



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



INFORME TÉCNICO

Resultados 1ª Sesión Mesa de Gobernanza

TALLER LEVANTAMIENTO
DE PROBLEMÁTICAS

Programa Tantay Atacama®



I. Resumen ejecutivo

La Primera Sesión de la Mesa de Gobernanza del Programa Tantay Atacama®, en su segunda versión, marcó un hito significativo en la construcción de la hoja de ruta para la innovación regional. Su propósito principal fue realizar un diagnóstico participativo orientado a identificar, analizar y priorizar los principales desafíos y brechas que limitan la competitividad de la industria minera en la Región de Atacama.

Mediante una metodología de co-creación colaborativa, desarrollada a través de seis mesas de trabajo lideradas por facilitadores expertos, se levantó información relevante sobre brechas operacionales, tecnológicas, organizacionales y de gestión, asociadas a los cinco focos estratégicos definidos en la primera versión del Programa.

La instancia permitió, además, reconocer las interrelaciones existentes entre los desafíos productivos, ambientales y sociales que enfrenta el ecosistema minero regional, generando insumos estratégicos para el diseño de futuras convocatorias de innovación abierta. De esta manera, se fortalece la articulación entre los distintos actores del territorio y se contribuye al desarrollo de un ecosistema minero más sostenible, competitivo e innovador para Atacama.

- Desarrollo Humano y Social

FOCO 5 - Desarrollo y Fortalecimiento de la Pequeña Minería

Creación de Terceros de la Minería

Falta de adecuación de malla de muestreo
1. 2000
2. 2000
3. 2000
4. 2000
5. 2000
6. 2000
7. 2000
8. 2000
9. 2000
10. 2000
11. 2000
12. 2000
13. 2000
14. 2000
15. 2000
16. 2000
17. 2000
18. 2000
19. 2000
20. 2000
21. 2000
22. 2000
23. 2000
24. 2000
25. 2000
26. 2000
27. 2000
28. 2000
29. 2000
30. 2000
31. 2000
32. 2000
33. 2000
34. 2000
35. 2000
36. 2000
37. 2000
38. 2000
39. 2000
40. 2000
41. 2000
42. 2000
43. 2000
44. 2000
45. 2000
46. 2000
47. 2000
48. 2000
49. 2000
50. 2000
51. 2000
52. 2000
53. 2000
54. 2000
55. 2000
56. 2000
57. 2000
58. 2000
59. 2000
60. 2000
61. 2000
62. 2000
63. 2000
64. 2000
65. 2000
66. 2000
67. 2000
68. 2000
69. 2000
70. 2000
71. 2000
72. 2000
73. 2000
74. 2000
75. 2000
76. 2000
77. 2000
78. 2000
79. 2000
80. 2000
81. 2000
82. 2000
83. 2000
84. 2000
85. 2000
86. 2000
87. 2000
88. 2000
89. 2000
90. 2000
91. 2000
92. 2000
93. 2000
94. 2000
95. 2000
96. 2000
97. 2000
98. 2000
99. 2000
100. 2000

Desarrollo proyectos
horarios para
seguridad
Dominación
exclusividad TP

Desarrollo
carrera
trabajadores
minería

Foco 4
- Poca inversión
de industria
con Inst. de
Educación



Antes
Em

II. Metodología de la sesión

La metodología de trabajo fue diseñada para fomentar la generación amplia de ideas y su posterior consolidación en prioridades estratégicas, en una sesión de 90 minutos estructurada en tres etapas:

- » **Identificación de desafíos:** Los participantes registraron de manera libre y colaborativa las principales problemáticas, brechas y oportunidades detectadas en sus ámbitos de acción, utilizando soportes físicos, y sistematizada en la plataforma digital “MURAL”.
- » **Jerarquización de prioridades:** Los desafíos identificados fueron analizados y clasificados de acuerdo con su nivel de impacto y urgencia, estableciendo una priorización en tres categorías: alta, media y baja prioridad.
- » **Validación y consenso:** En una instancia plenaria, representantes de empresas mineras, proveedores tecnológicos, instituciones académicas y otros actores del ecosistema revisaron y contrastaron los resultados obtenidos, validando los hallazgos y construyendo una visión compartida sobre los desafíos estratégicos del sector.

Para el levantamiento de las problemáticas se consideraron cinco focos estratégicos definidos de manera previa, en la primera versión del Programa Tantay Atacama®:

1. Operación y desarrollo sostenible;
2. Creación de nuevos productos y servicios de valor;
3. Articulación de proveedores;
4. Desarrollo de capital humano, seguridad y salud ocupacional (SSO); y
5. Desarrollo y fortalecimiento de la pequeña minería.

III. Análisis de datos y prioridades recopiladas

Con el propósito de dimensionar el alcance y la relevancia de las brechas identificadas, se realizó un análisis exhaustivo de los 159 aportes (“dolores”) levantados durante las mesas de trabajo. Este volumen de información permitió no solo cuantificar la recurrencia de los desafíos planteados, sino también evaluar su nivel de criticidad y su impacto potencial sobre la competitividad y sostenibilidad de la industria minera regional.

» **Volumen de datos:** Se consolidaron 159 post-its únicos.

» **Distribución por foco estratégico:**

Operación y desarrollo sostenible: Concentra 37 post-its (23% del total), posicionándose como el eje con mayor volumen de aportes totales.

Desarrollo capital humano y seguridad ocupacional: Alcanza 35 post-its (22% del total), consolidándose como el segundo foco con mayor cantidad de interacciones.

Desarrollo y fortalecimiento de la pequeña minería: Registra 28 post-its (18% del total).

Articulación de proveedores: Suma 27 post-its (17% del total).

Creación de nuevos productos y servicios de valor: Registra 21 post-its (13% del total).

» **Análisis de criticidad:** Dentro de los cinco focos estratégicos principales, un 51% de las problemáticas (76 hallazgos) fueron categorizadas como Prioridad 1 - Alta. Esto indica que más de la mitad de los dolores centrales detectados tienen un impacto directo y urgente, demandando soluciones de implementación inmediata.



» **Otros temas de interés:** Un 7% del total (11 post-its) abordaron temáticas transversales, agrupándose en los siguientes puntos:

Gobernanza y coordinación territorial: Necesidad de fortalecer la gobernanza regional vinculada al desarrollo minero y del territorio.

Infraestructura para el desarrollo minero: Limitaciones en infraestructura habilitante (transporte, logística, almacenamiento) para sostener futuros proyectos.

Calidad de vida y retención de capital humano: Deficiencias en condiciones sociales (salud, educación, recreación) para atraer y retener población.

Necesidad de fortalecer el desarrollo regional minero: Falta consolidar una visión estratégica compartida en la región.

Desafíos ambientales y de sostenibilidad: Brechas en evaluación ambiental y eficiencia energética e hídrica.

IV. Análisis de resultados por foco estratégico

FOCO 1: OPERACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE

El análisis de las problemáticas presentadas para la Región de Atacama revela que el ecosistema minero local se enfrenta a un desafío multidimensional. Las brechas operativas, ambientales y sociales no actúan de forma aislada, sino que están profundamente interconectadas.

01 Crisis de pasivos ambientales mineros (PAM) y relaves en zonas urbanas

Es la problemática más compleja por su impacto directo en la comunidad. Se evidencia un déficit histórico en la gestión de residuos mineros, especialmente en el radio urbano de Copiapó.

- » **Riesgo urbano y abandono:** Existen relaves abandonados en zonas habitadas que requieren una priorización pública urgente para asegurar el bienestar de la ciudadanía y evaluar su retiro o traslado.
- » **Baja valorización y eficiencia:** Actualmente, la tasa de revalorización de residuos minerales es críticamente baja. Falta implementar tecnología avanzada (como separadores sólido-líquido) que permita optimizar los procesos, con el objetivo de alcanzar recuperaciones de agua en relaves de entre el 85% y 90%, mitigando así el impacto ambiental y optimizando el uso del recurso en la zona.
- » **Vacío tecnológico en remediación:** El Estado y la industria carecen de mecanismos integrales, información técnica e infraestructura para la caracterización, gestión y restauración ecológica de estos pasivos.



02 Gestión crítica, eficiencia y gobernanza del recurso hídrico

El agua y la energía representan el cuello de botella operativo y sustentable de la región. La falta de una mirada macro impide un uso óptimo del recurso.

- » **Gobernanza inexistente:** Se acusa una falta de estrategia hídrica sectorial clara, lo que deriva en la persistencia de contaminación de fuentes de agua por trabajos mineros.
- » **Déficit de optimización:** Existe la necesidad urgente de mejorar el rendimiento hídrico para la producción de agua potable y optimizar los procesos mediante automatización basada en la demanda real.
- » **Falta de inversión tecnológica:** Las limitaciones presupuestarias frenan la adopción de energías limpias y baratas (como el bombeo fotovoltaico automatizado) y el despliegue de planes de eficiencia energética.

03 Brechas en el control y monitoreo de emisiones atmosféricas

La calidad del aire en la región sufre debido a la debilidad en los sistemas de vigilancia.

- » **Material particulado:** Las emisiones de polvo y partículas operan con marcos de control y supervisión deficientes, lo que genera un impacto ambiental sin fiscalización real.
- » **Falta de trazabilidad del CO2:** La capacidad institucional para identificar, seguir y automatizar el estado de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO2) es muy limitada.

04 Modernización digital y seguridad operativa

La seguridad humana y la captura de datos en faena presentan brechas que ponen en riesgo la continuidad operacional y las vidas de los trabajadores.

- » **Asimetría tecnológica:** Falta sensorizar instrumentos clave a lo largo de toda la cadena productiva, una brecha que se agudiza en la pequeña y mediana minería.
- » **Desconexión en emergencias y desprotección en labores aisladas (Trabajo en solitario):** Hay una preocupante desconexión en la gestión de emergencias y protocolos de seguridad para operarios que realizan labores en condiciones de aislamiento.

05 Institucionalidad, normativa y territorio

El marco regulatorio actual no está alineado con las necesidades del entorno.

- » **Fiscalización débil:** Los marcos normativos y de cumplimiento son insuficientes e integrales. Esto provoca que la riqueza o desarrollo de la actividad minera no se traduzca de manera equitativa en un bienestar territorial real para los habitantes de Atacama.

FOCO 2: CREACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

Y SERVICIOS DE VALOR

Analizando los desafíos críticos que enfrenta el ecosistema productivo de la Región de Atacama se puede observar las brechas de vinculación territorial entre la academia y la gran minería, las dificultades de los proveedores locales para pilotar innovaciones en las empresas mandantes, las asimetrías del mercado regional y la urgencia de sofisticar la oferta técnica local mediante soluciones sustentables que respondan a los desafíos ambientales de la zona.

01 Desarticulación y silos en el ecosistema (Brecha de vinculación)

Existe una desconexión estructural entre los actores clave de la región, lo que impide que las ideas se transformen en negocios viables.

- » **Desconexión I+D+i+e:** Falta un puente fluido que una la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento.
- » **Distancia Academia-Industria:** El sector académico y el productivo caminan por senderos separados, limitando la transferencia de conocimiento aplicable.
- » **Baja gobernanza del ecosistema:** Falta de integración y coordinación estratégica entre los diversos actores locales.

02 El “Valle de la Muerte”: Barreras para el Pilotaje y Adopción

Los innovadores locales se enfrentan a un muro cuando intentan probar y vender sus soluciones a las grandes compañías mineras (mandantes).

- » **Falta de espacios de pilotaje:** Escasa disponibilidad de entornos reales e institucionales (tanto en empresas mandantes como privadas) para validar y testear nuevas tecnologías.
- » **Aversión al riesgo en etapas tempranas:** Las empresas mandantes muestran una baja disposición a adquirir o adoptar soluciones que están en fases iniciales de desarrollo.

03 Asimetría de información y descalce de mercado

El mercado local opera “a ciegas”, donde la oferta de los proveedores no conversa eficientemente con la demanda real de las mineras.

- » **Desconocimiento de la demanda:** Los proveedores locales no conocen con claridad las necesidades o brechas reales del sector corporativo para diseñar nuevos productos.

- » **Invisibilidad de la oferta local:** Las soluciones e industrias que ya existen en Atacama no son conocidas por los grandes compradores.
- » **Falla en la cadena de valor (Contratistas):** Los contratistas carecen de apoyo técnico para generar y reportar información estratégica de calidad hacia los mandantes.

04 **Baja especialización y oportunidades técnicas desaprovechadas**

Falta sofisticación técnica y visión estratégica para aprovechar el valor oculto, especialmente en el ámbito de la sustentabilidad y la economía circular.

- » **Baja especialización:** Predominan los servicios básicos o tradicionales sobre aquellos de alto valor agregado o nichos tecnológicos.
- » **Sub-aprovechamiento de pasivos ambientales:** Existen serias limitaciones técnicas y estratégicas para diversificar el uso de los residuos mineros.
- » **Rezago en metalurgia avanzada:** Falta optimizar el aprovechamiento integral de recursos mediante estudios de reprocesamiento para la recuperación de elementos metálicos y otros subproductos.
- » **Recuperación del agua y economía circular:** Limitaciones en la implementación de modelos de economía circular y tecnologías eficientes para la recuperación y reutilización del recurso hídrico en los procesos mineros.



FOCO 3: ARTICULACIÓN DE PROVEEDORES

De acuerdo con las problemáticas presentadas, se examinan las brechas de competitividad e integración que afectan al tejido empresarial de la Región de Atacama dentro de la cadena de valor industrial y minera. A través de tres ejes de análisis, este apartado diagnostica las fallas de vinculación entre la academia, el sector público y los actores productivos, las barreras asociadas al rezago tecnológico y la adopción de herramientas digitales avanzadas, y las desventajas comerciales que invisibilizan el potencial de los proveedores locales, delineando así los desafíos pendientes para su profesionalización y posicionamiento estratégico.

01 Desconexión estratégica y fallas de vinculación (Articulación del ecosistema)

Este eje agrupa las deficiencias en la comunicación y el trabajo conjunto entre los actores clave (mineras, proveedores, academia y el sector público).

- » **Brecha Academia-Industria:** Existe una desconexión crítica entre las universidades locales y las empresas mineras, lo que frena la transferencia de conocimiento y el desarrollo de capital humano alineado con el sector.
- » **Aislamiento de la cadena de valor:** Falta cohesión e integración entre las propias empresas que componen la cadena de suministro industrial.

02 Rezago tecnológico y barreras de innovación (Transformación digital)

Representa las dificultades para absorber, desarrollar e implementar tecnologías avanzadas que exigen los estándares mineros actuales.

- » **Acceso y actualización limitada:** Los contratistas y proveedores locales enfrentan barreras para acceder a herramientas tecnológicas estratégicas y sufren un rezago en la actualización de sus activos y servicios.
- » **Falta de difusión técnica:** La oferta tecnológica existente en la región no se difunde de manera eficiente, lo que invisibiliza las soluciones locales.
- » **El desafío de la Inteligencia Artificial (IA):** Existe una clara dificultad para integrar de forma efectiva e implementar tecnologías disruptivas como la IA en los productos y servicios de los proveedores.

03 Invisibilidad y brechas de competitividad del proveedor local (Desarrollo comercial)

Focalizado en las desventajas comerciales, de gestión y de posicionamiento que sufren los proveedores de Atacama frente a grandes actores nacionales o internacionales.

- » **Alta concentración de la oferta:** El mercado tiende a depender de unos pocos proveedores grandes, lo que genera riesgos estratégicos y reduce la pluralidad.
- » **Invisibilidad y falta de catastro:** El mercado minero desconoce el potencial local debido a un bajo conocimiento y caracterización del ecosistema, sumado a un posicionamiento deficiente del proveedor de la región.
- » **Falta de competencias de gestión:** Los proveedores locales carecen de capacitación crítica en áreas administrativas esenciales como finanzas, contabilidad y gestión de permisos, limitando su capacidad de cumplir con las normativas mineras.

FOCO 4: DESARROLLO DE CAPITAL HUMANO Y SSO

En el siguiente foco se aborda la urgencia de alinear el talento de la Región de Atacama con las transformaciones de su matriz productiva. A través de cuatro ejes críticos, se analiza el rezago curricular frente a la velocidad de la industria, las dificultades para atraer y retener a los profesionales locales, la vulnerabilidad y falta de herramientas tecnológicas en seguridad dentro de la pequeña minería, y el déficit de infraestructura habilitante que limita una formación equitativa y adaptada a las particularidades geográficas del territorio.

01 Desalineación estratégica y rezago curricular (Academia vs. Industria)

El núcleo de la crisis de capital humano radica en que los tiempos de actualización de la educación formal son lentos y no pueden competir con la velocidad de la evolución industrial.

- » **Obsolescencia formativa:** Existe un marcado rezago en las mallas curriculares de la Educación Media Técnico Profesional (EMTP) y una oferta insuficiente de capacitación para estudiantes técnicos y universitarios.
- » **Brecha de competencias:** La formación actual no responde a los requerimientos reales del mercado laboral ni a las demandas de especialización de los futuros macroproyectos mineros de la región.
- » **Falta de estandarización:** Hay un vacío de criterios claros respecto a las competencias y experiencias con las que egresan los nuevos licenciados, dificultando su inserción efectiva.

02 Crisis de atracción, retención y pertinencia del talento local

Atacama produce y necesita talento, pero tiene serias dificultades para arraigar en el territorio.

- » **Baja representatividad local:** Existe una preocupante escasez de mano de obra y profesionales pertenecientes netamente a la región en las planillas de las empresas.
- » **Fuga de capital avanzado:** La región falla en consolidar y retener a los profesionales altamente calificados (capital humano avanzado), quienes optan por emigrar a otros centros urbanos o mineros.
- » **Falta de encanto generacional:** Las nuevas generaciones muestran un desinterés o baja vinculación afectiva y laboral con la actividad minera, lo que pone en riesgo el relevo generacional.

03 Vulnerabilidad, seguridad operacional y brechas en la pequeña minería

La seguridad no se vive igual en toda la cadena de valor. Mientras la gran minería se automatiza, los sectores a menor escala enfrentan riesgos críticos.

- » **Monitoreo deficiente:** Los mecanismos de supervisión, fiscalización y control de seguridad en la pequeña minería son débiles o insuficientes.
- » **Rezago tecnológico en seguridad:** Se identifican amplias oportunidades de optimización en capacidades analíticas que aún no se aprovechan para robustecer los protocolos de seguridad operacional.
- » **Problemática del pirquinero:** Existen vacíos en la transición generacional y en la aplicación de normativas de jubilación anticipada por trabajo pesado, desprotegiendo a los trabajadores más vulnerables de la base productiva.

04 Déficit de condiciones habilitantes e infraestructura regional

El desarrollo del capital humano no ocurre en el vacío; requiere un entorno físico, institucional y financiero que lo sostenga.

- » **Infraestructura insuficiente:** La escasez de recursos e infraestructura clave limita la creación de entornos formativos y tecnológicos óptimos en la región.
- » **Abandono del modelo asociativo:** Los recursos públicos destinados a fortalecer los modelos de asociatividad en la pequeña y mediana minería son severamente limitados.
- » **Desconexión territorial:** La oferta de capacitación existente no se adecua a las particularidades geográficas, culturales y productivas de cada rincón de la provincia.



FOCO 5: DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO

DE LA PEQUEÑA MINERÍA

Este eje analiza las complejas realidades que condicionan la sostenibilidad y el desarrollo de la Pequeña Minería y Minería Artesanal en la Región de Atacama. A través de cuatro dimensiones críticas, el diagnóstico expone las deficiencias de gobernanza y la baja representatividad en las decisiones territoriales, el rezago tecnológico derivado de una nula transferencia desde sectores de mayor escala, la urgente necesidad de asistencia técnica en terreno, y el impacto de las asimetrías financieras e infraestructurales.

01 **Gobernanza, asociatividad y representación territorial**

Existe una marcada desarticulación institucional y una debilidad en las mesas de trabajo público-privadas. Esto se traduce en:

- » Falta de coordinación interinstitucional y de mecanismos asociativos eficientes.
- » Baja representatividad y vinculación de pequeños mineros en las decisiones de desarrollo territorial, lo que profundiza las brechas geográficas y sociales en la región.

02 **Brecha tecnológica e innovación limitada**

La pequeña minería sufre de un rezago crítico en la adopción de nuevas herramientas, explicado por:

- » **Nula transferencia tecnológica:** Inexistencia de puentes o incentivos para que la mediana minería traspase conocimientos y tecnología a la pequeña minería.

- » **Dificultad de acceso:** Escasez de tecnologías mecanizadas, equipamiento especializado y herramientas de prospección eficientes que sean de bajo costo y accesibles.

03 **Desconexión académica y falta de asistencia profesional**

El minero de menor escala opera muchas veces desde la experiencia empírica, pero con escaso soporte técnico, debido a:

- » Limitaciones severas en el acceso a asistencia técnica en terreno por parte de profesionales clave (geólogos, ingenieros, etc.).
- » Brechas en integración del conocimiento técnico-académico, perdiéndose la oportunidad de generar sinergias entre las universidades, la investigación y la minería artesanal.

04 **Asimetría financiera, infraestructura y continuidad operativa**

El modelo económico actual no reconoce adecuadamente las diferencias de escala, lo que genera problemas operativos:

- » **Falta de políticas diferenciadas:** No existen incentivos de inversión que distingan las evidentes asimetrías operativas y financieras entre la gran y la pequeña minería.
- » **Deficiencias en plantas:** Limitaciones operativas e infraestructura deficiente en los planteles de beneficio.
- » **Riesgo de suministro:** Insuficiencia de insumos y minerales para asegurar la continuidad de los poderes de compra y la alimentación de plantas clave.

TANTAY



INFORME TÉCNICO

Resultados 1ª Sesión Mesa de Gobernanza

TALLER LEVANTAMIENTO DE PROBLEMÁTICAS