

 www.itlchile.com



Instituto de
Tecnologías
Limpias

BASES RFI

Llamado de Innovación Abierta 2026

Desafíos Tecnológicos en Minería,
Transición Energética
y Recursos Hídricos

- Iniciativa -
CORFO



Contenido

1. PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETIVOS DEL LLAMADO.....	4
3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS CLAVE.....	6
4. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN	12
5. BENEFICIOS DE PARTICIPAR EN EL RFI	13
6. PROCESO DE ENVÍO DE INFORMACIÓN.....	15
7. CONFIDENCIALIDAD, ÉTICA Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	18
<i>ANEXO 1: FORMULARIO DE RFI.....</i>	<i>22</i>
<i>ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS DE DESAFÍOS ESPECÍFICOS DE INNOVACIÓN INDUSTRIAL</i>	<i>25</i>
<i>ANEXO 3: DEFINICIONES DETALLADAS DE TRL POR NIVEL</i>	<i>42</i>

1. PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Contexto y propósito estratégico del llamado

El Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) tiene por misión posicionar a Chile como líder mundial en el desarrollo y uso de tecnologías limpias, fortaleciendo capacidades tecnológicas y humanas y consolidando un ecosistema sostenible en los sectores de minería, energía y cadenas de valor asociadas.

En este marco, el ITL realiza llamados abiertos para seleccionar iniciativas orientadas al desarrollo y validación de soluciones tecnológicas alineadas con sus desafíos de innovación priorizados, entre otros mecanismos.

Las presentes Bases establecen las normas que regirán la presentación de información, así como los derechos y obligaciones de las partes durante todo el proceso.

1.2 Desafíos Específicos de Innovación Industrial

Para focalizar las iniciativas del presente llamado, el ITL ha definido además un conjunto de **Desafíos Específicos de Innovación Industrial**, enmarcados en las líneas estratégicas de Minería con Menor Huella, Transición Energética y Resiliencia Climática, y Disponibilidad de Recursos Hídricos.

Estos desafíos constituyen ámbitos prioritarios de intervención tecnológica, orientados a desarrollar y validar soluciones con alto impacto industrial, económico y ambiental.

Las fichas técnicas de cada desafío, que detallan su contexto, objetivos, resultados esperados e indicadores, se encuentran disponibles en el Anexo 3 de estas Bases.

1.3 Alcance geográfico

El ITL tiene por misión acelerar y consolidar un ecosistema de innovación sostenible, descentralizado y localizado en la Macrozona Norte, principalmente en la Región de Antofagasta y otras regiones norte del país, enfocado en la generación y aplicación de tecnologías contribuya a lograr los resultados esperados e indicadores de rendimiento claves de los Desafíos Estratégicos presentados por el Instituto para este llamado, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 2. Fichas Técnicas de Desafíos Específicos de Innovación Industrial.

tecnologías limpias que aporten valor local y nacional, promoviendo el desarrollo social, la competitividad y la diversificación productiva.

Las iniciativas presentadas deberán contribuir explícitamente al fortalecimiento del ecosistema regional de innovación tecnológica, mediante la transferencia de conocimiento, la formación de capital humano avanzado y la articulación entre actores públicos, privados y académicos.

Sin perjuicio de lo anterior, los proyectos podrán desarrollar actividades en cualquier región del país o en el extranjero, cuando ello sea necesario para su avance tecnológico, validación o escalamiento industrial. No obstante, dichas actividades deberán traducirse en impactos verificables en el territorio de la Macrozona Norte, particularmente en la Región de Antofagasta, contribuyendo de manera directa o indirecta al fortalecimiento de su ecosistema de innovación.

El impacto territorial podrá evidenciarse a través de, entre otros, los siguientes elementos:

- Realización de pilotos, pruebas o validaciones tecnológicas en entornos industriales del norte.
- Utilización o instalación de infraestructura tecnológica en la región.
- Contratación de servicios, equipamiento o capital humano local.
- Desarrollo de actividades de transferencia, formación o vinculación con instituciones regionales.
- Generación de capacidades o resultados tecnológicos con aplicación o beneficio directo para el territorio.

2. OBJETIVOS DEL LLAMADO

2.1 Objetivo general

El presente llamado tiene por objetivo realizar un levantamiento de información sobre capacidades y soluciones tecnológicas que pudieran ser desarrollado en conjunto con el ITL mediante mecanismos **innovación abierta** -desarrollo y escalamiento de soluciones-, **alianzas industriales** o **generación de capacidades tipo test beds** que permitan generar soluciones tecnológicas orientadas a los Desafíos Específicos de Innovación Industrial priorizados por el Instituto de Tecnologías Limpias.

Con ello, el ITL busca acelerar la transición hacia una minería y matriz energética sostenibles, fortaleciendo las capacidades tecnológicas y de

innovación del país y contribuyendo a la competitividad y descarbonización de la industria nacional, así como también contribuir a la creación, desarrollo y mantención de capacidades tecnológicas especializadas del Instituto de Tecnologías Limpias.

El detalle de las capacidades que el ITL busca crear, desarrollar y mantener como Instituto Tecnológico se encuentran especificadas en el punto 3.8 de estas bases.

2.2 Objetivos específicos del RFI

El presente “Request for Information” (RFI) tiene por objeto:

- a. Identificar **capacidades tecnológicas existentes**, soluciones en desarrollo y actores relevantes (empresas, startups, centros tecnológicos y universidades) con potencial de contribuir a los desafíos definidos por el ITL.
- b. Levantar **iniciativas preliminares de solución** y líneas de desarrollo tecnológico, sin requerir propuestas de proyecto completas.
- c. Mapear el ecosistema tecnológico nacional e internacional, identificando **complementariedades entre actores**.
- d. Permitir al ITL, en una etapa posterior, entre otros, **estructurar consorcios tecnológicos y definir focos de desarrollo**, en base a la información levantada.
- e. Generar antecedentes estratégicos que permitan al ITL priorizar oportunidades de desarrollo tecnológico, orientar su portafolio de iniciativas y fortalecer la toma de decisiones respecto de futuras acciones de innovación, transferencia tecnológica y vinculación con el ecosistema.

2.3 Alcance del RFI

El RFI corresponde a una etapa exploratoria no vinculante, que no implica adjudicación ni financiamiento, ni compromiso de inversión. Esta etapa permitirá:

- a. Mapear capacidades e identificar soluciones tecnológicas con potencial de validación industrial, que busquen generar impacto técnico, económico y ambiental.
- b. Detectar oportunidades para estructurar iniciativas y alianzas tecnológicas entre el ITL, empresas, startups, centros de I+D y universidades.

- c. Levantar información sobre la madurez tecnológica de posibles soluciones.

3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS CLAVE

Para efectos de interpretación y aplicación de las presentes Bases, se entenderán las siguientes definiciones:

3.1 Proyecto de Innovación Industrial

Se entenderá por Proyecto de Innovación Industrial toda propuesta de solución innovadora que responda de manera directa y verificable a uno o más de los Desafíos Específicos de Innovación Industrial definidos en el presente llamado, y que tenga por finalidad generar una innovación tecnológica con impacto demostrable en el sector o industria a la cual se orienta.

Los proyectos deberán contar con un enfoque aplicado y un propósito de validación tecnológica, en coherencia con los objetivos del Instituto de Tecnologías Limpias y las prioridades establecidas en estas Bases.

3.2 Participantes

Participantes: aquellas entidades que forman parte de una iniciativa en el que el ITL coinvierte, independientemente de que sean o no Socios del Instituto. Comprenden a toda organización pública o privada que intervenga en la ejecución de iniciativas del portafolio del ITL y que realice aportes, pecuniarios o valorizados, al financiamiento o desarrollo de dichos proyectos.

3.3 Entidad Proponente

Se denomina Entidad Proponente a la entidad que presenta información y antecedentes en el marco del RFI.

En esta etapa, la Entidad Proponente:

- No adquiere derechos contractuales
- No asume obligaciones de ejecución de proyectos
- No participa en un proceso de adjudicación

Su participación tiene como único propósito **aportar información sobre capacidades tecnológicas, soluciones o iniciativas en desarrollo.**

La Entidad Proponente deberá ser persona jurídica (no persona natural),

pudiendo corresponder a una empresa, empresa de base tecnológica (EBT), start up, universidad, centro de investigación, centro de excelencia, u otros. La entidad proponente podrá indicar las otras entidades que apoyan la iniciativa.

3.4 Tecnología

A los efectos de las presentes Bases, se entenderá por Tecnología aquella que el ITL contribuya a desarrollar, validar o escalar mediante la ejecución de iniciativas, en todos sus potenciales ámbitos, formas de uso o aplicación.

Esta definición abarca cualquier resultado, conocimiento o desarrollo técnico-científico que se derive de las iniciativas, independientemente del mecanismo de apropiabilidad que se utilice para su protección, incluyendo, entre otros, derechos de propiedad intelectual registrable, secretos comerciales, secretos industriales o combinaciones de los anteriores, donde el ITL pueda participar.

3.5 Niveles de madurez tecnológica (TRL – Technology Readiness Level)

Cada Proyecto que postule al presente llamado será analizado conforme a los parámetros de esta escala y se le asignará una clasificación TRL en función del grado de desarrollo alcanzado al momento de la postulación.

La escala TRL comprende nueve niveles de madurez, que van desde la observación de principios científicos básicos (TRL 1) hasta la validación y operación comercial de la tecnología (TRL 9). El ITL entenderá los niveles de madurez en tres fases: investigación (TRL 1 a 3), desarrollo (TRL 4 a 6) y despliegue (TRL 7 a 8), los cuales se encuentran descritos en la siguiente tabla (en el Anexo 4 se encuentra cada TRL con mayor detalle):

Fase 1: Investigación (TRL 1-3)

Esta fase se enfoca en validar los principios científicos y formular un concepto de aplicación práctica.

TRL	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL	DEFINICIÓN DETALLADA
TRL 1	Principios Científicos	Se reportan los principios científicos o fenómenos fundamentales. La investigación se centra en la observación y la descripción de las características básicas.

TRL 2	Concepto tecnológico y/o aplicación formulada	Se formulan el concepto y la aplicación de la tecnología. Se define la aplicación potencial y se inician los estudios analíticos.
TRL 3	Prueba de concepto analítica y experimental	Se demuestra la función crítica y la prueba de concepto en un entorno de laboratorio. Se verifica la viabilidad técnica de los componentes clave.

Fase 2: Desarrollo (TRL 4-6)

Esta fase valida la tecnología en entornos cada vez más cercanos a las condiciones de operación reales.

TRL	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL	DEFINICIÓN DETALLADA
TRL 4	Validación de componente/proceso en entorno de laboratorio	Los componentes básicos se integran y prueban en un entorno de laboratorio para demostrar que funcionan juntos. Se utiliza un prototipo "Alfa".
TRL 5	Validación de componente/proceso en entorno relevante	Los componentes se prueban en un entorno que simula las condiciones operativas reales. Se utiliza un prototipo "Beta" con soporte tecnológico básico.
TRL 6	Demostración de sistema/modelo de proceso en entorno relevante	Se demuestra un modelo o prototipo de sistema a escala en un entorno relevante. La tecnología está parcialmente integrada con los sistemas existentes.

Fase 3: Despliegue (TRL 7-G)

Esta fase demuestra la viabilidad operativa y comercial de la tecnología.

TRL	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL	DEFINICIÓN DETALLADA
TRL 7	Demostración de sistema/modelo de proceso en entorno operativo	El prototipo a escala completa o casi completa se demuestra en un entorno operativo real (por ejemplo, una planta piloto o una mina de prueba).
TRL 8	Sistema real completado y cualificado	La tecnología ha sido probada y calificada a través de pruebas y demostraciones. El sistema está en su forma final y listo para la comercialización.
TRL 9	Sistema real probado en entorno operativo (misión exitosa)	La tecnología ha sido probada con éxito en operaciones reales y se encuentra en uso comercial.

Las soluciones de las tecnologías incorporadas a la iniciativa propuesta se considerarán en un nivel determinado de TRL solo cuando haya completado todos los requisitos técnicos y actividades propias de dicho nivel y logre validar los resultados correspondientes.

Las iniciativas que sean parte de esta convocatoria deberán tener un nivel de entrada mínimo de TRL 4, conforme a lo establecido en el acápite 4.2 de estas Bases. Y entregar los antecedentes que acrediten ese nivel.

3.6 Coinversión y aporte de contrapartida

Coinversión: participación financiera conjunta entre el ITL, la Entidad Proponente, mediante la cual se comparten los costos, riesgos, responsabilidades y beneficios del desarrollo tecnológico. La coinversión podrá materializarse a través de aportes monetarios directos (aporte pecuniario) o de aportes valorizados (aporte no pecuniario) en bienes, servicios, infraestructura, capital humano o know-how técnico, debidamente justificados y acreditados.

Aporte de Contrapartida: toda contribución al financiamiento del Proyecto realizada por la Entidad Proponente distinta del aporte dispuesto por el

Instituto de Tecnologías Limpias. La contrapartida tiene por objeto asegurar la corresponsabilidad técnica y financiera de los participantes en la ejecución de la iniciativa, reflejando su compromiso con el desarrollo, la validación y la transferencia de los resultados obtenidos. Esta Contrapartida deberá cumplir con los porcentajes y condiciones exigidas en estas Bases y el manual de rendiciones según lo establece la resolución (E) de Corfo N° 00627 de 2026.

Contrapartida pecuniaria: aporte efectuado en dinero o recursos financieros por la Entidad Proponente, destinados directamente a la ejecución de la iniciativa, debidamente acreditable mediante documentos contables o financieros.

Contrapartida no pecuniaria: aporte de la Entidad Proponente en bienes, servicios, infraestructura, capital humano, conocimiento técnico, propiedad intelectual preexistente (background IP), equipamiento u otros recursos no monetarios que contribuyan al cumplimiento de los objetivos del Proyecto, siempre que sean demostrables, cuantificables y auditables.

Inversión del ITL: contribución al financiamiento de las iniciativas realizada por el ITL con los fondos provenientes del Aporte I+D regulado en el acuerdo suscrito por el Instituto con Corfo, cuyo destino y aplicación se encuentran estrictamente condicionados al cumplimiento de los fines, metas multianuales y obligaciones de restitución establecidas en dicho instrumento. Solo el Instituto podrá invertir o gastar el Aporte I+D.

Los aportes de contrapartida deberán ser acreditados ante el ITL – conforme la resolución (E) de Corfo N° 00627 de 2026- mediante antecedentes verificables y auditables, para su posterior consolidación y eventual incorporación en los procesos de control y rendición aplicables al Convenio de Aporte I+D suscrito entre CORFO e ITL.

El Aporte de Contrapartida será contabilizado y validado conforme a los criterios establecidos en el Reglamento de Revisión de Iniciativas de Inversión y Criterios Inversionales, debiendo cumplir los estándares de trazabilidad, valorización y certificación exigidos para efectos de control interno y auditoría de este.

3.7 Propiedad intelectual inicial y propiedad intelectual derivada

Con respecto a los derechos de terceros, se entenderá por **Propiedad Intelectual Inicial** aquella que preexiste a la ejecución del proyecto. Dicha propiedad intelectual seguirá perteneciendo a quien sea titular del derecho al momento de presentar información al ITL, quien mantendrá la facultad exclusiva de definir la oportunidad, condiciones y términos de su uso dentro

del marco de un eventual proyecto con el ITL. Sin perjuicio de lo anterior, las condiciones específicas aplicables a la Propiedad Intelectual Derivada que se genere en el marco de proyectos seleccionados o coinvertidos por el ITL serán regulados mediante los instrumentos contractuales específicos que se suscriban entre las partes, los cuales deberán contemplar, al menos, aspectos relativos a la titularidad de los derechos, modalidades de explotación y uso, licencias, derechos de accesos o utilización por parte del ITL, mecanismos de valorización económica, condiciones de transferencia tecnológica, publicación de resultados y demás condiciones necesarias para asegurar la adecuada protección y utilización de los resultados obtenidos.

Cada entidad será responsable de proteger y amparar su propia propiedad intelectual de origen, debiendo informar al ITL de cualquier limitación, licencia o gravamen que afecte su disponibilidad para el desarrollo del proyecto. El uso de propiedad intelectual inicial por parte del ITL o de terceros asociados al proyecto requerirá la autorización expresa del titular, mediante los instrumentos contractuales correspondientes.

Para los casos en que el ITL y terceros desarrollen una iniciativa conjunta, se entenderá por **Propiedad Intelectual Derivada** aquella que se genere directamente como resultado de la ejecución de las iniciativas acordadas entre las partes y que no existía previo al inicio de este.

La propiedad intelectual derivada será asignada conforme a los acuerdos que suscriban las Entidades Participantes del Proyecto junto con el ITL, los cuales deberán encontrarse formalizados por escrito antes del inicio de los eventuales contratos de coinversión.

El ITL reconoce plena libertad de negociación entre las partes intervinientes respecto de la distribución de titularidades y beneficios asociados a la propiedad intelectual derivada, siempre que dichos acuerdos no contravengan las disposiciones legales vigentes ni los principios institucionales del ITL.

El ITL reconoce como derechos de propiedad intelectual tanto los susceptibles de registro (como derechos de autor y propiedad industrial) como aquellos resguardados de manera convencional, tales como secretos de fábrica o industriales, know-how técnico o información confidencial.

3.8 Desarrollo de Capacidades para el ITL

El ITL valora especialmente aquellas iniciativas que contribuyan al desarrollo, fortalecimiento y proyección de sus capacidades tecnológicas, científicas, técnicas y de gestión, entendidas como los recursos, conocimientos,

infraestructura, metodologías, redes de colaboración y competencias que permitan al Instituto cumplir de mejor manera su misión y objetivos estratégicos.

Para estos efectos, se considerarán, entre otras las siguientes capacidades:

- Infraestructura tecnológica: laboratorios, bancos de prueba, equipamiento especializado, instalaciones técnicas.
- Capital humano especializado: profesionales, técnicos e investigadores contratados por el ITL.
- Conocimiento técnico y metodológico: protocolos, metodologías, know-how y propiedad intelectual generada o gestionada por el ITL.
- Sistemas de gestión y operación: plataformas, herramientas y procesos que permiten la ejecución, seguimiento y evaluación de proyectos.

El ITL busca promover iniciativas que contribuyan a la creación, fortalecimiento y sostenibilidad de capacidades propias, así como al desarrollo de capacidades tecnológicas relevantes para el ecosistema de innovación del norte de Chile. En este contexto, se espera que los proponentes y potenciales co-inversionistas indiquen de qué manera sus iniciativas contribuirán al fortalecimiento de dichas capacidades, ya sea mediante infraestructura, formación de capital humano, generación de conocimiento, transferencia tecnológica, etc. Estas capacidades podrán encontrarse tanto en la macrozona norte como en otras regiones o países siempre que su desarrollo y vinculación generen valor y beneficios para el cumplimiento de los objetivos estratégicos del ITL fortaleciendo el ecosistema nacional de innovación.

4. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN

El Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) podrá, en cualquier etapa del presente proceso del RFI, realizar procedimientos de debida diligencia respecto de las entidades participantes, sus sociedades relacionadas, controladores, beneficiarios finales, representantes legales, ejecutivos principales, socios estratégicos y demás personas o entidades vinculadas a la propuesta presentada.

Para estos efectos, el ITL podrá solicitar antecedentes adicionales, aclaraciones, declaraciones juradas, certificados, estados financieros, documentación societaria, antecedentes tributarios, laborales, previsionales, regulatorios, de cumplimiento normativo, integridad corporativa, prevención de delitos, libre competencia, anticorrupción, conflictos de interés, litigios,

sanciones administrativas o judiciales, así como cualquier otra información que estime necesaria para evaluar la idoneidad, capacidad, solvencia, experiencia, reputación y cumplimiento de la entidad participante.

Las entidades participantes deberán proporcionar oportunamente la información requerida por el ITL y autorizar, cuando corresponda, la verificación de antecedentes ante organismos públicos, registros oficiales, fuentes de información comerciales o cualquier otra fuente legítima de consulta.

El ITL podrá excluir, desestimar, suspender o poner término a la participación de cualquier entidad cuando detecte inconsistencias relevantes, incumplimientos normativos, conflictos de interés no declarados, antecedentes que afecten a la reputación institucional, riesgos legales, financieros o de cumplimiento, o cualquier circunstancia que, a juicio fundado del Instituto, pueda comprometer el adecuado desarrollo de futuras iniciativas, proyectos, contratos o acuerdos de colaboración.

La realización de este proceso de debida diligencia no generará obligación alguna para el ITL de continuar con el participante, adjuntar procesos posteriores, celebrar contratos o establecer relaciones comerciales o institucionales de cualquier naturaleza.

Asimismo, el ITL podrá considerar dentro de la debida diligencia la verificación del cumplimiento de las obligaciones y restricciones derivadas del Convenio de Aporte I+D suscrito con CORFO, incluyendo aspectos relacionados con partes relacionadas, origen de los recursos, cumplimiento normativo, conflictos de interés, entre otros.

5. BENEFICIOS DE PARTICIPAR EN EL RFI

La participación en el presente RFI permite a las entidades acceder a oportunidades de visibilidad, articulación y vinculación con el ecosistema impulsado por el Instituto de Tecnologías Limpias (ITL), entre las que se incluyen:

- **Vinculación con el equipo ITL:**

Las entidades participantes podrán interactuar con equipos técnicos del Instituto, facilitando la comprensión de los desafíos priorizados y el alineamiento preliminar de sus capacidades tecnológicas.

- **Participación en instancias OPEN ITL:**

Los postulantes serán invitados a participar en el Open ITL de la convocatoria, donde habrá espacios orientados a facilitar la interacción entre los distintos actores del ecosistema, promoviendo el intercambio de visiones, experiencias y oportunidades de colaboración en torno a los desafíos tecnológicos y de innovación abordados por ésta.

- **Espacios acotados de interacción con el ecosistema:**

En el contexto de las actividades OPEN ITL, podrán generarse instancias de conversación con actores relevantes —incluyendo socios del ITL— para explorar afinidades y potenciales oportunidades de colaboración. La participación de dichos actores estará sujeta a disponibilidad y no se garantiza la concurrencia de todos ellos.

- **Visibilidad de capacidades tecnológicas:**

Las soluciones e iniciativas presentadas serán consideradas como insumo para el mapeo del ecosistema, posicionando a las entidades dentro del radar tecnológico del ITL.

- **Consideración en procesos de estructuración de iniciativas:**

La información levantada podrá ser utilizada por el ITL para el diseño y estructuración de proyectos, programas o consorcios tecnológicos, en función de la pertinencia de las capacidades identificadas.

- **Vinculación con futuras instancias del ITL:**

La participación permitirá a las entidades mantenerse conectadas con potenciales procesos posteriores impulsados por el Instituto, en coherencia con sus líneas estratégicas.

6. PROCESO DE ENVÍO DE INFORMACIÓN

6.1 Modalidad de postulación y plataforma

El proceso de “Request for Informatio” (RFI) será gestionada exclusivamente a través de la plataforma digital del ITL disponible en el sitio institucional. No se aceptará el envío de información por correo electrónico ni por otras vías.

Las entidades interesadas deberán completar el Formulario de RFI disponible en la plataforma. Este formulario solicita antecedentes generales de la entidad interesada, descripción preliminar de sus capacidades tecnológicas y descripción de su iniciativa alineada con los Desafíos Estratégicos del ITL incluidos en esta convocatoria. El objetivo de esta etapa es identificar iniciativas con potencial de pertinencia industrial y tecnológica a codesarrollar de manera conjunta.

6.2 Proceso de RFI

El presente proceso se desarrollará de acuerdo con los hitos definidos y descritos a continuación. Las fechas indicadas son referenciales y podrán ser ajustadas por el Instituto y comunicadas oficialmente a los postulantes.

	Nombre del hito	Inicio	Término	Días totales
Hito 1	Lanzamiento de la convocatoria	9 de junio	9 de junio	1 día
Hito 2	Publicación de bases y apertura de postulaciones	15 de junio	15 de junio	1 día
Hito 3	Periodo oficial de consultas al ITL	15 de junio	15 de julio	30 días
Hito 4	Cierre de postulaciones	31 de julio	31 de julio	1 día
Hito 5	Open ITL	31 de agosto	31 de agosto	1 día
Hito 6	Definición de mecanismos	31 de julio	30 de septiembre	61 días

Con el propósito permanente de favorecer una participación informada y transparente, se detallan a continuación los hitos de esta convocatoria de manera cronológica:

6.2.1 Lanzamiento de la convocatoria: instancia abierta a realizarse el **9 de junio de 2026** en el marco de Exponor 2026. Será una actividad en modalidad presencial, destinada a presentar los objetivos del llamado, los desafíos tecnológicos y los plazos del RFI. La participación en el lanzamiento es de carácter voluntario y no tiene incidencia en la evaluación.

6.2.2 Publicación de bases y apertura de postulaciones: el 15 de junio de 2026 se publicarán en la web oficial del ITL las bases de este RFI y se habilitará la plataforma de postulación, mediante la cual las entidades interesadas podrán registrar y enviar sus propuestas. Cabe destacar que cada postulación deberá incluir todos los contenidos exigidos en el **Formulario de Postulación RFI**.

6.2.3 Periodo oficial de consultas al ITL: entre el 15 de junio y el 15 de julio de 2026, las entidades interesadas podrán formular consultas por escrito a través del canal oficial de contacto publicado en el sitio web del ITL. Las preguntas y respuestas serán consolidadas y publicadas de manera periódica en una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ), accesible a todos los postulantes. El envío de consultas es de carácter voluntario y no es requisito para participar del llamado.

6.2.4 Cierre de postulaciones: las entidades interesadas tienen como plazo máximo para subir las propuestas en la plataforma el **31 de julio de 2026, a las 23:59 horas (GMT-4)**. Las propuestas presentadas fuera de plazo o con documentación incompleta serán declaradas inadmisibles.

6.2.5 Open ITL: el día 31 de agosto de 2026 el Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) invitará a las entidades participantes a una instancia denominada Open ITL. Esta instancia tiene por finalidad:

- Generar un espacio de diálogo directo entre los participantes del RFI, el equipo técnico del ITL y entidades asociadas al instituto.
- Profundizar el entendimiento de las capacidades tecnológicas, soluciones propuestas e ideas preliminares presentadas en el RFI.
- Identificar sinergias, complementariedades y oportunidades de colaboración entre los distintos actores del ecosistema.
- Facilitar un proceso de articulación temprana de iniciativas tecnológicas, orientado a abordar los desafíos definidos por el ITL.

El Open ITL se desarrollará mediante instancias de conversación, presentaciones breves, mesas de trabajo u otros formatos que el instituto determine, pudiendo realizarse en modalidad presencial, virtual o híbrida.

La información compartida durante el Open ITL será utilizada exclusivamente para fines de análisis, articulación y diseño estratégico por parte del ITL.

Finalmente, cabe destacar que la participación en esta instancia:

- Es de carácter voluntario
- No constituye una instancia de evaluación
- No incide en procesos posteriores
- No otorga ventajas comparativas ni derechos de ningún tipo

6.2.6 Definición de mecanismos

Este hito final del proceso de postulación al RFI es de carácter interno del ITL y se realizará entre el 31 de julio y el 30 de septiembre de 2026. En éste se definirá si la propuesta es apta para seguir a la etapa de “Request for Proposals” (RFP) de un llamado de innovación abierta o si sus características responden más a proyectos para ser evaluados como posible “testbed” o una alianza estratégica para el proyecto en específico.

6.3 Reserva de derechos y facultades del ITL

El Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) se reserva el derecho de modificar, complementar, interpretar, suspender, ampliar plazos, rectificar errores, introducir ajustes al cronograma, solicitar antecedentes adicionales, declarar desierta una o más etapas del proceso o dejar sin efecto total o parcialmente el presente RFI, por razones fundadas de carácter técnico, estratégico, operacional, presupuestario, regulatorio o institucional.

7. CONFIDENCIALIDAD, ÉTICA Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO

7.1 Compromiso de confidencialidad y protección de novedad

Todas las entidades que participen del presente llamado, así como todas las personas que integren sus equipos de trabajo, deberán mantener la confidencialidad de toda información técnica, científica, comercial o estratégica a la que accedan con ocasión de este y durante la ejecución de los proyectos seleccionados.

Toda información que contenga datos personales será tratada conforme a la Ley N°19.628 sobre Protección de la Vida Privada y demás normativa vigente y aplicable, limitándose su tratamiento exclusivamente a los fines asociados a la administración, evaluación, seguimiento y ejecución del presente proceso.

La Administración y la Gobernanza del ITL y las entidades que participen del proceso se obligan a resguardar la novedad de las soluciones tecnológicas propuestas, evitando su divulgación prematura o cualquier acción que pueda afectar su protección bajo los mecanismos de propiedad intelectual aplicables.

Toda información entregada al ITL será utilizada exclusivamente para los fines de estructuración de iniciativas asociadas a los desafíos del presente llamado.

7.2 Reglas de seguridad y manejo de información sensible

Los proponentes deberán adoptar medidas razonables de seguridad y control para el tratamiento de datos e información sensible, tanto propia como de terceros, dando cumplimiento a la normativa vigente aplicable, incluyendo las disposiciones sobre protección de datos personales, propiedad intelectual, propiedad industrial, competencia desleal y protección de secretos empresariales.

Toda información que sea entregada por los participantes y que haya sido identificada de manera expresa como confidencial, reservada o de carácter estratégico, será tratada por el ITL con la debida reserva y únicamente para los fines de análisis, evaluación y levantamiento de información propios del presente RFI.

La presentación de antecedentes, propuestas, metodologías, diseños, modelos, desarrollos tecnológicos, know-how, secretos empresariales, información técnica o comercial, así como cualquier otro contenido susceptible de protección por derechos de propiedad intelectual o industrial, no implicará cesión, transferencia, licencia ni autorización de uso en favor del

ITL, manteniéndose dichos derechos en todo momento en el patrimonio de su respectivo titular.

Respecto de aquellos participantes que no resulten seleccionados para etapas posteriores o para eventuales procesos de contratación derivados de este RFI, el ITL se obliga a no utilizar, explotar comercialmente, reproducir, divulgar a terceros no desarrollar proyectos basados sustancialmente en la información confidencial o protegida proporcionada, salvo autorización previa y escrita de su titular o cuando dicha información sea de dominio público, haya sido obtenida legítimamente de terceros o exista obligación legal de divulgación.

Asimismo, el ITL podrá conservar los antecedentes recibidos únicamente para fines de respaldo documental, auditoría, cumplimiento normativo o trazabilidad del proceso, manteniendo en todo caso las obligaciones de confidencialidad aquí establecidas.

No obstante, lo anterior, la mera recepción, revisión o evaluación de la información proporcionada por los participantes no impedirá al ITL desarrollar, financiar o apoyar proyectos, tecnologías o iniciativas similares, siempre que estas hayan sido desarrolladas de manera independiente o se basen en conocimientos, tecnologías o información de dominio público.

7.3 Similitud de proyectos y reserva de derechos del ITL

Los postulantes y participantes reconocen y aceptan que las ideas, conceptos, propuestas, metodologías o sugerencias, aun cuando sean originales y creativas, no constituyen por sí mismas objeto de protección jurídica conforme a la normativa chilena sobre propiedad intelectual e industrial.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1° de la Ley N°17.336 sobre Propiedad Intelectual, la protección se otorga únicamente a las obras de la inteligencia en los dominios literarios, artísticos y científicos, cualquiera sea su forma de expresión, por el sólo hecho de su creación. Asimismo, el artículo 3° de la misma ley establece que se consideran obras protegidas, entre otras, los libros, escritos, conferencias, obras dramáticas, composiciones musicales, obras cinematográficas, programas computacionales y demás creaciones expresadas en forma tangible.

Por su parte, conforme al artículo 1° de la Ley N°19.039 sobre Propiedad Industrial, la protección de derechos industriales comprende las marcas, las patentes de invención, los modelos de utilidad, los dibujos y diseños industriales, los esquemas de trazado o topografías de circuitos integrados, indicaciones geográficas y denominaciones de origen, entre otros títulos que la ley pueda establecer. El artículo 2° de dicha ley dispone que cualquier



persona natural o jurídica, nacional o extranjera, podrá gozar de estos derechos, debiendo obtener previamente el título de protección correspondiente, el cual adquiere plena vigencia a partir de su registro ante la autoridad competente.

En consecuencia, la mera comunicación, exposición o intercambio de ideas no genera derechos exclusivos ni otorga prerrogativas de explotación a favor de alguna de las partes, siendo indispensable su materialización en una obra o creación protegible y, cuando corresponda, la constitución, registro o formalización del derecho respectivo ante la autoridad competente.

La sola presentación del RFI no genera obligación alguna para el ITL de adjudicar, contratar o ejecutar algún proyecto, ni otorga al proponente y ni a los participantes, derecho de exclusividad, preferencia, reembolso de costos ni indemnización alguna.

El postulante y los participantes declaran conocer y aceptar que el ITL, así como otros terceros, desarrollan o pueden estar desarrollando proyectos, soluciones o iniciativas iguales o similares al contenido en su propuesta, con independencia de este proceso. En consecuencia, la no adjudicación de la propuesta en esta convocatoria no impide que el ITL, desde luego o en el futuro, por sí o a través de terceros, evalúe, adopte, ejecute o financie proyectos, iniciativas o soluciones iguales o similares a las contenidas en la propuesta no adjudicada.

La presentación de la propuesta no confiere al postulante ni a los participantes, derecho alguno sobre las decisiones futuras del ITL respecto de proyectos de inversión ni sobre la eventual adjudicación, en futuras convocatorias, de proyectos iguales o similares a su propuesta a favor de terceros. El postulante y los participantes, por el hecho de presentar un proyecto a la convocatoria, renuncian expresamente a ejercer acciones, reclamaciones o demandas, de cualquier naturaleza, en contra del ITL fundadas en la similitud de proyectos, salvo en caso de dolo debidamente acreditado o uso indebido de información que haya sido calificada expresamente como confidencial en los términos del párrafo siguiente.

Sin perjuicio de lo anterior, todo antecedente que el postulante identifique expresa y claramente como confidencial sólo podrá ser utilizado por el ITL para fines de evaluación de la propuesta en el marco de la presente convocatoria, y no habilita al ITL para divulgarlo a terceros ni para reproducirlo fuera de dicho contexto, salvo que: (i) la información sea o pase a ser de dominio público por causa no imputable al ITL; (ii) la información ya constare en poder del ITL en forma lícita; o (iii) el ITL esté legalmente obligado a revelarla. Esta

limitación se refiere únicamente a la información confidencial específica y no restringe el derecho del ITL a desarrollar o apoyar proyectos similares basados en sus propios conocimientos, su actividad institucional, en información pública o en propuestas de otros postulantes.

La presente cláusula se entiende sin perjuicio de los derechos que el postulante y los participantes puedan tener sobre la propiedad industrial o intelectual de que sean titulares, los cuales no se transfieren al ITL por la sola presentación de la propuesta.

Sin importar la forma de protección, el ITL, los postulantes y participantes deberán reconocer siempre la propiedad intelectual inicial.

ANEXO 1: FORMULARIO DE RFI

REQUEST FOR INFORMATION (RFI)

Objetivo: recopilar información técnico-comercial suficiente para evaluar la pertinencia, diferenciación, madurez, escalabilidad e impacto de la propuesta.

1. Información del proponente

- Nombre de la entidad proponente:
- Nombre de contacto principal:
- Cargo:
- Teléfono:
- Email:

2. Información general de la iniciativa

- Título del Proyecto (máx. 120 caracteres)
- Tipo de entidad Proponente (Universidad / Centro tecnológico / Empresa / Consorcio / Otro)
- Desafío de Interés
 - A1: Valorización de Efluentes Industriales: hacia la minimización de descargas líquidas y la economía circular.
 - A2: Soluciones costo-efectivas para la mitigación de pérdidas por evaporación en grandes superficies.
 - A3: Eficiencia energética y de monitoreo en sistemas de transporte e impulsión
 - A4: Gestión Hídrica Inteligente: de la Digitalización a la Toma de Decisiones en Tiempo Real
 - E1: Desarrollo de soluciones de economía circular para desechos de plantas solares y eólicas
 - E2: Suministro energético sostenible y resiliente para industrias aisladas en Chile
 - L1: Desarrollo y escalamiento piloto de materiales catódicos y anódicos para baterías de ion-litio
 - M1: Optimización de Flotación y Lixiviación para Reducir Residuos e Insumos
- Duración estimada de la iniciativa (meses)
- TRL inicial (mínimo 4 y máximo 8)
- TRL objetivo (mínimo 5 y máximo 9)
- Presupuesto total estimado (USD)
- Monto de coinversión proponente y de terceros estimada
- Monto de coinversión por parte de ITL (hasta un 50%)
- Entidades asociadas/ participantes:

3. Relevancia del proyecto

- Indique interés real de la industria, inversionistas u otras instituciones. Describa, si existen, compromisos formales, conversaciones avanzadas con potenciales clientes o usuarios industriales, inversionistas en el desarrollo o codesarrolladores (máx. 2000 caracteres).

4. Descripción de la solución / propuesta

- Describa la solución propuesta, su funcionamiento, componentes principales y etapa de desarrollo (máx. 2000 caracteres).
- Explique la propuesta de valor y por qué la solución es superior al estándar actual o a alternativas existentes.
- Indique resultados técnicos y tecnológicos esperados, incluyendo métricas verificables (eficiencia, rendimiento, costo, reducción de residuos, ahorro energético, etc.).

5. Capacidades para el ITL y el territorio

- Indique si se generará know-how o propiedad de tecnologías susceptibles de ser comercializadas, licenciadas o transferidas
- Indique tecnologías, activos o servicios tecnológicos que podrían quedar disponibles para el ITL (máx. 1000 caracteres).

6. Propiedad intelectual (PI) previa y estrategia de protección

- PI previa: describa patentes, solicitudes, registros, secretos industriales, software, bases de datos, know-how u otros activos de PI ya existentes vinculados a la propuesta.
- Beneficios para el ITL: indique posibles royalties, licencias, equity, servicios tecnológicos u otros mecanismos de retorno asociados a la PI derivada.

7. Madurez y escalamiento tecnológico

- Entorno de validación de la solución: especifique si la validación ocurrió en laboratorio, planta piloto, terreno, operación industrial u otro entorno relevante.
- Estrategia de escalamiento de la solución: describa los hitos relevantes para avanzar hacia validación industrial y adopción.

8. Formación de capital humano local

- Explique la estrategia de formación de capital humano contenida en la propuesta (tesistas, practicantes, técnicos, especialistas, entrenamiento, certificaciones, etc.).

9. Solidez del equipo ejecutor

- Describa la experiencia del equipo ejecutor de la entidad proponente y de las entidades participantes en investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico, validación industrial, transferencia tecnológica y gestión de proyectos.

10. Viabilidad económica y financiera

- Describa el mercado objetivo potencial, tamaño, crecimiento, clientes y/o usuarios objetivo esperados y su viabilidad en el mercado
- Describa el modelo de negocios preliminar a desarrollar con el ITL.

11. Cofinanciamiento

- Indique el nivel de apalancamiento con inversión privada o de terceros, identificando CAPEX/OPEX.

12. Articulación y Desarrollo de sectores emergentes

- Explique de qué manera la propuesta contribuye a la diversificación de la matriz productiva de la macrozona norte. Indique sectores o nuevas líneas de actividad que podrían desarrollarse a partir del proyecto.
- Describa las nuevas oportunidades de negocio que la solución podría habilitar en el territorio, incluyendo productos, servicios, spin-offs, proveedores especializados o capacidades comercializables.

13. Alineamiento estratégico y asociatividad

- Indique la conexión de la propuesta con uno o más desafíos transversales del ITL en caso de que existiese alguno.

14. Anexos requerido

- Cartas de interés o apoyo
- Certificado de vigencia de la persona jurídica, emitido por la autoridad competente con una antigüedad no superior a 90 días.
- La presentación de la información y antecedentes entregados por el proponente deberá ser realizada por el representante legal de la entidad o por una persona autorizada para actuar en su representación, constandingo mediante una declaración jurada simple.

ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS DE DESAFÍOS ESPECÍFICOS DE INNOVACIÓN INDUSTRIAL

TÍTULO DEL DESAFÍO	
A1: Valorización de efluentes industriales: Hacia la minimización de Descargas Líquidas y la Economía Circular	
MACRO-ÁREA	
Agua/Relaves	
PROBLEMA/BRECHA	
La gestión de salmueras provenientes de la desalinización y corrientes salinas industriales representa un desafío ambiental de costo significativo. Actualmente, la falta de rutas de valorización para estos subproductos y la necesidad de minimizar las descargas líquidas al entorno, exigen avanzar hacia un modelo de economía circular hídrica.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
El desafío busca el desarrollo y validación de soluciones tecnológicas para el tratamiento de salmueras provenientes de desalinización y corrientes salinas industriales, con el objetivo de recuperar agua y subproductos de valor y reducir su impacto ambiental. Se espera que las propuestas integren configuraciones de procesos avanzados como sistemas de membranas, cristalización u otras tecnologías emergentes que permitan avanzar hacia esquemas de Cero Descarga Líquida (ZLD). Las soluciones deberán ser evaluadas mediante pilotos en condiciones representativas, considerando desempeño operacional, continuidad del proceso y potencial de escalamiento industrial, así como su viabilidad ambiental y económica.	
OBJETIVO GENERAL	
Desarrollar y validar soluciones tecnológicas para el tratamiento de salmueras que permitan recuperar agua y subproductos de valor, avanzando hacia esquemas de Cero Descarga Líquida (ZLD) y asegurando continuidad operacional en el marco de la economía circular.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Caracterizar las salmueras e identificar oportunidades de recuperación de recursos reduciendo la huella ambiental.
2.	Diseñar el proceso y seleccionar soluciones tecnológicas a escala piloto para el tratamiento y valorización de salmueras.
3.	Reducir pasivos ambientales, integrar recuperación de valor/agua y evaluar viabilidad tecno-económica (TEA) y ciclo de vida (LCA).
RESULTADOS ESPERADOS	
1. Caracterización fisicoquímica de salmueras y corrientes salinas industriales, con identificación de oportunidades de recuperación de recursos y reducción de impacto ambiental.	

2. Piloto de esquema ZLD operado en condiciones representativas y ruta de escalamiento definida.
3. Caso de negocio validado para el reprocesamiento y reúso de subproductos bajo modelo de circularidad, con métricas de valor recuperado, viabilidad económica y cumplimiento de estándares de calidad para el uso definido.

ALCANCE

Incluye:

- Prefactibilidad e ingeniería conceptual de soluciones de tratamiento y valorización de salmueras.
- Diseño y operación de piloto integrado en condiciones representativas de la industria.
- Evaluación tecno-económica (TEA) y de ciclo de vida (LCA) de las soluciones validadas.
- Coordinación regulatoria y ambiental para la obtención de permisos de operación del piloto.

Excluye:

- Despliegue a escala industrial total o ingeniería de detalle.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Reducción de descarga líquida al entorno (% y m ³ /d evitados)
2.	Volumen de agua recuperada y retornada al proceso (m ³ /d)
3.	Costo total del agua tratada/recirculada (USD/m ³)
4.	Valor recuperado desde la salmuera o efluente (USD/m ³ de feed)
5.	Consumo energético específico del proceso (kWh/m ³ tratado)
6.	Porcentaje de recuperación de elementos de valor (minerales, sales u otros) (%)
7.	Reducción del volumen de pasivo generado (m ³ o %)
8.	Huella de emisiones de gases de efecto invernadero (kg CO ₂ e/m ³ tratado)

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Protocolos estandarizados de caracterización y evaluación de salmueras, disponibles para futuros proyectos y socios del ITL. **(Alta)**
- Banco de tecnologías ZLD evaluadas bajo condiciones del norte de Chile, como referencia para toma de decisiones en nuevos proyectos de desalinización industrial. **(Alta)**
- Capacidades analíticas para caracterización y reúso de matrices complejas, fortaleciendo la oferta de servicios del ITL al sector minero-hídrico regional. **(Alta)**

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Empresas Sanitarias, Empresas de Saneamiento Ambiental, Minería, Industria dedicada a la producción de Hidrógeno Verde.



TÍTULO DEL DESAFÍO	
A2: Soluciones costo-efectivas para la Mitigación de pérdidas por Evaporación en Grandes Superficies	
MACRO-ÁREA	
Agua/Relaves	
PROBLEMA/BRECHA	
En zonas de alta radiación solar, las pérdidas de agua por evaporación en pilas de lixiviación, estanques y lagunas de relaves masivas. Estas pérdidas invisibles afectan críticamente el balance hídrico y aumentan la demanda de agua fresca de reposición, representando un costo de oportunidad significativo para la operación minera y la gestión del recurso en la cuenca.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
El desafío consiste en desarrollar y validar soluciones costo-efectivas que permitan reducir las pérdidas de agua por evaporación en grandes superficies como estanques, pilas de lixiviación o depósitos asociados a operaciones mineras. Se buscan tecnologías o estrategias de diseño y operación que reduzcan la evaporación sin comprometer la seguridad de las instalaciones ni la calidad del agua almacenada. Las propuestas deberán considerar su desempeño en distintos contextos climáticos, incluyendo pilotos comparativos que permitan evaluar su efectividad, factibilidad de implementación y potencial de escalamiento en operaciones reales.	
OBJETIVO GENERAL	
Desarrollar y validar soluciones costo-efectivas para reducir pérdidas de agua por evaporación en grandes superficies, sin afectar la seguridad operacional ni la calidad del agua.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Disminuir pérdidas por evaporación sin afectar la seguridad ni la calidad química del agua almacenada.
2.	Optimizar geométrica y operacionalmente los depósitos para reducir la exposición solar.
3.	Validar soluciones costo-efectivas como coberturas flotantes, sombreaderos o capas monomoleculares, para mitigar la evaporación en pilas, estanques y relaves.
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none">1. Caracterización cuantitativa de pérdidas por evaporación en superficies representativas (pilas de lixiviación, estanques, depósitos).2. Reducción sostenida y demostrable de la tasa de evaporación mediante soluciones piloto con balance hídrico documentado.3. Validación del prototipo4. Incremento de la disponibilidad hídrica operacional mediante la mitigación de pérdidas por evaporación del agua, y que respalde la viabilidad económica de la solución.5. Reducción de ensuciamiento por acumulación de polvo en el agua.	

ALCANCE

Incluye:

- Ensayos controlados y operación de pilotos en activos reales (estanques, pilas de lixiviación o depósitos de operaciones mineras), considerando a Pelambres como una alternativa de prueba y operación.
- Instalación y operación de instrumentación meteo-hidroológica para cuantificación de pérdidas de agua y validación de resultados.
- Evaluación comparativa de tecnologías de mitigación (coberturas flotantes, sombreaderos, químicos u otras).
- Evaluación tecno-económica de las soluciones validadas y ruta de escalamiento.

Excluye:

Rediseño estructural e ingeniería de detalle de depósitos o pilas existentes.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Reducción de la tasa de evaporación respecto a línea base (%)
2.	Volumen de agua retenida o recuperada (m ³ /año)
3.	Costo de la solución por volumen de agua ahorrado (USD/m ³)
4.	Costo de implementación por unidad de superficie cubierta (USD/m ²)
5.	Impacto sobre la calidad química del agua almacenada (conductividad, pH, SDT)
6.	Vida útil estimada de la solución bajo condiciones climáticas del norte de Chile (años)
7.	Disponibilidad operacional sin afectación a la seguridad de la instalación (%)

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN

- Protocolos estandarizados de medición de evaporación en superficies industriales, replicables en distintas tipologías de depósito y condiciones climáticas de la región. **(Sí)**
- Banco de tecnologías de mitigación evaluadas bajo condiciones reales del norte de Chile, como referencia para benchmarking y toma de decisiones en nuevas operaciones. **(Sí)**
- Capacidad de instrumentación meteo-hidroológica instalada en el ITL, disponible como servicio de monitoreo para socios y operadores mineros. **(Sí)**

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Minería (pilas de lixiviación, estanques, depósitos), Empresas agrícolas, Empresas de Servicios Sanitarios.

TÍTULO DEL DESAFÍO	
A3: Eficiencia Energética y de Monitoreo en Sistemas de Transporte e Impulsión	
MACRO-ÁREA	
Agua	
PROBLEMA/BRECHA	
El transporte de agua y relaves a grandes distancias y alturas geográficas consume una fracción considerable de la energía total de una operación minera. Los sistemas de impulsión actuales enfrentan problemas transientes hidráulicos, cavitación y desgaste acelerado debido a la variabilidad en los caudales y la calidad del agua, lo que eleva los costos de mantenimiento y reduce la disponibilidad de los activos.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
El desafío busca desarrollar y validar soluciones tecnológicas que mejoren la eficiencia energética y confiabilidad de los sistemas de transporte e impulsión de agua y relaves en minería. Se priorizan innovaciones en diseño hidráulico, tecnologías de bombeo, sistemas de control y monitoreo predictivo que permitan reducir el consumo energético por unidad de agua transportada y aumentar la disponibilidad de los activos. Las soluciones deberán ser evaluadas en condiciones representativas de operación, considerando su impacto en la reducción de costos operacionales, la vida útil de los equipos y la estabilidad del sistema.	
OBJETIVO GENERAL	
Desarrollar y validar soluciones tecnológicas que mejoren la eficiencia energética y confiabilidad de los sistemas de impulsión de agua y relaves en minería.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Reducir el consumo específico de energía.
2.	Aumentar la disponibilidad de los activos manteniendo el caudal y altura requeridos.
3.	Implementar monitoreo predictivo y optimización hidráulica de las redes de transporte.
4.	Validar sistemas de impulsión de alta eficiencia y confiabilidad.
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnóstico cuantitativo de consumo energético y causas principales de fallas en líneas de impulsión representativas, con línea base documentada. 2. Obtención de tasa de fallas validadas mediante piloto operado en condiciones reales, con balance energético e informe de desempeño. 3. Mejores prácticas estandarizadas y transferibles para la operación, monitoreo y mantenimiento de sistemas de impulsión en minería de gran altitud. 4. Prototipo de diagnóstico en tiempo real que detecte cavitación, fugas o desgaste prematuro antes de que ocurra una falla. 	
ALCANCE	
Incluye:	
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de diagnóstico para sistemas de impulsión existentes (hidráulica, energética, operacional y recuperación de energía). 	

- Diseño y operación de piloto en línea de impulsión real, con validación de soluciones tecnológicas seleccionadas.
- Integración de digitalización y herramientas de monitoreo predictivo en el piloto.
- Escalamiento conceptual a faena completa y programa de entrenamiento para operadores y equipos técnicos.

Excluye:

- Reemplazo masivo de infraestructura de bombeo existente.
- Rediseño completo de redes de impulsión u obras civiles asociadas.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Consumo energético específico de impulsión (kWh/m ³ transportado)
2.	Disponibilidad operacional de los activos de bombeo (%)
3.	Tiempo medio entre fallas — MTBF (horas)
4.	Costo operacional anual del sistema evaluado — OPEX (USD/año)
5.	Reducción de eventos de sobrepresión o transientes hidráulicos (%)
6.	Tiempo de respuesta del sistema de monitoreo predictivo ante anomalías (minutos)
7.	Reducción de costos de mantenimiento correctivo respecto a línea base (USD/año)
8.	Precisión del modelo hidráulico o gemelo digital respecto a mediciones reales (% error)
9.	Porcentaje de tiempo operativo de la red de impulsión (%)

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Laboratorio hidráulico con capacidad de caracterización de equipos de bombeo y trazado de curvas de desempeño, disponible como servicio para socios y fabricantes. **(Alta)**
- Modelos de gemelo digital de sistemas de impulsión desarrollados y validados, replicables en distintas configuraciones de faena minera. **(Muy Alta)**
- Capacidad de monitoreo predictivo instalada en el ITL, como base para ofrecer servicios de diagnóstico y optimización operacional al sector. **(Sí)**
- Desarrollo de protocolos de mantenimiento predictivo, disponibles como servicio para la industria minera regional. **(Sí)**

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Minería metálica/no metálica, Empresas Sanitarias, Operadores de desalinización.

TÍTULO DEL DESAFÍO	
A4: Gestión Hídrica Inteligente: de la Digitalización a la Toma de Decisiones en Tiempo Real	
MACRO-ÁREA	
Agua	
PROBLEMA/BRECHA	
La gestión del agua en operaciones complejas enfrenta el reto de la fragmentación de datos y las altas latencias en la toma de decisiones. La falta de laboratorios externos y la falta de una arquitectura de datos integrada impiden una respuesta ágil ante variaciones en el balance hídrico o desviaciones en la calidad del recurso, lo que impacta directamente en la eficiencia global y el consumo de agua fresca.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
El desafío apunta al desarrollo e implementación de soluciones de digitalización y analítica avanzada que permitan optimizar la gestión del ciclo del agua en operaciones complejas. Se buscan tecnologías de sensorización, integración de datos, modelación y control en tiempo real que permitan mejorar la toma de decisiones operacionales y reducir las brechas entre la captura de datos y la acción en terreno. Las propuestas deberán considerar arquitecturas de datos interoperables (ciberseguridad), herramientas de simulación y monitoreo continuo, así como su validación en entornos operacionales que demuestren mejoras en eficiencia hídrica, planificación y control del recurso.	
OBJETIVO GENERAL	
Desarrollar soluciones de digitalización, analítica avanzada y monitoreo en tiempo real que permitan optimizar la gestión del ciclo del agua y mejorar la toma de decisiones operacionales.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Mejorar la toma de decisiones y la planificación hídrica con información confiable basada en soluciones de digitalización avanzada.
2.	Incrementar el desempeño hídrico mediante monitoreo y automatización.
3.	Habilitar la toma de decisiones oportunas basada en datos en tiempo real.
4.	Acelerar la selección y adopción de tecnologías avanzadas de sensado.
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Plataforma operativa de gestión de datos hídricos con protocolos de gobernanza, interoperabilidad (comunicación entre sistemas) y ciberseguridad validados en al menos una operación piloto. 2. Reducción demostrable de la latencia en la toma de decisiones operacionales y de la frecuencia de desviaciones de calidad, con métricas documentadas respecto a línea base. 3. Catálogo de tecnologías de sensorización, medición y analítica evaluadas y calificadas por nivel de madurez (TRL→IRL) para futuro escalamiento. 4. Reducción del consumo de agua de reposición (make-up), menor ocurrencia de eventos fuera de especificación y capacidad de anticipación a eventos operacionales críticos. 	

5. Desarrollo de "Gemelos Digitales" (Digital Twins) del ciclo del agua que permitan simular escenarios críticos (escasez, fallas de impulsión, cambios en la calidad) para una planificación preventiva.

ALCANCE

Incluye:

- Diseño e implementación de piloto en una operación y/o red local, con foco en una línea de proceso y punto de retorno desde depósito.
- Validación de interoperabilidad entre sistemas OT/IT y requisitos de ciberseguridad industrial.
- Integración de la solución al Centro de Operación de la faena o sitio a fin, mediante convenios con ITL y proveedores tecnológicos.
- Diseño de tableros de control (Dashboards) inteligentes con visualización georreferenciada de todo el ciclo del agua (captación, proceso, relave, retorno).
- Ruta de despliegue multi-sitio a partir de los resultados del piloto.

Excluye:

- Reemplazo de sistemas SCADA o de control existentes.
- Obras civiles o modificaciones de infraestructura hídrica física.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Latencia en la toma de decisiones operacionales basadas en datos hídricos (minutos).
2.	Reducción del consumo de agua de reposición — make-up (%).
3.	Frecuencia de eventos fuera de especificación de calidad (Nº/mes).
4.	Número de tecnologías evaluadas y calificadas (TRL→IRL) en el catálogo.
5.	Tiempo de validación por tecnología incorporada al catálogo (días).
6.	Eficiencia de recirculación en el uso de agua recuperada gracias a la optimización operativa.
7.	Consumo energético específico del sistema de gestión hídrica (kWh/m ³).

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Metodologías y protocolos de gobernanza de datos hídricos estandarizados, transferibles a distintas operaciones y socios del ITL. **(Sí)**
- Posible Testbed de sensores y tecnologías de medición en tiempo real instalado en el ITL, disponible para evaluación y calificación de soluciones de proveedores. **(Muy alto)**
- Rol articulador consolidado del ITL entre operadores, proveedores OT/IT y reguladores, con metodología propia de validación tecnológica (TRL→IRL). **(Muy alto)**
- Estándares de interoperabilidad y ciberseguridad OT desarrollados y disponibles como referencia para el sector minero-hídrico regional. **(Sí)**

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Empresas mineras, Empresas Agrícolas, Municipalidades, Industrias en general.

TÍTULO DEL DESAFÍO	
E1: Desarrollo de soluciones de economía circular para desechos de plantas solares y eólicas	
MACRO-ÁREA	
Energías renovables	
PROBLEMA/BRECHA	
Chile carece de una infraestructura técnica y tecnológica suficiente para gestionar los crecientes residuos de plantas solares y eólicas, lo que impide su valorización y reciclaje efectivo. Esta brecha genera dos consecuencias críticas: por un lado, un creciente daño ambiental por disposición inadecuada de materiales y pérdida de metales y minerales de alto valor.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
Chile se ha posicionado como líder mundial en generación renovable, con más de 55 millones de módulos fotovoltaicos instalados desde 2010. Sin embargo, este rápido crecimiento trae consigo una crisis silenciosa: al 2024 se generan aproximadamente 11.000 toneladas de residuos provenientes de paneles solares (vidrio, silicio, aluminio, cobre y metales preciosos como plata e indio). A esto se suman palas de aerogeneradores (compuestas de fibra de vidrio y resinas epóxicas no biodegradables), torres, sistemas de refrigeración, convertidores y baterías de respaldo. Hasta el día de hoy, existe limitada infraestructura especializada en la valorización y reciclaje de los residuos, generando daños ambientales y la pérdida de valor en componentes. Adicionalmente, desde 2023, la ley REP exige a fabricantes e importadores de tecnología solar y eólica organizar y financiar sistemas de recolección y valorización de residuos. Sin soluciones técnicas viables, las empresas enfrentan multas, barreras comerciales y riesgos reputacionales.	
OBJETIVO GENERAL	
Diseñar, validar tecnológicamente e implementar un modelo de gestión de economía circular para residuos de plantas solares y eólicas en Chile, que permita valorizar los residuos generados anualmente, cumpliendo con la Ley REP, reduciendo la disposición en vertederos y generando subproductos comercializables y/o reutilizables.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Desarrollo de tecnologías que permitan hacer un diagnóstico del estado de los residuos.
2.	Generar y escalar soluciones tecnológicas de valorización de los desechos industriales solares y eólicos.
3.	Reducir al mínimo los desechos de las industrias solares y eólicas.
4.	Validar la viabilidad económica nuevos modelos de negocio
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación pilotos industriales en ambientes relevantes 2. Diseño, desarrollo y validación de las tecnologías en terreno 3. Reducción y valorización de residuos industriales 4. Demostración y validación de modelos de negocio para la reducción y valorización de residuos. 	



ALCANCE

Incluye:

- Demostraciones en ambiente relevante controlado, pilotaje y validación semiindustrial y operacional.
- Desarrollo de sistemas de diagnóstico para determinación del estado de los desechos industriales

Excluye:

- No incluye la gestión de residuos de baterías
- Pruebas de concepto y/o pruebas a escala de laboratorio (TRL =< 4).
- Soluciones que impliquen riesgos para la seguridad de trabajadores, equipos o medio ambiente.
- Intervenciones que alteren o interfieran con la continuidad de los procesos productivos.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Tasa de valorización de residuos
2.	Cantidad de residuos valorizados y residuos no desechados
3.	Tiempo de evaluación y diagnóstico de los residuos
4.	Costo de los residuos revalorizados e ingresos potenciales por revalorización de subproductos

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Infraestructura piloto de la tecnología generada.
- Creación de algoritmos y sistemas inteligentes para la evaluación y gestión de residuos industriales.
- Generación de capacidades en el área de simulación, modelamiento y tecnologías de gestión de residuos industriales.

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Industria solar y eólica

TÍTULO DEL DESAFÍO	
E2: Suministro energético sostenible y resiliente para industrias aisladas en Chile	
MACRO-ÁREA	
Energía renovable	
PROBLEMA/BRECHA	
Las industrias ubicadas en zonas aisladas o con redes eléctricas débiles en Chile carecen de acceso a un suministro energético estable, asequible y sostenible. La principal brecha es tecnológica y operacional: no existen soluciones energéticas descentralizadas basadas en energías renovables, adaptadas a la escala, geografía y condiciones de operación de estos sectores, que sean capaces de reemplazar total o parcialmente la dependencia de diésel y otros combustibles fósiles importados.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
Las industrias aisladas de Chile, como por ejemplo la minería de menor escala, agroindustria, pesca industrial, astronomía, operaciones logísticas o turismo operan mayoritariamente fuera de los límites del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) o en zonas de "frontera" de red débil. Esta condición genera barreras críticas como: 1) Dependencia extrema de combustibles fósiles importados, con costos superiores a los de la red eléctrica y más volatilidad por precios internacionales. 2) Infraestructura eléctrica insuficiente o nula. 3) Falta de acceso a suministro estable y asequible, traducida en cortes frecuentes, regulaciones de voltaje, horas de operación restringidas y sobrecostos por sistemas de respaldo ineficientes. Como consecuencia, se limita la capacidad productiva, se incrementan las emisiones locales de CO ₂ y NO _x , se frena la inversión industrial en regiones extremas del país, y se profundiza la brecha de desarrollo territorial.	
OBJETIVO GENERAL	
Diseñar e implementar soluciones energéticas descentralizadas, basadas en fuentes renovables (solar, eólica, almacenamiento) y sistemas híbridos inteligentes, que permitan garantizar un suministro eléctrico estable, asequible y de baja huella de carbono para industrias aisladas de zonas remotas de Chile, reduciendo su dependencia de combustibles fósiles.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Diseñar, adaptar, integrar y/o implementar soluciones energéticas que entreguen un suministro energético estable mediante fuentes de energía renovable para la descarbonización de industrias aisladas del país.
2.	Reducir los costos del suministro energético e incrementar la competitividad de las industrias.
3.	Desarrollo de modelos de gestión y operación, mediante el uso de algoritmos y sistemas inteligentes, que permitan la optimización y estabilidad del suministro energético.
4.	Implementación de proyectos piloto que permitan validar las tecnologías en un ambiente real
5.	Capacitar personal técnico y operativo de las industrias en operación, mantenimiento y seguridad de sistemas renovables híbridos

RESULTADOS ESPERADOS

1. Creación pilotos industriales en ambientes relevantes
2. Diseño, desarrollo y validación de las tecnologías en terreno
3. Reducción comprobada del consumo de combustibles fósiles en las industrias piloto y aumento en la competitividad industrial
4. Incremento en la disponibilidad energética
5. Reducción de costos operacionales
6. Desarrollo y optimización de sistemas de gestión de la energía

ALCANCE

Incluye:

- Demostraciones en ambiente relevante controlado, pilotaje y validación semiindustrial y operacional.
- Se espera que los prototipos puedan trabajar industrias relevantes aisladas del país.

Excluye:

- Pruebas de concepto y/o pruebas a escala de laboratorio (TRL =< 4).
- Soluciones que impliquen riesgos para la seguridad de trabajadores, equipos o medio ambiente.
- Tecnologías que incrementen el consumo de recursos energéticos.
- Intervenciones que alteren o interfieran con la continuidad de los procesos productivos.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Costo nivelado de energía y costos operacionales del sector productivo
2.	Confiabilidad y autonomía del suministro energético
3.	Reducción de emisiones de carbono de la industria
4.	Productividad de la industria involucrada

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Infraestructura piloto de la tecnología generada.
- Creación de algoritmos y sistemas inteligentes para la gestión de la energía.
- Generación de capital humano en el área de diseño, operación, mantenimiento y gestión de la energía.

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Minería de menor escala, agroindustria, pesca, turismo, astronomía, logística, entre otros.

TÍTULO DEL DESAFÍO	
L1: Desarrollo y escalamiento piloto de materiales catódicos y anódicos para baterías de ion-litio, incluyendo su prototipado, validación electroquímica y pre-certificación bajo condiciones reales de operación.	
MACRO-ÁREA	
Litio - Materiales	
PROBLEMA/BRECHA	
<p>En Chile existe una brecha significativa en el desarrollo de materiales con valor agregado para baterías de ion-litio, a pesar de su posición estratégica como uno de los principales productores mundiales de litio. Esta brecha se manifiesta en la limitada capacidad de investigación aplicada, escalamiento industrial y transferencia tecnológica orientada a la fabricación de materiales catódicos y anódicos avanzados, lo que reduce la participación del país en etapas de mayor valor dentro de la cadena global. La insuficiente infraestructura para prototipado, validación electroquímica en condiciones reales y procesos de pre-certificación dificulta la articulación entre academia, industria y centros tecnológicos retrasando la consolidación de capacidades locales para desarrollar soluciones competitivas a escala piloto e industrial.</p>	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
<p>El desafío consiste en desarrollar y escalar a nivel piloto materiales catódicos y/o anódicos para baterías de ion-litio, avanzando desde la investigación hasta su prototipado funcional y validación electroquímica bajo condiciones reales de operación. Esto implica fortalecer capacidades tecnológicas para producir materiales de alto desempeño, optimizar procesos de fabricación y asegurar su calidad mediante etapas de pre-certificación. A su vez, busca reducir la brecha existente entre el conocimiento científico y su aplicación industrial, promoviendo la generación de valor agregado en la cadena del litio y posicionando a Chile como un actor relevante en el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético.</p>	
OBJETIVO GENERAL	
<p>Desarrollar y escalar a nivel piloto materiales catódicos y/o anódicos avanzados para baterías de ion-litio, integrando procesos de prototipado, validación electroquímica y pre-certificación bajo condiciones reales de operación, con el fin de generar capacidades tecnológicas locales y aumentar el valor agregado de la industria del litio en Chile.</p>	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Diseñar y optimizar procesos de síntesis escalables (coprecipitación, sol-gel, hidrotermal, calcinación, revestimientos) para materiales catódicos y anódicos capaces de producir lotes homogéneos entre 100 g y 1 kg.
2.	Fabricar electrodos y prototipos de celdas (coin, pouch, preliminares comerciales) mediante metodologías reproducibles de mezclado, recubrimiento, secado y ensamblaje.
3.	Establecer protocolos de caracterización estructural, química, morfológica y electroquímica (ciclado, eficiencia coulombica, degradación, EIS, post-mortem).



4.	Implementar rutas de aseguramiento de calidad y pre-certificación, alineadas con estándares internacionales (ASTM, IEC, UL), y definir criterios de reproducibilidad lote-lote.
5.	Desarrollar y ejecutar pilotos de validación en condiciones reales de operación (altitud, temperatura, ciclos acelerados), en conjunto con socios industriales.
6.	Desarrollar programas de formación especializada, guías de ingeniería, modelos de costos y paquetes tecnológicos transferibles.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Procesos de síntesis escalables validados para materiales catódicos y anódicos (≥ 100 g por lote).
 - Electrodo fabricados con calidad homogénea y prototipos funcionales en coin-cell y diseños comerciales (pouch-cell o cilíndricas).
 - Protocolos estandarizados de prueba (ciclado, envejecimiento, EIS, DSC/TGA, SEM/XRD).
 - Dataset curado de desempeño electroquímico comparativo vs. estándares comerciales.
 - Rutas de pre-certificación alineadas con ASTM/IEC para materiales y celdas.
 - Pilotos demostrativos en TRL 6–7 con desempeño validado en condiciones locales.
 - Guías de escalamiento, manuales de operación y recomendaciones para producción precomercial.
 - Identificación de brechas de infraestructura nacional para una futura línea de fabricación.

ALCANCE

Incluye:

- Síntesis escalable de cátodos/ánodos (100 g – 1 kg).
- Tratamiento térmico, mezclado, revestimiento y secado controlado.
- Fabricación de electrodos y celdas prototipo.
- Validación electroquímica completa y análisis post-mortem.
- Pilotos en ambiente relevante y semiindustrial.
- Rutas de calidad, trazabilidad (battery Passport) y pre-certificación.
- Formación técnica y transferencia tecnológica.

Excluye:

- Pruebas de concepto y/o pruebas a escala de laboratorio.
- Tecnologías con madurez TRL igual a 9.
- Fabricación industrial de celdas o packs ($> \text{TRL } 7$).
- Producción masiva de materiales para comercialización.
- Actividades que impliquen riesgo a faenas o trabajadores.
- Instalación de plantas industriales permanentes.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Producción reproducible de lotes piloto de materiales
2.	Avance tecnológico (N° tecnologías que progresan $\geq 1-2$ TRL).
3.	Rendimiento electroquímico vs. baseline comercial (% capacidad, ciclos, eficiencia, degradación).
4.	Tasa de reproducibilidad entre lotes y estabilidad térmica (% de variación).
5.	N° de protocolos de síntesis, pruebas y aseguramiento de calidad formalizados.
6.	N° de prototipos de celdas fabricadas y validadas (coin/pouch).

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Protocolos de síntesis escalable para cátodos/ánodos disponibles para la industria.
- Rutas de calidad y pre-certificación reutilizables.
- Infraestructura piloto habilitada para escalamiento y prototipado.
- Capital humano especializado, en síntesis, electroquímica y calidad de baterías.
- Repositorios de datos de desempeño de materiales desarrollados en Chile.
- Alianzas con organismos internacionales, centros de I+D y CEOLes.

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Industria de baterías que busca independencia técnica en el desarrollo de materiales para baterías. Diferentes países buscan desarrollar baterías In House para mantener control de procesos

TÍTULO DEL DESAFÍO	
M1: Optimización de Flotación y Lixiviación para Reducir Residuos e Insumos	
MACRO-ÁREA	
Minería con menos residuos	
PROBLEMA/BRECHA	
Los procesos de flotación y lixiviación en la minería presentan una brecha crítica de eficiencia, ya que generan altos volúmenes de relaves y consumen grandes cantidades de agua, energía y reactivos; además, su desempeño se ve afectado por la variabilidad mineralógica y la falta de control en línea, lo que limita la recuperación de minerales valiosos y aumenta costos e impactos ambientales.	
DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO	
Los procesos de flotación y lixiviación son fundamentales en la recuperación de minerales, pero también representan una fuente significativa de generación de residuos y consumo de agua, energía y reactivos. La eficiencia limitada en estos procesos impacta directamente en la sostenibilidad y competitividad de la operación minera. Este desafío busca impulsar tecnologías que mejoren la eficiencia metalúrgica, reduciendo la generación de residuos y el uso de insumos críticos. Se priorizarán soluciones que integren control en línea, reactivos selectivos y diseños de proceso más sostenibles, habilitando una minería más limpia, eficiente y resiliente.	
OBJETIVO GENERAL	
Contribuir a la sostenibilidad de los procesos metalúrgicos mediante el desarrollo y validación de tecnologías que optimicen la flotación y lixiviación, reduciendo residuos e insumos críticos como agua, energía y reactivos.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.	Codesarrollar tecnologías de flotación y lixiviación que mejoren la recuperación metalúrgica con menor generación de residuos.
2.	Diseñar sistemas de control en línea para optimizar condiciones operacionales en tiempo real.
3.	Validar el uso de reactivos selectivos y formulaciones de bajo impacto ambiental.
4.	Ejecutar pilotos que permitan medir eficiencia técnica, hídrica, energética y ambiental.
5.	Generar lineamientos técnicos y protocolos de operación para la adopción de la plataforma en faenas mineras.
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reportes técnicos con resultados de validación de tecnologías optimizadas de flotación y lixiviación. 2. Indicadores de reducción de residuos, consumo de agua, energía y reactivos. 3. Pilotos demostrativos de sistemas de control en línea y reactivos selectivos en entornos semiindustriales y operacionales. 4. Documento de lineamientos técnicos para adopción industrial. 	
ALCANCE	

Incluye:

- Tecnologías con TRL ≥ 4 aplicables a flotación y lixiviación.
- Demonstraciones en ambiente relevante controlado, pilotaje y validación semiindustrial y operacional.
- Evaluación de desempeño técnico, metalúrgico, hídrico, energético y ambiental.
- Estudios de integración con sistemas de control de procesos y gestión ambiental.

Excluye:

- Pruebas de concepto y/o pruebas a escala de laboratorio TRL < 4 .
- Soluciones que impliquen riesgos adicionales para la seguridad de trabajadores, equipos o medio ambiente.
- Tecnologías que incrementen el consumo de recursos estratégicos como agua o energía.
- Intervenciones que interfieran negativamente con la continuidad del proceso productivo.

INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPIs)

1.	Mejora en recuperación metalúrgica (%).
2.	Reducción de residuos generados por tonelada procesada (%).
3.	Reducción del consumo de agua, energía y reactivos (%).
4.	Precisión y estabilidad del sistema de control en línea (% de tiempo en condiciones óptimas).

DESEABLE CONTRIBUCIÓN A LA INSTALACIÓN DE CAPACIDADES DEL ITL

- Infraestructura para pruebas piloto de flotación y lixiviación optimizada.
- Generación de protocolos de validación y certificación tecnológica en eficiencia metalúrgica.
- Capacitación y protocolos de operación asociados al uso de la tecnología.
- Desarrollo de capacidades en integración de control en línea, reactivos selectivos y diseño de procesos sostenibles.

INDUSTRIA A LA QUE AFECTA EL DESAFÍO

Procesos mineros.

ANEXO 3: DEFINICIONES DETALLADAS DE TRL POR NIVEL

TRL 1 Principios Científicos

Definición: Se observan y reportan principios científicos básicos relevantes a la tecnología. No existe aplicación práctica ni prototipo. La investigación se encuentra en su etapa más fundamental.

Características Clave:

- Publicación en literatura científica o reportes técnicos.
- Validación en laboratorio controlado.
- Sin intención inmediata de aplicación comercial.
- Riesgo técnico: **CRÍTICO**

Ejemplo Minería: Investigadores descubren que un nuevo reactivo químico mejora la lixiviación de cobre en minerales de baja ley. Los resultados se publican en una revista científica.

Ejemplo Energía: Científicos demuestran en laboratorio una nueva reacción química que mejora la eficiencia de celdas de combustible de hidrógeno.

Inversión Típica: Mínima (fondos de investigación)

Duración Típica: 1-2 años

TRL 2 Concepto Formulado

Definición: Se formula la aplicación práctica de los principios científicos observados. Se desarrollan herramientas analíticas y modelos matemáticos que demuestran cómo la tecnología podría funcionar en una aplicación real.

Características Clave:

- Concepto definido de aplicación.
- Desarrollo de modelos teóricos y simulaciones.
- Estimaciones preliminares de viabilidad.
- Sin construcción de prototipo físico aún.
- Riesgo técnico: **MUY ALTO**

Ejemplo Minería: Se desarrolla un modelo matemático que simula cómo el nuevo reactivo se comportaría en un proceso de lixiviación a escala industrial. El modelo predice una recuperación del 85% de cobre.

Ejemplo Energía: Se diseña conceptualmente una celda de combustible mejorada basada en los nuevos principios químicos. Se crean simulaciones que predicen una eficiencia del 60%.

Inversión Típica: Baja-Moderada

Duración Típica: 1-2 años

TRL 3 Prueba de Concepto

Definición: Se valida experimentalmente la función crítica de la tecnología en ambiente de laboratorio. Prototipo simple que demuestra que el concepto funciona.

Características Clave:

- Pruebas experimentales rigurosas en laboratorio.
- Validación de función crítica (parte más importante funciona).
- Resultados prometedores, pero con limitaciones conocidas.
- Punto de decisión crítico: ¿continuar o detener?
- Riesgo técnico: **ALTO**

Ejemplo Minería: Reactor de laboratorio (escala 1:1000), prueba nuevo reactivo con muestras de mineral real. Recuperación del 82%, valida el concepto.

Ejemplo Energía: Celda de combustible experimental en laboratorio. Eficiencia del 58% bajo condiciones controladas, valida el principio.

Inversión Típica: Baja-Moderada

Duración Típica: 1-2 años

Criterio de Avance a TRL 4: Resultados experimentales prometedores y reproducibles.

TRL 4 Validación en Laboratorio

Definición: Se integran todos los componentes críticos y se validan en un ambiente de laboratorio. Componentes funcionan juntos según especificaciones.

Características Clave:

- Componentes integrados y funcionando juntos.
- Validación de rendimiento y eficiencia en laboratorio.
- Conocimiento de límites de escalabilidad.
- Datos de confiabilidad (100+ horas de operación)
- Riesgo técnico: **ALTO**

Ejemplo Minería: Planta piloto de laboratorio (escala 1:100), integra reactor, sistemas de control y recuperación. Funciona según especificaciones 100+ horas.

Ejemplo Energía: Múltiples celdas integradas en módulo de laboratorio. Eficiencia esperada validada. Funciona 500+ horas sin fallos críticos.

Inversión Típica: Moderada

Duración Típica: 1-2 años

Criterio de Avance a TRL 5: Todos los componentes funcionan integrados según especificaciones.

TRL 5 Validación en Entorno Relevante

Definición: Se prueban componentes integrados en un entorno que simula o se aproxima a condiciones operativas reales. Primera prueba piloto en campo.

Características Clave:

- Pruebas en condiciones cercanas a operación real.
- Validación de rendimiento esperado.
- Identificación de problemas operacionales.
- Datos de confiabilidad en campo (500+ horas).
- Estimaciones preliminares de costos operacionales.
- Riesgo técnico: **MODERADO-ALTO**

Ejemplo Minería: Prueba piloto del sistema de lixiviación en mina real (escala 1:10) durante 3-6 meses, procesando mineral real.

Ejemplo Energía: Prueba de celda de combustible en condiciones operativas simuladas durante 100+ horas en sitio de demostración.

Inversión Típica: Alta

Duración Típica: 6-12 meses

Criterio de Avance a TRL 6: Los resultados validan el concepto en condiciones reales.

TRL 6 Demostración de Sistema

Definición: Prototipo a escala piloto o casi completa en entorno operativo real. Viabilidad técnica de ingeniería completamente demostrada.

Características Clave:

- Prototipo a escala piloto (10-50% comercial).
- Operación en entorno real durante 6-12 meses.
- Viabilidad de ingeniería demostrada.
- Costos operacionales conocidos.
- Confiabilidad validada a largo plazo.
- Riesgo técnico: **MODERADO**

Ejemplo Minería: Planta piloto intermedia (escala 1:5), operada durante 12 meses en mina real, procesando miles de toneladas de mineral.

Ejemplo Energía: Módulo de celda de combustible operado 12+ meses en sitio de demostración, generando energía manera confiable.

Inversión Típica: Muy Alta

Duración Típica: 12-24 meses

Criterio de Avance a TRL 7: Viabilidad técnica y económica completamente demostrada.

TRL 7 Demostración Operativa

Definición: Prototipo a escala casi comercial (80-100%), operando en entorno real durante 6-12 meses. Todos los problemas técnicos principales han sido resueltos.

Características Clave:

- Escala casi comercial (80-100%).
- Operación en condiciones reales.
- Todos los problemas técnicos resueltos.
- Viabilidad económica validada.
- Costos operacionales conocidos.
- Riesgo técnico: **BAJO**

Ejemplo Minería: Planta piloto a escala 1:2, operando 12 meses en mina real, demostrando viabilidad teórica y económica.

Ejemplo Energía: Sistema de celda de combustible a escala comercial, operando 12+ meses en sitio real.

Inversión Típica: Muy Alta

Duración Típica: 12-24 meses

Criterio de Avance a TRL 8: Todos los criterios de TRL 7 cumplidos y apoyo para comercialización.

TRL 8 Sistema Completado y Cualificado

Definición: Desarrollo completado. Sistema totalmente integrado, probado y cualificado. Listo para comercialización.

Características Clave:

- Integración completa.
- Cualificación completa.
- Documentación técnica completa.
- Manuales de operación listos.
- Procesos de manufactura definidos
- Riesgo técnico: **MÍNIMO**

Ejemplo Minería: Proceso completamente documentado. Especificaciones finales. Listo para construcción de primera planta comercial.

Ejemplo Energía: Sistema completamente cualificado. Todos los componentes probados. Listo para producción comercial.

Inversión Típica: Alta (preparación para comercialización)

Duración Típica: 12-18 meses

Criterio de Avance a TRL G: Construcción de primera planta comercial o producción en serie.

TRL 9

Despliegue Comercial

Definición: Tecnología en despliegue comercial exitoso. Operando en múltiples sitios comerciales reales con viabilidad económica probada.

Características Clave:

- Despliegue comercial.
- Múltiples sitios operativos.
- Viabilidad económica probada.
- Procesos establecidos.
- Cadena de suministro operativa
- Riesgo técnico: **MÍNIMO**

Ejemplo Minería: 5+ plantas comerciales operando exitosamente. Tecnología estándar en la industria. Retorno de inversión confirmado.

Ejemplo Energía: 100+ sistemas comerciales instalados y operando. Tecnología competitiva en mercado. Demanda confirmada.

Inversión Típica: Operación comercial

Duración Típica: Indefinida (operación continua)