

Este Segundo Capítulo, se abordan detalladamente los indicadores comprometidos en el proyecto de financiamiento actual que se extiende entre diciembre del 2021 y noviembre del 2024.



CAPÍTULO II: INDICADORES COMPROMETIDOS EN EL FINANCIAMIENTO ACTUAL (diciembre 2021 a noviembre 2024)

En el centro de investigación CICITEM se desarrollan actualmente 4 líneas de investigación que tienen por objetivo "generar conocimiento científico en el laboratorio natural que ofrece el territorio, para transferirlos como soluciones tecnológicas que aporten a la sustentabilidad, competitividad, diversificación económica y productiva y al crecimiento y desarrollo integral de la región".

Las líneas enunciadas son: Minería con foco en la pequeña minería regional, con procesos amigables con el medio ambiente y baja huella de carbono y agua; Energía, ERNC (Energías Renovables No Convencionales) con foco en el desarrollo de Hidrógeno Verde Solar e en Litio; Recursos Hídricos, con sus subespecialidades en Aguas Continentales y Aguas Marinas y transversalmente la Línea de Medio Ambiente, que se encarga de investigar los componentes de aire, suelo y agua.

La actividad basal de la Línea de Minería de CICITEM está centrada en el apoyo a la pequeña minería, con el objetivo de aumentar su eficiencia y en el desarrollo inicial de alternativas para el procesamiento de minerales a baja escala.

La actividad basal de la Línea de Recursos Hídricos Continentales se enfoca en evaluar posibles fuentes de contaminación de humedales importantes de la región como son, los manantiales del borde costero y el Río Loa, para monitorear la vulnerabilidad de acuíferos y de este modo apoyar entes gubernamentales en el desa-

rollo de planes estratégicos de cuencas. Así mismo, en el ámbito de recursos hídricos marinos, los esfuerzos estarán planteados en la sistematización de información de base que existe respecto de las bahías de la región y en el planteamiento del uso de tecnologías para la remediación de bahías.

La línea de medio ambiente está enfocada en contribuir al mejoramiento y sostenibilidad de los indicadores ambientales de la región, para proteger la salud de la población y los ecosistemas. Uno de los grandes daños ocasionados al medio ambiente a nivel del suelo y aire, surge de la actividad de la industria minera, lo cual hace necesario desarrollar diferentes métodos de remediación, con el objetivo de minimizar la toxicidad, movilidad o concentración de los elementos contaminantes.

Finalmente, la línea de Energía trabaja en dos sublíneas basadas en la producción y almacenamiento de energía eléctrica. Durante ese periodo, se investiga la utilización de materiales avanzados para mejorar las funcionalidades de las baterías de ion-Li, como también la síntesis de materiales híbridos que permitan el almacenamiento de hidrógeno a bajas presiones. Esto permite ampliar el abanico de diversificación tecnológica en la región, en donde si se obtienen los resultados esperados, se puede postular a proyectos internacionales de escalamiento y generación de prototipo de la tecnología desarrollada.

A continuación, se describe la planificación del trabajo de cada línea para el período 2021-2024, la

rollo de planes estratégicos de cuencas. Así mismo, en el ámbito de recursos hídricos marinos, los esfuerzos estarán planteados en la sistematización de información de base que existe respecto de las bahías de la región y en el planteamiento del uso de tecnologías para la remediación de bahías.

La línea de medio ambiente está enfocada en contribuir al mejoramiento y sostenibilidad de los indicadores ambientales de la región, para proteger la salud de la población y los ecosistemas. Uno de los grandes daños ocasionados al medio ambiente a nivel del suelo y aire, surge de la actividad de la industria minera, lo cual hace necesario desarrollar diferentes métodos de remediación, con el objetivo de minimizar la toxicidad, movilidad o concentración de los elementos contaminantes.

Finalmente, la línea de energía trabaja en dos sublíneas basadas en la producción y almacenamiento de energía eléctrica. Durante ese periodo, se investiga la utilización de materiales avanzados para mejorar las funcionalidades de las baterías de ion-Li, como también la síntesis de materiales híbridos que permitan el almacenamiento de hidrógeno a bajas presiones. Esto permite ampliar el abanico de diversificación tecnológica en la región, en donde si se obtienen los resultados esperados, se puede postular a proyectos internacionales de escalamiento y generación de prototipo de la tecnología desarrollada.

A continuación, se describe la planificación del trabajo de cada línea para el período 2021-2024, la

Apoyo Científico - Técnico a la Pequeña Minería:

Contempla la generación de apoyo permanente a la pequeña minería de la Región, con el fin de aumentar el conocimiento de los pequeños mineros respecto de los recursos presentes en sus propiedades y mejorar la explotación de estos. Las nuevas instalaciones de CICITEM permiten la realización de pruebas químicas y metalúrgicas de minerales, cuyos resultados contribuirán a mejorar la eficiencia de la pequeña minería, que muchas veces no cuenta con los recursos, ni con las capacidades técnicas para el mejoramiento de la explotación de sus recursos. Este apoyo generará información, conocimiento y capacitación para los pequeños mineros.

Desarrollo de Reactivos Verdes para la Minería de Cobre:

La mayor conciencia ambiental generada desde el ámbito científico respecto de situaciones tales como el cambio climático, la contaminación ambiental ya sea de fuentes de agua, suelo o aire, han hecho que los procesos industriales busquen alternativas que minimicen estos efectos. En Chile, actualmente se están definiendo y desarrollando alternativas para la producción de cobre con bajas emisiones y bajo impacto ambiental. Durante los últimos años, la línea de Minería de CICITEM ha desarrollado un reactivo de base biológica con capacidad de

mejorar los procesos de flotación de sulfuros de cobre.

CAPÍTULO 2:

La investigación y desarrollo de este producto se realizó gracias a la adjudicación de 3 proyectos Corfo a lo largo de estos años. Para los próximos tres años se plantea continuar investigando fuentes de nuevos reactivos biodegradables para la industria minera en procesos de flotación y floculación (colectores, depresantes, espumantes y floculantes) que contribuyan a generar nuevos negocios para PYMES proveedoras de la minería regional, con un aporte a la generación de cobre con bajo impacto ambiental.

Recuperación de Metales o Elementos Estratégicos desde Relaves de la Región:

La recuperación de metales o elementos estratégicos representa una oportunidad para la minería regional debido a la creciente demanda por nuevas materias primas estratégicas, metales de aplicación para alta tecnología, para el desarrollo de componentes en diferentes campos como la electrónica de consumo ("smartphones", ordenadores y "laptop", televisores, etc.). Se han definido 30 metales estratégicos (Cobalto, tungsteno, tierras raras, Litio, Galio, Germanio, Vanadio, etc.). Existen pocos depósitos conocidos de estos metales y la mayoría fuera de Chile, por otra parte, su obtención es compleja debido a su baja concentración en la naturaleza. Una forma de recuperación de estos metales es como subproducto de un elemento mayor (por ejemplo, desde concentrados de cobre o desde los relaves mineros). Los relaves mineros, abren una oportunidad para el estudio e investigación en la recuperación de estos metales que quizás no sea atractiva para la gran minería, pero sí puede ser una alternativa viable para la diversificación de la pequeña minería, que hoy sólo está orientada a la minería del cobre. En el marco de esta actividad se

seleccionan y caracterizan relaves de la región y se investigan diferentes procesos de concentración, con el objetivo de desarrollar nuevos procesos para la recuperación de estos metales.

Estudio de Alternativas Sustentables para Tratamiento de Relaves Mineros:

Contempla la evaluación de alternativas tecnológicas para la recuperación sustentable de sitios contaminados por relaves y la estabilización de contaminantes. Las actividades se enfocan en la generación de información sobre potenciales alternativas remediación sustentable de sitios contaminados por relaves, que han sido priorizados por el Ministerio de Medio Ambiente en la Región de Antofagasta, a través del escalamiento de la iniciativa "Paquete Tecnológico para la Explotación Económica y Estabilización de Pasivos Ambientales de la Segunda Región" (FIC-R BIP 30320072-0) ejecutado por nuestro Centro.

Investigación del Uso de Lixiviación por Agitación en Concentrados de Cobre o Polimetálicos:

Esta actividad proporciona el avance en el desarrollo de procesos que permitan la producción de metales de alta pureza a partir de concentrados (de cobre u oro). Este desarrollo está enfocado especialmente para aquellos concentrados que en la actualidad, no son aptos para el proceso convencional de fundición, debido a las altas impurezas que contienen (arsénico, antimonio, plomo). Se estudiará la lixiviación por agitación a nivel de laboratorio de estos concentrados, que puedan contener como subproducto algunos metales estratégicos como alternativa de negocio para la pe-

queña o mediana minería.

ENERGÍA

Síntesis de Electrolitos Sólidos:

Las baterías de ion-Li, son los dispositivos más eficientes hoy en día para almacenar energía, esto ha llevado a un crecimiento exponencial de las mismas, sin embargo, este crecimiento tiene que estar en concordancia con la seguridad de este tipo de baterías. Según la experiencia acumulada, la seguridad y eficiencia de la batería se ve afectada por la degradación de los electrodos con el electrólito líquido que contiene el ion litio solubilizado, esta degradación genera altas probabilidades de explosión debido a un corto circuito como también la generación de gases al interior de la batería. Sumado a ese fenómeno, la batería se ve afectada en su densidad energética lo que impacta en la cantidad de energía entregada.

Los electrolitos sólidos, son materiales que reemplazan a los electrolitos líquidos, aumentando la seguridad debido a la ausencia de líquidos inflamables, mejorando la densidad energética (al utilizar Litio metálico como ánodo) e incrementando la potencia final de la batería, siendo mayor a la de una batería de electrolito líquido.

Por lo anterior, parte de las actividades de la línea de Energía se enfoca en la síntesis o preparación de materiales denominados electrolitos sólidos (NASICON, LISICON, GARNETS) utilizando insumos provenientes de la industria regional, así como también de elementos dis-

ponibles en regiones del centro del país. Esta línea de investigación se desarrollará en conjunto con el CELIMIN de la Universidad de Antofagasta, con el departamento de química inorgánica de la Universidad Católica del Norte y con la Universidad de Oporto de Portugal.

Síntesis y Estudio de Escalamiento de Materiales Catódicos:

Como se comentó anteriormente, las baterías son el mejor ejemplo de almacenamiento de energía. Debido a la imperiosa necesidad de expandir y dar valor agregado a nuestros productos, como lo es el carbonato de litio (Li_2CO_3), se requiere desarrollar el escalamiento para la producción de materiales catódicos (es donde se lleva a cabo la reacción electroquímica) como lo son Óxido de Litio Cobalto (LiCoO_2), Óxido de Litio Manganeseo (LiMn_2O_4) y Fosfato Hierro Litio (LiFePO_4). En una primera etapa se realizarán las síntesis en escala de laboratorio, donde se optimizarán las variables operativas (pH, estequiometría, temperatura, tiempo) para posteriormente realizar pruebas a escala mayor, en torno al kilogramo de masa, para validar el método de obtención, y en base a esto, estudiar la prefactibilidad de construir una planta piloto diseñada específicamente para la obtención de materiales catódicos utilizando insumos regionales.

RECURSOS HÍDRICOS MARINOS:

Análisis y Sistematización de Bases de Datos Ambientales de las Bahías de la Región de Antofagasta:

CAPÍTULO 2:

Se realiza 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. La información y conocimiento generado en esta línea estará a disposición de las autoridades medioambientales y regionales, para la mejor toma de decisiones de política pública, la producción de antecedentes científicos que permitan acciones de remediación y respaldo técnico de futuras normativas de calidad ambiental.

Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía San Jorge:

El conocimiento sobre variaciones temporales y espaciales de la biodiversidad, abundancia y distribución de las comunidades submareales (i.e., organismos que viven en fondos marinos), junto con el estudio de las condiciones físico-químicas del ambiente marino en la bahía, constituye una fase fundamental en el diagnóstico de potenciales perturbaciones antrópicas. En este contexto, los muestreos cualitativos y/o cuantitativos de la bahía previos y posteriores a una acción de perturbación o en comparación con zonas cercanas no influenciadas por actividades antropogénicas, son de gran importancia y una de las herramientas de mayor utilidad que permiten determinar el impacto real de estas perturbaciones. Estas estimaciones, son esenciales para poder generar medidas de remediación o mitigación, permitiendo que la actividad antrópica productiva no modifique significativamente la sustentabilidad

biológica y ecológica del ambiente marino- costero de la bahía.

Evaluación del Impacto Ambiental de Aguas Residuales de Plantas Desaladoras Instaladas en la Bahía San Jorge:

La creciente necesidad de agua dulce en las zonas deficitarias del planeta, ha incidido en el desarrollo de nuevas tecnologías para obtener este recurso desde fuentes no convencionales, como las aguas marinas. Entre todas las tecnologías destinadas a la obtención de agua dulce, desde aguas con elevado contenido en sales, destaca la desalinización por osmosis inversa. No obstante, 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.

CONTINENTALES:

Monitoreo de Manantiales Costeros:

Los manantiales del borde costero de nuestra región son áreas silvestres naturales contenedoras de una biodiversidad única, asociados a la acumulación de aguas de carácter milenario, los que usualmente se encuentran en zonas urbanizadas o cercanas a zonas de regadío, desechos o suelos contaminados. La intervención antrópica puede afectar la calidad de las aguas de las que dependen estos humedales, por lo que, para su protección y preservación, es necesario monitorear permanentemente el estado hidrológico y biológico de estos humedales. Por ello se plantea como objetivo principal de esta actividad el realizar el monitoreo de la calidad de agua y la biodiversidad de los manantiales costeros, con el fin de ampliar el conocimiento que pueda apoyar medidas para la preservación de estos sistemas únicos, detectando y controlando posibles fuentes de contaminación de zonas costeras.

Monitoreo de la Calidad de Aguas del Río Loa:

Uno de los cursos de agua más importantes de la Macrozona Norte se encuentra en la zona del Río Loa, el más largo de Chile. Este río alberga sistemas ecológicos frágiles que contienen una biodiversidad única. En esta zona existe un gran desarrollo productivo minero, lo que genera no sólo un elevado consumo de recursos hídricos provenientes del río, sino también el desarrollo de plantas de tratamiento y depósitos de relaves, cuya acelerada generación representa un riesgo para los acuíferos y su biodiversidad, aumentando la vulnerabilidad de estos ecosistemas. Actualmente, resulta fundamental disponer de un monitoreo continuo que permita el registro e

identificación oportuna de cambios en el ecosistema. Es por ello que el objetivo principal de esta actividad es monitorear la calidad del agua del río Loa y llevar el control de sus parámetros físico-químicos y biológicos, generando información científica a disposición pública que será utilizada para la óptima gestión de los recursos hídricos por parte de instituciones gubernamentales.

MEDIO AMBIENTE:

Evaluación del uso de Nanopartículas Sintetizadas por Microorganismos para la Remediación de Suelos Contaminados:

En los últimos años, la remediación de suelos contaminados, utilizando nanotecnologías, se ha convertido en un área emergente con enorme potencial para mejorar el rendimiento de las tecnologías de remediación tradicionales. La nano-bio-remediación utiliza nanopartículas/nanomateriales sintetizados por plantas, hongos y bacterias. Es una tecnología de bajo costo de producción y con alta capacidad de inmovilización y adsorción de compuestos tóxicos a corto plazo. El objetivo de esta actividad es investigar y desarrollar nuevos nanomateriales sintetizados por bacterias u hongos adsorbentes de elementos potencialmente contaminantes para realizar nano-bio-remediación de relaves derivados de procesos de concentración. Se realizará una búsqueda de microorganismos desde los relaves del proceso de concentración de minerales o en ambientes extremos de la macrozona norte que puedan sintetizar nanomateriales y nanopartículas.

Búsqueda de Plantas Autóctonas para la Fito-estabilización de Suelos Contaminados:

Una de las alternativas para eliminar la contaminación de suelos es la fitorremediación, la cual aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos. Esta actividad se llevará a cabo con el fin de evaluar la prefactibilidad de la aplicación de Fitoestabilización para la remediación de pasivos ambientales o suelos contaminados de la región. Para ello se seleccionan las especies idóneas para la fito-estabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.

Uso de Costras Biológicas para la Restauración Ecológica en Suelos:

Los desechos sólidos de los depósitos de relaves mineros contienen partículas menores de tamaño pequeño (iguales o menores a 10 micras) peligrosas debido a la alta concentración de metales, que cuando se dispersan por el viento afectan el medio ambiente y asentamientos humanos. Una solución eficiente e innovadora es inducir la formación de costras biológicas del suelo (BSC) mediante la aplicación de microorganismos como las cianobacterias, que se adhieren a la superficie de las partículas finas del suelo, atrapándolas y estabilizando la superficie de contacto. Esta investigación se enfocará en obtener uno o más cultivos de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de

suelos erosionables y/o degradados.

Actualización del Catastro de Suelos Contaminados:

La evaluación del riesgo ambiental de suelos con potencial presencia de contaminantes (SAPPC) de la región es indispensable para establecer acciones de prevención, mitigación, control y corrección de la exposición a posibles impactos en la población y sus ecosistemas. Actualmente, el Ministerio de Medio Ambiente ha generado estudios previos y existen datos disponibles sobre las características de SAPPC. Durante este periodo CICITEM mantendrá actualizada la información de este catastro de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes (SAPPC) realizado por la seremi de medio ambiente en el proyecto FNDR del Diagnóstico regional de suelos abandonados finalizado el año 2019, y que requieren de una permanente incorporación de indicadores.

Administración y Finanzas

A continuación se detallan las actividades permanentes que el Departamento de Administración y Finanzas realiza durante el año:

Recursos Humanos:

Confección de contratos de trabajo, según incorporación de nuevo personal revisando la documentación de respaldo correspondiente y la preparación de

CAPÍTULO 2:

la carpeta personal, física y digital.
Elaboración de anexos de contratos de trabajo.
Elaboración de liquidaciones de sueldos mensuales para cada trabajador, y su respectivo pago.
Pago mensual de imposiciones previsionales.
Tramitación de solicitudes de permisos y feriado legal de trabajadores.
Administración de las prestaciones de seguridad social (legales y bienestar social) Caja de Compensación.
Recepción y tramitación de licencias médicas.

Gestión Tributaria y Contable:

Organización y planificación contable de las distintas cuentas a utilizar en los proyectos.
Registro y análisis de operaciones contables desarrolladas en el Centro.
Clasificación de los documentos contables, según centros de costos.
Cálculo y pago de Impuestos mensuales y anuales.
Actualización de base de datos Sistema Softland (Contable).
Conciliaciones bancarias de proyectos.
Confección de facturas de venta.
Confección de cheques y sus correspondientes depósitos bancarios.
Trámites varios en el Servicio de Impuestos Internos.

Control Financiero de Proyectos:

Control y seguimiento financiero de cada proyecto en ejecución.

Contratación de pólizas de garantías y sus correspondientes endosos, cuando corresponda según proyecto.
Apoyo en reasignación, reevaluación y reitemización de proyectos.
Rendiciones financieras de proyectos.
Respuesta a observaciones derivadas de las rendiciones financieras.

Gestión de inventarios:

Actualización de activos fijos del Centro.
Entrega y control de activos fijos a trabajadores.
Control de equipos adquiridos, rotulación de activos para un mejor orden.
Inventario interno de materiales de oficina y materiales de aseo.

Gestión de Adquisiciones:

Solicitar cotizaciones, según solicitudes de compra recibidas, y la confección de su respectiva Orden de Compra, comprobando que cumplan con los requisitos según manual de procedimientos de cada proyecto.
Revisión diaria de facturas recibidas, verificando que los productos o servicios contratados se hayan recibido correctamente y los valores correspondan, rechazando o aprobando la factura, para realizar el pago correspondiente.
Comunicación con proveedores, para solicitar facturas pendientes de emisión.
Seguimiento al pago de facturas de ventas emitidas.

CAPÍTULO 2:

Tareas administrativas:

Realización de oficios y cartas, según solicitud.

Pago de servicios básicos.

Recepción de solicitudes de viáticos y su correspondiente gestión y pago.

Respuesta a encuestas emanadas de Corfo, Instituto Nacional de Estadísticas, etc.

Gestión de recepción y envío de correspondencia, según solicitud.

Área Jurídica

Organización, revisión y actualización de documentación corporativa, tales como: Reglamento de Orden Higiene y Seguridad, actualización de las carpetas de los trabajadores del Centro, regulación de los contratos de trabajo de todos los colaboradores, proveedores entre otros ya sea debido al cambio de nuestros nuevos laboratorios al Sector Industrial La Negra como por necesidades institucionales del servicio, haciendo especial énfasis a los Estatutos Sociales de CICITEM.

Suscripción de convenios con las Universidades para regular el trabajo conjunto así como la elaboración de finiquitos de relaciones contractuales, han sido las principales tareas para consolidar la total independencia del Centro; tanto con la Universidad Católica del Norte, como con la Universidad de Antofagasta. Conjuntamente a ello, se concreta el proceso de devolución de los equipos tecnológicos que, hasta enero del presente año se encontraban en dependencias de aquellas casas de estudios, y que actualmente nos encontramos en plena etapa de recuperación y traslado.

Los nuevos lineamientos y metas de CICITEM para los

próximos años, incluyen la elaboración de nuestras Políticas de Propiedad Intelectual, regulación de la adquisición de equipamiento mayor, así como también, un compilado de contratos marcos para trabajar con entidades públicas y privadas, centros similares al nuestro, universidades, así como también la formulación de contratos de prestación de servicios, confidencialidad, entre otros.

El objetivo principal del área jurídico-legal es consolidar a CICITEM como una organización armónica: regulando la relación del Centro con los Investigadores, así como con todos los trabajadores; aportar y trabajar en conjunto con el equipo de Control y Gestión de Proyectos para mejorar y/u optimizar las iniciativas que se vayan a presentar, ajustándolas a derecho, elaborar y revisar cada uno de los convenios en los que CICITEM o cualquier de sus colaboradores sea parte, así como también participar activamente en la protección de propiedad intelectual, en la oportunidad procesal y acorde a ley corresponda y formalizar el proceso de patentamiento.

FORMULACIÓN DE PROYECTOS

MINERÍA:

Programa Regional de Apoyo a la Pequeña Minería:

Esta iniciativa contempla poner capacidades científico-técnicas al servicio de los pequeños mineros de la Región. CICITEM en sus nuevas dependencias podrá prestar apoyo para la caracterización química y metalúrgica de los recursos de pequeños mineros, lo que les permitirá desarrollar mejores mezclas de mineral y así

aumentar sus ventas. El potencial financiamiento de este proyecto permitirá ampliar el impacto de la actividad permanente del Centro.

Reactivos Ambientalmente Amigables para la Minería Regional:

El objetivo de este proyecto es la identificación de los mecanismos a través de los cuales el reactivo Bioflo-tech, desarrollado por CICITEM, mejora la producción de concentrados (otorgando mayor calidad y recuperación de cobre) en procesos de flotación de minerales. Con este nuevo conocimiento se podrán generar nuevas estrategias de producción eficiente de este y potencialmente otros reactivos de origen biológico. Recuperación Sostenible de Tierras Raras en Relaves de Procesos de Flotación:

Los relaves han pasado de ser residuos a convertirse en reservas de una gran variedad de metales básicos y preciosos de baja ley, que pueden ser tratados por procesos hidro y pirometalúrgicos, pero el reprocesamiento de estos minerales contenidos en los relaves es complejo debido a que las tecnologías existentes son de alto costo y las hacen inviables. Es por ello que se propone como alternativa, el desarrollo de un proceso biológico (como la bioadsorción) para la recuperación de tierras raras, debido a que es un proceso de menor costo de capital, con una operación relativamente simple y de bajo impacto ambiental.

Escalamiento de un Proceso de Bajo Costo para la Recuperación de Cobalto desde Relaves Mineros:

El avance de las tecnologías eléctricas, para distintas aplicaciones de la vida diaria, contiene alta demanda

de Litio y Cobalto para la fabricación de sus baterías, por lo que el desarrollar recuperación de Cobalto desde relaves mineros surge como una alternativa de explotación de este recurso. Por ello que esta investigación contempla el desarrollo de un proceso innovador para la recuperación de cobalto desde relaves de procesos de flotación de minerales de cobre, utilizando ácidos orgánicos débiles, que tienen mayor selectividad para la recuperación de cobalto y menor impacto ambiental. El objetivo de esta investigación es validar a nivel semi industrial un proceso tecnológico, de bajo costo y sustentable, para recuperar cobalto desde relaves mineros.

Validación a Nivel Piloto de un Proceso Sustentable para la Remediación de Relaves y Suelos Contaminados:

El objetivo de este proyecto es la implementación y desarrollo a nivel piloto de lo logrado a nivel de laboratorio en el proyecto "Paquete Tecnológico para la Explotación Económica y Estabilización de Pasivos Ambientales de la Segunda Región" (FIC-R BIP 30320072-0). La demostración a nivel piloto del uso de relaves o suelos contaminados para la obtención de valor, podría evitar el uso de recursos fiscales en la remediación de relaves o sitios contaminados en condición de abandono.

ENERGÍA:

Evaluación del Potencial de Producción de Hidrógeno Verde Solar de la Región de Antofagasta:

La región de Antofagasta, está situada en una de las zonas con mayor radiación solar del planeta, lo que ha significado un explosivo aumento de proyectos

CAPÍTULO 2:

fotovoltaicos que proveen al país de energía limpia y renovable, y a partir de esta energía se generará la producción de hidrógeno como vector energético y combustible, iniciándose una progresiva y acelerada industria en la región. El objetivo principal es utilizar una planta de generación híbrida de hidrógeno solar móvil que permita la evaluación del potencial productor de la región, realizando evaluaciones de los comportamientos de tecnologías desarrolladas y estableciendo zonas estratégicas para el emplazamiento de proyectos. Por otra parte, esta iniciativa permitirá difundir las bondades de la utilización de estas tecnologías, iniciar el proceso de especialización del talento humano avanzado y el desarrollo incipiente de empresas proveedoras regionales que puedan proveer de insumos o servicios asociados a esta industria, como también generar información científica sistematizada para consideración del gobierno regional en la elaboración de política pública regional.

Estudio de prefactibilidad para Centro Internacional de Pilotaje de Tecnologías del Hidrógeno:

Tal como se comentó anteriormente, la importancia de contar con un mapeo de zonas estratégicas de producción de hidrógeno solar, producirá una disminución en la incertidumbre de desarrollo de proyectos asociados a una zona en particular. En tal sentido, este proyecto apunta a evaluar sistematizadamente la viabilidad de instalar en la región un centro que permita pilotar y validar en condiciones reales las tecnologías que se han desarrollado hasta la fecha, como así mismo generar las condiciones de desarrollo de talento humano avanzado en tecnologías de punta.

Estudio Teórico de un Reactor de Amoníaco Verde:

El amoníaco verde derivado del hidrógeno solar, es un compuesto extremadamente adaptable, con casi el doble de densidad energética por volumen en comparación con el hidrógeno. Estos atributos físicos han posibilitado que el amoníaco verde surja como un potencial líder en combustibles cero-emisión para el transporte marítimo, y una manera segura de transportar el hidrógeno. Simultáneamente, tiene muchas otras aplicaciones desde su uso como fertilizante en agricultura hasta explosivos para el sector minero. Por estos motivos, se realizará un estudio para implementar un reactor de amoníaco a nivel de laboratorio. En este reactor se lleva a cabo el proceso Haber-Bosch, el cual permite la síntesis de amoníaco utilizando hidrógeno y nitrógeno como reactivos, en presencia de un catalizador de hierro a alta temperatura.

Si bien es un proceso conocido, estudiar la factibilidad técnica-económica de construir un reactor a escala piloto, nos permitirá utilizarlo como equipo de entrenamiento para formar capital humano en esta área, actualmente inexistente en Chile.

RECURSOS HÍDRICOS:

MARINOS

Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía de Mejillones:

La presente iniciativa contempla el monitoreo y seguimiento ambiental de diferentes parámetros oceanográficos y atmosféricos de la Bahía Mejillones,

CAPÍTULO 2:

cuyo objetivo se enfoca en generar información de base científica para una mejor gestión territorial frente a contingencias ambientales, y así mismo poner a disposición de la comunidad información en tiempo real sobre el estado ambiental de dicha bahía. La implementación de un programa de monitoreo, permitirá realizar descripciones en tiempo real de la situación ambiental de la Bahía Mejillones y del océano adyacente de la región, centrándose principalmente en el pronóstico, lo que facilitará a mediano y largo plazo tomar decisiones de manera oportuna, frente a los efectos de la actividad antrópica y/o desastres naturales, con el fin de resguardar y proteger el medioambiente y la biodiversidad presente en la zona.

Uso de Nanotecnologías para el Tratamiento de Fondos Sedimentarios con Presencia de Metales Pesados en Bahía Mejillones:

La contaminación marina es una preocupación permanente para los países, debido a que diferentes estudios señalan que la presencia de contaminantes es la principal amenaza para la biota marina (e.g., metales pesados, derrames de hidrocarburos, pesticidas, entre otros). La presente iniciativa busca desarrollar una solución tecnológica que facilite la recuperación de fondos sedimentarios impactados por la presencia de metales pesados, mediante el desarrollo de nanopartículas de óxido de hierro. Con esta iniciativa se espera reducir la incorporación de metales a la cadena trófica con potencial riesgo para la salud humana, y así mismo recuperar la biodiversidad marina que alberga Bahía Mejillones.

Uso de Nano Burbujas de Oxígeno para el Tratamiento de Fondos Sedimentarios con Alta Carga Orgánica en Bahía Mejillones:

La presencia de un sistema de surgencia muy activo en Península de Mejillones, que se traduce en altos niveles de productividad primaria, sumado a la acumulación de materia orgánica en sedimentos procedente de la actividad antrópica de Bahía Mejillones, ha conducido a la formación de un ambiente predominantemente anóxico (sin oxígeno), debido a la gran carga de materia orgánica, que al descomponerse consume el oxígeno disuelto. La pérdida de biodiversidad marina que ha experimentado Bahía Mejillones en estos últimos años plantea un importante desafío para la conservación de este medio ambiente. Con la ejecución de esta propuesta se espera recuperar paulatinamente los fondos sedimentarios, mediante la inyección de nano burbujas de oxígeno en el emisario y evaluar la incidencia de esta tecnología en la recuperación de sedimentos, en la zona de influencia dentro de la Bahía.

Desarrollo y Puesta en Marcha de una Plataforma Web para el Análisis de Información Ambiental de las Bahías de la Región de Antofagasta.

La gestión de la información ambiental permite utilizar y adaptar las tecnologías de forma que aporten un valor real medible. El desarrollo de una plataforma de información debe ser capaz de recoger, almacenar y procesar datos ambientales para, después de un análisis, obtener información útil y necesaria para consultas

y estudios posteriores. El desarrollo de la presente iniciativa contempla el análisis de bases de datos de parámetros medioambientales de diferentes bahías de la región, mediante el uso de herramientas estadísticas, geoestadísticas, y de series de tiempo con el objetivo de obtener información relevante respecto de la condición ambiental de las bahías de la región en distintas ventanas temporales y espaciales. La implementación de la presente iniciativa facilitará la toma de decisiones, así como una adecuada gestión de la información y de los procesos ambientales presentes en la región.

Análisis y Diagnóstico para una Norma Secundaria de Calidad Ambiental en Bahía Mejillones del Sur:

El presente estudio responde a la necesidad de generar el marco de conocimiento adecuado para la futura elaboración de una norma secundaria de calidad de aguas y sedimentos marinos para la Bahía Mejillones. Con la ejecución de esta iniciativa se espera realizar un análisis y diagnóstico, para el establecimiento de una norma secundaria de calidad ambiental para aguas marinas de dicha bahía, cuya finalidad es proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas marinas y fondos sedimentarios de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las comunidades acuáticas, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales.

CONTINENTALES

Preservación del Caudal Ambiental del Río Loa, a través de la Ampliación del Monitoreo de Zonas Estratégicas de la Cuenca:

Con la finalidad de robustecer la información hidrometeorológica en zonas estratégicas de la cuenca del Río Loa, se propone fortalecer las redes de monitoreo del tramo medio-alto del río a través de soluciones innovadoras, mediante el testeado y validación de nuevas tecnologías para monitoreo en tiempo real, con la capacidad de visualización a través de una plataforma que provea avisos de alerta temprana. Esta iniciativa considera, además, el análisis de calidad del agua del río con el fin de evaluar posibles fuentes contaminantes. Esto contribuirá a actualizar las fuentes de información de los componentes del balance hídrico a nivel de cuenca hidrográfica y la preservación de humedales dependientes del río.

Estimación del Tiempo de Residencia de las Aguas Subterráneas del Desierto de Atacama: Un enfoque en la Subcuenca del Río Loa Alto:

Para la conservación de sistemas hídricos declarados vulnerables en zonas de extrema aridez, como la cuenca del Río Loa, es fundamental caracterizar adecuadamente los diversos acuíferos asociados al río. Con esta iniciativa se pretende estimar los tiempos de residencia de las aguas subterráneas en el tramo alto del Río Loa mediante técnicas de datación de radiocarbono (^{14}C) en el carbono orgánico e inorgánico disuelto, junto a la composición isotópica y

CAPÍTULO 2:

^{13}C en las aguas del río y manantiales aledaños a su cauce. La aplicación de ambas técnicas permitirá constreñir las incertidumbres asociadas a procesos que alteran el carbono, como disolución de calcita, aportes de CO_2 volcánico, entre otros. La determinación del tiempo de residencia permitirá estimar la tasa de renovación de las aguas subterráneas, evaluar posibles correlaciones paleoclimáticas y contribuir a la caracterización de importantes cuencas hidrográficas de nuestro país.

Evaluación de la interacción río-acuífero en la Subcuenca Río Loa Alto:

Se considera el desarrollo de un modelo conceptual hidroquímico y multi-isotópico del Río Loa en su tramo alto, de modo de precisar el funcionamiento y distribución entre acuíferos del subsuelo. La importancia de esta iniciativa radica en la mejor comprensión de la dinámica hidrogeológica de los acuíferos que conforman la cuenca del Río Loa, que presenta gran complejidad, por sus características geográficas, morfológicas, geológicas y climáticas.

Diagnóstico Ambiental e Hídrico de los Humedales Altoandinos de la Región de Antofagasta:

Los humedales andinos comprenden importantes reservorios de agua que juegan un rol clave en el ámbito cultural, ecológico y socioeconómico de la región. Con la ejecución de esta iniciativa se espera realizar el diagnóstico ambiental e hídrico actual de estos humedales a través del levantamiento de información fisicoquímica, hidrogeológica, biológica,

flora-fauna y vestigios arqueológicos en terreno. Para ello se pretende instalar estaciones meteorológicas e hidrológicas que midan en tiempo real indicadores ambientales. Esta propuesta involucra a las comunidades indígenas del Alto el Loa y de Atacama la Grande, usuarios directos de estos ecosistemas. La información basal de relevancia generada permitirá disminuir el deterioro de estos ecosistemas y asegurar el uso sustentable de los humedales del territorio.

MEDIO AMBIENTE

Estudio de Geo-polímeros para la Estabilización de Suelos de la Comuna de Calama:

En la actualidad existe un gran interés en el uso de geo-polímeros para el control de polvo y estabilización de suelos, reduciendo significativamente el impacto ambiental. Los geo-polímeros se producen por la interacción química de un material aluminosilicato (Al_2O_3 y SiO_2) con solución alcalina. Esta tecnología, en comparación con las de uso convencional, presenta un gran potencial para mitigar la emisión de polvo. En base a lo anterior el objetivo de este proyecto es desarrollar un material estabilizador para suelos, que sea amigable con el medio ambiente y de bajo costo.

Programa de Monitoreo y Actualización del Catastro de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes (SAPPC) de la Región de Antofagasta:

La existencia de sitios potencialmente contaminados

CAPÍTULO 2:

en la región, se ha transformado en un problema que va en aumento a medida que crece la industrialización del país, principalmente del sector minero. Este proyecto tiene la finalidad de actualizar la información del estado de los SAPPC con riesgo ambiental de la región, analizados en el Proyecto FNDR Código BIP 30359875-0, de acuerdo a la Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (Res. 406/2013, MMA). Se realizará un monitoreo que permita identificar los SAPPC que se encuentran en Fase I y II para avanzar en las fases según la guía e identificar la concentración de los contaminantes de interés en el suelo a nivel comunal.

Ampliación de la Plataforma Geoquímica para la Identificación y Caracterización de Sitios con Potencial Presencia de Elementos Contaminantes de la Comuna de Calama:

Esta propuesta tiene como finalidad dar continuidad a lo desarrollado por Cicitem en el proyecto IT16M10031 Plataforma del Mapa Geoquímico Libamet-Map Services realizado en la comuna de Taltal. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es Implementar la plataforma del mapa geoquímico en la comuna de Calama mediante la sistematización de la información disponible de los suelos activos, inactivos y abandonados y la actualización de la geoquímica de los suelos con el propósito de identificar y caracterizar el riesgo ambiental.

Transversal:

Estudio de Prefactibilidad para Laboratorios Medioam-

biales Certificados de la Región de Antofagasta:

Los desafíos medioambientales de la región nos obligan día a día a dar respuesta eficiente y en los tiempos adecuados, a los requerimientos de análisis de las matrices de los componentes aire, suelo, agua y sedimentos, para la generación de normativa, acciones de fiscalización y desarrollo de regulación y/o política pública. Para llevar adelante estos desafíos la región necesita contar con laboratorios certificados como Entidad Técnica Fiscalizadora Ambiental, según la legislación actual, los cuales deberán dar respuestas a los requerimientos medioambientales que se van presentando, tanto por condiciones naturales como por condiciones antropogénicas. Es así que el objetivo de esta iniciativa es desarrollar la prefactibilidad de dichos laboratorios, para ir avanzando en la cadena de valor para la materialización en el corto plazo de la iniciativa.

Vinculación

Para este período se pretende profundizar en los lazos y colaboraciones con diferentes instituciones, mediante el trabajo colaborativo y complementario que permita el desarrollo de diferentes iniciativas en nuestras líneas de investigación.

Secretarías Regionales Ministeriales de Medio Ambiente, Minería y Energía:

Durante el periodo 2021-2024, se fortalecerá la alianza generada con la SEREMI de Medio Ambiente para trabajar colaborativamente en temáticas relevantes y de interés para la región, los cuales nos permitirán dar

CAPÍTULO 2:

soluciones a problemáticas ambientales de forma transversal, principalmente aquellas relacionadas con los ámbitos hídrico y pasivos ambientales que representan peligro para la salud o el entorno regional. Actualmente la línea de recursos hídricos marinos está ejecutando el Estudio que generará la información científica necesaria para la determinación de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) en la Bahía de Mejillones. Por otra parte, las líneas de Recursos Hídricos Continentales, Minería y Medioambiente, establecen vínculos de cooperación con esta entidad en el marco de sus actividades basales y potenciales proyectos que se adjudiquen. Las líneas de minería y de Medioambiente fortalecerán los lazos con la SEREMI de Minería, principalmente en lo que respecta al apoyo a pequeños mineros, remediación y alternativas de tratamiento de pasivos mineros de la Región.

La línea de Energía está en constante coordinación con la SEREMI de Energía, con la cual se está trabajó en la conformación de la Comisión Regional de Hidrógeno.

Universidades Regionales, Nacionales e internacionales:

La línea de Recursos hídricos marinos inició contacto con el Instituto Ciencias Naturales Alexander von Humboldt, de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, para generar propuestas de colaboración e investigación conjunta con académicos e investigadores, como así mismo, con la Universidad de Atacama, para desarrollar estudios del borde costero del norte de Chile. La línea de recur

solos Hídricos Continentales establecerá lazos con la Universidad Católica del Norte en el campo de investigaciones hidrogeológicas. Por otra parte, las iniciativas relacionadas con tecnologías del litio en la línea de Energía, se están abordando en conjunto con CELIMIN, perteneciente a la Universidad de Antofagasta, con el departamento de química inorgánica de la Universidad Católica del Norte y con la Universidad de Oporto de Portugal. La línea de Medio Ambiente trabaja en conjunto con las universidades asociadas, Universidad Católica del Norte y Universidad de Antofagasta, manteniendo el vínculo de cooperación científica en distintas problemáticas ambientales que puedan apuntar a la postulación a proyectos en conjunto y fortaleciendo el vínculo generado durante el periodo 2018-2020 con la Red H2O, de la cual CICITEM es coordinador de la macrozona norte. Existe actualmente vinculación con INACAP Calama y Antofagasta, con la finalidad de ayudar en la formación de profesionales con habilidades y competencias en lo referente al cuidado del medio ambiente. Respecto del trabajo asociativo y/o colaborativo con instituciones internacionales podemos destacar la colaboración con la School of Water Resources & Environment Engineering de la East China University of Technology, Nanchang, China, con la que recientemente (abril) se postuló a fondos del gobierno Chino para intercambio de investigadores del campo de la biotecnología minera, por medio de estancias cortas en ambos países. Por otra parte, en el ámbito de la investigación en recuperación de tierras raras, se ha establecido contacto con el departamento de Ingeniería Química y Materiales de la Universidad Complutense de Madrid, con quienes se han sostenido reuniones y se trabaja en la formulación

CAPÍTULO 2:

de iniciativas en conjunto. De igual modo se ha establecido cooperación con la Islamic Azad University, Ashkezar branch, Yazd Province de Irán, con quienes se trabaja en conjunto en la investigación de procesos de biolixiviación de concentrados de cobre en reactores. Otra de las colaboraciones que actualmente se llevan a cabo, tienen relación con el desarrollo e implementación de un modelo hidrodinámico de dispersión de partículas la bahía de Mejillones, esto en colaboración con la Comisión de Investigaciones Científicas, Instituto Argentino de Oceanografía de la Universidad del Sur - CONICET, Argentina. En los temas de energía, nos encontramos trabajando en colaboración con diferentes instituciones internacionales, incluyendo LYF ENERGY rls (Roma, Italia) para la simulación de equipamiento, datos paramétricos de evaluación de potencial de producción y CAPEX de proyectos asociados al punto geolocalizado de pruebas y Verne Energy de la University of Berkeley en temas de almacenamiento de hidrógeno, abordando los potenciales materiales a usar para la adsorción de gas hidrógeno.

Centro de Formación Técnica, Educación Básica y Media:

Cicitem está generando los nexos con institutos y centros de formación técnica para realizar capacitaciones y asesorar potenciales modificaciones en sus mallas curriculares que incluyan temas relacionados con las áreas de recursos hídricos, minería, energía e hidrógeno verde y medioambiente dentro de sus objetivos de estudios. A nivel escolar, se realizan visitas, talleres y charlas de difusión en colegios y

liceos de la región, con el objetivo de sensibilizar y dar a conocer las actividades de las diferentes líneas de investigación del Centro.

Actualmente, se está trabajando en conjunto con Explora ANID, institución que se encarga principalmente en generar las condiciones y la logística asociada para que estudiantes de los colegios de la región, puedan visitar nuestro Centro e instalaciones con el fin de que conozcan la cadena de valor de la investigación en temas regionales y esto genere motivación académica para que estudiantes se puedan desenvolver en el futuro en áreas tecnológicas y/o científicas.

Asociaciones Gremiales y Comunidades:

Durante este período CICITEM está generando y profundizando la colaboración con las asociaciones de pescadores artesanales y asociación de industriales de la Región de Antofagasta. Se mantiene una vinculación activa con las comunidades indígenas del Alto El Loa y Atacama la Grande en lo que respecta a iniciativas relacionadas con recursos hídricos y medioambientales, con el fin de solucionar en conjunto los daños ambientales provocados, en gran parte, por la minería metálica y no metálica. En el ámbito de la investigación en Minería se continúa y profundiza el trabajo con las asociaciones mineras de Calama, Tocopilla, Taltal y Antofagasta para generar apoyo científico-técnico y alternativas de mayor desarrollo y eficiencia de sus actividades.

Organizaciones no gubernamentales (ONG´s):

CICITEM realiza gestiones para una fructífera colaboración con el Centro de Investigación de Fauna Marina y Avistamiento de Cetáceos (CIFAMAC) que se ubica en la comuna de Mejillones con el fin de facilitar actividades de monitoreo, toma de muestras y capacitaciones. Además, se contacta con otras ONG´s que se encuentren en la región, vinculadas directamente con temáticas de conservación de ecosistemas marinos vulnerables y cuidado del medioambiente regional. Se contempla además desarrollar talleres y/o capacitaciones a miembros de las diferentes ONG´s que se encuentren en la región, vinculadas directamente con temáticas abarcadas por las diferentes líneas de investigación de CICITEM. Por otra parte, dentro de las actividades se continuará contribuyendo a la Red H2O de la Macrozona Norte y a la Mesa Regional del Agua, donde el Centro ocupa la secretaría técnica.

Servicios Públicos y Empresas de Servicios Especializados:

Durante este periodo se ha establecido contacto y colaboración con el Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, DIRECTEMAR (Armada de Chile), SHOA (Armada de Chile), la Dirección General de Aguas (DGA), para la ejecución de proyectos y la obtención de permisos sectoriales. También se contacta con empresas mineras que cuenten con derechos de agua explotados a través de pozos y con empresas con experiencia en tecnologías de Internet de las cosas (IOT, Internet of Things) para el monitoreo en tiempo real que permita facilitar la resolu-

ción de problemáticas hídricas en nuestro territorio. Con respecto al proyecto de la construcción de la planta piloto móvil para la generación de hidrógeno verde, se trabaja en conjunto con la empresa de ingeniería Busso Group, la cual ha desarrollado el soporte técnico para la construcción y mantención de la planta. También se continúa con el vínculo generado con la empresa Recimat Ltda., una empresa líder en reciclaje que utiliza tecnología de punta y son conocedores certeros de la importancia del cuidado del medio ambiente.

Prácticas y Tesis

Durante el desarrollo de los proyectos, se contempla capacitar a alumnos en práctica y tesis de pre y postgrado para que se incorporen al trabajo de las diferentes líneas, en sus diversas investigaciones y proyectos de investigación.

Ciudadanía

Se desarrolla un plan de capacitación ciudadana desde las líneas de investigación destinado a diferentes comunidades y/o organizaciones sociales que manifiesten interés por las problemáticas regionales.

Formación (capacitación y formación interna)

Recursos Hídricos Marinos

Durante este periodo las necesidades de capacitación interna dentro de la línea de recursos hídricos marinos están orientadas a abordar la problemática del calen-

tamiento global en Chile, y particularmente en las costas de la región. Para abordar este escenario tan complejo por las consecuencias que se evidencian en los ecosistemas costeros, y particularmente en las especies que habitan en ellos, es que la capacitación tiene como objetivo adquirir competencias específicas en el modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) para ser implementado en las diferentes bahías de la región y que permitirá analizar de mejor manera los datos obtenidos y simular de manera más exacta potenciales escenarios de los ecosistemas costeros de acuerdo a las diferentes fluctuaciones.

Recursos hídricos continentales

Se adquirirán competencias específicas en software que funcionan como herramienta estándar a nivel nacional para la modelación de recursos hídricos, como el programa WEAP. También se espera adquirir conocimientos específicos en temáticas de contaminación y recuperación de acuíferos; marco normativo, planificación y gestión de recursos hídricos y humedales; y a utilizar software de modelación geoquímica de sistemas acuíferos, como Geochemist's Workbench.

Energía

Esta línea de investigación requiere fortalecimiento de capacidades en instalación de paneles fotovoltaicos, instalación y soporte técnico de electrolizadores e Instalación y soporte técnico en pilas de combustible.

Minería

Como actividades de capacitación interna, los investigadores de la línea de Minería realizarán un curso sobre Sistemas de Control y Automatización de procesos mineros que se puedan implementar en la mediana y pequeña minería, con el fin de mejorar y actualizar los conocimientos para el diseño e integración eficiente de procesos productivos en minería. Por otra parte, se contempla que los investigadores capaciten a técnicos (metalurgistas) y profesionales (Químicos e Ingenieros metalurgistas o ambientales), alumnos en práctica y tesis de pre y post grado que se incorporen al trabajo de la línea en sus diferentes investigaciones.

Medio Ambiente

En este periodo la línea de Medio Ambiente tendrá una capacitación interna en la implementación de la "Guía metodológica de suelos con riesgo ambiental" la cual puede ser impartida por profesionales de la SEREMI de Medio Ambiente. Además, de la capacitación de profesionales de esta línea en temas de ciencia, mitigación y adaptación al cambio climático en Chile. También se adquirirán competencias específicas en las temáticas del Plan de protección de los humedales urbanos y altoandinos. Así mismo, los investigadores de la línea realizan capacitaciones a técnicos (químicos/metalurgistas) y profesionales (Ingenieros ambientales, Biólogos, Químicos o áreas a fin), a alumnos en práctica y tesis de pre y post grado que se incorporen al trabajo de la línea en sus diferentes investigaciones.

Administración y Finanzas

El departamento de Administración y Finanzas, la actualización de los ERP de Recursos Humanos y Contabilidad, con su respectiva capacitación, cuestión que contempló la respectiva marcha blanca para su funcionamiento pleno posterior.

Capacitaciones en el área de adquisiciones, principalmente en la compra y venta de productos y servicios al extranjero, además de capacitación en el manejo del inglés, para las transacciones que se puedan llevar a cabo.

Publicaciones: (paper presentados, paper aceptados, capítulos de libros, congresos, poster, etc)

Cabe señalar que, en lo referente a las publicaciones, esto ha sido reformulado como indicador del Centro, pasando de ser un indicador academicista a un indicador táctico, para que de esta manera sirva para desarrollar y potenciar su acción en la región, y no como una razón en sí misma.

Por lo anterior, es que los indicadores de publicaciones del centro estarán enfocados en la validación del trabajo de CICITEM ante la comunidad científica nacional e internacional, teniendo como eje central que cada publicación de este tipo, aceptada en revistas internacionales, evidencia las capacidades y da a conocer los aportes del Centro a la generación de conocimiento a nivel especializado. En el largo plazo las publicaciones (tipo paper) permitirán que CICITEM y su equipo de investigadores e investigadoras, se posicionen como

referentes internacionales en las temáticas que requieren de investigación científica en la región.

Cabe mencionar que, generalmente, en todos los fondos concursables a los cuales CICITEM postula, tienen dentro de su escala de evaluación, un indicador con niveles de publicación, ya sean del Centro como de los investigadores en particular. Por lo que el rol que tienen las publicaciones, en esta nueva etapa de gestión, es mejorar las condiciones en las cuales el Centro postula a distintos fondos, y esto es tener relevada la importancia de las publicaciones científicas.



CAPÍTULO 3:

Este Tercer Capítulo, expone detalladamente el estado de cumplimiento de las distintas investigaciones comprometidas en el financiamiento basal, que comenzaron en diciembre 2021 y el estado de avance a diciembre del 2022.



CAPÍTULO III: ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE INDICADO- RES INCORPORADOS EN EL FINANCIAMIE- TO ACTUAL (diciembre 2021 a diciembre 2022)

INVESTIGACIONES CON FINANCIAMIENTO BASAL

MINERÍA

Apoyo Científico – Técnico a la Pequeña Mine- ría:

Proceso la adquisición de equipos para ampliar las capacidades analíticas necesarias para el apoyo en análisis químicos.

Realizadas las reuniones con las asociaciones de pequeños mineros de Taltal y Tocopilla, para coordinar actividades de apoyo.

Visitas a la propiedad minera de Víctor Rojas, quien está gestionando el establecimiento de una planta de tratamiento en la provincia de El Loa. Conjuntamente, fueron tomadas las muestras para analizar en laboratorios de CICITEM.

Visitas realizadas a la planta de Tratamiento de Arsen en Tocopilla además de compartir experiencias del proceso.

Los miembros de la Asociación de Pequeños Mineros de Tocopilla visitaron los laboratorios y pruebas de lixiviación en columna en CICITEM.

Quedó establecido el calendario de visitas, toma de muestras y análisis de muestras de minerales de las comunas de Taltal, Tocopilla y Calama, para la calendarización del año 2023.

Desarrollo de Reactivos Verdes para la Minería de Cobre:

Adquisición de reactivos y fungibles requeridos para pruebas de laboratorio.

Revisión y mantención de los equipos de molienda, flotación y filtrado para inicio de pruebas. Gestión de readecuación y adquisición de accesorios.

Inicio de renovación de cultivo Bioflotech y aislamiento de cepas microbianas.

Enriquecimiento de cultivos microbiológicos para pruebas de flotación.

Recuperación de Metales o Elementos Estra- tégicos desde Relaves de la Región:

CAPÍTULO 3:

Revisión del estado del arte.
Toma de muestras de un relave con alto contenido de cobalto.
Caracterización de relave por análisis químico y barrido de elementos presentes por medio de análisis ICP.
Análisis granulométricos de relave con alto contenido de cobalto.

Toma de muestra de depósitos de cenizas para caracterización química y prospección de elementos de valor.
Gestiones para coordinación de muestreo de salmueras para analizar la presencia de Tierras raras.
Adecuación de laboratorio para inicio de pruebas de mineral del distrito de Tocopilla con contenido de cobalto.

Estudio de Alternativas Sustentables para Tratamiento de Relaves Mineros:

Revisión del estado del arte.
Inicio de preparación de muestras de relaves priorizados de Taltal.
Realización de cultivos para la
mantención y enriquecimiento de

microorganismos con potencialidades de biotratamiento de relaves.
Visita y toma de muestra de relave de Cerro Jarón.
Propuesta de un proceso de remediación para relave de Cerro Jarón.

Investigación del Uso de Lixiviación por Agitación en Concentrados de Cobre o Polimetálicos:

Revisión del estado del arte.
Adquisición de reactivos y materiales para inicio de pruebas de lixiviación por agitación.
Preparación de reactores, adquisición de consumibles y accesorios.
Enriquecimiento de cultivos mesófilos y moderadamente termófilos con potencialidad práctica para la biolixiviación de concentrados.
Caracterización química de 6 concentrados de cobre, con impurezas como arsénico, plomo, cadmio y mercurio.

CAPÍTULO 3:

ENERGÍA

Síntesis de Electrolitos Sólidos:

Levantamiento bibliográfico basado en el estado del arte de electrolitos sólidos.

Tipos de materiales utilizados como electrolitos sólidos.

Ventajas y problemáticas asociadas a uso de electrolitos sólidos.

Técnicas más utilizadas para la medición de propiedades en materiales y celdas de electrolito sólido.

Principales tecnologías utilizadas para la investigación de fallas en baterías de electrolito sólido.

Levantamiento bibliográfico basado en el ensamblado de baterías de estado sólido.

Tipos de procesos para la preparación de separadores de electrolito sólido.

Tipos de mezclas utilizadas para la preparación de suspensiones de electrolito sólido.

Principales problemas y limitantes en los procesos de preparación y armado en celdas de electrolito sólido.

Pruebas de adhesión y cohesión de recubrimiento de material para el ensamblado de baterías.

Preparación de recubrimientos de electrodos

(cátodos) mediante diferentes concentraciones de solvente y tamaños de partículas en el material activo y conductor.

Síntesis y Estudio de Escalamiento de Materiales Catódicos:

Pruebas preliminares de ensamblado de baterías tipo coin (baterías comerciales de LMO).

Preparación de electrodos (cátodo).

Armado de celdas.

Activado y ciclado de celdas.

Pruebas de adhesión y cohesión de recubrimiento de material para el ensamblado de baterías.

Preparación de recubrimientos de electrodos

(cátodos) mediante diferentes concentraciones de solvente y tamaños de partículas en el material activo y conductor.

Levantamiento bibliográfico basado en métodos numéricos y programación para aplicaciones de ingeniería.

RECURSOS HÍDRICOS MARINOS

Análisis y Sistematización de Bases de Datos Ambientales de las Bahías de la Región de Antofagasta:

Obtención de bases de datos del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL).

Obtención de información de estudios sectoriales realizados en las bahías de la Región.

C) Análisis y sistematización de la data mediante análisis multivariados y geoestadísticos

Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía San Jorge:

Cotización y compra de equipos oceanográficos y sensores.

Localización de estaciones de monitoreo en el borde costero de Bahía San Jorge.

Definición de variables medioambientales asociadas a las diferentes matrices (columna de

agua, sedimentos y biota) consideradas en el presente estudio.

Planificación temporal y espacial de las actividades de monitoreo que serán realizadas en el área de estudio.

Llegada de los equipos oceanográficos para iniciar las actividades contempladas durante el periodo de ejecución del estudio.

Evaluación del Impacto Ambiental de Aguas Residuales de Plantas Desaladoras Instaladas en la Bahía San Jorge:

Cotización y compra de equipos oceanográficos y sensores.

Localización de estaciones de monitoreo en el área de influencia de la descarga de salmuera proveniente de la empresa sanitaria ubicada en el sector de la Chimba.

Definición de variables medioambientales asociadas a las diferentes matrices (columna de agua, sedimentos y biota) consideradas en el presente estudio.

CAPÍTULO 3:

Planificación temporal y espacial de las actividades de monitoreo que serán realizadas en el área de estudio.

Llegada de los equipos oceanográficos para iniciar las actividades contempladas durante el periodo de ejecución del estudio.

RECURSOS HÍDRICOS CONTINENTALES:

Monitoreo de Manantiales Costeros:

Se realizaron muestreos en 4 sectores urbanos asociados al desarrollo de importantes humedales de Antofagasta: (1) Sector Salar del Carmen, (2) Sector la Chimba (Aguada y Vertiente la Chimba y Reserva Nacional la Chimba), (3)

Sector alto de la Quebrada la Negra, y (4) Sector de quebrada Carrizo (manantial las Vertientes). Se interpretaron los análisis físico - químicos obtenidos para analizar la calidad de agua de estos ecosistemas.

Se evaluaron los indicadores ambientales que nos permitieron describir y analizar posibles contaminaciones debido al vertido de contaminantes que puedan afectar a estos ecosistemas.

Se entregó el primer informe con los resultados basales obtenidos, la cual proveen valiosa información para evaluar y comprender de mejor forma los impactos de la actividad antrópica (recreativa e industrial local) sobre la calidad de las aguas de los humedales urbanos de la comuna de Antofagasta.

Se presentaron los resultados de este primer monitoreo en el Día Internacional del Agua actividad realizada y programada por el Gobierno Regional.

Monitoreo de la Calidad de Aguas del Río Loa:

Según lo informado de acuerdo con este proyecto se realizó:

Análisis del estado del arte.

Selección de los puntos de muestreo.

Cotización de servicios analíticos certificados para realizar análisis específicos.

Estamos en el proceso de planificación de la primera campaña de terreno de los sitios seleccionados del Río Loa, en el sector medio Alto del Río.

Se realizó muestreo de Río Loa en su tramo bajo (desembocadura) para análisis de calidad de agua.

CAPÍTULO 3:

MEDIO AMBIENTE:

Evaluación del uso de Nanopartículas Sintetizadas por Microorganismos para la Remediación de Suelos Contaminados:

Análisis del estado del arte o antecedentes bibliográficos detallado, para tener la mayor información posible de la síntesis de nanopartículas mediante microorganismos u hongos desde los relaves.

Se realizó una búsqueda de los relaves y suelos abandonados de mayor interés, para hacer la selección de los sitios de muestreos.

Se están enriqueciendo cultivos de microorganismos sintetizadores de nanopartículas.

Se adquirieron reactivos específicos utilizados en la síntesis de nanopartículas.

Búsqueda de Plantas Autóctonas para la Fitoestabilización de Suelos Contaminados:

Análisis del estado del arte o antecedentes bibliográficos detallado, sobre la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos.

Se realizó una búsqueda de los relaves y suelos abandonados de mayor interés, para hacer la selección de los sitios de muestreos.

Se llevó a cabo una campaña de terreno en la comuna de Taltal, de los relaves que se encuentran dentro de la ciudad, para identificar el tipo de vegetación y plantas que se encuentran en esos sectores.

Se realizó la caracterización fisicoquímica de los sitios seleccionados, mediante el analizador de rayos X, Niton XL3.

Se comenzó con la preparación de la enmienda para el tratamiento de los relaves, en el cual se utilizan materiales reciclables (cartón) y otros, para disminuir la concentración de elementos contaminantes. Esta prueba se está realizando en diferentes condiciones y parámetros.

Uso de Costras Biológicas para la Restauración Ecológica en Suelos:

Análisis del estado del arte o antecedentes bibliográficos detallado, con el fin de distinguir cuáles son los mejores microorganismos del tipo cianobacterias que puedan inducir las costras biológicas.

Se realizó una búsqueda de los relaves y suelos

CAPÍTULO 3:

abandonados de mayor interés, para hacer la selección de los sitios de muestreos.

Se llevó a cabo una campaña de terreno en el sector industrial La Negra, específicamente en la zona de Alto Norte, donde se observó formación de costras en la superficie las cuales fueron recolectadas.

Se realizó la caracterización fisicoquímica de estas costras, mediante el analizador de rayos X, Niton XL3.

Se están aplicando metodologías para llevar a cabo el enriquecimiento de cultivos de microorganismos formadores de costras biológicas. Estamos en el proceso de planificación de las próximas campañas de terreno/ selección de posibles sitios de muestreos.

Actualización del Catastro de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes (SAPPC):

La recopilación y revisión de la información de los suelos abandonados de la región, obtenidos de las bases de datos de la Seremi de Medio Ambiente y Sernageomin.

Se identificó, localizó y describió, cada una de las fuentes potenciales de contaminación exis-

tentes en los SAPPC.

Se confeccionó un listado Priorizado y jerarquizado de SAPPC.

Se realizó un muestreo en el Sector industrial La Negra, para identificar nuevos suelos con potencial presencia de contaminantes. Los sectores muestreados fueron alrededor de las empresas de Albermarle, Alto Norte e INACAL. Se realizó la caracterización fisicoquímica de estas muestras, mediante el analizador de rayos X, Niton XL3.

Se está finalizando el primer informe con los resultados basales obtenidos, identificando las áreas más afectadas, debido a que existe una población flotante importante de trabajadores en la zona industrial y el asentamiento de un número importante de personas que viven en este sector (campamento La Negra), que se encuentra con concentraciones elevadas de algunos elementos contaminantes. Se realizó el muestreo para la actualización de SAPPC de la Provincia de Tocopilla.

CAPÍTULO 4:

An aerial photograph of a field station in a desert environment. The station is set up on a sandy, rocky terrain with several large, dark-colored tents. A white SUV is parked near the center of the camp. A Chilean flag is visible on a pole in the upper right. The surrounding landscape is arid, with sparse vegetation and a dirt road winding through the area. The overall scene suggests a remote research or military outpost.

Este Cuarto Capítulo, expone la métrica asociada al cumplimiento de cada indicador establecido para las distintas actividades de investigación, vale decir, cómo se mide el nivel de cumplimiento y la métrica asociada a este.

CAPÍTULO 4:

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN 2022-2024

LIN EA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
M I N E R Í A	APOYO CIENTÍFICO TÉCNICO A LA PEQUEÑA MINERÍA	Convenios con asociaciones de pequeños mineros de la región	Convenio firmado con al menos una organización de pequeños mineros
		Capacitaciones a pequeños productores mineros	Dos talleres de capacitación al año
		Análisis químicos y metalúrgicos a muestras de minerales de los pequeños productores de la región	100 análisis químicos - metalúrgicos
	DESARROLLO DE REACTIVOS VERDES PARA LA MINERÍA DE COBRE	Identificación y aislamiento de microorganismos funcionales en procesos de flotación	5 cepas aisladas e identificadas
		Investigación de los efectos de 5 cepas de microorganismos en pruebas de flotación	N° de cepas probadas de flotación
		Investigación de los efectos de 5 cepas de microorganismos en pruebas de floculación	N° de cepas probadas de floculación
		Pruebas en circuito de flotación y pruebas de sólidos y líquidos a nivel de laboratorio	Al menos 5 pruebas de circuito
	RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN	Selección y caracterización de Relaves de la Región	Al menos 3 Relaves seleccionados y caracterizados
		Estudio de Alternativas de recuperación y/o concentración metales estratégicos	Informe de Estudios realizados
		Diseño de procesos de recuperación de metales estratégicos a nivel de laboratorio	Informe que contenga el diseño de un proceso que recupere un elemento mayor y al menos un elemento estratégico.
	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA EL TRATAMIENTO DE RELAVES MINEROS	Selección y caracterización de Relaves Priorizados de la Región	Cantidad de elementos valiosos
		Pruebas de recuperación de valor desde los relaves de la Región	Cantidad de pruebas realizadas
		Determinación de la estabilidad de los Relaves Investigados	Informe de resultados del estudio y propuesta para tratamiento de relave
	INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS	Obtención de Concentrados No apto para fundición	Al menos obtener 5 concentrados No aptos para fundición
		Selección y caracterización de concentrados No aptos para fundición	Al menos seleccionar 2 concentrados No aptos para fundición
		Realización de Pruebas de lixiviación	Cantidad de pruebas realizadas
Diseño de procesos de tratamiento de concentrados No apto para fundición		Informe que contenga el Diseño de tratamiento de concentrados No apto para fundición.	

CAPÍTULO 4:

LIN EA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
R E C U R S O S H Í D R I C O S C O N T I N E N T A L E S	MONITOREO DE MANANTIALES COSTEROS	Caracterización físico, hidroquímica y biológica de humedales La Negra; La Chimba; Kilómetro 12 y Quebrada Carrizo.	Número de humedales caracterizados
		Campañas de muestreo de los 4 humedales	Al menos 2 campañas de muestreo por humedal al año
		Identificación de indicadores ambientales de los humedales	Informe de avance que contenga los indicadores ambientales
		Informe público de indicadores anuales de los humedales costeros	Un informe que contenga el estado de los humedales costeros
		Taller de difusión a la comunidad en general	Un Taller al año dirigido a la comunidad aledaña a los humedales
	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DEL RIO LOA	Caracterización física, hidroquímica y biológica del Río Loa, en sus tramos Alto, Medio y Bajo	Al menos 3 campañas de muestreo al año
		Identificación de indicadores hidrológicos, incluye parámetros físico - químico y calidad de agua	Entrega de Informe anual de calidad de agua del Río Loa, a autoridades y comunidad en general
		Talleres de difusión a la comunidad para dar a conocer el Informe anual	Al menos un Taller de difusión dirigida a comunidades presente en la Cuenca del Loa

CAPÍTULO 4:

LINEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
ENERGÍA	SÍNTESIS DE ELECTROLITOS SÓLIDOS	Obtención de las materias primas (Carbonato de litio y Hidróxido de Litio) para desarrollar el nuevo material	N° materiales sintetizados
		Síntesis del material	N° de materiales sintetizados con propiedad de electrolitos sólidos
		Caracterización química del material	N° de pruebas de caracterización.
		Caracterización física-química	N° de pruebas de caracterización.
		Desarrollo del prototipo electroquímico (batería)	Un prototipo electroquímico
		Evaluación del comportamiento del prototipo a nivel de laboratorio	Entrega de un Informe del desarrollo de la performance del prototipo
	SÍNTESIS Y ESTUDIOS DE MATERIALES CATÓDICOS	Obtención de las materias primas (Carbonato de litio y Hidróxido de Litio) para desarrollar el nuevo material	N° materiales sintetizados
		Síntesis del material	N° de materiales sintetizados con propiedad Catódica
		Caracterización química del material	N° de pruebas de caracterización
		Caracterización física-química	N° de pruebas de caracterización
		Desarrollo del prototipo electroquímico (batería)	Un prototipo electroquímico
		Evaluación del comportamiento del prototipo a nivel de laboratorio	Entrega de un Informe del desarrollo de la performance del prototipo

CAPÍTULO 4:

LINEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
R E C U R S O S H I D R I C O S M A R I N O S	ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE BASE DE DATOS AMBIENTALES DE LAS BAHÍAS DE LA REGION DE ANTOFAGASTA	Obtención de la base de datos del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL)	Cantidad de bases de datos obtenidos
		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 a RCA)	Cantidad de bases de datos obtenidos
		Obtención de información de estudios sectoriales realizados en las bahías de la Región	Cantidad de bases de datos obtenidos
		Realización de análisis multivariado	Informe final de Análisis de la información previa de las Bahía de la Región.
		Taller de difusión de resultados obtenidos	Al menos un taller de difusión a la comunidad en general
	MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA BAHIA SAN JORGE	Determinación de puntos de muestreo	N° de puntos de muestreo
		Obtención de data en columna de agua y sedimentos	N° de muestras tomadas y analizadas
		Análisis de la data de las distintas matrices monitoreadas (columna de agua y sedimentos)	Cantidad de muestras analizadas e integradas al modelamiento
		Informe anual del monitoreo y seguimiento ambiental de la Bahía San Jorge	Un informe anual con los principales resultados analizados
		Taller de difusión de los resultados obtenidos dirigidos a la comunidad en general y pescadores de la Bahía San Jorge	Un taller anual de muestra de resultados
	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE PLANTAS DESALADORAS INSTALADAS EN LA BAHIA SAN JORGE	Determinación de los puntos de monitoreos cercanas a los puntos de descarga de agua	Cantidad de puntos de monitoreos
		Determinación de Diseño de Monitoreo	Contar con el diseño de Monitoreo
		Definición de variables a monitorear en columnas de agua y sedimentos	N° de variables a monitorear
		Toma de Muestras en Terreno	Cantidad de muestras colectadas en columna de agua y sedimentos
		Análisis de data e interpretación de resultados	Cantidad de data analizados e interpretados
		Informe anual del impacto ambiental de las aguas residuales de las plantas desaladoras	Un informe anual con los principales resultados analizados
		Taller de difusión de los resultados obtenidos dirigidos a la comunidad en general y pescadores de la Bahía San Jorge	Un taller anual de muestra de resultados

CAPÍTULO 4:

LINEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
M E D I O A M B I E N T E	EVALUACIÓN DEL USO DE NANOPARTÍCULAS SINTETIZADAS POR MICROORGANISMOS PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS	Identificación y aislamiento de microorganismos sintetizadores de nanopartículas o nanomateriales	N° de cepas identificadas
		Producción de nanopartículas o nanomateriales con las cepas identificadas	Cantidad (en gramos de producción) de nanopartículas sintetizadas
		Evaluación del efecto estabilizador de las nanopartículas en suelos a nivel de laboratorio	N° de Pruebas realizadas de nanopartículas
		Diseño de la implementación del uso de nanopartículas en la remediación de suelos contaminados	Informe del Diseño del proceso de remediación de suelos contaminados con uso de nanopartículas
		Generación de Información basal del uso de la nanoremediación para la remediación de suelos contaminados	Informe final de base para el escalamiento de la iniciativa
	BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS	Identificación de especies de plantas que absorben metales pesados	N° de especies de plantas absorbentes de metales pesados
		Evaluación del efecto estabilizador del suelo con el uso de plantas remediadoras a nivel de laboratorio	N° de Pruebas realizadas con Plantas remediadoras
		Diseño de la implementación del uso de fitoestabilización en la remediación de suelos contaminados	Informe del Diseño del proceso de remediación de suelos contaminados con uso de fitoestabilización.
		Generación de Información basal del uso de fitoestabilización para la remediación de suelos contaminados	Informe final de base para el escalamiento de la iniciativa
	USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	Obtención de cultivos microbianos formadores de costras biológicas	N° de cultivos microbianos formadores de costras biológicas
		Evaluación del efecto estabilizador del material particulado con las costras biológicas	N° de Pruebas realizadas con Costras Biológicas para la estabilización del material particulado.
		Diseño de la implementación del uso de las costras biológicas para la estabilización del material particulado.	Informe del Diseño del proceso de estabilización del material particulado con el uso de costras biológicas
		Generación de Información basal del uso de las Costras Biológicas para la estabilización del material particulado	Informe final de base para el escalamiento de la iniciativa
	ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE SUELOS CONTAMINADOS	Recopilación y Sistematización de información histórica regional de suelos contaminados	Listado de suelos contaminados claramente identificados
		Campañas de muestreo de nuevos suelos con potencial presencia de elementos contaminantes	N° de campañas para identificación de nuevos suelos contaminados
		Caracterización química y mineralógica de los nuevos suelos identificados	N° de análisis químicos y mineralógicos
		Generación de Informe de Actualización de los Suelos Contaminados en la Región.	Informe Anual del Catastro de suelos contaminado Actualizados
		Taller de difusión dirigido a autoridades y comunidad	

CAPÍTULO 4:

LÍNEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
V I N C U L A C I O N	Vinculación con Instituciones Tecnológicas	Colaboración con otras instituciones de Ciencias y Tecnologías Nacionales e Internacionales.	Al menos un convenio de colaboración firmado entre CICITEM e Instituciones de Ciencias y Tecnología al año.
	Vinculación con Educación a nivel técnico y profesional	Tesis iniciadas, en ejecución y terminadas por estudiantes de pregrado, magister y doctorado en universidades chilenas o extranjeras cuyo tutor y/ o co-tutor es un investigador contratado del centro en el año.	N° tesis aceptadas por el Centro
		Prácticas profesionales para estudiantes técnicos, pregrado, postgrado.	N° de prácticas técnicas y profesionales aceptadas por el Centro.
		Talleres, Visitas, Charlas con entidades de Educación (básica/secundaria).	Al menos 2 visitas de estudiantes básicos y secundarios a dependencias del Centro.
	Vinculación con instituciones públicas	Convenios de Colaboración Entidades Estratégicas (municipalidades, servicios públicos, secretarías regionales).	Al menos un convenio de colaboración firmado entre CICITEM e instituciones públicas.
Vinculación con organizaciones civiles	Colaboración con Asociaciones gremiales; ONG, Org. Comunitarias, territoriales, entre otros.	Al menos un convenio de colaboración firmado entre CICITEM y organizaciones civiles.	

BASAL

LÍNEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
F O R M A C I O N	Perfeccionamiento del Capital Humano Institucional	Cursos de Capacitación y Desarrollo Profesional para trabajadores del Centro.	N° de trabajadores y trabajadoras capacitadas en distintas áreas priorizadas.

LÍNEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
P U B L I C A C I O N E S	Aporte a la comunidad científica	Publicaciones Publicadas (Capítulos de libros, Artículos Científicos y otros) ISI y No ISI.	N° de papers, capítulos de libros, artículos científicos desarrollados por investigadores e investigadoras del Centro..
		Actividades de difusión en seminarios, talleres, repositorios públicos.	Al menos un seminario, talleres realizados por el Centro al año.
		Participación en webinar y/o seminarios organizados por externos.	Participación de Investigadores e Investigadoras en seminarios de interés regional.
		Asistencia a Congresos Nacionales e Internacionales.	Participación de Investigadores e Investigadoras en congresos relacionados con la comunidad de la región.

en general, con la información actualizada de los
sustancias con potencial
presencia de elementos contaminantes.

CAPÍTULO 4:

LÍNEA	ACTIVIDAD CON FINANCIAMIENTO BASAL	INDICADOR	MÉTRICA
C O M U N I C A C I O N E S	Comunicación con la comunidad en general	Productos científicos de divulgación, cápsulas y videos	Al menos 5 videos de divulgación científica al año
		Artículos de divulgación como folletos, boletines, documentos, entre otros	Al menos 12 publicaciones al año, en formato de folletos, boletines o documentos de carácter científico dirigido a la comunidad en general
		Cantidad de entrevistas y publicaciones en medios de comunicación	Al menos 12 entrevistas al año

CAPÍTULO 5:

Este Quinto Capítulo, abarca algunas apariciones en prensa a partir de enero del 2021 hasta diciembre del 2022



CAPÍTULO 5:



5 DE ENERO DE 2021



5 DE ENERO DE 2021



3 DE FEBRERO DE 2021



12 DE FEBRERO DE 2021



12 DE FEBRERO DE 2021



10 DE MARZO DE 2021



10 DE MARZO DE 2021



30 DE MARZO DE 2021

CAPÍTULO 5:



21 DE JULIO DE 2021



7 DE MAYO DE 2021



17 DE MAYO DE 2021



9 DE JUNIO DE 2021



16 DE JUNIO DE 2021



9 DE JULIO DE 2021



21 DE JULIO DE 2021



27 DE JULIO DE 2021

CAPÍTULO 5:



10 DE AGOSTO DE 2021



16 DE AGOSTO DE 2021



7 DE SEPTIEMBRE DE 2021



9 DE SEPTIEMBRE DE 2021



1 DE OCTUBRE DE 2021



29 DE OCTUBRE DE 2021



3 DE NOVIEMBRE DE 2021



12 DE NOVIEMBRE DE 2021

CAPÍTULO 5:

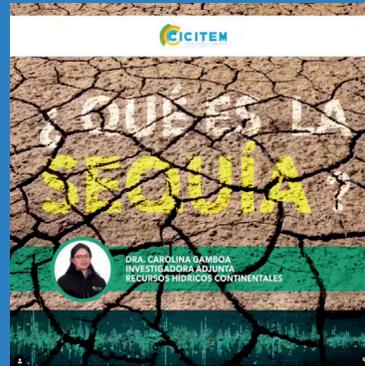


04 DE ENERO DE 2022

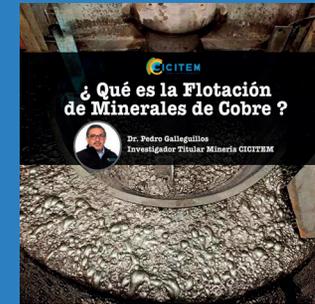


Lindley Maxwell | Investigador Energía · Cicitem

19 DE ENERO DE 2022



31 DE ENERO DE 2022



4 DE FEBRERO DE 2022



7 DE FEBRERO DE 2022



2 DE MARZO DE 2022



16 DE MARZO DE 2022



12 DE ABRIL DE 2022

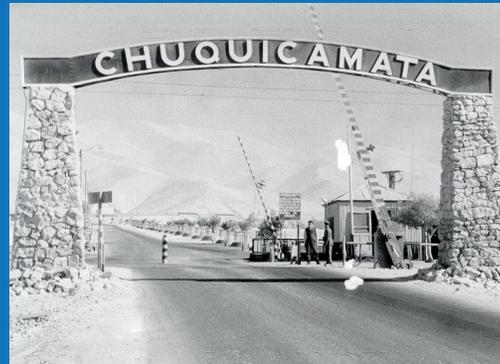
CAPÍTULO 5:



21 DE ABRIL DE 2022



5 DE MAYO DE 2022



18 DE MAYO DE 2022



11 DE JUNIO DE 2022



15 DE JUNIO DE 2022



3 DE JULIO DE 2022



12 DE ABRIL DE 2022

CAPÍTULO 5:



11 DE AGOSTO DE 2022



29 DE AGOSTO DE 2022



2 DE SEPTIEMBRE DE 2022



14 DE SEPTIEMBRE DE 2022



7 DE OCTUBRE DE 2022



13 DE OCTUBRE DE 2022



28 DE OCTUBRE DE 2022



7 DE NOVIEMBRE DE 2022

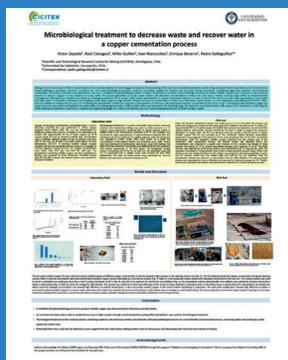
CAPÍTULO 5:



10 DE NOVIEMBRE DE 2022



11 DE NOVIEMBRE DE 2022



22 DE NOVIEMBRE DE 2022



24 DE NOVIEMBRE DE 2022



25 DE NOVIEMBRE DE 2022



5 DE DICIEMBRE DE 2022



23 DE DICIEMBRE DE 2022



28 DE DICIEMBRE DE 2022



29 DE DICIEMBRE DE 2022



MEMORIA 2022