

Lan data

Laboratorio Natural Desierto de Atacama



Agencia
Nacional de
Investigación
y Desarrollo

Ministerio de Ciencia,
Tecnología, Conocimiento
e Innovación

Gobierno de Chile

COD.: NELI23N0014

CONCURSO NODOS ESPECIALIZACIÓN
PROYECTOS NODOS DE LABORATORIOS NATURALES LINEAS 1 Y 2 2024

INFORME FINAL TALLERES PARTICIPATIVOS FRONTERA SUR DEL DESIERTO DE ATACAMA, LANDATA

Mayo 2025



Playa Chorrillos, Bahía Inglesa

EQUIPO LANDATA

Directora Proyecto

Cecilia Demergasso

Director Alterno

Emilio Ricci

Coordinación

Sabrina Marín

Fabián Araya

Investigadores

Fernando Álvarez

David Andrade

Adriana Aránguiz

Jenny Blamey

Ricardo Cabrera

Guillermo Chong

Benito Gómez

Gabriel González

Nicolás Guiliani

Mauricio Lorca

José Luque

Marco Méndez

Marcia Montedónico

Alejandro Murillo

Rómulo Oses

Rodrigo Palma

Camila Salazar

Susana Soto

Cynthia Tebes

Equipo de profesionales

Valentina Cáceres

Manuel Castro

Vicente Danica

Raúl Flores

Ximena Retamal

CONTENIDOS

1. Introducción	pag. 03	3.1. Sitios identificados	pag. 18
2. Resultados por Taller	08	3.2. Categorización Temática de Sitios	23
2.1. Taller de Línea de Tiempo	09	3.3. Convergencias Territoriales	23
3. Cartografía Participativa	16	3.4. Amenazas Identificadas	24
		3.5. Oportunidades	24
		4. Visión-Brechas-Acciones	26
		4.1. Mapa de Calor: Principales Nudos Críticos	27
		4.2. Fichas: Síntesis de Visión, Brechas y Acciones	29
		4.2.1. Medio Ambiente	30
		4.2.2. Gestión Participativa en la toma de decisiones	32
		4.2.3. Patrimonio Cultural y Natural	33
		4.2.4. Ordenamiento territorial	34
		4.2.5. Desarrollo económico	35
		4.2.6. Salud Humana	37
		5. Conclusiones	38
		6. Glosario	39

1. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Natural Desierto de Atacama (LANDATA) es un nodo académico multidisciplinario y multi-institucional que tiene por objetivo crear Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) con y para la ciudadanía. Inició su funcionamiento a fines de 2021 como parte de una iniciativa impulsada por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), que promovió la creación de nodos de laboratorios naturales a lo largo del país.

Desde entonces, LANDATA ha trabajado para poner en valor el patrimonio natural científico, cultural, educativo, social y económico del Desierto de Atacama (DA), promoviendo su protección y conservación como base para el desarrollo sustentable de la Macrozona Norte y del país.

Actualmente, el nodo está conformado por la Universidad Católica

del Norte, la Universidad de Atacama, la Universidad de Tarapacá, la Universidad de Antofagasta, la Universidad de Chile y la Fundación Biociencia.

En conjunto con los demás nodos de laboratorios naturales impulsados por ANID, se ha definido un laboratorio natural como un territorio que presenta una o más singularidades de relevancia planetaria, lo que lo convierte en un escenario privilegiado para el desarrollo de investigaciones multi, inter y transdisciplinarias, con impacto tanto científico como económico.

Desde esta perspectiva, LANDATA reconoce al Desierto de Atacama como un laboratorio natural vasto y complejo, que alberga una diversidad de sitios de alto interés, cuyas singularidades lo distinguen a nivel global.

Como resultado del trabajo colaborativo entre disciplinas y de espacios de diálogo con diversos actores, se construyó el mapa de singularidades del Desierto de Atacama (ver figura 1), que identifica y organiza dichas singularidades en dos tipos principales: singularidades primarias, que refiere a condiciones y procesos fundamentales, y singularidades secundarias, que derivan o emergen de las primarias.

El nodo LANDATA desarrolla diversas líneas de acción para avanzar en sus objetivos. Desde sus inicios, ha llevado a cabo un trabajo de diagnóstico en múltiples dimensiones, lo que permitió construir su Hoja de Ruta inicial. Este instrumento recoge una visión común, identifica brechas y oportunidades existentes, y propone acciones concretas para avanzar hacia esa visión.

Actualmente, el diagnóstico sigue fortaleciéndose de forma continua, al tiempo que se ejecutan dos iniciativas priorizadas dentro de la Hoja de Ruta: el Monitoreo de Cuencas Hídricas y el Observatorio de GeoBioDiversidad.

Para abordar este vasto territorio, el trabajo de diagnóstico se organiza en torno a casos de estudio, seleccionados según su represen-

¹ En el anexo 1 se adjunta informe detallado de los resultados del primer caso de estudio.

tatividad científica y relevancia territorial. Hasta ahora, LANDATA ha concentrado su trabajo en cuatro casos: Cuenca del Río Loa, Península de Mejillones, Cuenca del Salar de Llamara¹ y la Frontera Sur del Desierto de Atacama (ver figura 2), que se aborda con mayor profundidad en este documento.

En suma, este informe se estructura en apartados que corresponden a etapas clave del proceso participativo llevado a cabo en la Frontera

Sur del Desierto de Atacama, presentando los principales hallazgos del proceso participativo. A partir del material que se generó en las tres instancias de participación (talleres), se realizó una reconstrucción cronológica, se cartografiaron zonas de interés y amenazas, e identificaron visiones, brechas y acciones. Con respecto a este último taller, el documento desarrolla el análisis de visiones, brechas y acciones necesarias para el territorio, agrupadas en seis dimensiones

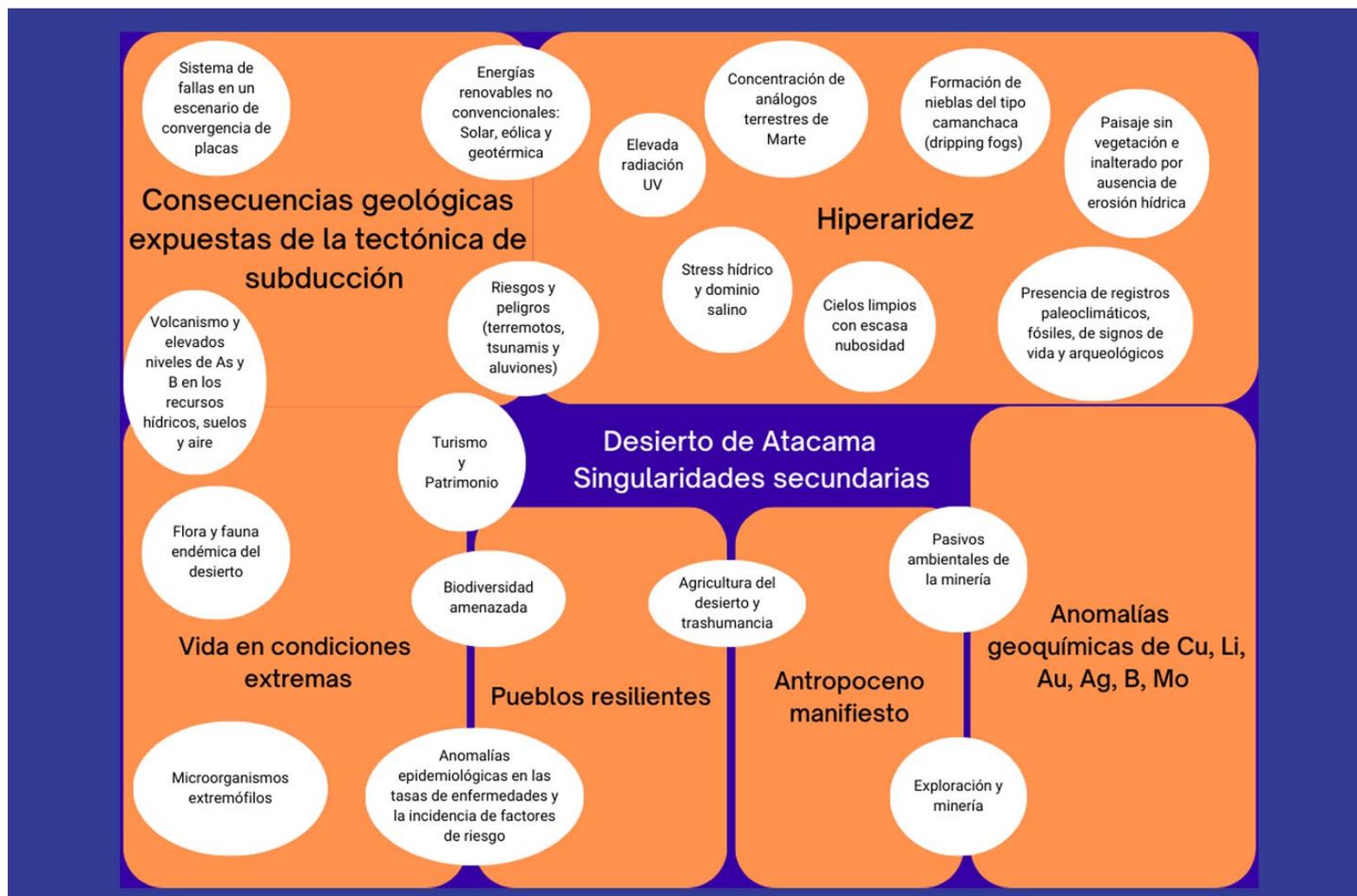


Figura 1: Mapa de singularidades primarias y secundarias del Laboratorio Natural Desierto de Atacama, y sus interacciones.

fundamentales: medio ambiente, gestión participativa, patrimonio cultural y natural, ordenamiento territorial, desarrollo económico y salud humana. Así, esta presentación de resultados se propone como insumo para la actualización de la Hoja de Ruta del Laboratorio Natural Desierto de Atacama y, eventualmente, para la planificación territorial y la toma de decisiones.

Luego del análisis, se presentan proyecciones estratégicas y recomendaciones para la gobernanza territorial, seguidas de conclusiones que sintetizan los principales hallazgos y orientaciones futuras. Este marco analítico no solo permite comprender la complejidad del territorio y sus desafíos, sino que también busca ser una herramienta para la toma de decisiones y la planificación a corto, mediano y largo plazo.

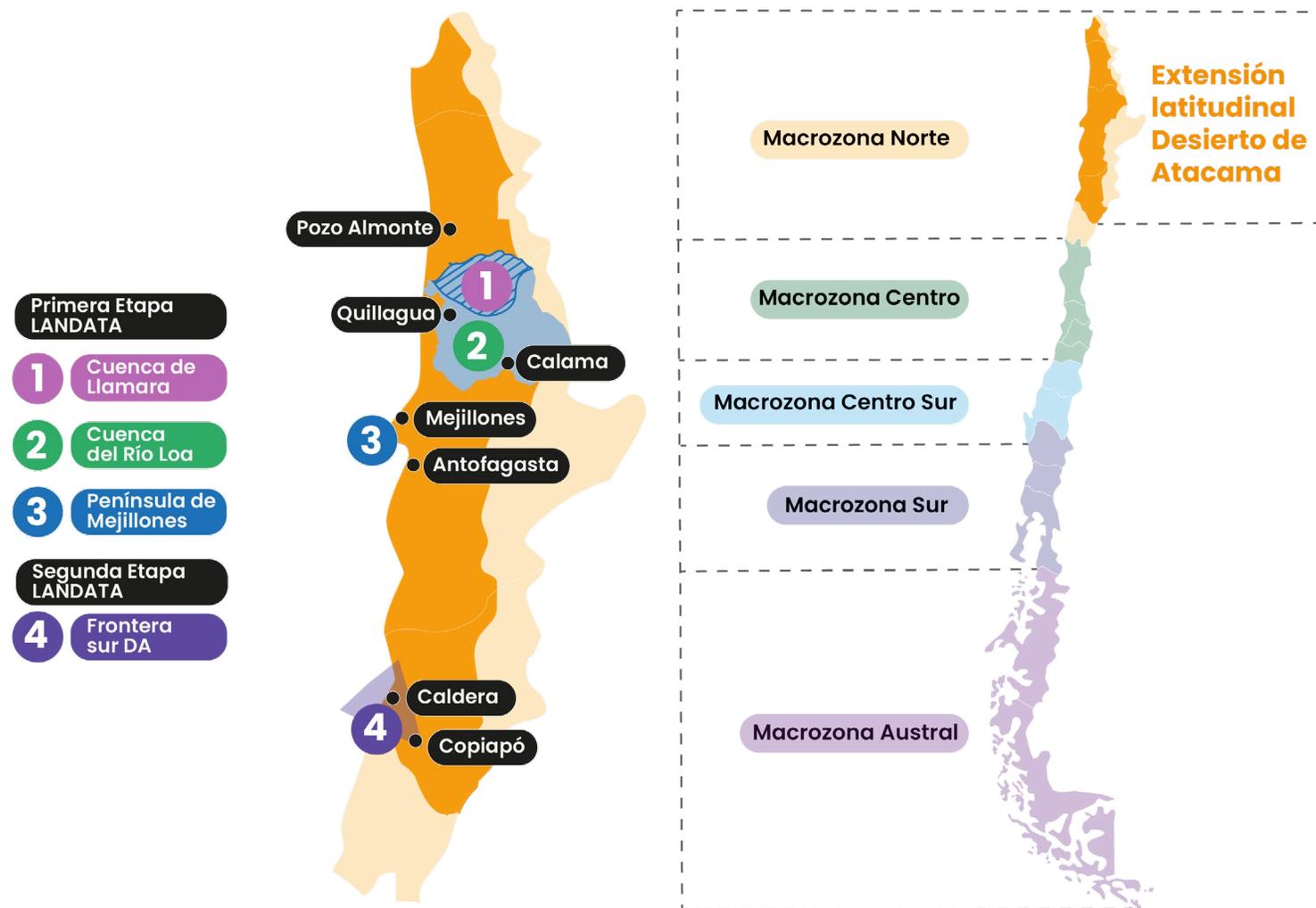


Figura 2: Extensión del Desierto de Atacama y localización de los casos de estudio del Nodo LANDATA.

2. RESULTADOS POR TALLER

2.1. TALLER DE LÍNEA DE TIEMPO

Introducción

Como se señaló anteriormente en la actual etapa del Nodo LANDATA se ha definido como cuarto caso de estudio el Polígono representado en la figura 3, bajo la denominación "Frontera sur del Desierto de Atacama".

El territorio comprendido en el polígono (figura 3), manifiesta las singularidades del Desierto de Atacama (ver figura 1) con características que se han identificado en este caso de estudio, a saber: aridez; geomorfología análoga a Marte; extensos dominios salinos; flora, fauna y microbiota adaptada a entornos extremos; un territorio con alta capacidad de conservación de registros paleontológicos; presencia de sitios de interés turístico; e investigación para desarrollo minero y su futuro.

Las características recién descritas, que hacen parte de la identificación y caracterización de los casos de estudios, es complementada por una etapa de diálogo y trabajo colaborativo asociado como parte del Proceso de Diagnóstico Territorial. Dicha etapa, se ha desarrollado con metodologías participativas involucrando a quienes habitan el territorio de la Frontera Sur del DA. Una de estas metodologías es el taller participativo de "Línea de Tiempo", de carácter cualitativo y territorial, que está basada en la recopilación y organización de recuerdos, relatos y datos históricos a través del diálogo grupal. Asimismo, promueve la reflexión colectiva y el reconocimiento de las diferentes experiencias y memorias, permitiendo reconstruir los cambios históricos del territorio desde la perspectiva de quienes lo habitan.

En línea con lo recién señalado, a continuación, se presenta un análisis temático de las conversaciones sostenidas entre participantes asistentes al taller de cada localidad de este caso de estudio, a saber, Copiapó y Caldera (y los alrededores de ambas ciudades).



Figura 3: Polígono Frontera Sur del Desierto de Atacama

Análisis a línea de tiempo

En Caldera y Copiapó, en julio de 2024, fueron convocadas personas pertenecientes a los sectores: público, privado², academia, y sociedad-civil, participando alrededor de 30 personas en la primera localidad y cerca de 40 en la segunda. Para garantizar el involucramiento

activo de las personas, se crearon 3 a 5 grupos de un aproximado de 8 a 10 participantes por grupo, en los que se discutieron los hitos históricos que cada integrante del grupo consideraba relevante desde su experiencia y trayectoria vital, los cuales fueron anotados en papeles de distintos colores. Cada hito fue ordenado cronológicamente en una línea de tiempo, la cual, luego fue expuesta por cada grupo en

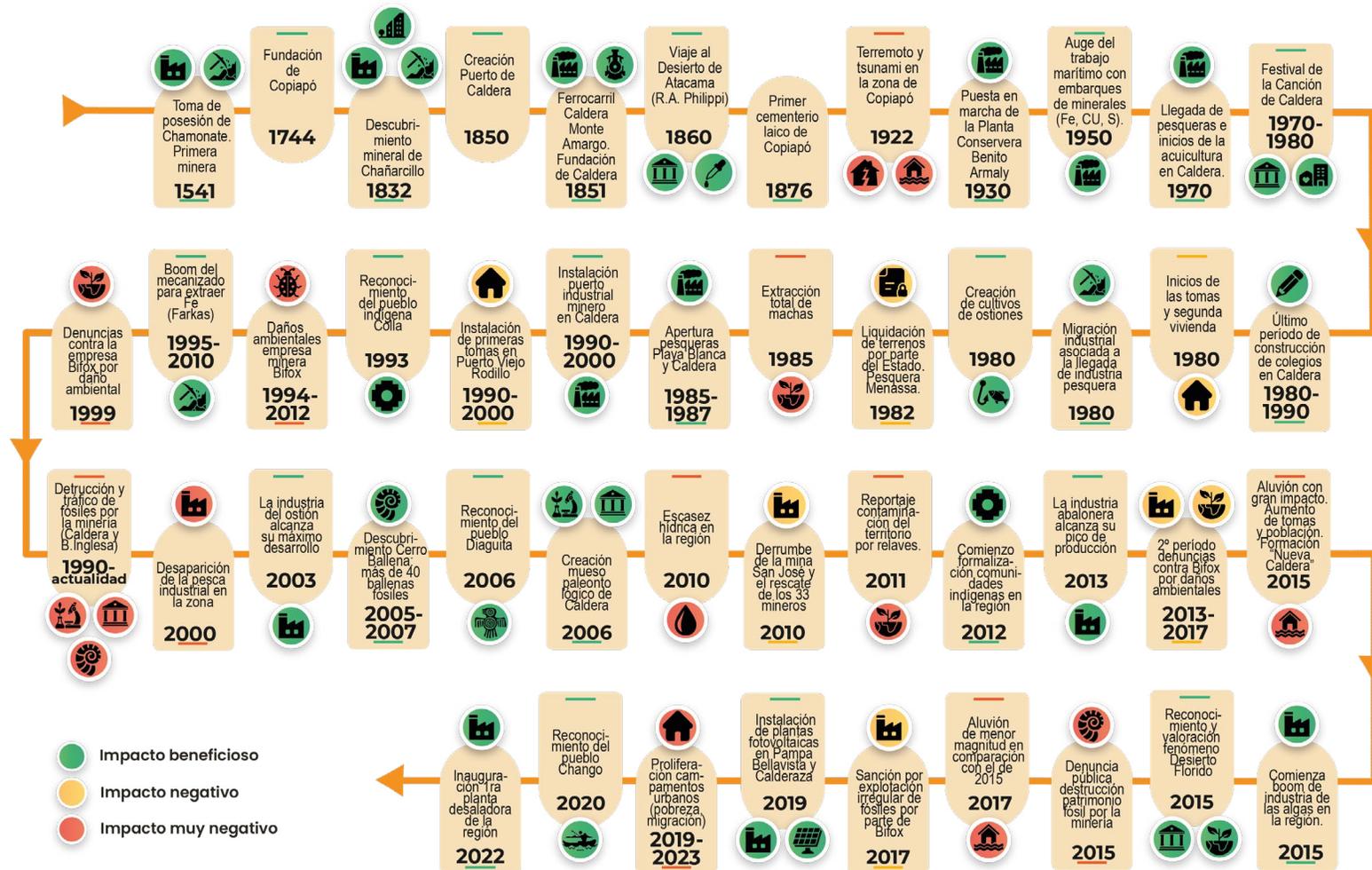


Figura 4: Línea de Tiempo Frontera Sur DA

²En ambas localidades, cabe señalar que la asistencia del sector privado fue baja en comparación a otros sectores.

en los talleres. Por otra parte, se reconocen transformaciones profundas en el territorio asociadas, principal pero no únicamente, con la implementación de un modelo económico de características neoliberales, marcado por la privatización de empresas estatales, la liberalización del mercado, la mercantilización de bienes comunes como el agua y los cambios en los regímenes de propiedad del suelo, en el país en la década de 1980, cuyos efectos se hacen más visibles en la década siguiente. Dentro de esos cambios, destaca la llegada del ferrocarril a mediados del siglo XIX y su posterior cese de operaciones durante la década de 1980, lo que constituye un hito relevante en

ambas localidades, al haber influido significativamente en las formas de desplazamiento, en las actividades productivas y en la configuración del paisaje urbano.

Otra idea relevante a nivel identitario es la visibilización del territorio a nivel nacional a partir de determinados eventos o sucesos, como lo fue el caso los 33 mineros atrapados en la Mina San José, como hito transversal a la Frontera Sur del Desierto de Atacama. En Caldera específicamente, también se señala el otrora Festival de la Canción de Caldera, como un evento actualmente discontinuado y que es recor-

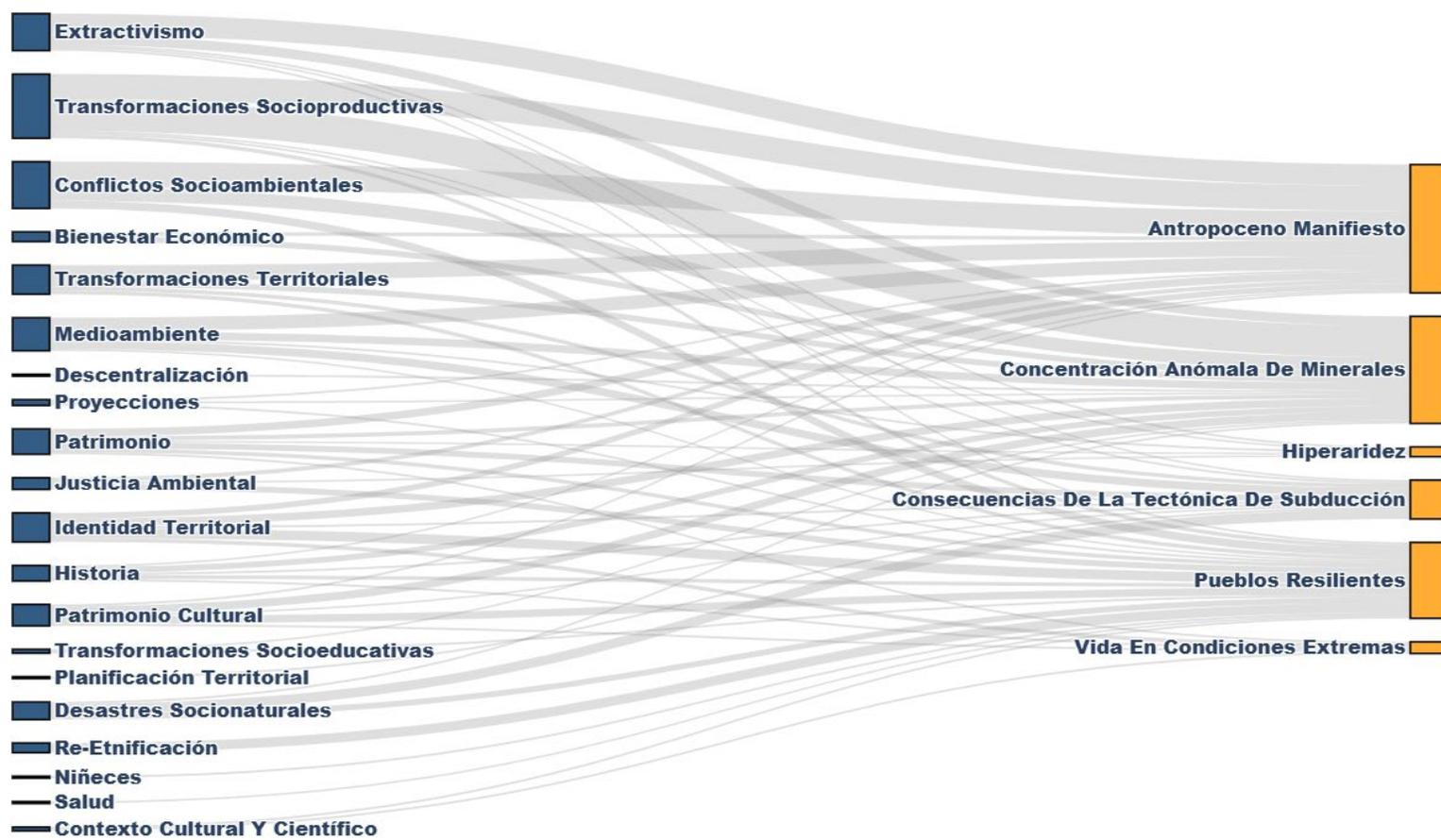


Figura 6: Diagrama de Relación Categorías-Singularidades

dado con gran aprecio por quienes participaron en la reconstrucción de línea de tiempo. Este tipo de señalamientos han sido nombrados con la categoría de “Identidad territorial”, dado que son sucesos que generan sentido de pertenencia e identificación por parte de quienes habitan los territorios.

Como parte del análisis de la Línea de Tiempo se generó una nube de palabras (ver figura 5) a partir del registro de las palabras escritas y discursos presentes en los talleres. Esta visualización identifica las palabras más repetidas en las intervenciones, y permite captar de forma sintética los temas que marcaron los relatos compartidos. La nube de palabras correspondiente a los talleres de Caldera y Copiapó otorga pistas sobre algunos aspectos y fenómenos recurrentes que merecen ser explorados con mayor profundidad.

Cada categoría fue definida a partir de lo que surgió con mayor frecuencia en los relatos y notas de las personas que participaron en los talleres. Estas categorías también se analizaron en relación con las singularidades principales del Desierto de Atacama, previamente identificadas por el equipo de LANDATA y representadas en el Mapa de Singularidades (ver figura 1). Para facilitar la comprensión de estas conexiones, se elaboró un Diagrama de Relación Categorías-Singularidades (ver figura 6), el cual permite visualizar de forma clara cuántas y cuáles categorías se vinculan con cada singularidad, mostrando así las convergencias temáticas y los focos de mayor densidad relacional entre los distintos elementos.

En el Diagrama, se observan las conexiones entre las categorías crea-

das para analizar el discurso de quienes participaron en los talleres (representadas en azul) y las singularidades del Desierto de Atacama (en naranja), en las cuales se destacan los siguientes aspectos:

Antropoceno Manifiesto:

Categorías más vinculadas: Justicia ambiental, Conflictos socioambientales, Extractivismo³, Medioambiente, Transformaciones socioproductivas⁴.

Estas conexiones confirman que la actividad humana –especialmente la industria con usos intensivos del suelo, el mar, etc.– ha dejado huellas visibles en los ecosistemas, exacerbando la degradación ecológica y generando tensiones sobre los recursos naturales. Esta relación destaca la necesidad de integrar la justicia ambiental como noción que aborda las consecuencias de la actividad antrópica en las poblaciones que habitan el desierto.

Concentración anómala de minerales:

Categorías más vinculadas: Extractivismo, Transformaciones socioproductivas, Bienestar económico, Conflictos socioambientales, Patrimonio.

El flujo dominante con concentración anómala de minerales y transformaciones socioproductivas subraya cómo la riqueza mineral es el motor histórico del desarrollo regional. Sin embargo, su asociación con conflictos socioambientales advierte que la explotación intensiva

³ En este documento se usa el término extractivismo para referir a un modelo de uso intensivo de los recursos naturales –como el agua, los minerales o la energía– orientado principalmente a su extracción y exportación, con poco o ningún procesamiento local. No es usado con ánimo de acusar a personas o instituciones, sino como una forma de nombrar un tipo de relación con el territorio que ha sido mencionada por las y los participantes de los talleres, al hablar de la reducción del caudal del río, la pérdida de flora y fauna, y la extracción excesiva de agua. Existen otras formas de nombrar este fenómeno, sin duda, como “sobreexplotación de recursos” o “presión sobre los ecosistemas”, y todas ellas son válidas. Sin embargo, este término ayuda a entender mejor cómo se conectan estos diferentes impactos en el territorio.

⁴ El concepto de transformaciones socioproductivas se refiere a los cambios en las formas de organización del trabajo, la producción y la economía local que afectan la vida cotidiana de las personas y comunidades. Abarca procesos como el reemplazo de actividades tradicionales por nuevas formas productivas (como la sustitución de la agricultura o la pesca artesanal por actividades industriales o extractivas), así como la reorganización del empleo, los saberes y la estructura social que estos cambios generan en el territorio.

genera disputas por el uso del agua y por la distribución de los beneficios económicos, mientras que la referencia al patrimonio recuerda la necesidad de resguardar estos depósitos como elementos de geodiversidad y memoria geológica.

Hiperaridez:

Categorías más vinculadas: Desastres siconaturales, Planificación territorial, Historia, Medioambiente, Conflictos socioambientales.

La fuerte conexión de la hiperaridez con desastres siconaturales refleja la incidencia de terremotos, vulcanismo y tsunamis característicos del margen andino. Su enlace con planificación territorial indica la necesidad de incorporar la amenaza sísmica en la ordenación del espacio; la presencia de historia subraya la memoria colectiva de eventos catastróficos y su influencia en los modos de asentamiento.

Pueblos resilientes:

Categorías más vinculadas: Identidad territorial, Patrimonio cultural, Re-etnificación⁵, Transformaciones socioeducativas, Justicia ambiental, Descentralización.

La convergencia con identidad territorial y patrimonio cultural muestra cómo las comunidades construyen un fuerte sentido de pertenencia con el territorio frente a la presión extractiva y climática. Las ligaduras con re-etnificación y transformaciones socioeducativas revelan procesos de revitalización cultural y aprendizajes colectivos que fortalecen su capacidad de adaptación. La relación con la justicia

ambiental pone en evidencia que los procesos de resiliencia comunitaria ocurren en medio de condiciones desiguales, donde el acceso a recursos, derechos y reconocimiento no es equitativo.

Vida en condiciones extremas:

Categorías más vinculadas: Medioambiente, Salud, Niñeces⁶, Proyecciones, Transformaciones territoriales.

El diálogo entre medioambiente y salud destaca los retos fisiológicos y sanitarios de habitar ecosistemas hipersalinos, alturas extremas o suelos tóxicos. La conexión con niñeces sugiere que la infancia es un indicador sensible de la calidad de vida en estos entornos. Por último, la relación con proyecciones y transformaciones territoriales apunta a la necesidad de pensar escenarios futuros ante el cambio climático y la expansión extractiva.

En suma, este taller permitió reconstruir la historia del territorio a partir de hitos clave, destacando:

Eventos naturales: Aluviones y sequías como fenómenos recurrentes.

Transformaciones productivas: Transformaciones tecnológicas de la actividad minera y magnitudes que alcanza, cambios en la matriz económica: expansión de la agroindustria⁷ del monocultivo de la uva de mesa.

⁵ Proceso mediante el cual un grupo que había perdido visibilidad o reconocimiento como pueblo indígena vuelve a afirmarse como tal, recuperando y actualizando su identidad colectiva. Esto suele implicar —además de la revitalización de prácticas culturales y vínculos territoriales— el reconocimiento oficial por parte del Estado (por ejemplo, la incorporación del pueblo diaguita al listado de pueblos originarios de Chile en 2006).

⁶ Se usa el término niñeces en plural para destacar que no existe una única forma de vivir esta etapa de la vida. A diferencia de "infancia", proveniente de una palabra que significa "sin voz", y del uso en singular de "niñez", que tiende a homogeneizar la experiencia, el plural permite visibilizar las distintas realidades que atraviesan a niños y niñas según factores como el lugar donde crecen (rural o urbano), las condiciones socioeconómicas o la pertenencia a comunidades con identidades culturales propias.

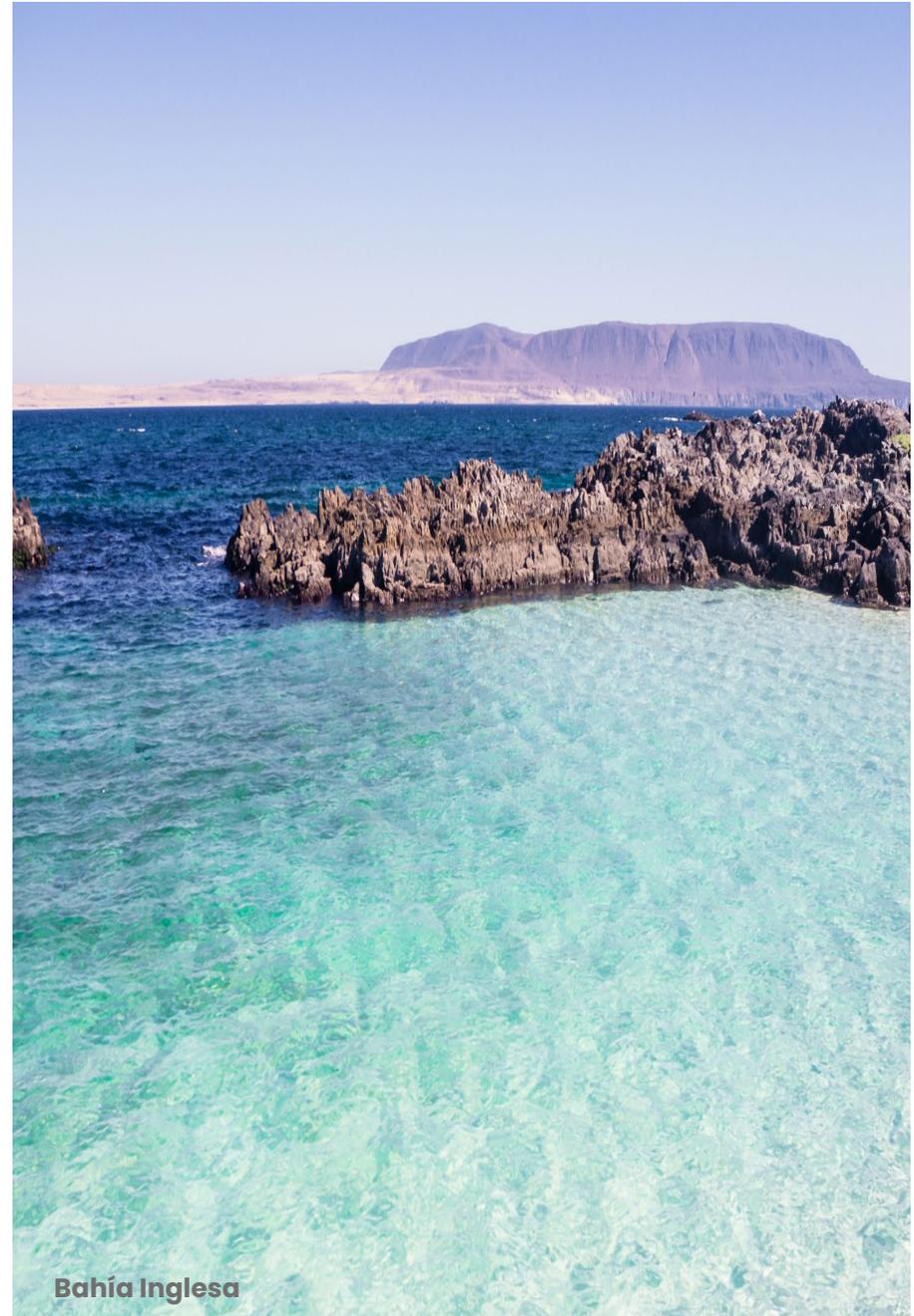
⁷ Se entiende por agroindustria el modelo de producción agrícola de carácter intensivo, generalmente destinado a la exportación, que utiliza grandes extensiones de tierra, tecnologías mecanizadas, sistemas de riego a gran escala y agroquímicos. A diferencia de las formas de agricultura ancestral o campesina, la agroindustria tiende a desvincularse de los ciclos ecológicos locales y prioriza la maximización del rendimiento comercial. Ejemplos de este tipo de actividad en el Valle de Copiapó son los cultivos intensivos de paltas, uvas y olivos.

Eventos de impacto mediático: Rescate de los 33 mineros como hito de visibilización territorial y que refuerza la "vocación" e identidad minera regional y nacional.

Identidad territorial: Relación entre eventos históricos y construcción del sentido de pertenencia (ej. Festival de Caldera, Fundación de las ciudades, Reconocimiento del Desierto Florido, etc.).

Desafíos para el futuro: El taller evidenció la falta de planificación territorial y cómo los eventos históricos siguen teniendo efectos en la actualidad, particularmente en el acceso al agua y la gestión del suelo. Esto está directamente relacionado a las transformaciones en el ámbito productivo que vivió el territorio desde 1980 pero que se manifestaron a partir de la década siguiente: por ejemplo, la desaparición del curso superficial del río Copiapó.

El análisis refleja que quienes participaron en los talleres de Copiapó y Caldera de alguna u otra forma reconocen las singularidades del Desierto de Atacama como elementos profundamente interconectados y que son parte de su vida cotidiana, identidad y desafíos comunitarios. La estructura del Diagrama de Relación Categorías-Singularidades ilustra cómo cada singularidad del desierto se entrelaza con temas de planificación, adaptabilidad, y justicia ambiental, sugiriendo que cualquier intervención o estudio en el territorio debe considerar tanto las características físicas del lugar como el contexto sociocultural que han construido sus habitantes. Así, el Taller de Línea de Tiempo realizado en Caldera y Copiapó demuestra ser una herramienta efectiva para recopilar y estructurar los hitos históricos y las experiencias vividas por las individualidades y colectividades locales. En suma, esta metodología no solo facilita el entendimiento de los cambios históricos de los territorios, sino que también fortalece la conexión entre los distintos sectores que participan de cada taller y el sentido de pertenencia con el entorno que habitan.



Bahía Inglesa

3. CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA

En septiembre de 2024, se llevó a cabo el Taller de Cartografías Participativas en Copiapó y Caldera, donde se identificaron sitios de interés y posibles amenazas para el territorio sobre mapas divididos entre el Sector Costero y el Valle Interior. A partir del análisis de la información generada en los mapeos colaborativos, se reconocieron áreas que reflejan el valor histórico, ambiental, cultural y económico del territorio, así como también la intensidad y forma que adquiere la gobernanza territorial, junto con las amenazas y oportunidades que enfrentan en la actualidad (ver figura 3). Este ejercicio no solo permitió localizar los sitios de interés (ver figura 7), sino también reflexionar y mirar desde otros ángulos las interrelaciones entre el entorno natural y las dinámicas humanas.

Aunque en el taller los mapas fueron trabajados por separado según zona, en este documento ambas secciones se presentan de manera integrada en un único mapa, con el fin de ofrecer una visión de conjunto del caso de estudio "Frontera Sur del Desierto de Atacama". Las descripciones que siguen respetan el orden y la numeración oficial del "Mapa de sitios de interés" elaborado por el Nodo Landata, e incorporan los saberes locales, las oportunidades de acción sostenible discutidas colectivamente y las amenazas identificadas.

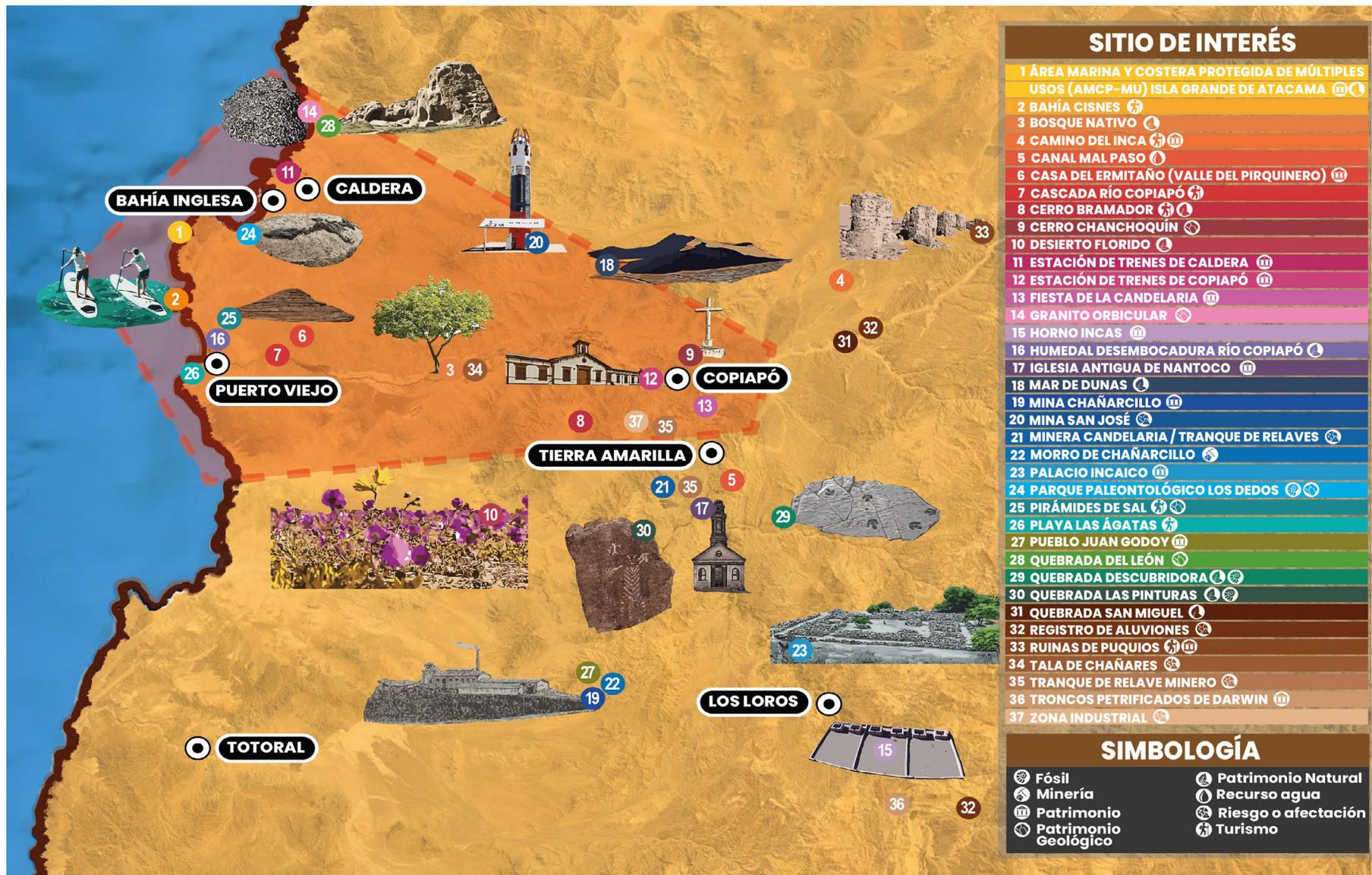


Figura 7: Sitios de Interés identificadas por Participantes Talleres

3.1. SITIOS IDENTIFICADOS

1. Área Marina y Costera Protegida Isla Grande de Atacama: Espacio destinado a la conservación de la biodiversidad marina y costera. Su gestión busca equilibrar la protección ambiental con el desarrollo sostenible.

2. Bahía Cisnes: Área costera con gran potencial turístico y ecológico. Su biodiversidad marina es notable, pero enfrenta amenazas por contaminación y sobreexplotación pesquera.

3. Bosque Nativo: Área de gran valor ecológico con presencia de especies vulnerables como el chañar. El avance de la agricultura intensiva y la minería han reducido su extensión, poniendo en riesgo la biodiversidad local.

4. Qhapaq Ñan o Camino del Inca: Es una red vial prehispánica que conecta los antiguos territorios del imperio inca desde el sur de Colombia hasta el área central de Chile y Noroeste argentino. Es de gran valor histórico, arqueológico y turístico, aunque enfrenta importantes problemas de conservación y acceso en los tramos chilenos.

5. Canal Mal Paso: Infraestructura de riego construida en los años 1968–1969 para mejorar la conducción de aguas del río Copiapó y reducir las pérdidas por infiltración. Es fundamental para la gestión hídrica del valle y la agricultura local.

6. Casa del Ermitaño (Valle del Pirquinero): Pequeña estructura vinculada a historias locales de aislamiento y espiritualidad. Se ha convertido en un punto de interés para excursionistas.

7. Cascada en el río Copiapó: En años lluviosos se forman cascadas temporales, convirtiéndose en un lugar de esparcimiento en el desierto.

8. Cerro Bramador: Elevación ubicada al noroeste de Copiapó, conocida por el fenómeno acústico de sus "arenas cantoras", que emiten un sonido peculiar al deslizarse. Este fenómeno ha sido documentado desde el siglo XIX y atrae tanto a científicos como a turistas.

9. Cerro Chancoquín: Sitio con valor patrimonial ubicado en Copiapó, asociado a leyendas locales y tradiciones culturales. Se dice que desde su cima se podían observar antiguas rutas caravaneras. Su acceso y protección son limitados, lo que amenaza su conservación.

10. Desierto Florido: Fenómeno natural que ocurre en años con precipitaciones inusuales, donde el desierto de Atacama se cubre de una diversidad de flores endémicas. Es un espectáculo de gran valor ecológico y turístico, recientemente protegido mediante la creación del Parque Nacional Desierto Florido.

11. Estación de Trenes de Caldera: Testimonio del desarrollo ferroviario en la Región, conectado con Copiapó y vinculado a la explotación minera decimonónica. Su estado de conservación es precario, aunque, desde el municipio, se le ha otorgado una nueva función como infraestructura cultural. Es un ícono patrimonial.

12. Estación de trenes de Copiapó: Testimonio del desarrollo ferroviario en la región, vinculado a la explotación argentífera decimonónica que fue fundamental para la consolidación del aparato gubernamental chileno a inicios de la República. Fue la primera estación de trenes en Chile y tercera en Sudamérica cumpliendo un rol destacado para la conectividad y desarrollo económico del valle de Copiapó. Actualmente su infraestructura está en un avanzado estado de deterioro.

13. Fiesta de la Candelaria: Celebración religiosa y cultural de gran importancia para la identidad local. Convoca a miles de personas cada año y refuerza el sentido de comunidad en la Región.

14. Granito Orbicular: Fenómeno geológico poco común en el mundo. Sitio de relevancia científica y turística, aunque enfrenta problemas de conservación, interpretación y accesibilidad. Es un atracti-



Desierto Florida

vo geológico único en Chile.

15. “Hornos Incas” o Centro metalurgista de Viña del Cerro:

Aunque formalmente fuera del Polígono del Caso de Estudio, se reconoce su relevancia por ser un complejo metalúrgico inca de finales del siglo XV. Representan un importante patrimonio cultural y tecnológico que muestra la profundidad de la actividad minera regional.

16. Humedal Desembocadura Río Copiapó: Espacio clave para la biodiversidad, con presencia de aves migratorias y flora nativa. Enfrenta amenazas por contaminación, presión urbanística y extracción de agua y la tendencia a la ocupación ilegal del borde costero regional.

17. Iglesia Antigua de Nantoco: Templo de estilo neoclásico construido en 1870 por el minero Apolinario Soto en la ex Hacienda Nantoco. Declarado Monumento Histórico en 1984, representa el auge minero del siglo XIX en la región de Atacama.

18. Mar de Dunas: Extensa área dunar con alto valor geológico, turístico y deportivo. Destaca por su belleza paisajística y su potencial para actividades como sandboarding y senderismo. Caracterizado por participantes como “una de las zonas más impresionantes de desierto vivo en Chile”. En este espacio es recomendable emprender acciones de salvaguarda.

19. Mina de Chañarcillo: Centro histórico del auge minero argentífero del siglo XIX. Sitio actualmente en deterioro, con gran potencial patrimonial.

20. Mina San José: Conocida internacionalmente por el rescate de los 33 mineros en 2010. Más allá del evento mediático, tiene la capacidad simbólica de representar la historia de la minería en la región y sus riesgos. Aunque tiene potencial turístico, no ha sido incorporada completamente en ese tipo de circuitos.

21. Minera Candelaria / Tranqui de relaves: Depósitos de

residuos mineros con efectos ambientales graves. Fuente de conflictos socioambientales. Se recomienda su reubicación y monitoreo continuo.

22. Morro de Chañarcillo: Elevación ubicada en el histórico distrito minero de Chañarcillo. Fue parte del epicentro de la fiebre de la plata en el siglo XIX y alberga vestigios de antiguas explotaciones mineras, siendo un sitio de interés histórico y patrimonial.

23. Palacio Incaico / Punta Brava: Sitio arqueológico con vestigios de ocupación prehispánica, posiblemente vinculado al Camino del Inca. Sin perjuicio de no estar dentro del polígono, es igualmente relevante por su potencial para estudios arqueológicos y turismo cultural, aunque su acceso es deficiente debido a la falta de señalización e interpretación que ponga el valor ese sitio arqueológico.

24. Parque Paleontológico Los Dedos: Área de gran relevancia científica y cultural debido a la presencia abundante de fósiles marinos y formaciones geológicas asociada a la formación Bahía Inglesa. Tiene potencial para el desarrollo de turismo educativo y paleontológico, aunque necesita mayor protección. Sin embargo, destaca el proceso de concientización social del valor patrimonial del lugar por SERPAT.

25. Pirámides de Sal: Formación geológica singular, con gran valor paisajístico y turístico. Su conservación es esencial para el estudio de los procesos geológicos y la promoción del geoturismo.

26. Pueblo Juan Godoy: Asentamiento minero fundado tras el descubrimiento de plata por Juan Godoy en 1832. Fue un núcleo importante durante la explotación del mineral de Chañarcillo y actualmente conserva ruinas que testimonian su relevancia histórica.

27. Playa Las Ágatas: Playa con arenas que contienen ágatas y otros minerales de interés geológico. Es un sitio atractivo para coleccionistas y turistas, por lo cual, precisa regulación y protección.

28. Quebrada del León: Área de interés ecológico con presen-

cia de líquenes y biodiversidad única. Potencial para la conservación y el ecoturismo. Se ha propuesto su protección para evitar intervenciones urbanísticas.

29. Quebrada Descubridora: Espacio de interés geológico e histórico, vinculado a exploraciones mineras y a la evolución del paisaje en la región. Su estudio ayuda a entender las transformaciones naturales y humanas del entorno.

30. Quebrada Las Pinturas: Sitio arqueológico que alberga arte rupestre atribuido a la cultura Ánimas (ca. 600 d.C.), con pinturas realizadas con óxidos de hierro. Es un lugar de interés para la investigación y el turismo cultural.

31. Quebrada San Miguel: Espacio de interés arqueológico y natural. Se han encontrado vestigios de antiguas ocupaciones humanas, lo que sugiere que fue utilizada como ruta de desplazamiento en tiempos prehispánicos e históricos.

32. Registro de Aluviones: Evidencia geológica de eventos extremos de remoción y flujo de materiales que han modelado el paisaje. Su estudio contribuye a la gestión del riesgo y a la comprensión de la historia ambiental de la región, permitiendo mitigar futuros desastres naturales.

33. Ruinas de Puquios: Restos de un antiguo posiblemente agrícola-minero del siglo XIX. Ligado a los sistemas de captación de agua. Se cree que tuvo importancia agrícola en tiempos prehispánicos. Actualmente se encuentra en riesgo de desaparición debido a la erosión y la actividad minera cercana.

34. Tala de especies nativas (Chañares y algarrobos) La agroindustria y la minería han provocado una deforestación acelerada de especies nativas como el chañar y el algarrobo afectando la biodiversidad del Valle de Copiapó.

35. Relaves Mineros⁸: Depósitos de residuos mineros con impacto ambiental significativo, ubicados en diversas zonas del Valle Interior, principalmente en los alrededores de Minera Candelaria y en la ladera sur de la ciudad de Copiapó. Representan un riesgo para la salud y el ecosistema, con efectos en la calidad del aire, los alimentos agrícolas del área y aguas subterráneas. Algunos de estos depósitos han sido reutilizados en proyectos de recuperación ambiental, aunque otros siguen siendo fuentes de contaminación. En particular, los relaves de ladera sur en Copiapó han sido identificados como un conflicto ambiental con alto riesgo de desastre, especialmente en lo que concierne el relave Hochschild situado en medio de la ciudad de Copiapó. Se requiere un monitoreo constante y estrategias de mitigación para evitar deslizamientos y contaminación de suelos y cursos de agua. Se recomienda su traslado.

36. Troncos petrificados de Darwin: Sitio de alto valor científico y paleontológico. Representa una evidencia clave del pasado geológico y climático de la región. Su preservación es fundamental para la investigación y el turismo de intereses especiales.

37. Zona Industrial: Área intervenida con infraestructura industrial y minera. Representa una presión sobre los ecosistemas y espacios patrimoniales aledaños.

La información recopilada evidencia tanto la riqueza del patrimonio territorial como las presiones ambientales y sociales que lo atraviesan. A partir de esta representación territorial, se estructura el análisis que sigue, el cual detalla las zonas de interés, las amenazas latentes, las oportunidades para una gestión sostenible y las propuestas surgidas de la participación comunitaria.

⁸ Existe potencial de aprovechamiento biotecnológico.



Granito orbicular

3.2. CATEGORIZACIÓN TEMÁTICA DE SITIOS

La categorización de los sitios se realizó a partir de un análisis que recogió y organizó las ideas expresadas por las y los participantes durante los talleres participativos. Esto permitió agrupar los distintos sitios en torno a cuatro dimensiones construidas colectivamente: ecológica, sociocultural, económica y de gobernanza, las cuales reflejan las múltiples formas en que el territorio es habitado, valorado y gestionado.

En la dimensión ecológica, se incluyen áreas de alto valor ambiental y zonas afectadas por conflictos socioambientales como la sobreexplotación de recursos hídricos o la degradación de suelos, deforestación de especies nativas, pérdida de la biodiversidad, etc. Los humedales, como el Humedal Artificial de Nantoco, la Desembocadura del Río Copiapó, y el Desierto Florido son espacios clave para la biodiversidad local, funcionando como refugios en un entorno semiárido. Sin embargo, su funciones están amenazadas por la sobreexplotación hídrica, la contaminación y, en general, la acción antrópica que han puesto en riesgo la mayoría de esos lugares. Estos espacios requieren atención prioritaria para conservar ecosistemas y mitigar impactos negativos.

La dimensión sociocultural destaca sitios con carga identitaria, como monumentos históricos nacionales como el Mineral de Chañarcillo, vinculados a la historia local y con potencial para iniciativas de turismo comunitario y educación patrimonial. Lugares como Hornos Incas (Viña del Cerro) y el Acueducto Amolanas —aunque se ubican fuera del polígono del caso de estudio— reflejan una rica tradición arqueológica e histórica que testimonia los distintos estadios tecnológicos empleados por la minería en la zona. No obstante, se observa que, en algunos de estos sitios, como Chañarcillo, actualmente existen condiciones que dificultan su habilitación turística, debido a riesgos asociados a piques sin clausurar y la ausencia de infraestructura de interpretación en terreno.

La dimensión económica agrupa áreas ligadas a actividades produc-

tivas relevantes en el territorio. Entre ellas destacan la minería, la agroindustria asociada a la uva de mesa y espacios que son ejemplos de patrimonio natural y cultural, como los Troncos petrificados de Darwin o las Estaciones de Trenes de Copiapó y Caldera, respectivamente podrían valorarse turísticamente. Sin embargo, algunos de estos sitios, como Los Loros, si bien presentan valores culturales y naturales, no cuentan con condiciones que habiliten un desarrollo turístico inmediato, ya que se trata principalmente de un asentamiento asociado al trabajo temporal, con escasa infraestructura o relato patrimonial sistematizado.

La dimensión de gobernanza identifica sitios con conflictos territoriales o desafíos en la gestión de recursos, como disputas por el uso del agua o del suelo, que requieren fortalecer mecanismos de diálogo y coordinación entre actores. Entre ellos destacan las áreas de ocupación ilegal de terrenos en el borde costero (tomos de El Pulpo, El Pulpito, Puerto Viejo, entre otras) y las tomas de terreno por parte de organizaciones indígenas en el camino C-372.

Estas dimensiones temáticas, construidas a partir del análisis participativo, cimentaron las bases para el diseño y ejecución del Taller 3, en el que se profundizó en la definición de la visión, las brechas y las acciones necesarias para la actualización de la Hoja de Ruta del Laboratorio Natural Desierto de Atacama. En este sentido, permiten articular los hitos históricos identificados en el Taller 1 con el futuro deseado para el territorio.

3.3. CONVERGENCIAS TERRITORIALES

El análisis identifica puntos críticos donde confluyen múltiples dimensiones, intereses y riesgos. Tales puntos representan desafíos y oportunidades para el territorio. Existe convergencia entre valoración patrimonial, potencial turístico y riesgos asociados a relaves mineros y los desafíos generados por la población flotante que se emplea en la agroindustria en época de cosecha, lo que demanda

un enfoque integrado para la conservación cultural, el desarrollo económico y la mitigación de riesgos ambientales y sociales.

Asimismo, la intersección entre un alto valor paleontológico con vulnerabilidad frente a amenazas de desastres sionaturales como los aluviones, requiere estrategias que protejan el patrimonio natural y cultural e incluyan medidas de adaptación a riesgos climáticos. Sitios como el Registro de Aluviones o el Mineral de Chañarcillo muestran cómo la historia y la memoria local pueden articularse con iniciativas de desarrollo sostenible si se abordan conflictos socioambientales y brechas de gestión que emergen de tensiones con el mundo privado.

3.4. AMENAZAS IDENTIFICADAS

Se observan diversas presiones antrópicas que afectan la sostenibilidad de estos territorios, como se mencionan en los siguientes ejemplos:

Minería: La expansión de proyectos extractivos genera riesgos de contaminación y degradación ambiental. Asimismo, el legado de la minería histórica es sinónimo de pasivos ambientales abandonados extremadamente difíciles de gestionar e, incluso, en algunos casos, identificar su ubicación.

Expansión urbana descontrolada: La urbanización en zonas cercanas a centros poblados afecta tanto al patrimonio como a los ecosistemas frágiles. En especial, en ciertos lugares, el fenómeno del desierto florido.

Sobreexplotación hídrica: La demanda de agua para la agroindustria y la minería impacta los recursos hídricos locales. Asimismo, se debe considerar que la cuantificación y la calidad del recursos es información que debe actualizarse.

Contaminación por residuos: Se detectan problemáticas asociadas a residuos industriales y domésticos en sectores vulnerables.

3.5. OPORTUNIDADES

A pesar de los desafíos y amenazas identificadas, durante los espacios de participación también se recogieron propuestas orientadas a mejorar la gestión territorial:

Desarrollo de geoparques⁹: La riqueza geológica y cultural del área permite proyectar iniciativas que promuevan el turismo sostenible y la conservación.

Corredores ecológicos: La conectividad entre áreas de alto valor ecológico puede potenciar la resiliencia de los ecosistemas.

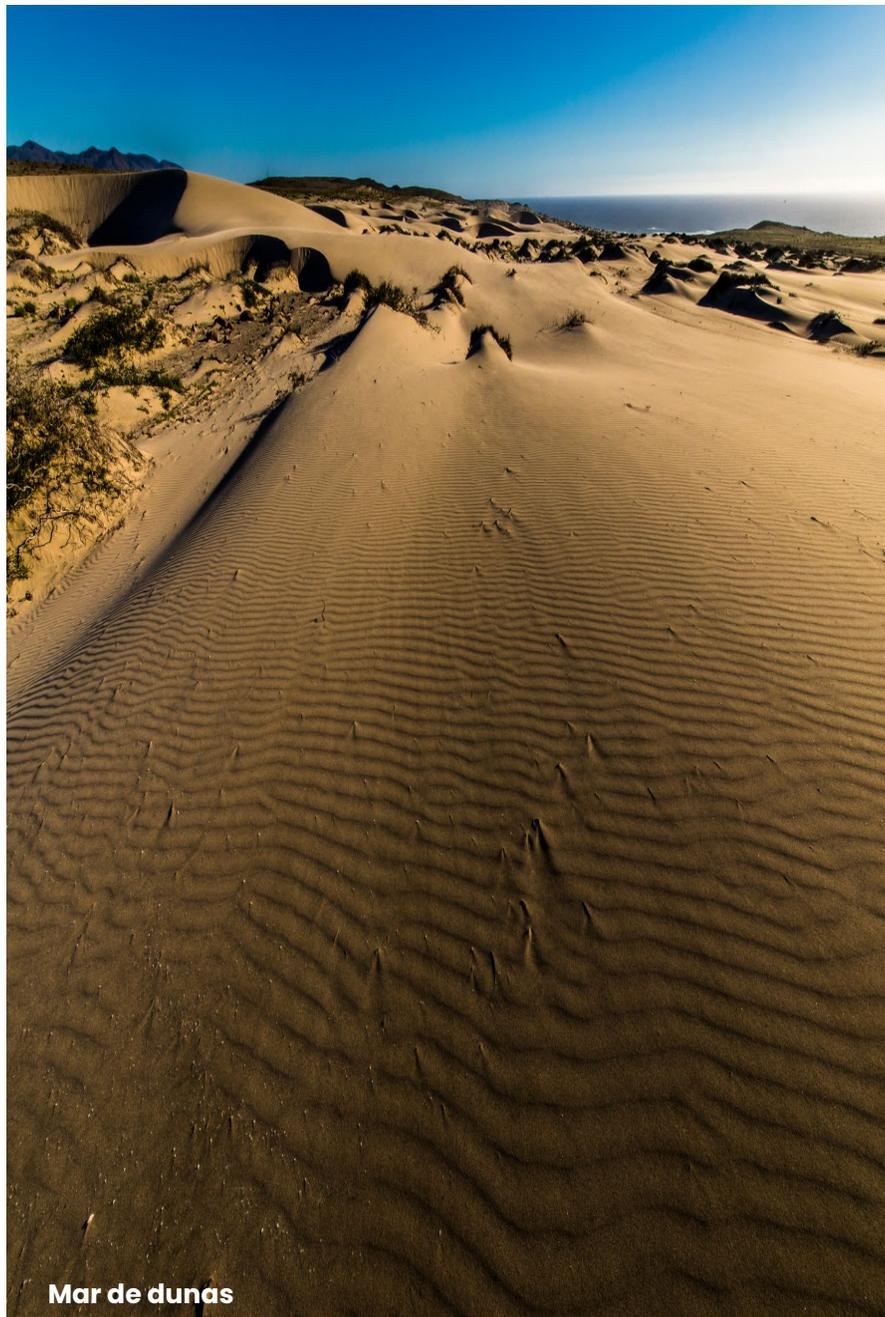
Prácticas de uso sustentable: Existe potencial para fomentar la diversificación económica con un enfoque en la identidad territorial y el uso racional de los recursos.

Zonas de alto valor ambiental: Se identificaron áreas que requieren fortalecer su protección mediante mecanismos legales y comunitarios orientados a la conservación.

Educación ambiental: Se relevó la necesidad de desarrollar estrategias educativas que promuevan la valoración del patrimonio natural y cultural del territorio.

Ecoturismo: Se reconoce el potencial para impulsar actividades económicas sostenibles que aprovechen los recursos locales sin comprometer su integridad.

⁹ Territorio con un patrimonio geológico destacado, gestionado de forma integrada para promover la conservación, la educación y el desarrollo local sostenible, especialmente a través del geoturismo.



Mar de dunas

Diversificación económica: Surgieron propuestas orientadas a reducir la dependencia de actividades extractivas, integrando saberes tradicionales con nuevas oportunidades productivas.

El análisis de la información recopilada permite identificar una tensión central en la Frontera Sur del Desierto de Atacama: la coexistencia de un alto valor patrimonial (cultural y natural) con una economía basada en extracción de recursos naturales que genera impactos socioambientales irreversibles en el territorio. Esta caracterización de los territorios permite vincular las problemáticas y oportunidades identificadas con acciones posibles.

Los desafíos evidenciados —como la contaminación por relaves, la degradación de humedales, la falta de regulación en la expansión urbana y la limitada incidencia de las comunidades en la planificación territorial— demandan respuestas articuladas entre distintos actores. En este sentido, las estrategias de remediación ambiental, fortalecimiento de la gobernanza hídrica, diversificación productiva y protección del patrimonio se presentan como ejes clave para orientar acciones concretas.

El siguiente apartado desarrolla en detalle las visiones, brechas y estrategias de acción o iniciativas propuestas para la actualización de la Hoja de Ruta. Este marco no solo busca responder a los desafíos identificados, sino también proyectar un futuro donde la gestión del territorio integre de manera efectiva el conocimiento científico, el saber local y la participación ciudadana.

4. VISIÓN- BRECHAS-ACCIONES

A partir de la información producida y analizada en los talleres de Línea de tiempo y Cartografías participativas, se realizó una dinámica de taller con investigadoras e investigadores de LANDATA para discutir dimensiones que permitieran comprender los distintos fenómenos identificados y delimitarlos para proponer acciones específicas.

A partir de esta dinámica, se definieron seis dimensiones: 1. Medio Ambiente; 2. Gestión Participativa en la Toma de Decisiones; 3. Patrimonio Cultural y Natural; 4. Ordenamiento Territorial; 5. Desarrollo Económico; y 6. Salud Humana. En este contexto, el tercer taller, realizado en diciembre de 2024, tuvo como objetivo central la identificación y priorización de las principales brechas territoriales, así como la construcción de una Hoja de Ruta en la Frontera Sur del Desierto de Atacama. El espacio contó con una participación de 13 personas en Copiapó y 4¹⁰ en Caldera, representantes del sector público y privado, académicos y organizaciones de la sociedad civil, quienes contribuyeron a la identificación de problemáticas estructurales y oportunidades para la gestión territorial.

La metodología utilizada en este taller combinó dinámicas de trabajo en grupo con discusiones plenarias para asegurar la integración y análisis de las seis dimensiones mencionadas más arriba. En cada mesa de trabajo, los participantes discutieron sobre las visiones compartidas o comunes deseadas para el territorio, las brechas existentes entre la situación actual y ese futuro proyectado, y las acciones o iniciativas necesarias para reducir dichas brechas.

4.1. MAPA DE CALOR: PRINCIPALES NUDOS CRÍTICOS

A partir de los debates sostenidos en el taller, se construyó un Mapa de Calor (ver Figura 6) que evidencia los principales puntos de tensión identificados por las y los participantes. Este mapa ilustra las problemáticas con mayor recurrencia y nivel de preocupación dentro de cada dimensión.

¹⁰ Es pertinente señalar que las participaciones de los talleres 2 y 3 fueron considerablemente menores al primer taller, lo que es perentorio analizar para fortalecer la participación social.

Medio Ambiente

Las principales observaciones se centraron en la necesidad de mejorar la gestión de relaves mediante herramientas como imágenes satelitales, estudios independientes y mecanismos regulatorios como el Royalty para la remoción de relaves. También se destacó la falta de

infraestructura habilitante para la protección ambiental, así como la necesidad de fortalecer la divulgación científica sobre biodiversidad y riesgos ambientales. En cuanto a los recursos hídricos, se puso énfasis en la desconcentración del agua en manos de privados, promoviendo un acceso más equitativo para las comunidades.

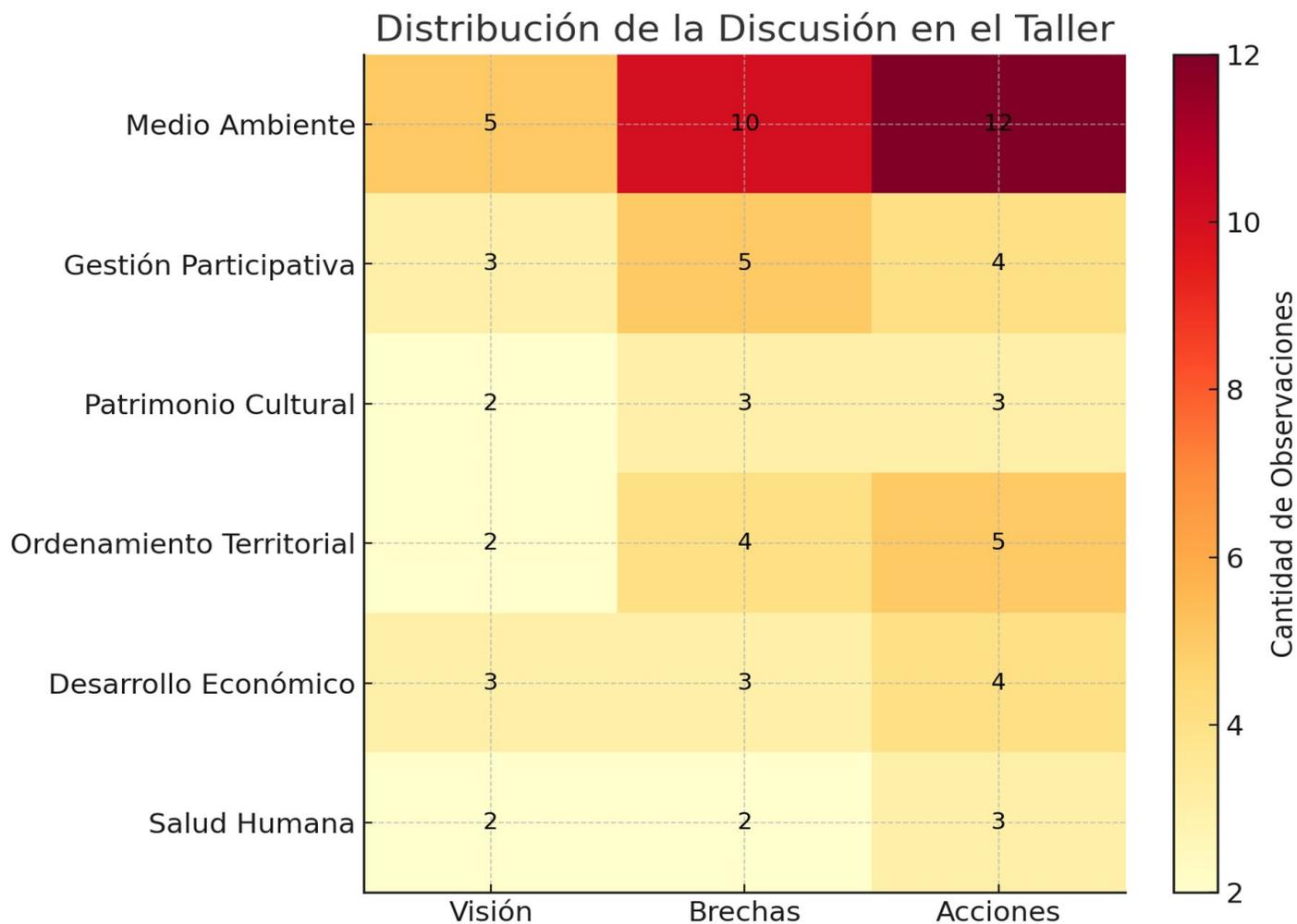


Figura 8: Mapa de Calor Discusión Taller Visión-Brechas-Acciones

Gestión Participativa en la Toma de Decisiones

Las observaciones subrayaron la falta de vinculación efectiva entre la ciudadanía y las autoridades, con procesos de participación poco vinculantes y resultados poco visibles. Se sugirió la necesidad de desarrollar estándares regionales de participación, fortalecer los espacios de diálogo como las JJVV y promover una gobernanza territorial más inclusiva que involucre activamente a las municipalidades. También se mencionó la importancia de la restitución del conocimiento comunitario, como en el caso de la Comunidad Pirquinera.

Patrimonio Cultural y Natural

El debate giró en torno a la débil protección y valorización del patrimonio, con una falta de inversión en infraestructura y conservación. Se enfatizó la necesidad de definir Sitios Prioritarios Protegidos, vincular el turismo con las comunidades locales y generar un Mapa de Registro de Comunidades, que documente actividades económicas y prácticas culturales como la gastronomía y la artesanía.

Ordenamiento Territorial

Las principales preocupaciones estuvieron relacionadas con el crecimiento urbano no planificado e inorgánico y la falta de regulación en asentamientos informales, en especial en zonas de alto riesgo. También se destacó la ausencia de planificación territorial con enfoque en desastres, la necesidad de actualizar los planos reguladores con mayor rapidez y la importancia de generar sanciones efectivas para evitar ocupaciones en zonas de riesgo.

Desarrollo Económico

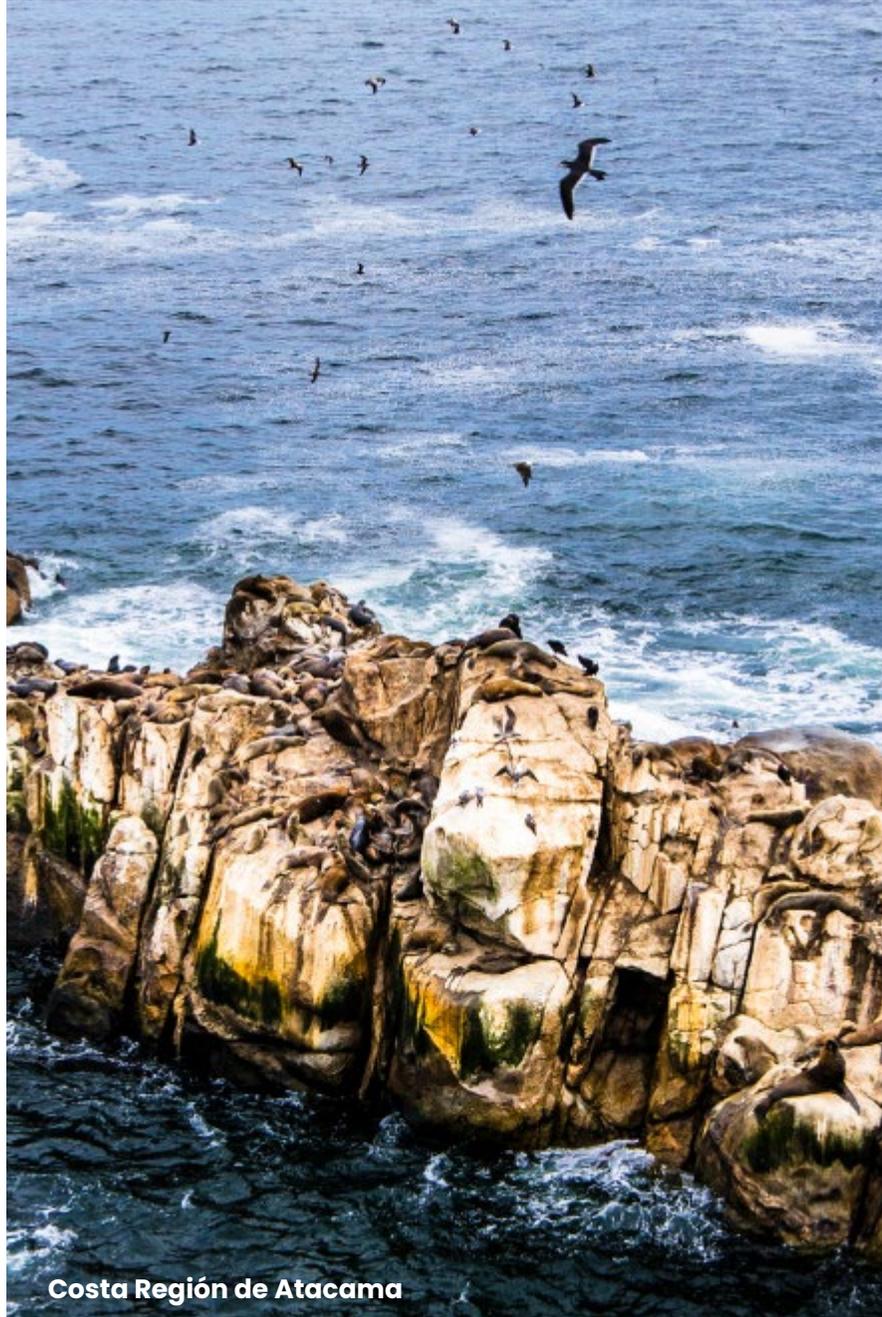
Las observaciones señalaron la falta de diversificación productiva y la dependencia a la extracción de recursos naturales, es lo que genera vulnerabilidad económica y deterioro ambiental. Se hizo hincapié en la necesidad de impulsar el turismo sustentable, mejorar la regulación de la agroindustria y los viñedos, y fortalecer el rol de INDAP para una agricultura adaptada al Desierto de Atacama. También se mencionó la importancia de promover un desarrollo económico basado en la ciencia y la tecnología, con innovación en biotecnología y en la pequeña minería.

Salud Humana

Las principales observaciones destacaron la falta de datos epidemiológicos que evidencien la relación entre la contaminación ambiental y la salud. Se enfatizó la necesidad de visibilizar enfermedades ligadas a las actividades productivas de la Región por contaminación de aguas y suelos, como la silicosis, y de estudiar la salud mental en turnos mineros. También se sugirió integrar la medicina alternativa basada en conocimientos bioculturales, como la aromaterapia y el uso de hierbas medicinales. Resulta perentorio canalizar la necesidad de diseñar acciones y proyectos para una mejor salud en el Desierto.

En síntesis, el análisis desarrollado a partir del tercer taller permitió consolidar una visión integral del territorio, identificando las principales brechas que obstaculizan su desarrollo y definiendo estrategias de acción para abordarlas. La estructuración de los hallazgos en dimensiones clave evidenció la interconexión entre problemáticas ambientales, económicas, sociales y de gobernanza, lo que refuerza la necesidad de adoptar enfoques integrados y participativos en la planificación territorial.

Para sistematizar esta información y facilitar su uso en la toma de decisiones, a continuación, se presentan en detalle las fichas temáticas, las cuales condensan la visión, las brechas y las acciones estratégicas propuestas en cada una de las dimensiones analizadas.



Costa Región de Atacama

4.2. FICHAS: SÍNTESIS DE VISIÓN, BRECHAS Y ACCIONES

Con base en los resultados del tercer taller, se estructuraron fichas temáticas que sintetizan la información clave de cada dimensión analizada. Estas fichas permiten sistematizar la visión proyectada para el territorio, las brechas que actualmente dificultan su desarrollo y las acciones estratégicas necesarias para cerrar dichas brechas.

Cada ficha está compuesta por los siguientes elementos:

Visión: Representa el horizonte deseado en cada dimensión, reflejando los objetivos colectivos para el futuro del territorio.

Situación actual y brechas: Identifica las principales problemáticas detectadas en el taller, evidenciando las discrepancias entre la situación actual y la visión proyectada.

Acciones propuestas: Plantea estrategias y medidas concretas que pueden ser implementadas para reducir las brechas y avanzar hacia el desarrollo sostenible del territorio.

El uso de estas fichas facilita la toma de decisiones y la planificación territorial, al proporcionar una herramienta estructurada para la priorización de acciones en función de los desafíos identificados. A continuación, se presentan las fichas correspondientes a cada una de las seis dimensiones trabajadas en el proceso participativo.

TEMA	4.2.1.MEDIO AMBIENTE
VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños	Reconocimiento, resguardo, regeneración y protección del ecosistema local.
SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión	<p>a) Impacto de los relaves en el ecosistema y la salud humana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaves insertos en áreas urbanas contaminan cuerpos de agua, suelos agrícolas y el borde costero, afectando tanto la salud humana como los ecosistemas. • Naturalización de los relaves en la población: “Son parte de nuestra vida no más, la gente lo ve como basura, pero no se le toma el peso a lo que contienen”. • Falta de un catastro actualizado que permita gestionar de manera efectiva su impacto y remediación. También se desconoce en qué estado se encuentra la estabilidad química y física de ellos. <p>b) Degradación ambiental y contaminación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de microbasurales que alteran la alimentación de fauna silvestre y afectan la biodiversidad. • Contaminación atmosférica por re-suspensión de polvo con metales pesados. • Falta de cumplimiento normativo en actividades como la disposición de desechos en pozos negros para la pequeña agricultura. <p>c) Pérdida de biodiversidad y deterioro de ecosistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tala de chañares, contrabando y pérdida de especies (muchas de ellas únicas o con distribución restringida) del Desierto Florido debido a actividades extractivas, urbanización y desconocimiento por medio de acciones de la sociedad civil. • Daño a la flora y fauna endémica (muerte, interrupción de sus ciclos naturales, reproductivos, transmisión de enfermedades) por la presencia de perros asilvestrados¹¹ o especies invasoras. • Falta de áreas protegidas para especies clave como los chañares y otras especies presentes en el Desierto Florido. • Deterioro de humedales y desconocimiento (falta de datos básicos) sobre ambientes de altitud, lo que dificulta su protección <p>d) Sobreexplotación y gobernanza deficiente de los recursos hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escasez de agua y desaparición superficial del río Copiapó debido a la extracción desmedida por monocultivos y minería. Aunque, también hay que considerar que las estimaciones de los causales al otorgar los derechos de agua estuvieron por sobre del causal real. • Ausencia de gobernanza efectiva en la gestión del agua, fragmentación de los agentes y sus facultades, permitiendo una gestión dificultosa cuyo ejemplo, es la sobre otorgación de permisos • Dependencia del Embalse Lautaro, donde la oferta de agua está supeditada a la variabilidad de las precipitaciones.

¹¹ Se entiende por perros asilvestrados a aquellos perros domésticos que han sido abandonados o que se han reproducido sin control humano, y que han desarrollado comportamientos similares a los de especies silvestres. Estos animales pueden generar graves impactos en los ecosistemas, especialmente al cazar fauna nativa, competir por alimento o transmitir enfermedades a especies vulnerables.

ACCIONES

Propuesta de acciones de base científica

a) Gestión y remediación de relaves

- Fomentar la investigación aplicada para la innovación en el manejo de relaves, incorporando tecnologías sustentables para su tratamiento y reutilización.
- Investigación en tratamiento sustentable de relaves de pequeño tamaño, considerando su impacto en la salud del ecosistema.
- Uso de imágenes satelitales y datos de Sernageomin para la identificación y monitoreo de relaves, facilitando su gestión y remediación.
- Exploración de mecanismos regulatorios y económicos como el Royalty para la remoción de relaves y el análisis del Decreto 248 para fortalecer su fiscalización.

b) Control de la degradación ambiental y contaminación

- Implementación de monitoreos periódicos con drones en espacios eriazos propensos a convertirse en basurales.
- Monitoreo de metales en el material particulado del aire para respaldar decisiones en salud pública y gestión ambiental.
- Incorporación de infraestructura habilitante para la protección ambiental, previniendo la proliferación de microbasurales y otras fuentes de degradación.

c) Preservación y valorización de la biodiversidad en zonas áridas

- Diagnóstico y valorización de la biodiversidad en el Desierto de Atacama, priorizando especies en riesgo y ecosistemas clave como el Desierto Florido.
- Fortalecimiento de áreas protegidas, con especial énfasis en la conservación de especies como los charñares y la fauna endémica.
- Mayor divulgación científica sobre estudios de suelos, microbiología y biodiversidad, promoviendo el conocimiento del ecosistema y su vulnerabilidad frente a actividades humanas.

d) Gobernanza y uso sostenible del agua

- Sistema de monitoreo y gestión hídrica en Cuencas del Desierto de Atacama, integrando datos hidrometeorológicos en la planificación del recurso.
- Tratamiento y aprovechamiento de fuentes hídricas no convencionales, optimizando el uso de desaladoras y tecnologías de reúso de agua.
- Cambio en la legislación de recursos hídricos en manos de privados, asegurando acceso equitativo al agua para comunidades locales.

TEMA	4.2.2.GESTIÓN PARTICIPATIVA EN LA TOMA DE DECISIONES
VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños	Formar una cultura de participación social mediante la cual, la ciudadanía y las instituciones se responsabilicen y protejan el territorio
SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión	<p>a) Conflictos socioambientales</p> <p>Respuesta insuficiente a los problemas ambientales. Se cuestiona la protección de la que supuestamente gozan los “sitios protegidos”. Sociedad civil poco activa en términos de denuncias y manifestaciones en torno a la contaminación ambiental. Naturalización de territorio contaminado. Bajo reconocimiento por parte de la ciudadanía de situaciones que amenazan la salud humana y ecosistémica.</p> <p>b) Déficit de participación ciudadana efectiva y vinculante</p> <p>Aunque existen convocatorias, la participación sigue siendo limitada debido a la ausencia de autoridades en los espacios de diálogo, la desconexión de los servicios con las comunidades y la falta de resultados visibles en procesos participativos. Además, la instrumentalización de la participación a través de incentivos económicos y la inclusión de actores sin arraigo en el territorio debilitan su impacto y legitimidad.</p> <p>c) Centralización</p> <p>Baja visibilidad de problemáticas locales a nivel nacional. Percepción de poca atención a problemas locales por parte del Estado. Percepción de poca incidencia en decisiones y participación local.</p>
ACCIONES Propuesta de acciones de base científica	<p>a) Conflictos socioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo en el monitoreo de zonas protegidas, para proveer a los servicios locales con datos actualizados. Esto implica: Buscar formas de financiamiento para estrategias de monitoreo permanente. • Implementar Programas de divulgación científica de las singularidades del DA presentes en la Región de Atacama, tanto de las que representan oportunidades como de las que representan riesgos, para contribuir a un mayor conocimiento del territorio y, con ello, disminuir la naturalización del riesgo. • Investigación sobre factores de riesgo en patologías, no disponible en la Zona Norte. (Acción compartida con Salud Humana). <p>b) Participación y gobernanza territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la participación ciudadana mediante la implementación de procesos de diálogo en Juntas de Vecinos (JJVV) y espacios comunitarios, con el apoyo de autoridades locales y académicos/as del territorio. Desarrollar estándares regionales para evaluar la efectividad de la participación ciudadana. • Promover una gobernanza inclusiva que incorpore a municipalidades en la toma de decisiones y garantice procesos de participación social vinculantes. Implementar un sistema de fiscalización y sanciones articulado entre el sector público, privado y la sociedad civil para mejorar la rendición de cuentas y la transparencia en la gestión territorial.

TEMA	4.2.3.PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL
VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños	Recuperación, valoración y desarrollo del patrimonio cultural y natural, integrando prácticas tradicionales en diálogo con las nuevas generaciones generando arraigo al territorio
SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión	<p>a)Deterioro de patrimonio cultural y natural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca protección y promoción de prácticas y conocimientos tradicionales de comunidades locales e indígenas. • Poca fiscalización de zonas patrimoniales • Poca inversión en infraestructura para la protección del patrimonio • Abandono por parte de autoridades locales y nacionales, y deterioro de sitios patrimoniales con basura y rayados. • Daño al patrimonio paleontológico: Desarrollo industrial y expansión urbana han generado destrucción de sitios fósiles, tráfico y robo. • Los sitios con concentración de elementos paleontológicos significan una oportunidad para el fortalecimiento del patrimonio y para la investigación científica.
ACCIONES Propuesta de acciones de base científica	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta para el establecimiento de un Geoparque en la región de Atacama. • Realización de una escuela para guías turísticos idealmente dirigidas a miembros de las comunidades (se propone incorporar a Universidad como agente facilitador). • Visitas con estudiantes y organizaciones sociales • Evaluación de figuras de protección pertinentes • Fortalecer el currículum formativo incorporando el conocimiento del patrimonio sociocultural y natural del Desierto de Atacama. • Elaboración de un Mapa de Registro de las Comunidades que identifique asentamientos, actividades económicas (gastronomía, artesanía, venta de animales, etc.) y su vinculación con el turismo, especialmente el turismo indígena, como estrategia de desarrollo sostenible del patrimonio. • Definición y protección de Sitios Prioritarios mediante la evaluación de su relevancia cultural y natural, promoviendo su incorporación en estrategias de conservación y fortaleciendo su rol en la identidad territorial.

TEMA	4.2.4.ORDENAMIENTO TERRITORIAL
VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños	Desarrollo urbano sostenible que considere las características, oportunidades y desafíos del territorio
SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión	<p>a) Crecimiento urbano desordenado y asentamientos informales en zonas de riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansión urbana sin regulación que afecta la biodiversidad y la seguridad de las comunidades, especialmente en el Desierto Florido y el borde costero. • Instalación de viviendas en territorios expuestos a desastres naturales (aluviones, remoción en masa) y contaminación antrópica. <p>b) Falta de planificación territorial con enfoque en riesgos y sostenibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de instrumentos de ordenamiento territorial actualizados, como planes reguladores, especialmente en comunas como Tierra Amarilla. • Débil planificación urbana que no considera los riesgos geológicos y desastres socioambientales. <p>c) Gestión territorial deficiente y falta de gobernanza municipal efectiva</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desinterés de autoridades respecto a problemas críticos como los relaves. • Inestabilidad en la gestión municipal que impide la continuidad de políticas urbanas sostenibles. • Fondos estatales insuficientes y desajustados a la realidad del mercado inmobiliario en el norte, agravando la crisis habitacional. <p>d) Débil fiscalización y regulación del uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de mecanismos efectivos de sanción, incluyendo la regulación de asentamientos ilegales y la demolición de construcciones en zonas de riesgo. • Zonas industriales sin control adecuado sobre residuos sólidos y peligrosos, generando impactos ambientales y urbanos negativos.
ACCIONES Propuesta de acciones de base científica	<p>a) Estudios de Planificación Territorial y Capacidad de Uso de Suelo Asociados a la Actividad Productiva</p> <p>b) Actualización y fortalecimiento de instrumentos de planificación territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la velocidad de actualización de los planos reguladores, priorizando comunas con alto crecimiento urbano informal como Tierra Amarilla. • Incorporar criterios de reducción de desastres socio-naturales en la planificación urbana y rural. <p>c) Protección de zonas críticas y restauración ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar estrategias de recuperación de áreas verdes y espacios naturales degradados. • Generar exclusión de zonas de riesgo para evitar la construcción sobre o cerca de relaves y otros pasivos ambientales. <p>d) Mejoramiento de la fiscalización y gobernanza territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exhortar a autoridades a generar estudios basados en conocimiento técnico y científico, evitando decisiones guiadas solo por hitos comunicacionales. • Fortalecer la fiscalización y sanciones sobre ocupaciones ilegales en zonas de alto riesgo geológico y ambiental.

TEMA	4.2.5.DESARROLLO ECONÓMICO
VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños	Alcanzar un desarrollo económico sostenible
SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión	<p>a) Modelo basado en extracción de recursos naturales y sus impactos socioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia de la minería, agroindustria, pesca y acuicultura, sectores que generan vulnerabilidad económica y deterioro ambiental. • Sobreexplotación acuíferos por monocultivo y minería, con riego ineficiente y poca regulación en viñedos. • Relaves con riesgo de desastres en Tierra Amarilla y Ladera Sur occidentales. • Falta de regulación efectiva en el SEIA, con estudios influenciados por empresas privadas. <p>b) Débil diversificación económica y turismo desaprovechado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existen sitios con alto potencial turístico, pero falta interés de las autoridades para su desarrollo. • Poca difusión de guías turísticas y promoción de experiencias sustentables. • Socavones en faenas mineras generan barreras al desarrollo productivo y turístico. • Falta de apoyo de INDAP para fortalecer una agricultura adaptada al Desierto de Atacama.
ACCIONES Propuesta de acciones de base científica	<p>a) Innovación en la gestión de relaves y pasivos ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de actualización y comparación de experiencias exitosas en remediación ambiental (pasivos ambientales - relaves) a nivel regional e internacional, con foco en alternativas para la Región de Atacama. • Monitoreo fisicoquímico permanente de relaves, priorizando la remoción y traslado de aquellos que interactúan directamente con la población urbana. • Aplicación de tecnologías de innovación en la pequeña minería, promoviendo procesos más eficientes y sustentables. • Creación de una entidad imparcial (Estado y Academia) para la generación de estudios independientes sobre impacto ambiental y estrategias de mitigación, reduciendo la influencia de empresas privadas en los estudios del SEIA. <p>b) Desarrollo y fortalecimiento del turismo sustentable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un mapa del potencial turístico (intereses especiales, científico, indígena) que oriente estrategias de inversión y promoción. • Diseño de programas de formación y certificación de guías turísticos, asegurando que haya mayor difusión de la oferta turística. • Incorporación de estrategias de recuperación de espacios turísticos, incluyendo la remediación de sitios afectados por actividades extractivas. • Generación de incentivos públicos y privados para el turismo sostenible, evitando que el desarrollo turístico dependa únicamente de la iniciativa privada.

ACCIONES

Propuesta de acciones de base científica

c) Fomento de una agricultura adaptada al Desierto de Atacama

- Evaluación y validación territorial de nuevas variedades agroforestales, con foco en cultivos de nicho para la Agricultura del Desierto.
- Rescate del patrimonio de germoplasmas locales con impacto agroalimentario en la Región de Atacama.
- Incorporación de la enseñanza de prácticas agrícolas tradicionales, fortaleciendo su transmisión a nuevas generaciones.
- Fomento del aprendizaje desde otras experiencias de agricultura en ecosistemas áridos, promoviendo redes de intercambio de conocimientos.
- Fortalecimiento del apoyo de INDAP para la adaptación de la agricultura en el Desierto, con medidas concretas para la eficiencia hídrica y la sustentabilidad.

d) Fomento a la diversificación productiva

- Investigación en biotecnología microbiana para el desarrollo de bioproductos aplicables a la salud humana, la agricultura y la biomedicina.
- Aplicación de innovación científica para mejorar la eficiencia en la producción agrícola, con enfoque en la resiliencia al cambio climático.
- Fomento de un desarrollo económico basado en el conocimiento y la ciencia, justificando inversiones en tecnología sustentable.
- Creación de alianzas entre el sector académico y productivo para la transferencia tecnológica y la implementación de soluciones innovadoras.

<p>TEMA VISIÓN El futuro, la proyección, los sueños</p>	<p>4.2.6.SALUD HUMANA Visibilizar y abordar los problemas de salud del ecosistema en el territorio para mejorar la calidad de vida de la población</p>
<p>SITUACIÓN ACTUAL Y BRECHAS Distancia entre la situación actual y la visión</p>	<p>a) Impacto de los contaminantes ambientales en la salud de la población</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de datos precisos y actualizados sobre la contaminación ambiental y sus efectos en la salud. • Prevalencia de enfermedades crónicas influenciadas por factores socioeconómicos como el empobrecimiento y el desempleo. • Escasez de estudios que demuestren la relación entre el deterioro del ecosistema y las enfermedades humanas. • Adaptación progresiva de las nuevas generaciones a un ambiente contaminado, lo que invisibiliza los riesgos para la salud.
<p>ACCIONES Propuesta de acciones de base científica</p>	<p>a) Investigación en epidemiología ambiental y enfermedades asociadas a la contaminación Generar estudios epidemiológicos sobre enfermedades asociadas a contaminantes presentes en el territorio, con énfasis en enfermedades respiratorias, cardiovasculares y reproductivas. Visibilizar y estudiar la silicosis como una enfermedad prevalente en trabajadores de la minería. Aportar con evidencia científica que permita demostrar la relación causal entre la contaminación ambiental y sus efectos en la salud.</p> <p>b) Misión sobre epidemiología del cáncer en la Zona Norte de Chile Estudio epidemiológico para identificar la incidencia y factores de riesgo del cáncer en relación con la exposición a contaminantes ambientales. Consideración de datos socioeconómicos (empobrecimiento, desempleo) como factores de vulnerabilidad en la prevalencia del cáncer.</p> <p>c) Evaluación de riesgos en la salud humana y ecosistémica Evaluación de riesgos en salud humana y ecosistémica en sistemas costeros y de valle, considerando amenazas como metales pesados, relaves y contaminación del agua. Generar estudios sobre salud mental asociada a turnos mineros y su impacto en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.</p> <p>d) Fomento de la investigación en salud y medicina integrativa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Priorización de la investigación en patologías de mayor prevalencia en la población del Desierto de Atacama. • Visibilización y estudio de enfermedades reproductivas ligadas a la contaminación. • Promoción del uso de medicina alternativa basada en conocimiento bioculturales, incluyendo aromaterapia y hierbas medicinales.

5. CONCLUSIONES

El proceso participativo desarrollado en la Frontera Sur del Desierto de Atacama permitió identificar de manera colectiva los principales desafíos, oportunidades y acciones necesarias para una gestión territorial alineada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Los tres talleres realizados, permitieron un acercamiento integral al territorio, articulando tanto la memoria histórica como las transformaciones socioproductivas con la identificación de problemáticas emergentes y posibles estrategias de mitigación.

Uno de los hallazgos más relevantes es la coexistencia de un alto valor patrimonial, ecológico y cultural con una economía predominantemente extractivista, lo que genera tensiones que impactan la planificación territorial, la calidad de vida de las comunidades y la resiliencia ambiental del territorio. En este sentido, las brechas identificadas reflejan la urgencia de abordar temas como la gestión de relaves, la

protección del agua, la conservación del patrimonio, la planificación urbana y la diversificación económica, con un enfoque que integre el conocimiento local y la participación activa de las comunidades.

Asimismo, el débil involucramiento de la ciudadanía en la toma de decisiones y la falta de mecanismos de gobernanza efectivos han sido señalados como obstáculos críticos para la planificación territorial. La escasa articulación entre actores públicos, privados y de la sociedad civil obstaculiza la implementación de estrategias sostenibles, lo que refuerza la necesidad de fortalecer espacios de diálogo vinculante y de garantizar procesos participativos con incidencia real.

Por otro lado, el trabajo realizado también permitió identificar oportunidades estratégicas que pueden contribuir a transformar el modelo de desarrollo del territorio. Iniciativas como el fomento del turismo sustentable, la protección de sitios patrimoniales y la creación de corredores ecológicos emergen como alternativas viables para promover un crecimiento equilibrado que no dependa exclusivamente de la actividad minera.

Finalmente, los resultados obtenidos en este proceso participativo no solo proporcionan un diagnóstico actualizado del territorio, sino que también aporta aspectos claves para la actualización de la Hoja de Ruta de LANDATA, complementándola con acciones de planificación y gobernanza en la Frontera Sur del Desierto de Atacama. La continuidad de este proceso dependerá de la capacidad de articular esfuerzos entre las comunidades, el sector público, el sector privado y la academia, asegurando que los conocimientos generados sean utilizados como insumo clave en la toma de decisiones y en el diseño de estrategias de desarrollo territorial a largo plazo.

Este documento queda a disposición de quienes deseen utilizarlo como insumo para espacios de reflexión o de propuestas de iniciativas, proyectos o acciones en el territorio. Invitamos a comunicar los usos, sugerencias o propuestas que se quieran compartir escribiendo al correo electrónico del Nodo LANDATA landata@ucn.cl. Se solicita que, al hacer uso del contenido, se indique la autoría del documento como "Nodo Laboratorio Natural Desierto de Atacama – LANDATA".

6. GLOSARIO

Agroindustria: modelo de producción agrícola intensiva y mecanizada, orientado al mercado (en la zona, uva de mesa, paltas, olivos), que se distingue de la agricultura tradicional por integrar la producción primaria con procesos industriales y comerciales. Este modelo no solo incorpora maquinaria en las labores agrícolas, sino que también abarca la transformación, conservación y distribución de productos agrícolas, constituyéndose como una industria de alimentos.

Conflictos socioambientales: Situaciones de tensión o disputa que surgen entre distintos actores sociales debido al uso, acceso o gestión de los recursos naturales y el territorio. Estos conflictos suelen involucrar comunidades locales, empresas privadas y organismos del Estado, y reflejan diferencias en intereses, valores o visiones sobre el desarrollo, la justicia ambiental o el derecho a vivir en un entorno sano. Pueden manifestarse en protestas, demandas legales o negociaciones institucionales.

Corredor ecológico: franja de territorio que conecta áreas naturales para facilitar el desplazamiento de especies y mantener la biodiversidad.

Desastres socionaturales: Eventos destructivos que, aunque están asociados a fenómenos naturales como aluviones, terremotos o sequías, tienen consecuencias graves debido a condiciones sociales previas, como la urbanización desordenada, la pobreza o la falta de planificación territorial. El término destaca que el desastre no es solo "natural", sino que sus impactos dependen de cómo las sociedades se organizan, planifican y enfrentan los riesgos.

Desierto Florido: fenómeno en que, tras lluvias inusuales, el desierto de Atacama se cubre de flores endémicas, atrayendo interés ecológico y turístico.

Diagrama de Sankey: gráfico que muestra flujos o conexiones entre categorías mediante bandas cuya anchura indica la intensidad de la relación.

Extractivismo: Modelo de uso intensivo de los recursos naturales —como el agua, los minerales, los bosques o la energía— orientado principalmente a su extracción y exportación, con escaso o nulo procesamiento local. Se caracteriza por generar impactos ambientales, sociales y territoriales a gran escala. Esta definición no implica una postura moral, sino que permite describir una forma de relación con la naturaleza que ha sido reconocida por habitantes y comunidades que observan cambios en su entorno, como la disminución de caudales, la pérdida de biodiversidad o el agotamiento de acuíferos.

Gobernanza territorial: conjunto de actores, normas y decisiones que regula cómo se usan y gestionan los recursos y espacios de un territorio.

Hoja de Ruta: documento que fija la visión de futuro, identifica brechas y define acciones concretas para alcanzar los objetivos de un proyecto o territorio.

Línea de Tiempo: herramienta participativa que ordena cronológicamente hechos relevantes del territorio a partir de los recuerdos y relatos de sus habitantes.

Mapa de Calor: representación visual que destaca con colores la frecuencia o intensidad de ciertos fenómenos en el territorio.
Geoparque: territorio con patrimonio geológico destacado que se gestiona de forma integrada para conservarlo y fomentar el turismo educativo y el desarrollo local sostenible.

Mapa Participativo: mapa elaborado colectivamente donde las y los participantes localizan lugares, problemas y oportunidades según su conocimiento del territorio.

Niñeces: Palabra que se usa en plural para reconocer que cada niño o niña vive esta etapa de forma distinta, según su entorno (rural o urbano), sus condiciones de vida y su pertenencia a una comunidad o grupo cultural. El término busca evitar pensar la niñez como una experiencia única o igual para todos.

Pasivos ambientales: instalaciones, terrenos o depósitos (p. ej., relaves) abandonados que aún representan riesgos para la salud y el medioambiente.

Participación vinculante: mecanismo de consulta ciudadana cuyas decisiones influyen de manera obligatoria en las políticas o proyectos.

Re-etnificación: proceso mediante el cual un grupo recupera y reafirma su identidad indígena, a veces acompañado de reconocimiento oficial por parte del Estado.

Relave (pasivo ambiental): depósito de residuos de la minería que puede liberar metales y otros contaminantes si no se maneja adecuadamente.

Singularidad: rasgo natural o cultural excepcional del Desierto de Atacama que lo hace único a nivel planetario (p. ej., hiperaridez, concentración anómala de minerales).

Transformaciones socioproductivas: Cambios en los sistemas de producción y trabajo que modifican la vida social, económica y cultural de los territorios. Pueden incluir la introducción de nuevas actividades económicas, la pérdida de oficios tradicionales, la reconversión laboral y los impactos sociales derivados del cambio en los modos de producción. Este concepto permite comprender cómo se entrelazan las dimensiones sociales y económicas en los procesos de transformación territorial.



Camino al interior de Copiapó

LanData

Laboratorio Natural Desierto de Atacama



landata.cl

f   in / landata@ucn.cl

+56 55 2 355496

INSTITUCIONES ASOCIADAS



Universidad
Católica del Norte



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
Universidad del Estado



UNIVERSIDAD
DE CHILE



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

BIOCIENCIA
FUNDACION CIENTIFICA Y CULTURAL

