



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

**El Patrimonio Geológico al servicio del territorio:**

**Geoturismo en la cuenca carbonífera  
Concepción-Arauco (Chile)**



# El Patrimonio Geológico al servicio del territorio: Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

TESIS DOCTORAL



Programa de Doctorado en Geología

Universidad Autónoma de Barcelona

Departamento de Geología

Año 2021

Tesis presentada por Francesc Xavier Ferraro Castillo para la obtención del título de Doctor en Geología.

Tesis doctoral dirigida por el Dr. Oriol Oms Llobet (Departamento de Geología, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España), Dr. Artur Abreu Sá (Departamento de Geología, Universidad Trás-os-Montes e alto Douro, Vila Real, Portugal) y Dr. Manuel Schilling Danyau (Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile)

DR. ORIOL OMS LLOBET

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oriol Oms Llobet'.

DR. ARTUR ABREU SÁ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Artur Abreu Sá'.

DR. MANUEL SCHILLING DANYAU

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Manuel Schilling Danyau'.

FRANCECS XAVIER FERRARO CASTILLO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francesc Xavier Ferraro Castillo'.

**Fotografía de portada:** Afloramiento rocoso de rocas metamórficas en el geositio de Colcura Norte, comuna de Lota (Provincia de Concepción, Región del Biobío, Chile). Secuencia de metapelitas y metabasitas plegadas y falladas. Se pueden apreciar pequeños cristales de estauroлита en las metapelitas.

*“La ciencia **más útil** es aquella cuyo fruto es el **más comunicable**”*

*Leonardo Da Vinci*

*El tesoro de la sabiduría – Tomo II*

*Dedicada a ...*

*Sabrina y Júlia, cuyo apoyo y soporte han sido fundamentales durante todos los años que hemos vivido en Chile. Sin ellas, todo el trabajo de investigación realizado durante estos últimos 5 años no hubiera sido posible.*

*De igual forma, quiero dedicar esta memoria a toda mi familia, mi madre Carmen, mi hermano Dani, mi tío Albert y mi tía Fina, mis cuñados Laura, Alfonso y Angie, mis suegros Alfonso y Encarna, así como a mis sobrinos Daniela, Arnau y Gael, por todos los años que hemos estado alejados y no hemos podido disfrutar de muchos momentos familiares. Para y por vosotros...*

### **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

Quiero agradecer a la Corporación de Fomento Productivo (CORFO) el financiamiento entregado en 2016 a través de la adjudicación del proyecto presentado al concurso de “Bienes Públicos Estratégicos Regionales” nº 16BPER-66991 titulado “Proyecto geoparque Minero Litoral del Biobío”, cuya ejecución estuvo a cargo de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, y en mi persona como director del proyecto.

También quiero agradecer a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, el financiamiento durante 3 años brindado para la matrícula de mi tesis, la inscripción a diferentes congresos y seminarios, así como la logística de desplazamientos.

De igual forma, quiero agradecer todo el apoyo brindado por parte de las diferentes instituciones públicas y privadas, como son el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), la SEREMI de Minería y el Gobierno Regional del Biobío.

Agradecer también la participación de los alcaldes de las diferentes municipalidades del territorio (Tomé, Penco, Talcahuano, Hualpén, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota, Arauco, Curanilahue, Lebu, Los Álamos y Cañete), así como el apoyo logístico de todos los coordinadores de turismo para las diferentes actividades desarrolladas en el marco de esta investigación.

Finalmente, parte de esta tesis se realizó en el marco de la Cátedra UNESCO "Geoparques, desarrollo regional sostenible y estilos de vida saludables".

### **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Quiero agradecer muy afectuosamente a mis directores de tesis, los doctores Oriol Oms, Artur Abreu Sá y Manuel Schilling por todas las enseñanzas, conocimientos y orientación que me han brindado durante la investigación. Muchas gracias por vuestro tiempo y dedicación.

También quiero agradecer muy especialmente a Diego Irazábal y Carlos Guerrero su contribución a esta memoria de tesis a través de sus puntos de vistas sociológicos, lo que ha enriquecido de forma pluridisciplinar el trabajo de esta tesis. Agradezco a Robert King y Steve Baeza por colaborar en las traducciones al inglés de las publicaciones generadas como parte de esta tesis.

Quiero agradecer a Mario y Evelyn el trabajo realizado en terreno en el marco de los talleres grupales con las comunidades, así como por aguantarme todas las discusiones en el marco de la realización de estos trabajos de investigación. De igual forma, agradecer a todos los estudiantes de las diferentes universidades de la región que han participado y colaborado en el levantamiento de información acerca del patrimonio geológico del área de estudio durante el primer semestre de 2017. Ellos son estudiantes de 4º y 5º del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción, de la Carrera de Geología de la Universidad Andrés Bello (sede Concepción) y de la Carrera de Ingeniería Civil Geológica de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

También quiero agradecer el tiempo y visión entregados por parte de los integrantes del comité técnico científico y social del proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío quienes, con su visión pluridisciplinar del territorio, han aportado información diversa y relevante al contenido de esta tesis. Gracias por todo vuestro tiempo y por compartir parte de la idiosincrasia chilena.

Agradecimientos a los revisores que han participado en la mejora de los diferentes artículos científicos que se han forjado durante esta investigación. Estas revisiones de pares me han ayudado a mejorar la calidad de los artículos y, a su vez, la calidad de la memoria.

También quiero agradecer a la comisión de seguimiento de tesis del departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), conformada por los doctores Mario Zarroca, María Luisa Arboleya, Esteve Cardellach, Marc

Furió y Joan Bach, por sus contribuciones y orientaciones acerca del desarrollo de la tesis. Así como a las secretarías del departamento por sus gestiones administrativas.

Finalmente, pero no menos importante, agradecer a todas las personas del territorio involucradas en el desarrollo de esta investigación por su proactividad en las diferentes instancias de reuniones de trabajo, la información aportada y, no menos importante por la amistad forjada al alero del trabajo colaborativo. A todos ellos miles de gracias.

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	14
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	16
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS</b>	18
<b>LISTADO DE ACRÓNIMOS</b>	19
<b>RESUMEN</b>	21
<hr/>	
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	27
<b>1.1. Los Geoparques Mundiales de la UNESCO</b>	27
<b>1.2. Contextos geológicos en Chile</b>	33
<b>1.3. La cuenca carbonífera de Concepción-Arauco</b>	35
1.3.1. <u>Geología</u>	35
1.3.2. <u>Minería del carbón</u>	43
<b>1.4. Proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío</b>	45
<b>1.5. Justificación de la tesis</b>	48
<b>1.6. Estructura de la tesis</b>	50
<b>2. <u>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y EL GEOTURISMO COMO MOTOR DE DESARROLLO EN TERRITORIOS MARGINADOS</u></b>	52
<b>2.1. Planteamiento del problema</b>	52
<b>2.2. Formulación el problema</b>	57
<b>2.3. Hipótesis</b>	57
<b>2.4. Objetivos</b>	58
<b>2.5. Limitaciones</b>	58
<b>3. <u>CAPÍTULO 3 – MARCO TEÓRICO: LA GEODIVERSIDAD AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS COMUNIDADES</u></b>	60
<b>3.1. Marco teórico de los Geoparques Mundiales de la UNESCO</b>	60
<b>3.2. Inventarios, geodiversidad y patrimonio geológico</b>	61
3.2.1. <u>Importancia de los inventarios de patrimonio geológico</u>	62
3.2.2. <u>Definición de geodiversidad y patrimonio geológico</u>	63
3.2.3. <u>Inventarios de patrimonio geológico en Chile</u>	65

<b>3.3. Estrategia ascendente con la comunidad para la gestión del patrimonio geológico</b>	68
3.3.1. <u>La importancia de la estrategia ascendente</u>	69
3.3.2. <u>Antecedentes, marco teórico y definiciones de la Investigación Acción Participativa</u>	70
3.3.3. <u>La IAP en los Geoparque Mundiales de la UNESCO</u>	73
<b>3.4. El geoturismo en las comunidades locales</b>	74
3.4.1. <u>Importancia y antecedentes de la sociología en los estudios Geoturísticos</u>	74
3.4.2. <u>Definiciones de geoturismo y turismo geológico</u>	76
3.4.3. <u>El geoturismo en Chile</u>	77
<b>4. <u>CAPÍTULO 4 – MÉTODOS</u></b>	80
<b>4.2. Fase 1: Inventario</b>	81
4.2.1. <u>Diseño de la herramienta de recopilación de datos</u>	81
4.2.2. <u>Planificación del inventario del patrimonio geológico y análisis de datos</u>	84
<b>4.3. Fase 2: Formación Investigación Acción Participativa (IAP)</b>	85
4.3.1. <u>Talleres estratégicos participativos</u>	85
4.3.2. <u>Técnicas de recogida y análisis de datos</u>	86
<b>4.4. Demoscopia</b>	89
4.4.1. <u>Diseño del cuestionario demoscópico</u>	89
4.4.2. <u>Definición de la muestra</u>	92
4.4.3. <u>Criterios de aplicación de la encuesta</u>	93
4.4.4. <u>Georreferenciación de la demoscopia y consideraciones</u>	95
4.4.5. <u>Técnica de análisis de datos</u>	97
<b>5. <u>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS</u></b>	98
<b>5.1. Caracterización de geositos del área de estudio</b>	98
5.1.1. <u>Los contextos geológicos del área de estudio</u>	98
5.1.2. <u>Valor intrínseco de los geositos (Vi)</u>	99

5.1.3.	<u>Valor de uso (Vu) de los geositios</u>	100
5.1.4.	<u>Valor de protección (Vp) de los geositios</u>	101
5.1.5.	<u>Principales geositios del área de estudio</u>	102
<b>5.2.</b>	<b>Capacitación en Geodiversidad</b>	108
5.2.1.	<u>Taller 1: Formación en conceptos geológicos básicos</u>	108
5.2.2.	<u>Taller 2: Experiencia de campo en geositios</u>	108
5.2.3.	<u>Taller 3: Análisis DAFO</u>	109
5.2.4.	<u>Taller 4: Áreas prioritarias y planes estratégicos</u>	110
5.2.5.	<u>Taller 5: Empoderamiento y compromiso comunitario</u>	112
<b>5.3.</b>	<b>Sociología del Geoturismo</b>	113
5.3.1.	<u>Perfil del encuestado</u>	113
5.3.2.	<u>Conocimiento geológico del territorio</u>	113
5.3.3.	<u>Necesidades y expectativas del geoturismo en el territorio</u>	114
<b>6.</b>	<b><u>CAPÍTULO 6 – DISCUSIÓN</u></b>	117
<b>6.1.</b>	<b>Valorización del Patrimonio geológico en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco</b>	117
6.1.1.	<u>Discusión sobre la geodiversidad y contextos geológicos del área de estudio</u>	117
6.1.2.	<u>Discusión de los valores (Vi, Vu, Vp) de los geostios del inventario</u>	119
6.1.3.	<u>Discusión general sobre el inventario de patrimonio geológico del área de estudio</u>	122
<b>6.2.</b>	<b>Participación y concienciación de la comunidad</b>	128
6.2.1.	<u>Taller 1 y 2: Geología y geositios del territorio</u>	129
6.2.2.	<u>Talleres 3 y 4: Áreas prioritarias y planes estratégicos para el territorio</u>	130
6.2.3.	<u>Taller 5: Empoderamiento comunitario</u>	131
<b>6.3.</b>	<b>Situación del Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco</b>	134
6.3.1.	<u>Perfil del encuestado</u>	135
6.3.2.	<u>Conocimiento geoturístico del territorio</u>	135
6.3.3.	<u>Principales necesidades para el territorio</u>	136

6.3.4. <u>Principales expectativas para el territorio</u>	140
<b>6.4. Discusión general</b>	141
<b>7. <u>CAPÍTULO 7 – CONCLUSIONES</u></b>	146
7.1. Conclusiones acerca del inventario de patrimonio geológico	146
7.2. Geología y comunidad	147
7.3. Perspectivas territoriales del geoturismo	148
7.4. Conclusiones generales	149
<b>8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	151
<b>9. <u>ANEXOS</u></b>	173

## ANEXOS

**Anexo 1.** Incorporación de Geoparques Mundiales de la UNESCO desde la creación de la Red Mundial de Geoparques en el 2004 hasta la actualidad. Elaboración propia con datos de la lista de los Geoparques Mundiales de la UNESCO <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/list-of-unesco-global-geoparks/>.

**Anexo 2.** Tabla de correlación entre las unidades estratigráficas de la península de Arauco.

**Anexo 3.** Listado de trabajos relacionados con el patrimonio geológico en Chile entre 2007 y 2019.

**Anexo 4.** Ejemplo de las fichas para la descripción y cuantificación de los geositos en el área de estudio.

**Anexo 5.** Ficha para la descripción de procesos y materiales ígneos efusivos.

**Anexo 6.** Ficha para la descripción de procesos y materiales ígneos intrusivos.

**Anexo 7.** Ficha para la descripción de procesos y materiales sedimentarios.

**Anexo 8.** Ficha para la descripción de procesos y materiales metamórficos.

**Anexo 9.** Ficha para la descripción de fenómenos de deformación.

**Anexo 10.** Ficha para la descripción de rasgos geomorfológicos.

**Anexo 11.** Ficha para la descripción de rasgos hidrogeológicos.

**Anexo 12.** Ficha para análisis de yacimientos minerales.

**Anexo 13.** Ficha para la descripción de yacimientos paleontológicos.

**Anexo 14.** Fichas descriptivas para colecciones o museos.

**Anexo 15.** Tabla descriptiva de los indicadores de Valor Intrínseco de los geositos.

**Anexo 16.** Tabla descriptiva de los indicadores de Valor de Uso de los geositos.

**Anexo 17.** Tabla descriptiva de los indicadores de Valor de Protección de los geositos.

**Anexo 18.** Tabla para la cuantificación de los indicadores de Valor Intrínseco de los geositos.

**Anexo 19.** Tabla para la cuantificación de los indicadores de Valor de Uso de los geositos.

**Anexo 20.** Tabla para la cuantificación de los indicadores de Valor de Protección de los geositos.

**Anexo 21.** informe sobre la caracterización y valoración de los geositos del área de estudio.

**Anexo 22.** Especificaciones y características de los diferentes talleres y actividades implementados en la metodología IAP.

**Anexo 23.** Tabla de cuantificación de los diferentes geositos del área de estudio.

**Anexo 24.** Tabla de cuantificación de los diferentes geositos del área de estudio que cumplen con el requisito de la Tabla 5 para una valoración internacional, según Brilha (2005).

**Anexo 25.** Tablas de resultados para los talleres 1, 2, 3, 4 y 5, aplicados sobre la metodología de IAP.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Cuencas carboníferas de Chile. Fuente: modificado de Castro y Alfaro (2011)
- Figura 2.** Los principales hitos que condujeron a la creación y consolidación de la nueva designación de la UNESCO - los GMU. Fuente: modificado de Silva (2021).
- Figura 3.** a) Mapa mundial de la situación de los GMU; b) La tendencia creciente a lo largo de la historia.
- Figura 4.** Mapa de yacimientos carboníferos de la cuenca de Concepción-Arauco.
- Figura 5.** Mapa geológico de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco.
- Figura 6.** Cortes geológicos de las estructuras geológicas presentes en la cuenca carbonífera de Arauco. Fuente: Moreno 2014, modificado de Wenzel (1982).
- Figura 7.** Mapa político del área del proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío.
- Figura 8.** Organigrama funcional del proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío. Fuente: Plan Estratégico del Geoparque Minero Litoral del Biobío (documento inédito).
- Figura 9.** Estructuración de la tesis.
- Figura 10.** Gráficos de los porcentajes de desempleo en Chile, en la Región del Biobío periodo 1986-2019 (Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el INE y el ENE de Chile).
- Figura 11.** Gráficos de los porcentajes de desempleo en Chile, en la Región del Biobío y algunas de las comunas de la cuenca Carbonífera de Arauco, periodo 2007-2019. (Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el INE y el ENE de Chile).
- Figura 12.** Etapas del proceso de implementación del PAR en el caso de esta investigación. Modificado de (Martí, 2017).
- Figura 13.** Cuestionario de satisfacción aplicado a los participantes de los talleres comunitarios.
- Figura 14.** Principales campos considerados en el diseño de la encuesta.
- Figura 15.** Localización geográfica de la aplicación de la herramienta estadística para la recogida de datos.
- Figura 16.** Mapa de contextos geológicos según la propuesta de Schilling et al. (2015) y de la situación de los 22 geositos inventariados.
- Figura 17.** a) Rangos de edad de los encuestados, y b) Nivel de estudios de los encuestados.
- Figura 18.** Gráficos circulares de las respuestas a las preguntas 1 a 6 de la encuesta sobre el nivel de conocimiento de su territorio.
- Figura 19.** Gráficos circulares y de barras sobre las respuestas a las preguntas 7 a 10 relativas a las necesidades percibidas por la comunidad en el territorio.

Figura 20. Gráficos de las respuestas a las preguntas 11 y 12, para las necesidades, y 13 y 14 sobre las expectativas percibidas por los encuestados de su territorio.

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Contextos geológicos propuestos en el XIV Congreso Geológico Chileno. (fuente: Schilling *et al.* 2015).

**Tabla 2.** Datos censales de la población en las comunas del área de estudio.

**Tabla 3.** Universidades y carreras afines a la disciplina de la geología en la Región del Biobío. (Elaboración propia, con datos de <https://sitios.cl/directorio/universidades.htm>).

**Tabla 4.** Objetivos Generales y específicos de la investigación.

**Tabla 5.** Fórmulas para el cálculo del valor Q, según importancia del geosítio. fuente: Brilha (2005).

**Tabla 6.** Requisitos de los indicadores de los geosítios para ser considerados de valor Internacional según Brilha (2005).

**Tabla 7.** Cálculo de valor Q según, García y Carcavilla (2013).

**Tabla 8.** Definición de las técnicas e instrumentos utilizados para la tipología de evaluación de los diferentes.

**Tabla 9.** Preguntas y tipo de respuesta de los tres campos de investigación.

**Tabla 10.** Distribución del número de encuestas por comunidad según los criterios de representatividad aplicados.

**Tabla 11.** Contextos geológicos de la cuenca Carbonífera de Concepción-Arauco que representan parte de los contextos geológicos a nivel nacional.

**Tabla 12.** Comparación del Vi promedio y porcentajes para de cada indicador.

**Tabla 13.** Tabla comparativa entre las dos metodologías, referente a la cuantificación del Vi de los geosítios seleccionados.

**Tabla 14.** Comparación del Vu promedio y porcentajes para de cada indicador.

**Tabla 15.** Tabla comparativa entre las dos metodologías utilizadas, referente a la cuantificación del Vu de los geosítios seleccionados.

**Tabla 16.** Comparación del Vp promedio y porcentajes para de cada indicador.

**Tabla 17.** Tabla comparativa entre las dos metodologías, referente a la cuantificación del Vp de los geosítios seleccionados.

**Tabla 18.** Principales geosítios seleccionados de la cuenca carbonífera de Arauco, según requisito de internacionalidad de Brilha (2005).

**Tabla 19.** Porcentajes de respuestas en función de los conceptos geológicos aprendidos en los talleres 1 y 2.

**Tabla 20.** Resumen de los conceptos que surgieron en los doce talleres 3 (DAFO) realizados en las diferentes comunidades.

**Tabla 21.** Áreas prioritarias y planes de desarrollo para cada área.

**Tabla 22.** Identificación de los planes estratégicos a desarrollar en cada municipio por el proyecto de Geoparque Minero "Litoral del Biobío".

**Tabla 23.** Personas naturales y organizaciones sociales comprometidas en el desarrollo y protección del patrimonio geológico del territorio.

**Tabla 24.** Propuesta de contextos geológicos chilenos. (Fuente: modificada de Schilling et al. 2015).

**Tabla 25.** Ranking comparativo de geositios atendiendo por cada uno de los valores según la metodología del IGME (García y Carcavilla, 2013).

**Tabla 26.** Listado de sitios de interés geológico de la Región del Biobío, validados por la SGCh. (Elaboración propia de la fuente del Grupo de Especialistas en Geopatrimonio de la SGCh).

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

**Fotografía 1.** Izquierda: Metapelitas con diques de cuarzo de segregación, geosítio Cala Burca (Tomé). Derecha: Playa de Chivilingo, afloramiento de esquistos metamórficos en el geosítio Chivilingo Sur (Lota).

**Fotografía 2.** Bloque de granodiorita perteneciente al plutón Nahuelbuta situado en el geosítio Piedra del Águila en el Parque Nacional Nahuelbuta (Cañete).

**Fotografía 3.** Afloramiento de la parte superior de la formación Quiriquina en su localidad tipo de isla Quiriquina en la playa de Bahía las Tablas (Talcahuano).

**Fotografía 4.** Izquierda: Contacto del techo y la base del manto de carbón nº4 en la mina Chiflón del Diablo (Lota). Corresponde al miembro Lota de la formación Curanilahue en la mina Chiflón del Diablo de Lota. Centro: Niveles de lutitas marinas grises en la base y areniscas en el techo de la formación Millongue en Punta Morhuilla (Lebu). Derecha: Niveles de areniscas grises oscuras en la base y areniscas claras en el techo correspondientes a la formación Millongue en la playa de Yani (Arauco).

**Fotografía 5.** Inauguración de los piques nuevos en marzo de 1947 en Lota. Fuente: Archivo histórico proporcionado por la Corporación Baldomero Lillo.

**Fotografía 6.** a) Piedra del Águila (Cañete); b) Caleta Cochólgüe (Tomé); c) Isla Quiriquina (Talcahuano); d) Mina Chiflón del Diablo (Lota); e) Desembocadura del Biobío (Hualpén); f) Cala Purema (Tomé); g) Caleta Burca (Tomé); h) Pudá (Tomé); i) Sendero la Cata (Penco); j) Colcura norte (Lota); k) Chivilingo sur (Lota); l) Rio Cruces (Arauco); m) Piedras Lisas (Curanilahue); n) Miradores de Nahuelbuta (Curanilahue-Los Álamos); o) Dunas de Yani (Arauco); p) Punta Millongue (Lebu); q) Cavernas de Benavides (Lebu); r) Punta Morhuilla (Lebu); s) Dunas de Pangue (Los Álamos-Cañete); t) Trongol bajo (Los Álamos); u) Isla Santa María (Coronel); v) Caleta Quiapo (Arauco).

**Fotografía 7.** Asistentes al Taller Nº1 sobre conceptos geológicos básicos en la comuna de Los Álamos.

**Fotografía 8.** Actividad del Taller nº2 referente a la experiencia de campo en el sitio de interés geológico del sendero La Cata en la comuna de Penco.

**Fotografía 9.** Actividad del Taller Nº3, referente a los grupos focales y a la cartera de proyectos a ejecutar en la comuna de Curanilahue.

## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>APGN</b>	<i>Asia Pacific Geoparks Network</i> ; RGAP – Red de Geoparques Asia y Pacífico
<b>BPER</b>	Bienes Públicos Estratégicos Regionales
<b>CGCh</b>	Congreso Geológico Chileno
<b>CICATUR</b>	Centro Interamericano de Capacitación Turística
<b>CMF</b>	Comisión del Mercado Financiero
<b>CMN</b>	Consejo de Monumentos Nacionales
<b>CONAF</b>	Corporación Nacional Forestal
<b>CORFO</b>	Corporación de Fomento
<b>CRUBC</b>	Comité Regional de Uso del Borde Costero
<b>CRUCH</b>	Consejo de Rectores de las Universidades de Chile
<b>DAFO</b>	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
<b>EGN</b>	<i>European Geoparks Network</i> ; REG – Red Europea de Geoparques
<b>ENACAR</b>	Empresa Nacional del Carbón
<b>ENUSC</b>	Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana
<b>ERD</b>	Estrategia Regional de Desarrollo
<b>FIC</b>	Fondos de Innovación para la Competitividad
<b>FNDR</b>	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
<b>GeoLAC</b>	Red de Geoparques Mundiales de UNESCO de Latinoamérica y el Caribe
<b>GGN</b>	<i>Global Geoparks Network</i> ; RGG – Red Global de Geoparques
<b>GLB</b>	Geoparque Minero Litoral del Biobío
<b>GORE</b>	Gobierno Regional
<b>IAP</b>	Investigación, Acción Participativa
<b>ICCROM</b>	<i>International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property</i> ; CIECRBC - Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales.
<b>ICOMOS</b>	<i>International Council on Monuments and Sites</i> ; CIMS - Consejo Internacional de Monumentos y Sitios
<b>IGME</b>	Instituto Geológico y Minero de España

<b>IELIG</b>	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico
<b>IMA</b>	<i>International Mineralogic Asociatition</i> ; AMI - Asociación Mineralógica Internacional
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>IGGP</b>	<i>International Geoscience and Geoparks Program</i> ; PIGG - Programa Internacional de Geociencias y Geoparques
<b>IUCN</b>	<i>International Union for Conservation of Nature</i> ; UICN – Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza
<b>JNCC</b>	<i>Comité Mixte de Conservation de la Nature</i> ; CMCN – Comité Mixto de Conservación de la Naturaleza
<b>LIG</b>	Lugar de Interés Geológico
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OIT</b>	Organización Internacional del Trabajo
<b>OMT</b>	Organización Mundial del Turismo
<b>PLADECO</b>	Plan de Desarrollo Comunal
<b>PN</b>	Parque Nacional
<b>PYMES</b>	Pequeñas y Medianas Empresas
<b>RM</b>	Región Metropolitana
<b>RSNC</b>	<i>Royal Society for Nature Conservation</i> ; RSCN - Real Sociedad para la Conservación de la Naturaleza
<b>SUBDERE</b>	Subsecretaría de Desarrollo Regional
<b>SERNAGEOMIN</b>	Servicio Nacional de Geología y Minería
<b>SERNATUR</b>	Servicio Nacional de Turismo
<b>SGCh</b>	Sociedad Geológica de Chile
<b>SN</b>	Santuario de la Naturaleza
<b>UCSC</b>	Universidad Católica de la Santísima Concepción
<b>UdeC</b>	Universidad de Concepción
<b>UGGp</b>	<i>UNESCO Global Geopark</i> ; GMU - Geoparque Mundial de la UNESCO
<b>UNAB</b>	Universidad Andrés Bello
<b>UNESCO</b>	<i>United Nations for Education, Science and Culture Organization</i> ; Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura

## RESUMEN

El movimiento en defensa de la protección del patrimonio geológico y la promoción del geoturismo en los territorios ha cobrado mucha relevancia a través de la Red Global de Geoparques (RGG; en inglés *Global Geoparks Network – GGN*), así como por el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques (PIGG; en inglés *International Geoscience and Geoparks Programme, IGGP*), establecido por UNESCO el 2015. A seis años de este hito, 169 territorios en 44 países (mayoritariamente en Europa y China) han sido certificados bajo esta nueva designación, apostando por una estrategia de desarrollo y sostenibilidad en base a la geodiversidad y el patrimonio geológico, junto con otros elementos del patrimonio natural y cultural, que se alberga al interior de sus territorios. Para el caso de Latinoamérica el desarrollo es aún incipiente, en parte debido al desconocimiento generalizado de los valores que se promueven en estas iniciativas internacionales.

Dentro de la propuesta de Geoparque Minero Litoral de Biobío (Chile) que aquí se estudia, la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco se explotó desde mediados del siglo XIX hasta 1997. El cierre de esta actividad conllevó un empobrecimiento de su población hasta la fecha, pero la comunidad posee una cultura y patrimonio minero que ha marcado su identidad. Esta, junto con los valores geológicos del territorio, son objeto de tres líneas de investigación:

(1) Valorización del patrimonio geológico en base a criterios estándares para realizar un inventario de sitios de interés geológico y minero. En este inventario se han seleccionado 22 geositos que representan el 40% de la geodiversidad nacional, a partir de una preselección de 69 potenciales sitios de interés.

(2) Prospección demoscópica de territorio (de las pocas a escala global hasta la fecha) para cuantificar su percepción social acerca del Patrimonio Geológico, necesidades, y prioridades territoriales, así como el Geoturismo. Esta demoscopia considera un amplio espectro de la población, incluyendo aquella de carácter indígena, y se realiza en base a 402 cuestionarios con 14 preguntas/valoraciones. El estudio indica que el 90% de la comunidad es desconocedora de conceptos geológicos generales del territorio. Sin embargo, el 95% conoce dos o más sitios de interés turístico, de los cuales el 21% son reconocidos como parte del patrimonio geológico. Este desconocimiento hace que el geoturismo no sea una

prioridad, aunque sí lo es el turismo de naturaleza. Se observa una actitud positiva frente al geoturismo, y se considera necesario a muy necesario, igual que el turismo vinculado al medio biótico (alrededor del 70%).

(3) Ensayo de estrategia ascendente (*bottom-up*) del uso del patrimonio geológico por las comunidades locales. La cuantificación de actividades de formación muestra que el turismo, el patrimonio, la educación y la cooperación han surgido como las principales áreas de desarrollo territorial a potenciar. El 75% de los asistentes ha aprendido acerca de conceptos geológicos y tiene una actitud extraordinariamente receptiva ante el descubrimiento y autogestión del medio geológico.

La conclusión general es que, aunque la comunidad desconozca la geología de su territorio, esta genera interés y llega a valorarse. La cultura minera, la participación comunitaria, así como la comprensión y valoración de la geología, empoderan a los actores locales que reconocen el geoturismo como herramienta de desarrollo sustentable y de gestión del territorio. Las cuantificaciones patrimoniales, demoscópicas y formativas sobre geología y minería son una potente herramienta para la articulación del geoturismo.

## **RESUM**

El moviment de defensa de la protecció del patrimoni geològic i la promoció del geoturisme en els territoris ha agafat molta rellevància a través de la Xarxa Global de Geoparcs (RGG; en anglès Global Geoparks Network – GGN), així com pel Programa Internacional dels Geoparcs Mundials de la UNESCO (GMU; en anglès UNESCO Global Geoparks, UGGp), impulsat per aquest mateix organisme a partir del 2015. 20 anys després, 169 territoris en 44 països (majoritàriament a Europa i la Xina) s'han certificat sota aquesta nova designació, apostant per una estratègia de desenvolupament i sostenibilitat sobre la base de la geologia que es troba a l'interior dels seus territoris. Pel cas de Llatinoamèrica el desenvolupament és encara incipient, en part a causa del desconeixement generalitzat dels valors que es volen promoure.

Dins de la proposta de Geoparc Miner “Litoral de Biobío” (Chile) que aquí s'estudia, la conca carbonífera de Concepción-Arauco es va explotar des de mitjans del segle XIX fins a 1997. El tancament d'aquesta activitat va comportar un empobriment de la seva població fins avui, però la comunitat posseeix una cultura i patrimoni miner que ha marcat la seva identitat. Aquesta, juntament amb els valors geològics del territori, són objecte de tres línies de recerca:

(1) Valorització del patrimoni sobre la base de criteris estàndard per a realitzar un inventari de llocs d'interès geològic i miner. L'inventari ha seleccionat 22 llocs, que suposen del 40% de la geodiversitat nacional. Aquests llocs d'interès geològic son seleccionats d'una llista de 69 inventariats.

(2) Prospecció demoscòpica territorial (de les poques a escala global fins avui) per a quantificar la seva percepció social en l'àmbit del patrimoni Geològic, necessitats i prioritats territorials, així com el Geoturisme. Aquesta demoscòpia inclou el col·lectiu de població indígena, així com la resta de sectors poblacionals. Aquest estudi es base en 402 qüestionaris de 14 preguntes/valoracions. L'estudi indica que el 90% de la comunitat és desconixedora dels conceptes geològics del territori, però el 95% coneix dos o més llocs d'interès turístic, dels quals el 21% són patrimoni geològic. Aquest desconeixement fa que el geoturisme no sigui una prioritat, encara que si ho és el turisme d'espais naturals. S'observa una actitud positiva enfront del geoturisme, i es considerat com a necessari i molt necessari, igual que el turisme vinculat al mitjà biòtic (al voltant del 70%).

(3) Assaig d'estratègia ascendent (*bottom-up*) d'ús del patrimoni geològic per les comunitats locals. La quantificació d'activitats de formació mostra que el turisme, el patrimoni, l'educació i la cooperació han sorgit com les principals àrees de desenvolupament territorial a potenciar. El 75% dels assistents ha après sobre els conceptes geològics i té una actitud extraordinàriament receptiva davant el descobriment i autogestió del mitjà geològic.

La conclusió general és que, encara que la comunitat desconegui la Geologia del seu territori, aquesta genera interès i arriba a valorar-se. La cultura minera i la participació comunitària (comprensió i valoració de la geologia) empoderen als actors locals reconeixent el geoturisme com a eina de desenvolupament turístic i gestió del territori. Les quantificacions patrimonials, demoscòpiques i formatives sobre geologia i mineria són una potent eina per a l'articulació del geoturisme.

## **ABSTRACT**

*The movement in defence of the protection of geological heritage and the promotion of geotourism in the territories has gained much relevance through the Global Geoparks Network (GGN), as well as the UNESCO Global Geoparks International Programme (GMU; UNESCO Global Geoparks, UGGp), promoted by the same organisation since 2015. Currently, six years later, 169 territories in 44 countries (mostly in Europe and China) have been certified under this new designation, committing to a strategy of development and sustainability based on the geology found within their territories. In the case of Latin America, development is still incipient, partly due to the general lack of knowledge of the values that are to be promoted.*

*Within the proposed Biobío Coastal Mining Geopark (Chile) studied here, the Concepción-Arauco coal basin was exploited from the middle of the 19th century until 1997. The closure of this activity led to the impoverishment of its population, which continues to date, but the community has a mining culture and heritage that has marked its identity. This, together with the geological values of the territory, are the subject of three lines of research:*

*(1) Valorisation of the heritage based on standard criteria to develop an inventory of geosites of geological and mining interest. The inventory has selected 22 geosites, representing 40% of the national geodiversity. These geosites are based on a pre-selection of 69 sites.*

*(2) Wide-ranging demoscopic survey (one of the few on a global scale to date) to quantify their social perception about Geological Heritage, needs, and territorial priorities, as well as Geotourism. This survey includes the indigenous population, as well as other sectors of the population. Based on 402 surveys with 14 questions/assessments, the study indicates that 90% of the community is unaware of the geological concepts of the territory, but 95% know two or more sites of tourist interest, of which 21% are geological heritage sites. This lack of knowledge means that geotourism is not a priority, although tourism of natural areas is. There is a positive attitude towards geotourism, and it is considered necessary/very necessary, as is tourism linked to the biotic environment (around 70%).*

*(3) Testing of a bottom-up strategy for the use of geological heritage by local communities. The quantification of training activities shows that tourism, heritage, education and cooperation have emerged as the main areas of territorial development to be enhanced.*

*Seventy five percent of the attendees have learned about geological concepts and have a remarkably receptive attitude towards the discovery and self-management of the geological environment.*

*The general conclusion is that, although the community is unaware of the geology of its territory, it generates interest and comes to be valued. The mining culture and community participation (understanding and appreciation of geology) empower local stakeholders to recognise geotourism as a tool for tourism development and territorial management. Heritage, demoscopic and educational quantifications on geology and mining are a powerful tool for the articulation of geotourism.*

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN**

En abril de 2014 y a través de la dirección de vinculación con el medio de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC de ahora en adelante), el autor de esta investigación tuvo la oportunidad de participar en un proyecto con la Corporación Baldomero Lillo en la comuna de Lota en la Región del Biobío. El objetivo del proyecto consistía en dotar de conocimiento geológico a guías locales que trabajan en el circuito turístico de la Mina Chiflón del Diablo, mucho de los cuales trabajaron anteriormente como mineros, y capacitarlos para desarrollar el guiado turístico usando conceptos geológicos básicos. El hecho de conocer la geología, la historia minera inmersa del borde costero, así como la actual situación socioeconómica del territorio motivó la realización de este estudio que busca conocer cómo la geología, en conjunto con el patrimonio natural y cultural de la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Mordojovich, 1974; González, 1990) o Arauco-Concepción (Castro y Alfaro, 2011; Alfaro *et al.*, 2012), puede ser un motor de desarrollo para su comunidad.

En Chile se conocen tres cuencas carboníferas (Figura 1) donde se ha explotado el carbón como recurso natural (Hackley *et al.*, 2006). De sur a norte son: la cuenca de Magallanes ubicada entre los 51°-54° S; la cuenca carbonífera Valdivia-Osorno ubicada entre los 39° S y los 42° S; y la cuenca carbonífera de Arauco-Concepción, también conocida como la cuenca de Arauco, que se ubica entre los 36° S y 38° S (Castro y Alfaro, 2011). En esta última es donde se ha desarrollado el presente trabajo de investigación.

### **1.1. Los Geoparques Mundiales de la UNESCO**

Hace ya más de tres décadas que comenzó a gestarse el concepto de “Geoparque”, territorios en los cuales el patrimonio geológico, integrado a otros elementos del patrimonio natural y cultural, se utilizan para contribuir al desarrollo sustentable de sus comunidades (Silva, 2021).

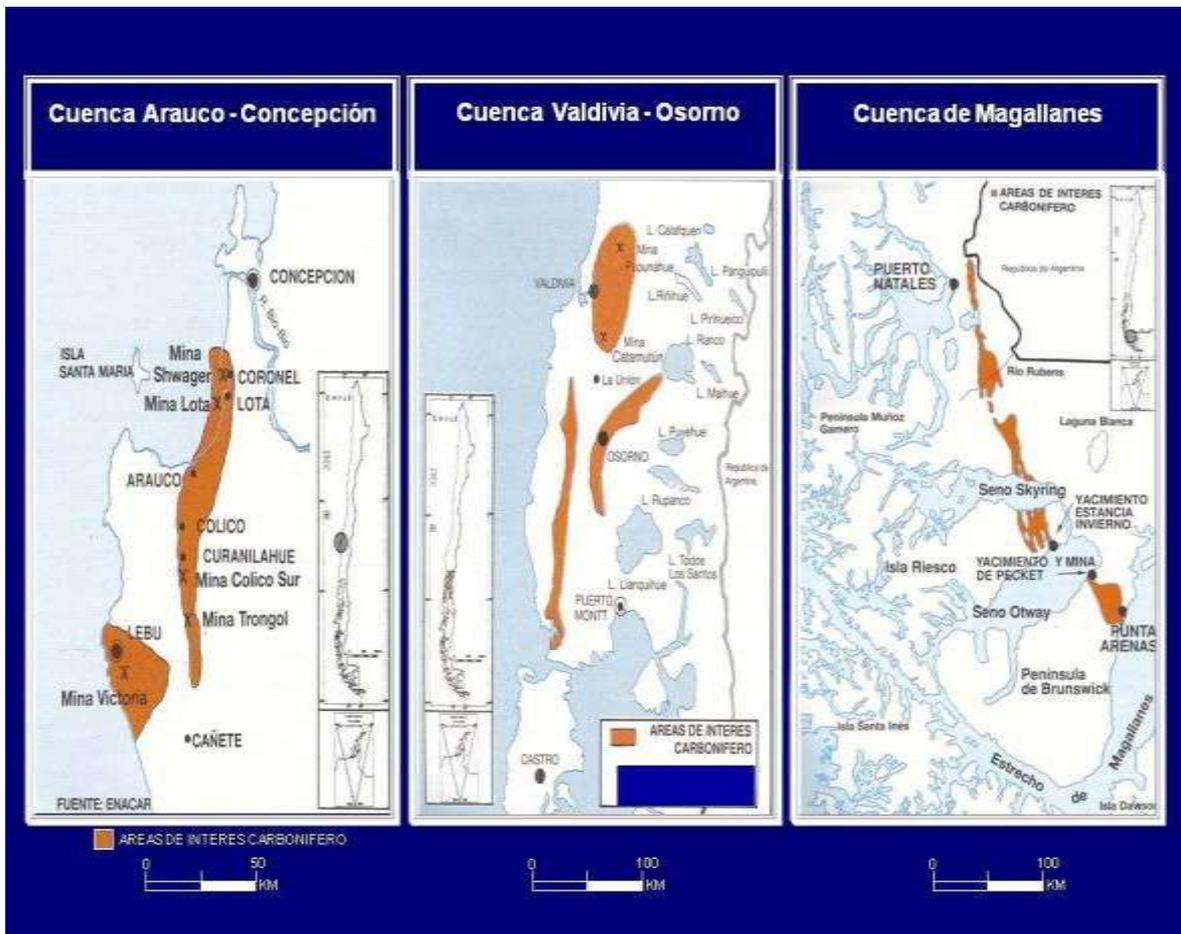


Figura 1. Cuenas carboníferas de Chile. Fuente: modificado de Castro y Alfaro (2011)

Los geoparques se conciben como herramientas poderosas para el desarrollo sostenible y gestión del territorio con un enfoque holístico, donde no solo el patrimonio geológico cobra protagonismo a través del geoturismo, sino que este es puesto a la altura de todo el patrimonio cultural y biótico en forma global (Carreras y Druguet, 2000; Missotten y Patzak, 2006; Eckhardt, 2010, 2012; Martini y Frey, 2010; Mc Keever y Zouros, 2010; Patzak, 2010, 2015; Mc Keever, 2010, 2013; Silva, 2021). En este escenario, y a través de la reflexión sobre poder conocer y entender los diferentes eventos que han ido modelando nuestro planeta a lo largo del tiempo, es como diversos investigadores en todo el mundo han concebido el concepto de “Geoparque” como una herramienta de concienciación social y desarrollo sostenible para territorios que poseen un patrimonio geológico de relevancia internacional.

La concienciación y protección del patrimonio natural se impulsa en 1970 a través de la aprobación del Programa El Hombre y la Biosfera (HB; en inglés MAB, “Man and

*Biosphere*”). Luego, en 1972 se crea la Convención de Patrimonio Mundial (CPM; en inglés WHC, “*World Heritage Convention*”) y el Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG; en inglés IGCP, “*International Geological Correlation Program*”) (UNESCO, 1972; Silva, 2021). Desde ese entonces, el programa que acredita las Reservas de la Biosfera ha estado más orientado a la conservación de la biodiversidad que de la geodiversidad.

El nacimiento del concepto “Geoparque” se remonta a 1985 con la creación de la Academia China de Ciencias Geológicas, así como a la celebración de la Conferencia sobre Reservas de Patrimonio Natural de Base Geológica, donde se propuso la creación del Geoparque Nacional de Wulingyuan en China (Silva, 2021). De forma paralela, en Europa en 1988 se crea el primer grupo de trabajo para la “Conservación de las Ciencias de la Tierra”, que acabaría siendo conocido con el acrónimo de ProGEO (Wimbledon y Smith-Meyer, 2012; Larwood *et al.*, 2013; González-Tejada *et al.*, 2017; Du y Girault, 2018; Silva 2021; Tejada y Girault, 2021). El concepto de “Geoparque” en Europa estaba ligado al Distrito de Gerolstein en Alemania, y la creación del Geoparque del Distrito de Gerolstein, que en 1989 acabaría siendo el Geoparque de Vulkaneifel. Los tres objetivos perseguidos por esta iniciativa eran: a) la conservación del patrimonio geológico, b) atraer visitantes y c) el desarrollo económico de la comunidad local (Bitschene y Schüller, 2011; Bitschene, 2015; Brilha, 2018; Silva, 2021). En este escenario, aparece también el nuevo concepto de “Geoturismo” (Frey, 2001a, b; Frey *et al.*, 2001). En ese mismo año, aparece la Lista Indicativa de Sitios Geológicos Mundiales (LISGM; en inglés GILGES, “*Global Indicative List of Geological Sites*”) que acabaría desencadenando en el programa Geositios Globales (en inglés “*Global Geosites*”) como una iniciativa de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (Gray, 2004; Erikstad, 2008).

En la década de los 90, varios hitos importantes se llevaron a cabo en relación a la consolidación de la protección del patrimonio geológico. Uno de los primeros fue en 1991, la Declaración Internacional de los Derechos de la Memoria de la Tierra (Martini, 1994; Zouros y Martini, 2003; Gray, 2004; Erikstad, 2008; Zouros, 2010; Hose *et al.*, 2011; Brilha, 2012, 2018; Larwood *et al.*, 2013; Du y Girault, 2018; Silva 2021). Está se llevó a cabo durante el 1<sup>er</sup> Simposio Internacional sobre Protección del Patrimonio Geológico realizado en la ciudad de Digne, Francia. En 1993 se escribe la declaración de Malvern en el Reino Unido, durante la 2<sup>a</sup> Conferencia sobre Conservación Geológica y del Paisaje. Esta declaración supuso un gran avance en primer término por la repercusión internacional que tuvo y, en segundo término,

porque dejaba manifiesta la necesidad de la creación de una Organización Internacional para la Conservación de las Ciencias de la Tierra que asumiría las funciones como Grupo de Trabajo (González-Tejada *et al.*, 2017; Silva, 2021).

El año 2000 se crea la Red Europea de Geoparques gracias a la cooperación y asociación de cuatro territorios europeos de Grecia, Francia, España y Alemania (Frey, 2001b; Gray, 2004; Zouros, 2004; Mazumdar *et al.*, 2010; Mc Keever, 2010, 2013; Brilha, 2012, 2018; UNESCO, 2015; Fernández Álvarez, 2020; Rosado-González *et al.*, 2020b; Silva 2021). Posteriormente, en 2004 17 geoparques de Europa y 8 de China se unieron para crear la Red Mundial de Geoparques con apoyo de la UNESCO, con el fin de que las iniciativas nacionales pudieran contribuir y beneficiarse de la pertenencia a una red mundial de intercambio y cooperación (Zouros y Xun, 2006; Modico, 2009; UNESCO, 2014b; Zouros, 2016; Silva y Sá, 2017). El año 2007 se creó la segunda red regional, correspondiente a la Red de Geoparques de Asia-Pacífico.

Durante la 38ª Conferencia General de la UNESCO, los 195 Estados miembros ratificaron por unanimidad la creación de la nueva denominación Geoparque Mundial de la UNESCO(GMU), como parte del nuevo Programa Internacional de Geociencias y Geoparques. Entre los objetivos que persigue esta iniciativa internacional se encuentran la protección y conservación del patrimonio geológico de los territorios, el desarrollo de las comunidades locales basado en el geoturismo, y la promoción del patrimonio natural y cultural a través de la educación (UNESCO, 2014a, b, 2015a, b, 2017, 2018, 2019a, b, 2020; Schaaf y Rodríguez, 2016; Henriques y Brilha, 2017; Mc Keever, 2018; Zouros, 2018, 2019; Catana y Brilha, 2020; EGN, 2020; Silva, 2021). Este es justamente el contexto en el que se realiza esta investigación aplicada a la zona costera de la Región del Biobío, donde se encuentran importantes registros de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco.

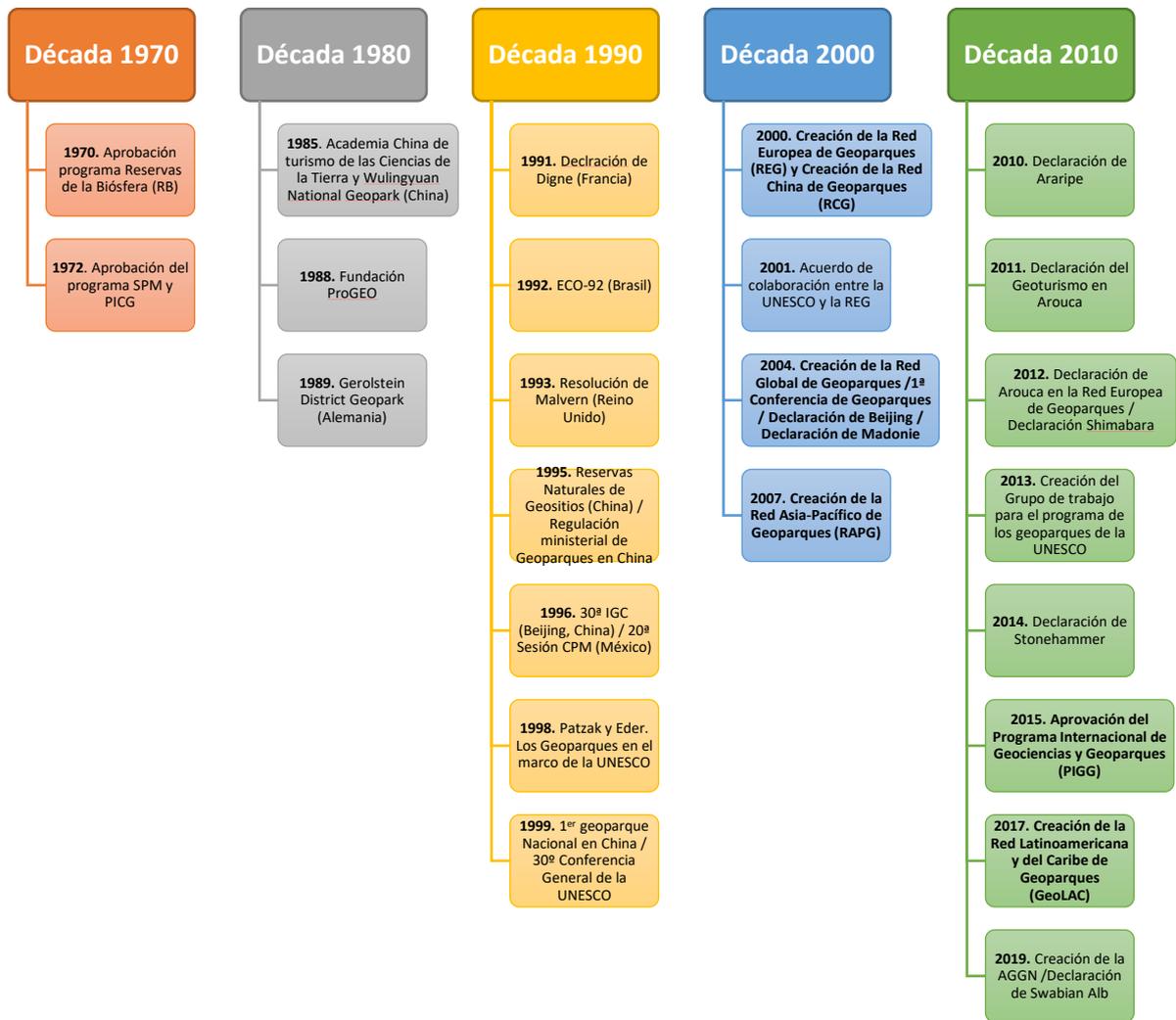


Figura 2. Los principales hitos que condujeron a la creación y consolidación de la nueva designación de la UNESCO - los UGGps. Fuente: modificado de Silva (2021).

Algo que llama la atención es por qué este reconocimiento al patrimonio geológico surge con tanta posterioridad la Convención de Patrimonio Mundial (UNESCO, 1972), que fue un verdadero primer paso para proteger y conservar los sitios naturales y culturales de Valor Universal Excepcional (VUE) (Carreras y Druguet, 2000; Dingwall, 2000; Wimbledon *et al.*, 2000; Patzak, 2003; Dingwall *et al.*, 2005; Badman y Mc Keever, 2006; UNESCO, 2015b, 2019a; Schaaf y Clamote, 2016; Silva, 2021). Este hecho se debe principalmente a los criterios de evaluación establecidos por esta convención, en donde los criterios culturales y de sitios arquitectónicos (seis) prevalecen por los del medio natural (4), y estos últimos están más enfocados a los medios o hábitats bióticos que los abióticos (UNESCO, ICCROM, ICOMOS y UICN, 2011, 2012; Schaaf y Clamote, 2016; UNESCO, 2019a; Silva, 2021). Por otra parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha estado tradicionalmente más preocupada de la biodiversidad que de la geodiversidad (Silva, 2021). Otra importante razón

es que los Sitios de Patrimonio Mundial requieren de la protección de toda el área, mientras que en los GMU solo exige la protección de los geositios (Silva, 2021).

Actualmente, la RGG comprende 169 GMU en 44 países (Anexo 1) concentrados en su mayoría en Europa y Asia (Figura 3a). Desde su creación, y por más de dos décadas, la RGG ha experimentado un crecimiento en la adhesión de miembros (Figura 3b). En América Latina, hay siete países con territorios reconocidos como GMU i) Brasil, representado por el GMU Araripe desde 2006; ii) Uruguay, con el GMU Grutas del Palacio integrado en la red en 2013; iii) México, representado por Mixteca Alta y Comarca Minera, ambos reconocidos como GMU en 2017; iv) Chile, representado por el GMU Kütralkura; v) Perú, con el GMU Colca y Volcanes de Andagua; vi) Ecuador, con el GMU Imbabura, siendo estos tres últimos reconocidos el año 2019; y vii) Nicaragua, con el GMU Río Coco reconocido el año 2020 (UNESCO, 2020). Estos territorios constituyen actualmente la Red de Geoparques de Latinoamérica y el Caribe (GeoLAC), una de las últimas redes regionales creada en 2017, en el marco del IV Simposio Latinoamericano y del Caribe sobre Geoparques.

En el contexto nacional chileno destaca la designación en 2019 del GMU Kütralkura. Adicionalmente, hay cinco territorios en fase de proyecto: Cajón del Maipo en la Región Metropolitana; Puchuncaví y Valle de Petorca en la Región de Valparaíso; Pillán Mapu en la Región del Maule; y Litoral del Biobío en la Región del Biobío, siendo este último el territorio de nuestra investigación.

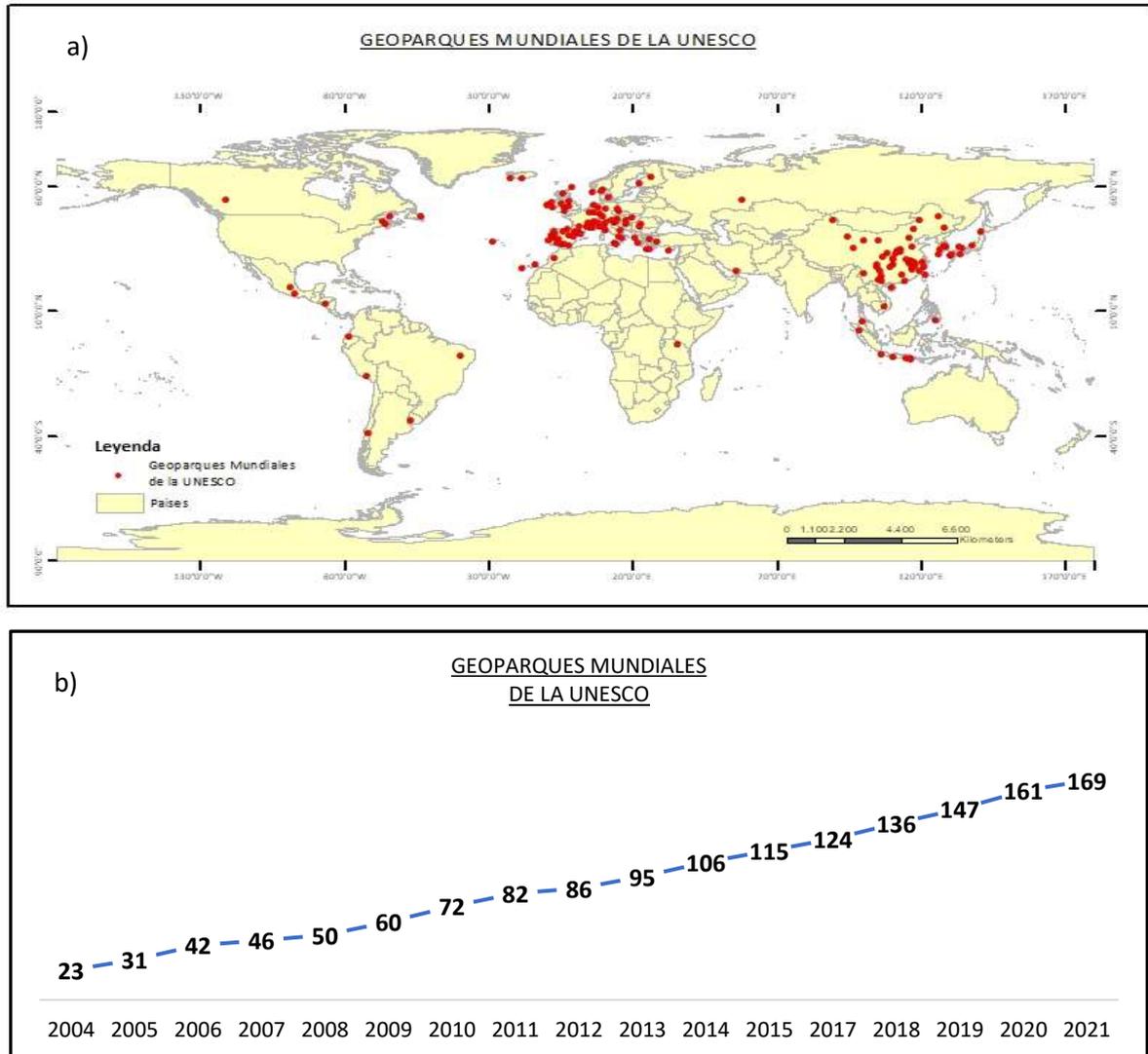


Figura 3. a) Mapa mundial de la situación de los GMU en 2021 (elaboración propia a partir de información de la RGG); b) Tendencia de crecimiento de los Geoparques Mundiales de la UNESCO (elaboración propia a partir de información de la RGG, UNESCO y páginas web de geoparques).

## 1.2. Contextos geológicos en Chile

El patrimonio geológico de Chile ha sido objeto de diversos estudios e iniciativas desarrolladas en el territorio nacional, principalmente a través de universidades que imparten carreras afines a las Ciencias de la Tierra, la Sociedad Geológica de Chile, y el Servicio Nacional de Geología y Minería, entre otros (Benado *et al.*, 2018). Consecuentemente, se ha generado mucha información en relación con la geodiversidad, el geoturismo, la geoeducación y el patrimonio geológico. Ejemplo de ello, es el último Congreso Geológico Chileno celebrado el año 2018 en Concepción, donde la sesión GEOS-3

de “Geodiversidad, patrimonio geológico y Geoconservación”, en el eje de Geociencias para la Sociedad, fue la sesión que más trabajos recibió (51), después de tectónica (54).

Estos trabajos realizados en los últimos años, aportan antecedentes importantes para la realización de un inventario del patrimonio geológico a nivel nacional. En trabajos de gran escala, como para un país o región, se recomienda definir los contextos geológicos principales del área a inventariar (García-Cortés, 2008; Osterloo *et al.*, 2010; Gibert y Casanovas-Vilar, 2011; Brilha, 2016; Duarte *et al.*, 2019; Galindo *et al.*, 2019; Favier Dubois *et al.*, 2020). En la actualidad, la Sociedad Geológica de Chile (SGCh) y el SERNAGEOMIN son las principales instituciones nacionales que realizan esfuerzos para avanzar en la definición formal de los diferentes contextos geológicos del país. La propuesta preliminar presentada en el marco del XIV Congreso Geológico Chileno en la ciudad de la Serena por Schilling, *et al.* (2015), modificada de Mourgues, *et al.* (2016), considera 22 contextos geológicos (Tabla 1). Estos contextos geológicos se subdividen en base a los principales eventos geológicos ocurridos en el territorio nacional a lo largo de su evolución, así como elementos geográficos destacados.

Tabla 1. Contextos geológicos propuestos en el XIV Congreso Geológico Chileno. (fuente: Mourgues *et al.* 2016)

<b>Nº</b>	<b>Código</b>	<b>Contexto Geológico</b>
1	MgPz	Magmatismo paleozoico
2	MgMz	Magmatismo mesozoico
3	MgVCz	Magmatismo y volcanismo Mesozoico
4	AcMz	Arco Volcánico del Mesozoico
5	VNgS	Volcanismo Neógeno sup – Cuaternario y campos geotermales
6	IO	Islas y piso Oceánico
7	TCA	Terrenos exóticos y complejos de acreción
8	SSPz	Serie sedimentarias del Paleozoico
9	SCMz	Serie continentales mesozoicas y sus fósiles
10	SMTrJ	Cuencas marinas del Triásico, Jurásico y Cretácico basal
11	SMKi	Cuencas marinas del Cretácico Inferior
12	KsMC	El Cretácico Superior marino de Magallanes y Chile Central
13	SCCz	Serie continentales cenozoicas y sus fósiles
14	SMCz	Serie marinas cenozoicas y sus fósiles
15	AFNgQ	Ambientes fluvioaluviales del Neógeno-Cuaternario
16	BC	Borde costero
17	DA	Desierto de Atacama
18	PGGI	Procesos, geoformas y depósitos glaciales del centro y sur
19	ACQ	Ambientes continentales del Cuaternario, la megafauna y los primeros habitantes de América

20	CHA	<i>Campos de hielo e inlandsis antártico</i>
21	TEC	<i>Mega estructuras, tectónica andina y neotectónica</i>
22	As	<i>Geoformas por impactos y materiales del sistema solar incorporados a la Tierra</i>

Durante el Congreso Geológico Chileno del 2018, se discutió la incorporación de nuevos contextos geológicos, puesto que se reconocen algunos elementos y procesos geológicos relevantes que no se pueden clasificar en los contextos propuestos. Es el caso de sitios o depósitos asociados a desastres naturales, elementos hidrogeológicos, o procesos geológicos actuales. De este modo, Quezada *et al.* (2018), en el marco del estudio de los contextos geológicos de la Región de Aysen, incorporan algunos contextos nuevos, como son los procesos holocénicos y las dinámicas hídricas del Cuaternario, cosa que amplía el espectro de contextos geológicos nacionales.

### **1.3. La cuenca carbonífera de Concepción-Arauco**

La cuenca carbonífera de Concepción-Arauco se emplaza en el centro geográfico de Chile, más concretamente en el borde costero de la Región del Biobío entre las coordenadas 36°30' y 38°00' de latitud sur y los 73° y 74° de longitud oeste. Desde un punto de vista político, el límite norte de la cuenca se ubica entre la frontera de la Región de Ñuble y la Región del Biobío, mientras el límite sur quedaría situado en entre las fronteras de las comunas de Los Álamos y Cañete aproximadamente (ver figura 4).

#### **1.3.1. Geología**

Geológicamente la Cuenca de Arauco se encuentra situada en el antearco en el dominio de la plataforma continental y está limitada al oeste por la fosa chilena, al este por la Cordillera de la Costa denominada localmente Cordillera de Nahuelbuta, al sur por la Cuenca de Valdivia y al norte por la Cuenca de Itata (González, 1990; Molina, 2017).

Las rocas más antiguas datan de aproximadamente 320 Ma (Carbonífero). Éstas afloran mayoritariamente entre el borde costero y a los pies de la cordillera Nahuelbuta. Las rocas conforman la unidad denominada Basamento Metamórfico la cual está constituida por dos

cinturones metamórficos, el cinturón oriental y el cinturón occidental (Hervé *et al.*, 2007). El primero está compuesto por metagrauvascas, filitas, cornubianitas y gneis, originados a partir

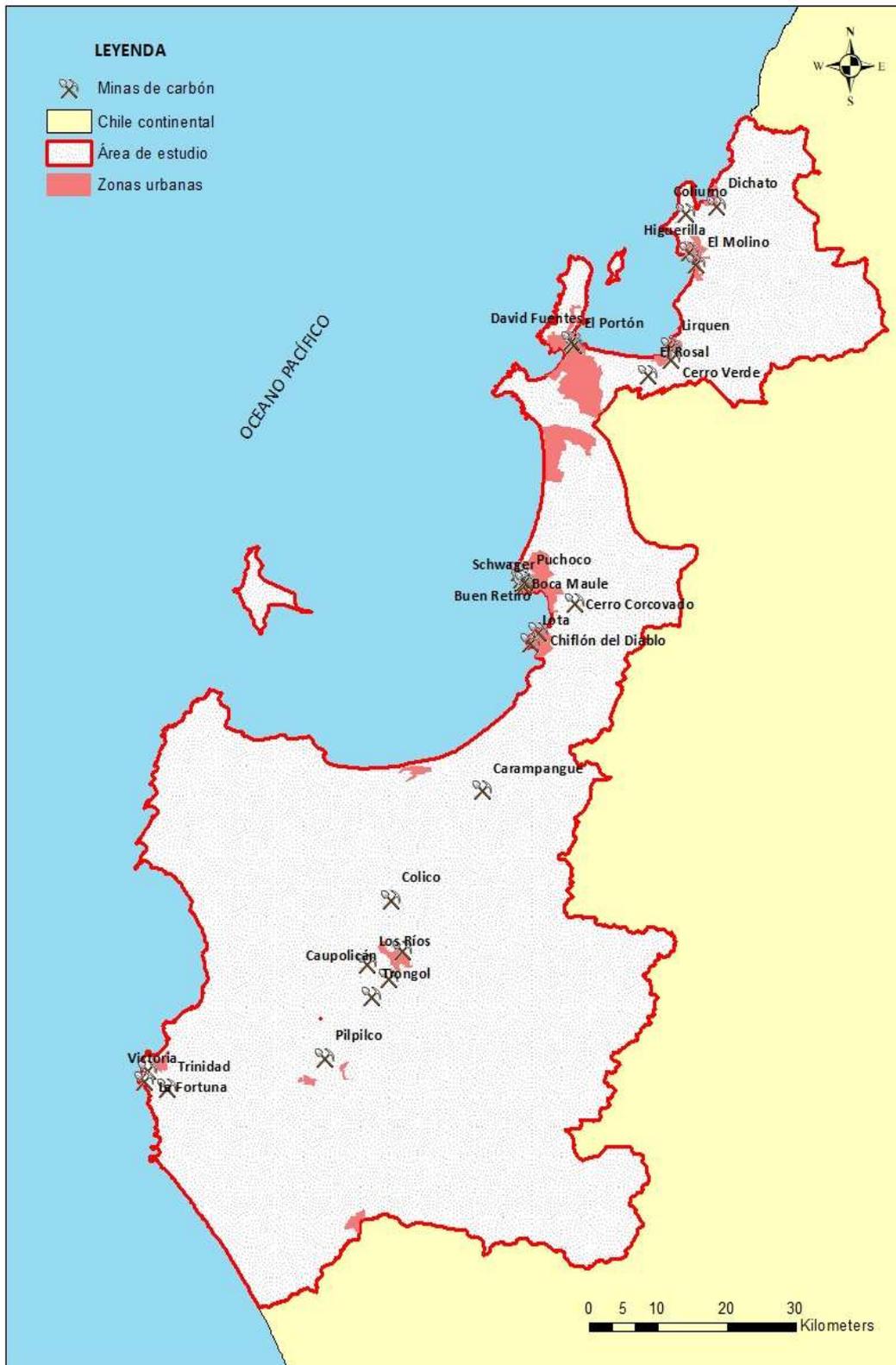


Figura 4. Mapa de yacimientos carboníferos de la cuenca de Concepción-Arauco. (fuente: elaboración propia mediante ArcGis, modificado de Santa Cruz, 2018).

de sedimentos turbidíticos provenientes del continente y que presenta un metamorfismo de contacto asociado a la intrusión del Batolito Costero del Sur. Este metamorfismo es regionalmente reconocido por asociaciones mineralógicas que conforman las zonas de biotita, andalucita y sillimanita (Hervé *et al.*, 2007). El segundo cinturón (occidental) está formado por metarenitas y metapelitas (fotografía 1a, 1b) de bajo grado de metamorfismo generado principalmente por altas presiones y bajas temperaturas (Aguirre *et al.*, 1972).



Fotografía 1. Izquierda, Metapelitas con diques de cuarzo de segregación en el geositio Cala Burca (Tomé). Derecha, Playa de Chivilingo y afloramiento de esquistos metamórficos en el geositio Chivilingo Sur (Lota).

El Batolito Costero del Sur o localmente Plutón Nahuelbuta se encuentra en contacto por intrusión con rocas del Basamento Metamórfico (fotografía 2). Petrologicamente está constituido por rocas de composición tonalítica con xenolitos de anfibolita y diques de cuarzo-feldespato lo cual otorga una gran importancia en el ámbito mineralógico y petrológico a la zona (Hervé *et al.*, 1988). Las edades reportadas para esta unidad son de 300-310 Ma (Hervé *et al.*, 1988; Lucassen *et al.*, 2004). Las rocas sedimentarias más antiguas, corresponden a unidades del Mesozoico, las cuales sobreyacen en inconformidad a las unidades anteriores (Basamento Metamórfico y Batolito Costero). En general, corresponden a secuencias siliciclásticas que en su totalidad llegan a constituir más de 2500 metros de espesor y que abarcan un registro sedimentario desde el Triásico al reciente, con algunos hiatos importantes (Anexo 2). El registro sedimentario más antiguo, corresponden a la Formación Santa Juana, la cual a diferencia de las unidades sedimentarias que le sobreyacen, esta se enmarca en la Cuenca triásica Biobío-Temuco, la cual presenta características geológicas más bien asociadas a cuencas de “pull-apart”, a diferencia de la Cuenca de Arauco, que corresponde a una clásica cuenca de antearco (Charrier *et al.*, 2007). Esta unidad fue definida en la localidad homónima en el curso inferior del Río Biobío (Ferraris, 1981). En

general, está constituida por cuatro asociaciones de facies que engloban conglomerados, areniscas arcósicas y areniscas, limos y lutitas (Nielsen, 2005). Esta unidad se caracteriza por su importante contenido paleobotánico, que sugiere ambientes de deposición continentales cercanos a la costa, similares a deltas y estuarios y que además indican una edad Noriano - Rhaetiano (Triásico Superior) (Nielsen, 2005; Leppe *et al.* 2006). Posteriormente, y luego de un prolongado hiato sedimentario que se inicia con el cierre de la Cuenca Biobío - Temuco, y que se prolonga todo el Jurásico y parte de Cretácico, se inicia la formación de la Cuenca de Arauco y se



*Fotografía 2. Bloque de granodiorita perteneciente al plutón Nahuelbuta situado en el geositio de Piedra del Águila” en el PN Nahuelbuta (Cañete).*

restaura la sedimentación a fines del Cretácico con la Formación Quiriquina (Fotografía 3). Esta unidad fue definida en la localidad tipo de la Isla Quiriquina en la comuna de Talcahuano, Región del Biobío por Biró (1982) y es mundialmente conocida por varios motivos. En primera instancia porque el techo de esta unidad coincide con el límite Cretácico-Terciario o límite K/Pg, conocido por ser el evento de extinción masiva de los dinosaurios. Además esta unidad es importante por presentar un amplio registro fosilífero de Cretácico Superior específicamente del Maastrichtiano superior, mediante la cual, diversos autores han propuesto la desaparición gradual de especies fósiles marinas, lo que contrasta con la postura más aceptada a nivel mundial, sobre una extinción repentina y masiva de la fauna (Stinnesbeck, 1986; Bandel y Stinnesbeck, 2000; Stinnesbeck *et al.*, 2003; Suárez y Cappetta, 2004; Gayó *et al.*, 2005; Salazar *et al.*, 2010). Recientemente, nuevas investigaciones sobre esta paleofauna, han reportado una nueva especie de reptil marino,

clasificado como una nueva especie de *holotipo*<sup>1</sup> denominado *Aristonectes quiriquinensis* (Otero *et al.*, 2014; Frey *et al.*, 2016).

Posteriormente, y luego de un corto periodo de hiatos sedimentario que formó el Limite K/Pg, comienza en la Cuenca de Arauco, una historia de deposición que en general esta marcada por una serie de transgresiones y regresiones marinas, que dan lugar a los diferentes mantos de carbón, los cuales generaron importantes yacimientos en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Pineda, 1983). Los principales afloramientos de estas unidades cenozoicas están concentrados en la Península de Arauco y si bien se han definido y estudiado más de siete formaciones sedimentarias diferentes (Anexo 2) la formación más característica y que posee la mayor cantidad de mantos de carbón es la Formación Curanilahue. Estas formaciones, están integradas en un orden jerárquico estratigráfico mayor correspondiente al Grupo Lebu (Wenzel, 1982).



Fotografía 3. Afloramiento de la parte superior de la formación Quiriquina en su localidad tipo ubicada en la isla Quiriquina, en la playa de Bahía las Tablas (Talcahuano).

---

<sup>1</sup> También denominado espécimen tipo, se trata de la muestra de un organismo que se usa para la descripción y designación de una nueva especie. Idealmente debería ser típico de su taxón, aunque en el caso de taxones fósiles frecuentemente el holotipo es una muestra parcial (Cela y Ayala, 2013).

La Formación Pilpilco consiste en un conjunto de materiales detríticos, que alcanzan hasta 180 m de espesor, compuestos por areniscas verdes y fósiles. Se le asigna una edad del Eoceno inferior (Pineda y Frutos, 1986).

La Formación Curanilahue, está subdividida en tres miembros, el Miembro Lota (Fotografía 4 izquierda) en la base, el Miembro Intercalación y el Miembro Colico en el techo (García, 1968). El principal miembro explotado desde un punto de vista carbonífero industrial es el Miembro Lota (Collao *et al.*, 1987; Hackley *et al.*, 2006) constituido por areniscas y arcillolitas con un espesor máximo de detectado de 136 m y que posee nueve mantos de carbón de diferentes espesores, aunque solo tres se han considerado importantes para su explotación dado su espesor (Pineda, 1983). Se le asigna una edad del Eoceno inferior.

La Formación Boca Lebu fue definida por Muñoz-Cristi (1956) y está formada por rocas sedimentarias marinas, areniscas y arcillolitas en la base, que gradan a areniscas verdes con fósiles de invertebrados marinos. Esta formación posee una potencia máxima 460 m y subyace concordantemente bajo la Formación Trihueco. Se le asigna una edad del Eoceno inferior.

La Formación Trihueco, definida por Muñoz-Cristi (1956) constituida por intercalaciones de areniscas de tonos grises medios a oscuros, con intercalaciones de lutitas pardas, que sobreyace concordantemente a las rocas marinas de la Formación Boca Lebu e infra yace, también concordantemente a rocas sedimentarias marinas de la Formación Millongue. La Formación Millongue posee un espesor de 320 m y está constituida por facies continentales a las que se les atribuye una edad Eoceno medio.

La Formación Millongue, definida por Muñoz-Cristi (1956), tiene su localidad tipo en Punta Millongue, ubicada en la costa al norte de la ciudad de Lebu (Fotografía 4 centro y derecha). Yace concordantemente sobre la Formación Trihueco y discordantemente bajo la Formación Ranquil. Litológicamente está constituida por potentes espesores de areniscas grises-verdes, con algunos niveles con abundante macro y microfauna. Se le asigna una edad del Eoceno Superior.

La Formación Ranquil, definida por García (1968), tiene su localidad tipo en Caleta Ranquil, ubicada a 11 km al norte de la ciudad de Lebu. Esta posee un espesor de 500 m y se

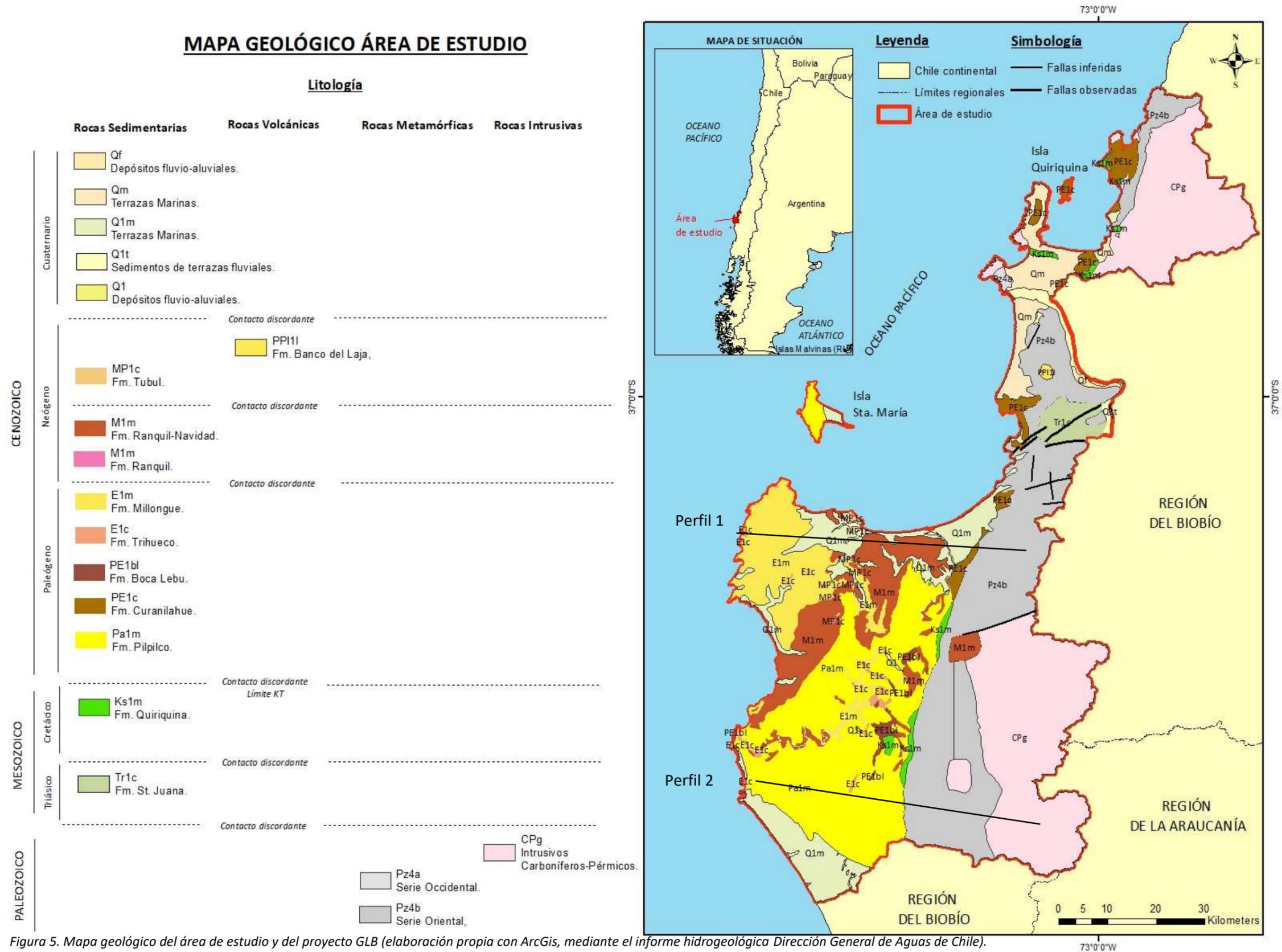
encuentra en discordancia sobre las rocas del Eoceno e infra yace del mismo modo a la Formación Tubul. Consiste en una secuencia transgresiva, marina, caracterizada por poseer conglomerados finos arenosos, de colores claros que se intercalan con areniscas finas a gruesas, verdes, lutitas y lutitas. Se expone principalmente en la parte occidental de la Provincia de Arauco, al oeste y norte de Lebu, al sur y norte de Los Álamos, con espesores de hasta 100 m.



*Fotografía 4. Izquierda, contacto del techo y la base del manto de carbón nº4 en la mina Chiflón del Diablo. Corresponde al miembro Lota de la formación Curanilahue en la mina Chiflón del Diablo (Lota). Centro, niveles de lutitas marinas grises en la base y areniscas en el techo de la formación Millongue en Punta Morhuilla (Lebu). Derecha, Niveles de areniscas grises oscuras en la base y areniscas claras en el techo, correspondientes a la formación Millongue ubicados en la playa de Yani (Arauco).*

Finalmente, Biró (1979) define la Formación Tubul en la costa occidental del Golfo de Arauco, en la cercanía de la desembocadura del Río Tubul. Es una secuencia marina transgresiva de lutitas y areniscas, que se encuentra discordante sobre los sedimentos de la Formación Ranquil y son cubiertos por los depósitos de areniscas y arcillolitas correspondientes a los Sedimentos Marinos y Aluviales. A esta formación se le asigna una edad del Plioceno. Todas estas formaciones geológicas quedan representadas en la Figura 5 del mapa geológico del área de estudio.

Los diferentes episodios tectónicos que han afectado a la zona de la cuenca han estructurado un sistema de bloques que afecta a los terrenos sedimentarios pre-miocénicos. Estos se observan cortados por dos sistemas principales de fallas normales con direcciones ENE-WSW y NNE-SSW (ver Figura 6), generando diferentes estructuras en “horsts”, “grabens” y “hemigrabens”, cuyos saltos verticales pueden alcanzar hasta 400 m (Moreno, 2004). En el sector oriental de la Península de Arauco, las capas tienen orientaciones prome-



dio de NNE/10° a 20° W de inclinación, mientras que en el sector occidental los rumbos son similares, pero los manteos son hacia el este (ver figura 6). En general los estratos pre-pliocénicos tienen una actitud monoclinal 10-15° al WNW aflorado las unidades más antiguas hacia el este (Moreno, 2004).

El límite oeste de la cuenca está controlado por una falla normal que pone en contacto las formaciones sedimentarias con el basamento metamórfico (Pineda y Frutos, 1986). El bloque alzado de Lebu, limitado por las fallas de Punta Morhuilla (N35°E) y de Caleta Vial (N15°W) conforma el límite sur de la cuenca de Concepción-Arauco (Vieytes *et al.*, 1993).

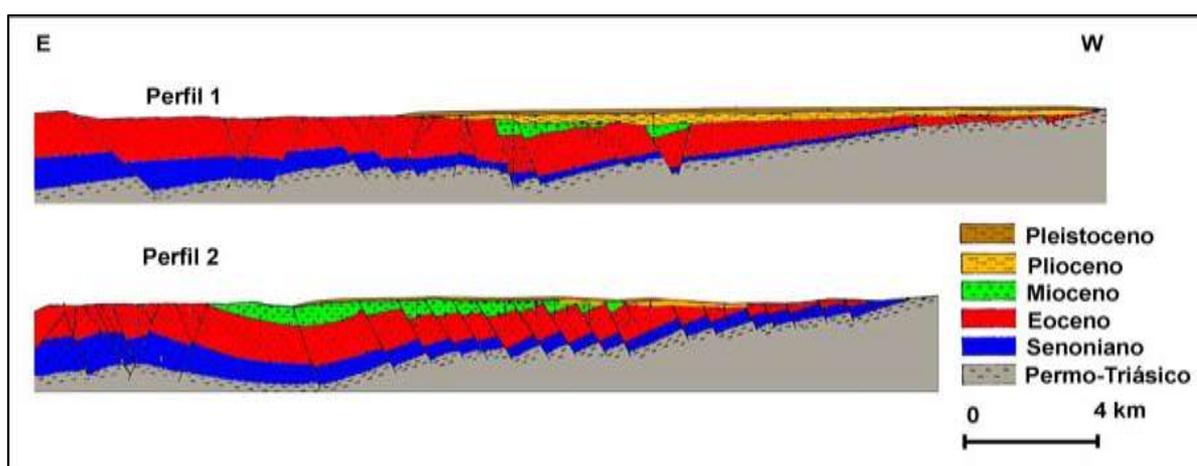
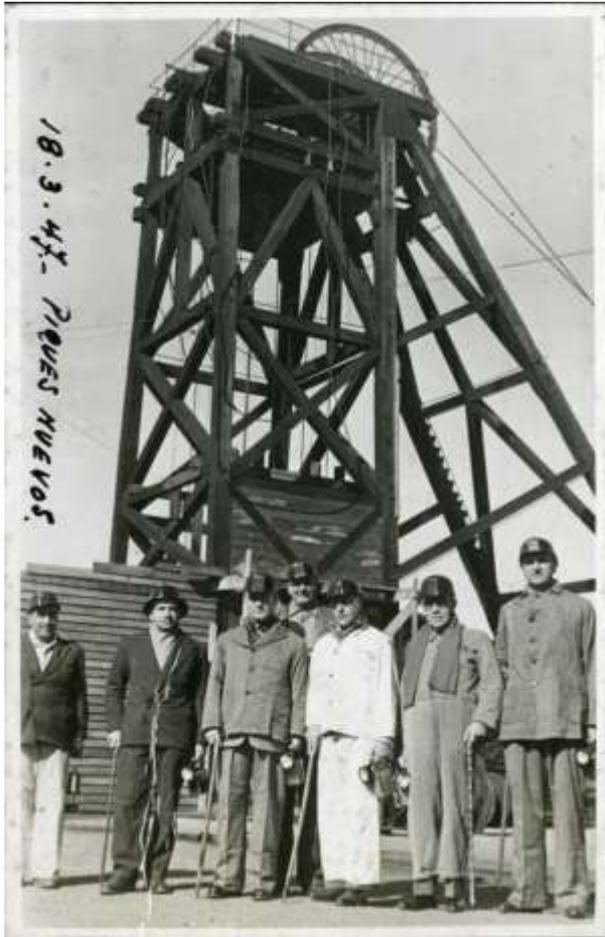


Figura 6. Cortes geológicos de las estructuras geológicas presentes en la cuenca carbonífera de Arauco. Fuente: Moreno 2014, modificado de Wenzel (1982).

### 1.3.2. Minería del carbón

La presencia y explotación del carbón como fuente energética normalmente se asocia a un desarrollo socioeconómico del territorio en el que está inserto, y el caso de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco no fue una excepción. Siendo las comunas de Lota y Coronel las que alcanzaron un mayor desarrollo (Santa-Cruz, 2018).

La minería extractiva del carbón poseía unas características particulares. En primera instancia, se trata de minería subterránea y en la mayoría de las explotaciones del territorio, los mantos de carbón se extendían bajo el fondo del océano Pacífico a más de 500 m de profundidad y por más de 5 km mar adentro, alcanzando superficies de hasta 42 hectáreas. El sistema de extracción se basaba en la construcción de galerías de 1 a 1,2 m de altura y



*Fotografía 5. Inauguración de los piques nuevos en marzo de 1947 en Lota. Fuente: Archivo histórico proporcionado por la Corporación Baldomero Lillo.*

pilares de aproximadamente tres por tres metros, con ventilación y evacuación de residuos. Las galerías se estabilizaban con la construcción de mancornas<sup>2</sup> de madera de eucalipto (UNESCO, 2021).

Parte de este legado minero en el territorio es reconocido en forma de Monumentos Nacionales (9) y Zonas Típicas (3) por parte del Consejo de Monumentos Nacionales (CNM), todos ellos ubicados en las comunas de Lota y Coronel. La gran mayoría de estos sitios y elementos patrimoniales se encuentran abandonados y sin planes ni proyectos de reconversión por parte del Estado de Chile. Ejemplo de ello es la central hidroeléctrica Chivilingo en Lota, construida por Thomas Alva Edison e inaugurada en 1897. Fue la primera central hidroeléctrica en Chile y la segunda en

Sudamérica. En idéntica situación se encuentran otros monumentos como el edificio del “sindicato minero nº6” o “las cabrias del Pique Alberto”, también en Lota. Este es solo parte del patrimonio minero de la cuenca Concepción-Arauco, dado que en otras comunas también existen otros rasgos identitarios mineros importantes, como es el Museo Minero y el Parque del Carbón en Lebu, el pueblito fantasma de Pilpilco en los Álamos, el Museo Minero del sindicato de Colico-Trongol en Curanilahue, entre otros elementos y simbolismos que ponen de manifiesto el arraigo minero e identitario del territorio.

Toda esta riqueza patrimonial geológica y minera ligada a los mantos de carbón de la región, contrasta a su vez con la precaria situación socioeconómica de su población, el abandono de los monumentos nacionales vinculados al legado minero, y los altos índices de

---

<sup>2</sup> Construcción de postes y vigas de madera que ayudan a la fortificación de las paredes o techos de las minas.

cesantía que albergan gran parte de las comunas que están insertas en este territorio. De esta forma, a partir de la observación acerca de las necesidades socioeconómicas del territorio, en conjunto con el conocimiento de la riqueza geológica y minera de este, surge la motivación por querer contribuir desde la mirada de las geociencias al desarrollo regional. Dicha motivación se fundamenta en la oportunidad que significa para este territorio el poder ser reconocido como Geoparque Mundial de la UNESCO y formar parte de la Red Mundial de Geoparques, cuyo objetivo principal se fundamenta en la puesta en valor y conservación el patrimonio geológico de los territorios, junto a otros elementos del patrimonio natural y cultural, de tal forma que puedan servir de estímulo a la economía local de sus comunidades (Henríquez, 2019). Esto supone una oportunidad y un desafío, dado que hay que cumplir con los criterios técnicos y de gestión exigidos por el Programa de Geociencias y Geoparques de la UNESCO.

#### **1.4. Proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío**

El territorio definido por el proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío (GLB de ahora en adelante) se sitúa el interior de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco y políticamente comprende 12 comunas de la Región del Biobío. Siete de ellas pertenecen a la provincia de Concepción: Tomé, Penco, Talcahuano, Hualpén, San Pedro de la Paz, Coronel y Lota; mientras que las otras cinco forman parte de la provincia de Arauco: Arauco, Curanilahue, Lebu, Los Álamos y Cañete (Figura 7).

A fecha de febrero 2021, la gestión y desarrollo de este proyecto es liderado por la UCSC junto a un comité consultivo de carácter científico, técnico y social que agrupa en la actualidad a 14 personas, entre las que hay académicos y profesionales del territorio.

Este comité tiene entre sus funciones la de asesorar a instituciones públicas y privadas, organizar actividades, articular a los diferentes actores públicos, privados y sociales, y facilitar las labores de gestión y coordinación entre los propios actores. Hasta que no se constituya una personalidad jurídica y se conforme un directorio el comité consultivo es el órgano encargado de gestionar y coordinar la estructura operativa del geoparque. Este comité se divide en seis subcomités que están integrados por algunos de los miembros del comité consultivo. Los subcomités coordinan las acciones en las áreas de educación, cultura,

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)



Figura 7. Mapa político-administrativo del área del proyecto GLB. (Fuente: elaboración mediante información de [www.ide.cl](http://www.ide.cl)).

turismo, ciencia, vinculación y administración y finanzas (Figura 8). Entre las instituciones asociadas se encuentran las municipalidades de las doce comunas del territorio, varias instituciones públicas incluyendo el Gobierno Regional del Biobío (GORE), el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) y la SEREMI de Minería, ambos de la Región del Biobío, así como diferentes agrupaciones sociales, culturales, de turismo y comercio del territorio.

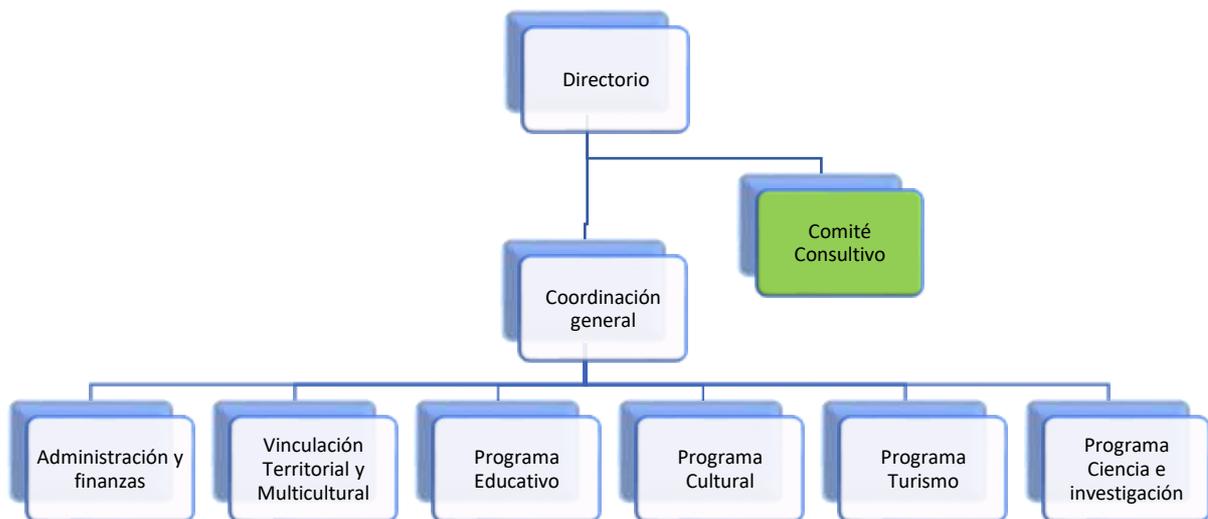


Figura 8. Organigrama funcional del proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío. Fuente: Plan Estratégico del Geoparque Minero Litoral del Biobío (documento inédito).

El objetivo general del proyecto es establecer un GMU en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco que promueva la puesta en valor del patrimonio natural y cultural, tangible e intangible, que se reconoce en el territorio, a través de una estrategia colaborativa que propicie el diálogo social vinculante para mejorar la calidad de vida de los habitantes en el territorio.

Para ello existen varios objetivos específicos:

1. Promover la articulación de actores públicos, privados y sociales de las diferentes comunas para potenciar el desarrollo sostenible de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco.

2. Crear y mantener canales de comunicación con el medio nacional e internacional, para la puesta en valor del patrimonio natural y cultural, así como tangible e intangible, de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco.
3. Implementar y monitorear un sistema de gobernanza participativo, equitativo y representativo del territorio, para elaborar y ejecutar un plan integral que aporte a cubrir necesidades sociales, económicas y ambientales del geoparque.
4. Aportar y promover al desarrollo de buenas prácticas educativas, productivas y culturales en la comunidad, para aumentar la conciencia del cuidado del territorio del geoparque.
5. Incentivar la generación de conocimiento científico y uso de TIC's para resolver los desafíos territoriales.
6. Lograr y mantener el reconocimiento de GMU para poner en valor los sitios de interés geológicos del territorio, junto con otros elementos del patrimonio natural y cultural.

### **1.5. Justificación de la tesis**

Esta tesis se ha desarrollado en forma paralela a la ejecución del proyecto GMLB, y pretende ser un aporte de información tanto desde el punto de vista científico, como desde el punto vista social. Forma parte de los pocos ejemplos en Chile donde el patrimonio geológico forma parte del desarrollo y la planificación territorial con el enfoque en la contribución que los GMU pueden llegar a tener en los territorios y las comunidades. Para ello se ha tomado la cuenca carbonífera Concepción-Arauco como área de investigación, tanto por sus cualidades geológicas y patrimoniales, como por la necesidad de desarrollo socioeconómico.

La información entregada a través de esta investigación ayudará a la toma de decisiones que deban realizarse, tanto en el marco del desarrollo del proyecto GMLB, como en la planificación y gestión del territorio por parte del Gobierno Regional del Biobío. Parte de los fondos públicos destinados al desarrollo del proyecto han permitido el financiamiento de algunos de los trabajos realizados en terreno para esta investigación. El desarrollo de esta tesis dará respuesta a cuál es y qué valor tiene el patrimonio geológico de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco, y las perspectivas y conocimientos que la comunidad

posee de ellos. A través de esta información, se podrán establecer relaciones entre el patrimonio geológico y su comunidad. Todo ello permitirá proponer herramientas para el desarrollo sostenible y la planificación territorial con un enfoque en el geoturismo y el patrimonio geológico, respectivamente.

Los beneficiarios directos del desarrollo de esta tesis serán varios y diversos. En primer lugar, las instituciones públicas y el órgano de gestión del proyecto GMLB. Estos dispondrán de información científica relevante para la toma de decisiones estratégicas. En segundo lugar, la propia comunidad, puesto que la información con carácter patrimonial en el ámbito geológico podrá ser utilizada a través del geoturismo en el territorio. Esta información, también podrá ser utilizada en las escuelas e institutos con carácter educativo desde un punto de vista formal, no formal e informal, permitiendo la participación de colectivos sociales y otros actores no vinculados a establecimientos educacionales.

Desde un punto de vista comunicacional, y no por ello menos importante, esta tesis también contribuirá a la divulgación de las ciencias de la Tierra en la comunidad. Esto permitirá aumentar y mejorar la comprensión, concienciación y valoración del patrimonio geológico del territorio por parte de las instituciones públicas y privadas, junto con las causas y efectos del cambio climático y los peligros geológicos, y medidas posibles para mitigar sus impactos. Igualmente, se espera que de forma indirecta pueda llegar a contribuir a la generación de empleo en base a la formación de guías turísticos que podrán integrar aspectos esenciales de las ciencias de la Tierra en sus actividades relacionadas con la interpretación del paisaje.

El desarrollo de esta investigación y del propio proyecto GMLB implican la generación de espacios de conversación entre varios actores territoriales públicos, privados y sociales. Este hecho marca un punto de partida diferente a lo realizado hasta el momento en los planes de reconversión, donde siempre se había dejado de lado alguna de las partes para simplificar el problema (Santa-Cruz, 2018). Consecuentemente, la información proporcionada en esta tesis tendrá una visión más holística y objetiva del territorio en comparación a iniciativas realizadas anteriormente. En este mismo sentido, esta tesis posee un valor agregado e innovador, puesto que se integran puntos de vista y enfoques diferentes y complementarios a las geociencias, como son la sociología, antropología o la politología. La

integración de estas ciencias permite contribuir de forma importante al desarrollo territorial, integrando las percepciones existentes por parte de sus comunidades con respecto al patrimonio geológico del territorio.

## **1.6. Estructura de la Tesis**

La presente tesis consta de siete capítulos (Figura 9). El primer capítulo es la introducción, en el que actualmente nos encontramos, donde se describe el contexto geológico y la situación actual general del territorio, junto como el propósito y la estructura de esta misma tesis. En el segundo capítulo se plantea el problema a investigar, algo que ya se ha insinuado en la introducción pero que se desarrollará en mayor profundidad. También se presentan datos y cifras estadísticas para describir de manera más objetiva el contexto económico y social del territorio que es objeto de estudio. Finalmente, en este capítulo también se plantea el objetivo general y los objetivos específicos de la tesis, así como la justificación y las limitaciones detectadas en la investigación. En el tercer capítulo se abordan los antecedentes teóricos y trabajos de estudios similares a nivel regional, nacional e internacional, teniendo en cuenta las temáticas de los inventarios de patrimonio geológico, la educación y la estrategia “de abajo hacia arriba” para el empoderamiento de la comunidad, así como el geoturismo. De igual forma, en este capítulo, se discuten y definen los conceptos básicos, así como el planteamiento de la hipótesis de partida. El cuarto capítulo está dedicado a la metodología ocupada en esta investigación y su justificación. Esta metodología se divide en tres etapas: el inventario del patrimonio geológico, la estrategia “de abajo hacia arriba” (“*bottom-up*”), a través de la metodología conocida como Investigación Acción Participativa (IAP), y el geoturismo. En el quinto capítulo se presentan los resultados y el sexto capítulo corresponde a la discusión y análisis de estos resultados. Ambos capítulos se estructuran en la misma lógica de las etapas propuestas en la metodología, y en la parte final de la discusión se realiza un análisis integrado de las tres etapas desarrolladas. El capítulo siete presenta las conclusiones obtenidas en cada una de las etapas, así como un apartado de conclusiones generales. Por último, se presenta la bibliografía citada y los anexos asociados a esta investigación.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

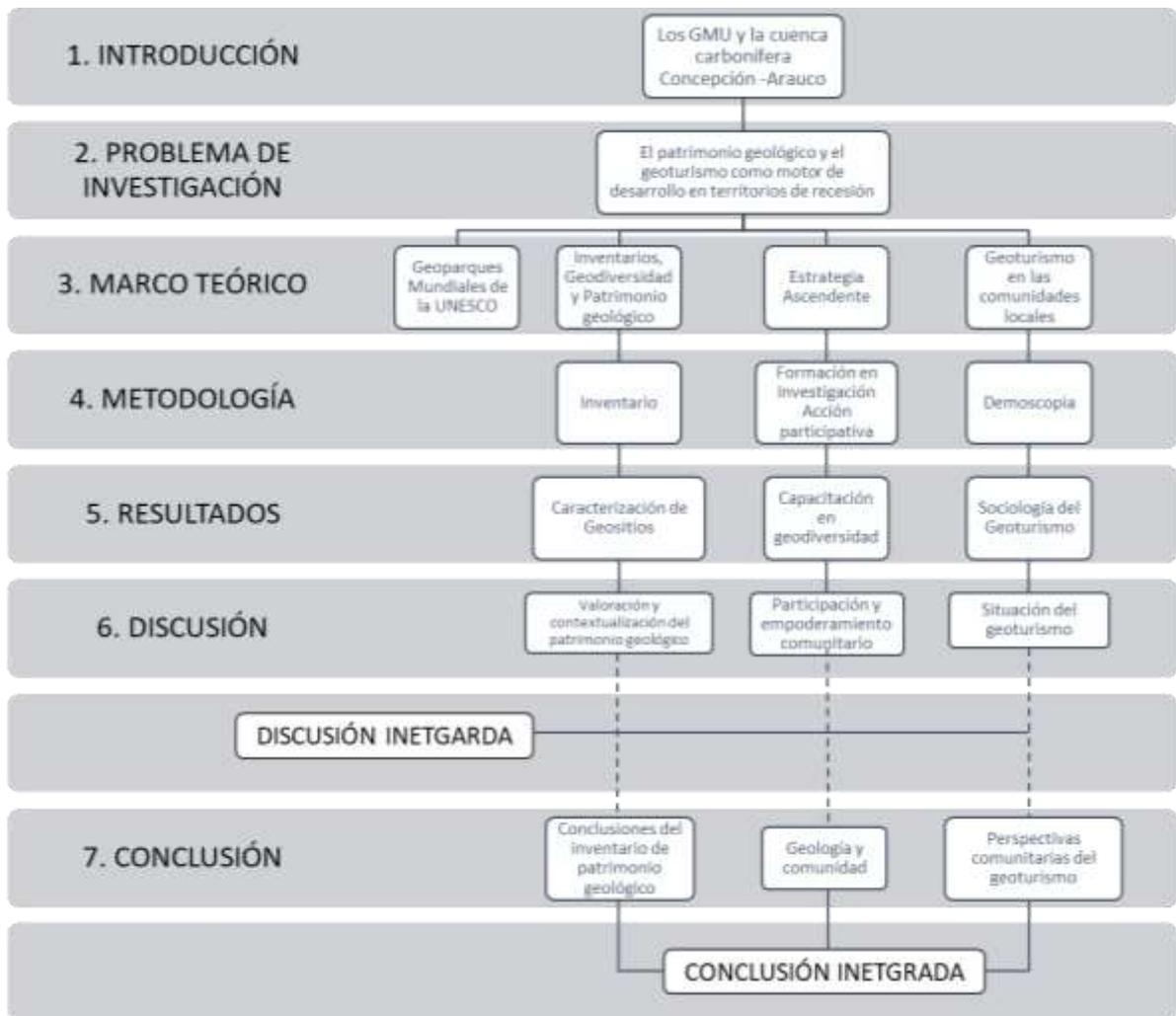


Figura 9. Estructuración de la presente tesis.

## **CAPÍTULO 2 – PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y EL GEOTURISMO COMO MOTOR DE DESARROLLO EN TERRITORIOS MARGINADOS**

En este capítulo se desarrolla el problema de investigación, a través de una caracterización del patrimonio geológico del territorio, así como de la realidad socioeconómica del territorio como el valor patrimonial de este. Se plantean las preguntas de investigación, así como la hipótesis de partida. Finalmente, se presentan los objetivos perseguidos en la tesis, así como algunas de las limitaciones surgidas durante su desarrollo.

### **2.1. Planteamiento del problema.**

Desde mediados del siglo XIX, gran parte de los estudios geológicos realizados la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco (e.g. Mordojovich, 1974; González, 1990) han estado relacionados con la geología de los diferentes mantos de carbón. Esto ha sido motivado por el interés que suscita el carbón como fuente de recurso energético, tanto para la maquinaria de procesos productivos, como para la industria del transporte. La extracción del carbón en la Región del Biobío generó un polo de desarrollo económico a nivel nacional muy importante y, por otro lado, estableció pésimas condiciones laborales para los mineros y sus familias. Estas condiciones, se traducían en unas jornadas laborales muy largas, unas pésimas condiciones e infraestructuras de trabajo, y una sectorización de la sociedad en base a un estatus social determinado (Astorquiza y Galleguillos, 1952) las cuales aún son perceptibles en la sociedad chilena (Santa-Cruz, 2018).

El proceso de cierre de las minas en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Mordojovich, 1974; González, 1990) comenzó en 1994 con el cierre de la mina Schwager en Coronel, seguido de los yacimientos de Lota en 1997. Posteriormente, la Empresa Nacional del Carbón (ENACAR) cerró las minas de Trongol en Curanilahue en 2006, y la mina Fortuna de Lebu en 2008. De esta forma, finalizaba la historia de más de un siglo y medio de la minería en la región, cuya industria empleó a más de 16.000 mineros (Santa-Cruz, 2018). Este hecho propició que desde 1991 los porcentajes de desempleo en las comunas de la cuenca carbonífera se sitúen por encima de los promedios registrados a nivel nacional y regional (Figura 10).

Otra de las consecuencias que provocó el cierre de las minas también está ejemplificado en los índices cesantía a nivel comunal y regional. Esta cesantía se intentó paliar por parte del Estado de Chile mediante la implementación en 1997 del Programa de Reconversión Laboral y Productiva de la Zona del Carbón, con capitales públicos y privados. El objetivo de este programa era impulsar una reconversión para todos los trabajadores de la minería, buscando mantener los ingresos mediante jubilaciones anticipadas, capacitaciones y programas de reinserción laboral. Este plan de reconversión, en ningún momento fue planificado ni escalado en el tiempo, y solo fue ejecutado parcialmente (Bustamante *et al.*, 2004). De igual forma, dicha reconversión no incorporó los valores sociales y territoriales respecto del patrimonio minero existente (Santa-Cruz, 2018).

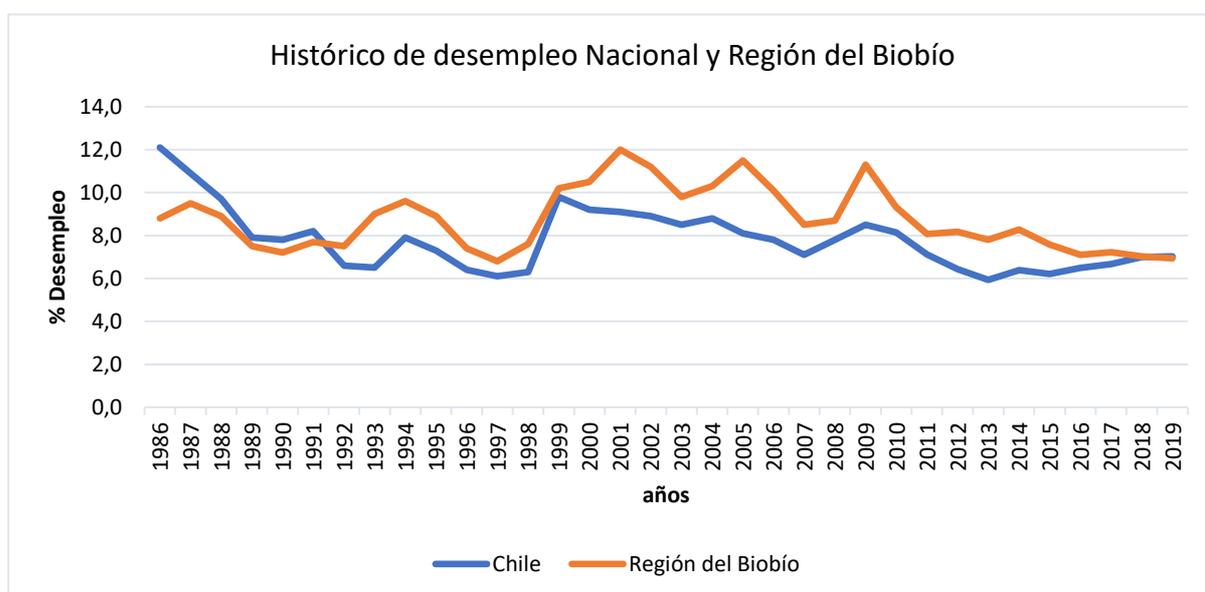


Figura 10. Gráficos de los porcentajes de desempleo en Chile y en la Región del Biobío entre los años de 1986-2019 (Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el INE y el ENE de Chile).

Le siguieron otros planes, sobre los cuales no existe una percepción de éxito por parte de la comunidad, como son el “Plan Arauco” (2007-2010), “Plan Arauco Avanza” (2010-2014) y el “Programa de Gestión Territorial para Zonas Rezagadas” (2015-2018) (Grosser y Günter, 2018). Esta ineficiencia en los planes estratégicos de reconversión de las comunas queda graficada en la tendencia de las cifras de desempleo a nivel nacional y regional, en donde se puede observar un punto de inflexión a partir del año 1991 (Figura 10). A escala comunal también pueden correlacionarse estas tendencias con los datos de desempleo de las comunas de Lota o Coronel (Figura 11), lo que está íntimamente relacionado con el desarrollo económico del territorio hasta la actualidad (Santa-Cruz, 2018).

En 2014, el Gobierno de Chile promulgó una ley para Zonas de Rezago Productivo<sup>3</sup>, con la consecuente generación de del Programa de Territorios Rezagados al alero de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE). Este escenario propició la continuidad en la inversión pública en el territorio de la provincia de Arauco a través de diferentes instrumentos como los Fondos de Desarrollo Regional (FNDR) del Gobierno Regional del Biobío en 2015, o el “Programa Transforma Arauco” de la Corporación de Fomento Productivo (CORFO) en 2016. Todos ellos estuvieron enfocados, en cierta forma, al desarrollo en el área turística del territorio (Araya, 2019). Pero no es hasta cinco años después, en 2019 que aparece el documento sobre el reglamento que fija la política Nacional sobre Zonas Rezagadas en materia social, la que rige la gestión de recursos para estas zonas, entre las cuales está la provincia de Arauco.

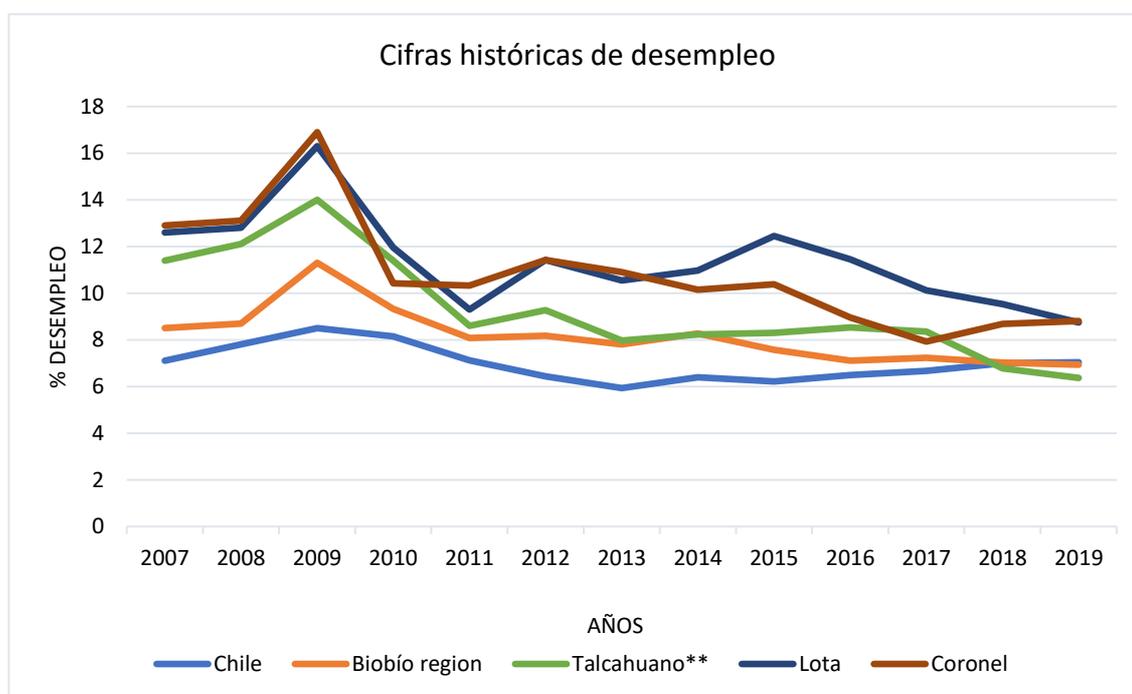


Figura 11. Gráficos de los porcentajes de desempleo en Chile, en la Región del Biobío y algunas de las comunas de la cuenca Carbonífera de Concepción-Arauco, periodo 2007-2019. (Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el INE y el ENE de Chile).

<sup>3</sup> Es el territorio declarado como tal, por el acto administrativo correspondiente, compuesto por una comuna o una agrupación de comunas contiguas dentro de una región, que cumplan con los criterios e indicadores contenidos en este Reglamento.

En la tabla 2 se muestran los datos poblacionales de cada una de las comunas presentes en el área de estudio.

Otra singularidad a tener en cuenta en el análisis del problema de investigación, tiene que ver con la presencia de diversas universidades y su vinculación con el medio. La Región del Biobío es la que tiene un mayor número de universidades (13) después de la Región Metropolitana (RM), lo que supone el 25% de las universidades del país. En la región, existen cuatro universidades que imparten carreras en ciencias de la Tierra o afines (Tabla 3). Si bien cada una de estas instituciones desarrollan investigación, proyectos y actividades docentes en el territorio, el aporte en materia de fomento productivo a la región y a la cuenca carbonífera ha sido bastante escaso, en cuanto a las carreras asociadas a las geociencias.

Tabla 2. Datos censales de la población en las comunas del área de estudio. (Fuente: datos extraídos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) sobre el Censo 2017).

	Comuna	Área (km <sup>2</sup> )	DATOS PABLACIONALES				
			Población total	Densidad poblacional (hab./km <sup>2</sup> )	Mujeres (%)	Rural (%)	Comunidades indígenas (%)
Provincia de Concepción	Tomé	494,5	54.946	917,6	52,8%	9,8%	7%
	Penco	107,6	47.367		52,2%	1%	9%
	Talcahuano	92,3	151.749		51,9%	0,9%	8%
	San Pedro de la Paz	112,5	131.808		52,2%	0,1%	10%
	Hualpén	53,5	91.773		52,6%	0,9%	9%
	Coronel	279	116.262		52%	2,7%	12%
	Lota	136	45.535		51,8%	0,2%	12%
Provincia de Arauco	Arauco	956	36.257	38,4	50,7%	24,6%	17%
	Curanilahue	994	32.288		50,9%	6,5%	15%
	Lebu	56,9	25.522		51,2%	8%	29%
	Los Álamos	599,1	21.035		51,5%	11%	28%
	Cañete	760,4	34.537		51,8%	43,6%	36%
<b>Totales o promedios</b>		<b>4641,8</b>	<b>789.079</b>	<b>550,4</b>	<b>51,8%</b>	<b>9,1%</b>	<b>16%</b>

La mayoría de los investigadores se centran en publicaciones científicas en sus áreas de experiencia, y no tienen vinculación con proyectos de desarrollo económico en el territorio. Esto se evidencia en las dos últimas décadas, en que se reconocen solo tres proyectos relacionados al área de las geociencias ejecutados por universidades en la región. El primero en el año 2000, cuando la Universidad de Concepción (UdeC) a través de los FNDR

se adjudicaron un concurso que llevaba por título “Evaluación de los recursos metálicos de la región del Bio-Bio” código BIP 20107632-0. El segundo en el año 2016, fue ejecutado por la UCSC que se adjudicó un fondo público de CORFO bajo el Programa de Bienes Públicos Estratégicos Regionales (BPER) que llevaba por título “Geoparque Minero Litoral de la UNESCO” con código 16BPER-66991, y que está asociado directamente a la presente investigación. El tercero es también un BPER que se titula “Paquete Tecnológico para la producción de materiales carbonosos de alto valor agregado a partir de carbones de la cuenca carbonífera de la Región del Biobío” y que fue ejecutado por la UdeC comenzando el 2019. Esta iniciativa fue financiada por el Comité de Desarrollo Productivo Regional del Biobío (antigua CORFO)..

A pesar de que estos tres proyectos tienen una componente productiva referente a la geología del territorio, solo el proyecto de GMLB posee objetivos prioritarios de vinculación con la comunidad del territorio. Esta falta de vinculación más estrecha entre la academia y los habitantes de la región podría ser uno de los principales motivos del desconocimiento del área de las geociencias por parte de la población.

Tabla 3. Universidades y carreras afines a la disciplina de la geología en la Región del Biobío. (Elaboración propia, con datos de <https://sitios.cl/directorio/universidades.htm>).

Nombre	Tipo universidad	Carrera
Universidad Andrés Bello (UNAB)	Privada	Geología
		Ing. Civil en Minas
UCSC	CRUCH <sup>4</sup>	Ing. Civil Geológica
UdeC	CRUCH	Geología
Universidad San Sebastián (USS)	Privada	Ing. en Minas
		Ing. en Minas

Dentro del contexto socioeconómico del territorio, es relevante considerar los datos aportados por el Plan Regional del Gobierno del Biobío (2018-2022), referentes al índice de pobreza (14,8%), porcentaje de ruralidad (24%) e inseguridad pública que se manifiesta con 43 ataques incendiarios en 2018. Es importante tener en cuenta estos datos y su potencial

---

<sup>4</sup> Consejo Rectores de las Universidades de Chile.

incidencia desde el punto de vista del desarrollo productivo del territorio basado en el geoturismo.

## 2.2. Formulación del problema.

Considerando las altas tasas de desempleo, pobreza, e inseguridad y el estancamiento en el desarrollo socioeconómico, junto al patrimonio geológico y minero existentes en el territorio, surge la pregunta de investigación del presente estudio: **¿es posible que la geología y el patrimonio minero puedan jugar un rol principal en materia de reconversión socioeconómica para las comunidades locales que habitan en torno a la cuenca carbonífera Concepción-Arauco?** De esta pregunta general, se desprenden otras subpreguntas: ***¿cuál es y qué valor tiene el patrimonio geológico de la cuenca carbonífera Concepción-Arauco?; ¿es la comunidad local consciente del patrimonio geológico de la cuenca? o ¿Puede el geoturismo tener un rol prioritario en materia de fomento productivo para el territorio y para las comunidades locales?***

## 2.3. Hipótesis

La hipótesis general de nuestra investigación parte de la premisa de que **una comunidad inconsciente acerca del valor internacional de su patrimonio geológico es capaz de llegar a valorarlo y utilizarlo en beneficio de sus integrantes a través de la educación y el geoturismo.** Debemos entender como valor internacional geológico cualquier sitio, área, rasgo o evento geológico cuya representatividad sea única y excepcional a nivel mundial para contar parte de la historia de la Tierra (UNESCO, 1972).

De esta hipótesis general se desprenden otras hipótesis más específicas, como son que ***el territorio de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco posee un patrimonio geológico de relevancia internacional***, y que ***el patrimonio geológico del territorio pueda llegar a ser valorado por las comunidades locales.*** Así mismo, hipotetizamos que los habitantes de esta zona desconocen los conceptos geológicos básicos, y que el patrimonio geológico del territorio puede ser considerado como una herramienta de desarrollo socioeconómico a través del geoturismo.

## 2.4. Objetivos.

En base a lo anteriormente mencionado se plantea el siguiente objetivo general: Identificar, caracterizar y valorizar el patrimonio geológico en torno a la cuenca de Concepción-Arauco, junto con promover la concienciación del patrimonio geológico y minero, y diagnosticar la percepción social del geoturismo por parte de la comunidad local. Los objetivos específicos se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Objetivos general y específicos de la investigación.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Inventariar el patrimonio geológico.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Identificar y caracterizar el patrimonio geológico.</li><li>- Evaluar el patrimonio geológico.</li><li>- Seleccionar los sitios de interés geológicos más representativos.</li></ul>
Promover la concienciación acerca de los valores del patrimonio geológico y minero.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Divulgar el patrimonio geológico y minero.</li><li>- Analizar la situación del patrimonio en el territorio.</li><li>- Empoderar a la comunidad en relación con el patrimonio geológico y minero.</li></ul>
Diagnosticar la percepción social del geoturismo.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Caracterizar el conocimiento geoturístico que la gente tiene de su territorio.</li><li>- Caracterizar las necesidades generales y específicas que la gente percibe sobre su territorio.</li><li>- Caracterizar las perspectivas que la gente percibe sobre su territorio.</li></ul>

## 2.5. Limitaciones.

Algunas de las limitaciones reconocidas en el marco de esta tesis durante la implementación de las diferentes etapas, quedan explicadas a continuación. Estas variables escapan al control sobre el desarrollo de la propia investigación.

- Académicos especialistas en las diferentes disciplinas de las ciencias de la Tierra involucrados en la participación para identificar los sitios de interés geológico territorial. Esta limitación no ha podido ser controlada, puesto que la participación de estos académicos era voluntaria, por lo tanto, el número de académicos dependió de la propia voluntad de participar.

- La falta de herramientas comunicacionales efectivas en los territorios de las comunidades mapuche-lafkenches y el difícil acceso a ellas en el ámbito rural ha condicionado la participación de las comunidades originarias del territorio. Mucho de ello se fundamenta en su cultura organizacional, así como a la dispersión geográfica de las comunidades a lo largo del territorio. En este sentido, la variable de la cosmovisión Mapuche y su relación con los procesos geológicos (terremotos, tsunamis, vulcanismo, deslizamientos, etc.) no ha sido abordada en esta investigación.
- El hecho de no incorporar el patrimonio minero (monumentos y zonas típicas) del área de estudio en el inventario de patrimonio geológico debido a la falta de tiempo y recursos, es una limitación de esta investigación. La amplia gama de monumentos, minas, piques mineros y patrimonio intangible del territorio, suponía implementar otro tipo de metodologías evaluativas diferentes a la utilizada para el patrimonio geológico, basadas en disciplinas de las ciencias sociales.

### **CAPÍTULO 3 – MARCO TEÓRICO: LA GEODIVERSIDAD AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS COMUNIDADES LOCALES.**

El marco teórico general de la tesis se enfoca en la esencia que persiguen los GMU en los diferentes territorios donde se establecen. Específicamente, nuestra investigación se realizará sobre tres aspectos que consideramos fundamentales para los GMU, como son: *i)* el patrimonio geológico de un territorio, *ii)* el trabajo participativo con las comunidades locales y *iii)* la percepción de la comunidad acerca del geoturismo.

#### **3.1. Marco teórico de los Geoparques Mundiales de la UNESCO**

Según la definición de (UNESCO, 2015, 2016) los GMU "*son áreas geográficas únicas y unificadas, donde se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, con un concepto holístico de conservación, educación y desarrollo sostenible. Los GMU estimulan la creación de empresas locales innovadoras, nuevos puestos de trabajo y cursos de formación de alta calidad, ya que se generan nuevas fuentes de ingresos a través del geoturismo*". De esta definición se desprende que también deben contribuir al desarrollo de la economía local, cuya herramienta principal es el geoturismo (Mc Keever y Zouros, 2005; Martini y Zouros, 2009; Zouros *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2015, UNESCO, 2015, 2016; Brilha, 2018; Rosado-González *et al.*, 2020; Silva, 2021). Esta denominación, también tiene una articulación directa con la agenda 2030 acerca de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) (Silva, 2021).

La materialización de esta contribución al desarrollo del territorio es complementaria a la puesta en valor de los diferentes lugares de interés geológico (comúnmente como geositios<sup>5</sup>), los cuales pueden ser categorizados en diferentes escalas de relevancia internacional, nacional, regional o local (Cendrero, 1996; Wimbledon, 1996; Coratza y Giusti, 2005; Brushi y Cencrero, 2009; Vujicic *et al.*, 2011; Fassoulas *et al.*, 2012; Kubalíková, 2013; Tomic y Bozic, 2014; Brilha, 2016, 2018). Estos geositios, que a su vez se vinculan al patrimonio biótico, cultural, histórico, tangible e intangible de un territorio, pueden ser vistos como una oportunidad para el desarrollo sostenible del territorio y aumentar la visibilidad a través del reconocimiento internacional que entrega la UNESCO mediante los GMU.

---

<sup>5</sup> Sitios de Interés Geológico

De igual forma, hay que considerar que el establecimiento de un GMU conlleva de forma implícita el empoderamiento y la participación de a los habitantes del territorio mediante un "enfoque ascendente" (UNESCO, 2015a; Ferraro *et al.*, 2020). Esto significa que los proyectos de geoparques son el resultado del trabajo conjunto de todos los stakeholders del territorio. Por este motivo, es necesario tener en cuenta todas las necesidades y perspectivas futuras a corto, mediano y largo plazo del territorio (Ferraro *et al.*, 2020). Cualquier propuesta de geoparque debe conocer el sentir de la población local y considerar la geología del territorio como primer paso en su diseño.

En la actualidad (junio 2021), el desarrollo sostenible de los territorios va de la mano con la mejora de la calidad de vida de las personas que lo habitan, no solo desde el punto de vista económico, sino también cultural y social. Por ello, es importante tener en cuenta las diferentes perspectivas que la comunidad tiene sobre su propio territorio en materia de geoturismo (Ólafssóttir y Tverijoniate, 2018; Duarte *et al.*, 2020; Herrera-Franco *et al.*, 2020). Al mismo tiempo, es importante hacer entender a la sociedad que el turismo relacionado con los geositos puede contribuir a mejorar sus vidas en la medida que, de forma individual o colectiva, sean capaces de aprovechar la oportunidad que esto significa en relación al geoturismo. La concienciación y educación geológica es, por tanto, una herramienta básica para la participación de la comunidad y el desarrollo de un turismo sostenible para el territorio.

Finalmente, la visión holística de desarrollo territorial requiere de estructuras de gestión con capacidad efectiva para actuar en él. Esto implica contar con personas involucradas y motivadas, así como instituciones para desempeñar funciones de gestión y con capacidad de brindar herramientas útiles para su implementación (Barquero, 2007).

### **3.2. Geodiversidad e inventarios del patrimonio geológico**

Una de las principales herramientas para poder tener una gestión integral del patrimonio natural de un territorio, son los inventarios del patrimonio geológico. Estas herramientas nos permiten identificar, clasificar y valorar de forma cuantitativa y cualitativa lo elementos y lugares más relevantes de la geodiversidad y a la vez poder establecer estrategias para su conservación y gestión.

### 3.2.1. Importancia de los inventarios de patrimonio geológico

En la literatura actual existe una amplia gama de publicaciones referentes a diferentes metodologías a utilizar al momento de inventariar el patrimonio geológico de un territorio, lo que se considera esencial para cualquier estrategia de geoconservación. Los inicios son a través de las directrices en 1993 para la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN en inglés, UICN – Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), a través del *Joint Nature Conservation Committee* (JNCC en inglés; Comité Mixto de Conservación de la Naturaleza - CMCN). Posteriormente, otros autores han ido aportando mediante el desarrollo de inventarios en diferentes territorios, como Lapo *et al.* (1993) en Rusia, Wimbledon (1996) en Gran Bretaña, Cendrero (1996) en España, Grandgirard (1999) en Suiza, Alexandrowics y Kozlowski (1999) en Polonia, y Carcavilla *et al.*, (2009) y García-Cortés *et al.*, (2013) también en España. De igual forma, estos inventarios se han desarrollado desde un punto de vista conceptual, teniendo en cuenta su propia metodología (Gray, 2004; Brilha, 2005; White y Mitchell, 2006; Díaz-Martínez y Díaz-Hierro, 2011; Wimbledon, 2011; Reynard y Coratza, 2013; entre otros).

El inventario de los sitios de interés geológico es uno de los primeros pasos y más importantes para desarrollar cualquier estrategia de protección y gestión de los espacios de valor e interés geológico (Brilha, 2005, 2016). Según Lima *et al.*, (2010) existen cuatro aspectos a tener claros antes de comenzar un inventario: el tema, el valor, la escala y el uso. Para nuestro caso de estudio, la temática son los sitios que permiten comprender la evolución y procesos geológicos principales ocurridos en el área de estudio y que representan el patrimonio geológico del territorio. El valor en nuestro caso es bastante diverso, dado que, si bien queremos estimar cuál es el valor científico de los geositos, también resulta importante estimar otros valores, como son los valores culturales, educativos, ecológicos y turísticos, considerando que justamente que quieren utilizar para promover el desarrollo social, cultural y económico de las comunidades locales. La escala en nuestro caso corresponde al área de estudio integrada por 12 comunas costeras de la Región del Biobío. Finalmente, el uso de este inventario tiene dos enfoques. Por un lado, busca incorporar los sitios de interés geológico a lo que son las políticas y estrategias de desarrollo regional, con enfoque en su gestión y conservación. Paralelamente, se propone utilizar estos geositos para su uso en actividades turísticas y educativas.

En esta investigación se ha considerado el marco teórico propuesto por Brilha (2005), en conjunto con la metodología propuesta para el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) (García y Carcavilla, 2013). De esta manera, podemos evaluar tanto el valor del potencial científico del geositio, como su potencial de uso y de protección. En este sentido, no solo cobra importancia la protección del lugar, sino también el nivel de gestión del espacio, algo que posibilita la participación de la comunidad aledaña al lugar de interés geológico. A continuación, se analizan y definen algunos conceptos fundamentales que serán utilizados en esta investigación.

### 3.2.2. Definición de geodiversidad y patrimonio geológico

El término de geodiversidad, según Gray (2004), surge en el Reino Unido durante la Conferencia de Malvern en 1993 sobre Conservación Geológica y Paisajística. El propio autor la definió como: *“la gama natural (diversidad) de características geológicas (rocas, minerales, fósiles), geomorfológicas (forma del terreno, procesos) y del suelo. Incluye sus conjuntos, relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”*. Otros autores, sitúan su origen también en el mismo año (1993), poco después de haberse aprobado el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Cumbre de la Tierra, llevada a cabo en 1992 en Río de Janeiro (Naciones Unidas, 1992; Sequeiros, 1998; Narain *et al.* 2003; Peláez 2016; Brilha *et al.*, 2018; UNESCO, 2019a).

La anterior definición es muy similar a la de Kozłowski (2004), quien la definió como *“la variedad natural de la superficie de la Tierra, referida a los aspectos geológicos y geomorfológicos, a los suelos y a las aguas superficiales, así como a otros sistemas creados como resultado tanto de procesos naturales (endógenos y exógenos) como de la actividad humana”* incorporando a la definición la actividad humana como modeladora del paisaje. Posteriormente, el propio Gray (2013) modificó su propia definición indicando que geodiversidad es *“una gama natural (diversidad) de características geológicas (rocas, minerales, fósiles), geomorfológicas (formas del terreno, topografía, procesos físicos), edáficas e hidrológicas. Incluye sus conjuntos, estructuras, sistemas y contribuciones a los paisajes”*. De esta forma incorporó explícitamente la parte hidrológica en la definición.

Tanto Brilha (2005), como García y Carcavilla (2013), entienden la geodiversidad igual que la definición de la *Royal Society for Nature Conservation (RSNC* en inglés; Real Sociedad

para la Conservación de la Naturaleza) del Reino Unido, como *“una variedad de ambientes geológicos, fenómenos y procesos activos que dan origen a paisajes, minerales, rocas, fósiles, suelos y otros depósitos superficiales que son de soporte para la vida en la Tierra”*. Esta última definición es la que será considerada para la realización del presente estudio. Un análisis detallado del concepto de geodiversidad está fuera de los objetivos de esta tesis.

De igual forma, el término patrimonio geológico viene siendo objeto de atención desde la segunda mitad del siglo XX en varios países de Europa (Alemania, Francia y España) y Asia (China). También se han creado diferentes instancias internacionales que acogen a los sitios de interés geológico bajo un marco normativo y de conservación, como son la UICN fundada en 1948 o el *International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS en inglés; Consejo Internacional de Monumentos y Sitios - CIMS) fundado en 1965 (Urrutia, 2018). Este término toma relevancia a partir de la convención internacional de la UNESCO sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural en Francia en 1972, cuyo objetivo era garantizar la identificación, protección, conservación, revalorización y transmisión a las generaciones futuras del patrimonio cultural y natural de "valor universal excepcional". Esta no fue ratificada por los 175 países integrantes de la UNESCO hasta 2003 (Fowler, 2002). En las últimas dos décadas, ha surgido un gran incremento a nivel internacional acerca del estudio, cuantificación y caracterización del patrimonio geológico con enfoque en la geoconservación, gestión y uso. Esto ha generado una gran cantidad de información en diversos territorios por parte de investigadores, y ha conllevado a la preocupación en instituciones públicas y gobiernos locales para poder dotar de herramientas efectivas y marcos legislativos los espacios con valores geológicos.

Para el presente estudio, el patrimonio geológico se entiende acorde a la definición proporcionada por García y Carcavilla (2013) que indican que es *“el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”*.

En última instancia, el término o concepto de LIG o “geositio” se definió por García y Carcavilla (2013) como “un *lugar de interés, por su carácter único y/o representativo, para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica*”.

### 3.2.3. Inventarios de patrimonio geológico en Chile y en la Región del Biobío

En el interior de nuestra área de estudio no existen antecedentes a cerca de inventarios sistemáticos de patrimonio geológico que sean anteriores al desarrollo de esta tesis, motivo por el cual no existe cuantificación del valor de su patrimonio geológico. Sin embargo, el trabajo realizado por Parraguez (2018) se enfoca en la “*Piedra Cruz*” como se le conoce en el territorio, o “andalucita” como se la conoce internacionalmente por la Asociación Mineralógica Internacional (AMI) o “quiasolita”. La autora se enfoca en la problemática que supone la extracción y, en consecuencia, el agotamiento de dicho mineral comprometiendo su existencia en el territorio. La “*Piedra Cruz*” es utilizada como artesanía y joyería por lo que permite generar ingresos para algunas familias de la zona. En este sentido, la autora también menciona la importancia de la geología, no solamente vinculada a la explotación del recurso natural, sino también a su conservación como fuente de desarrollo con enfoque al valor de su patrimonio geológico. Este aporte ha de hacerse de forma conjunta y participativa entre la comunidad científica y la ciudadanía. Finalmente, Parraguez (2018) caracteriza seis sitios de interés geológico del territorio donde existen afloramientos de “*Piedra Cruz*”: Colcura Norte, Colcura Sur, Chivilingo Sur, Río Las Cruces (Laraquete), Cerro Forestal (Laraquete) y Cantera del Río Trongol. Para ello, utiliza tres criterios fundamentales como son el valor intrínseco, valor de uso y el valor de protección. La misma autora concluye que cuatro de los seis geositios poseen un valor internacional, atendiendo a la clasificación de Brilha (2005), y que el sitio mejor valorado está situado en Colcura Norte, dada su relevancia científica, el fácil acceso y su potencialidad didáctica. Sin embargo, la vulnerabilidad a la que están sometidos dichos geositios nos insta a tomar medidas urgentes y paliativas frente a su deterioro.

Si ampliamos la escala de estudio al contexto de la Región del Biobío, podemos encontrar otros inventarios enfocados a caracterizar el valor del patrimonio geológico en la

zona cordillerana. Estos corresponden a los inventarios realizados en la comuna de Antuco y el Parque Nacional Laguna del Laja (Rivera, 2014; Oyarce, 2018; Urrutia, 2018). Si bien, todos los autores realizan el estudio en cuanto a la caracterización y valorización del patrimonio geológico del territorio estudiado, Urrutia (2018) incorporó en su discusión un apartado acerca de la relación existente entre la Tierra como sistema y las diferentes relaciones entre los seres y su espacio. La postura que plantea es que el comportamiento de una parte repercute sobre la otra y viceversa, entendiéndose una parte como la Tierra y la otra los seres vivos. En este sentido, no hay una prevalencia, sino una simbiosis entre la comunidad que habita el territorio y el patrimonio intrínseco que ahí existe, y la relación que se establezca entre ellos es la que marcará la sustentabilidad entre ambas. Oyarce (2018) integró las herramientas digitales en lo que hace referencia a la puesta en valor del patrimonio geológico en materia de vinculación y transmisión de información. Para ello, su propuesta se enfoca en definir una serie de georutas, sobre las cuales se podrá obtener la información para poder entender la geología del territorio. Toda esta puesta en escena se realiza desde el punto de vista que quien conoce conserva, por lo tanto, el entendimiento y comprensión de los procesos geológicos que han llegado a formar el paisaje que hoy podemos observar, son parte de una estrategia de conservación.

A nivel nacional, se observa que en los últimos 14 años ha existido un crecimiento en la cantidad de trabajos de investigación, ya sea en formato de memorias de título, presentaciones en congresos y publicaciones en revistas científicas (Anexo 3). Esto significa que existe un interés y una preocupación real, tanto por parte de investigadores como de jóvenes geólogos y geólogas en la conservación y valorización del patrimonio geológico. Algunos de los trabajos más importantes en este sentido son las publicaciones de Mourgues *et al.*, (2016) acerca de los contextos geológicos chilenos, así como la de Benado *et al.*, (2018) acerca del estado del arte del patrimonio geológico en Chile. El crecimiento de esta área de investigación quedó plasmado en el último CGCh de 2018, en donde la sesión “GEOS-3” sobre Geodiversidad, patrimonio geológico y geoconservación fue la segunda sesión con más trabajos aportados al congreso (51) por detrás de Tectónica (54) (CGCh, 2018). Destacable de igual forma fue su eslogan “Geociencias hacia la comunidad”, lo cual representa una declaración de intenciones acerca de la importancia que está tomando las ciencias de la Tierra en Chile.

Los trabajos de Martínez (2010) y Partarrieu (2013) dedicados a la identificación, caracterización y cuantificación de geositos en la zona andina de la Región de La Araucanía, fueron un aporte importante para el desarrollo y reconocimiento en 2019 de Kütralkura como el primer GMU chileno. De igual forma, existen otros ejemplos de trabajos en la misma línea de poner en valor el patrimonio geológico de su territorio. Este incremento, es debido a que la transversalidad que poseen los objetivos de los GMU en conjunto con el desarrollo del territorio y, por tanto, el beneficio de su propia comunidad (UNESCO, 2015). Otro trabajo interesante es el de Urresty *et al.* (2015) que se centró en el concepto de geodiversidad y patrimonio geológico para la planificación territorial en Chile. La misma autora concluyó destacando la ineficacia de las herramientas e instrumentos de planificación en Chile para la geodiversidad nacional. Este trabajo, consideró que las únicas herramientas existentes (Parques y Reservas Nacionales, etc.) albergan únicamente un carácter restrictivo, que muchas veces no van ligadas a la implementación de medidas efectivas para su gestión, puesto que no se considera la participación de la comunidad en los procesos de planificación.

El trabajo de Benado (2013) para la caracterización del patrimonio geológico y geoconservación en San José de Maipo tuvo como resultado la selección de geositos basado en 11 contextos geológicos y, la caracterización de un total de 38 sitios de interés geológico en base a su valor científico, didáctico, turístico y de protección. En la actualidad, este patrimonio de relevancia internacional forma parte del desarrollo de uno de los proyectos de GMU en Chile. Otro trabajo de similares conclusiones es el realizado por Pérez (2018) en la comuna de Petorca, en la Región de Valparaíso. Los resultados de este estudio aportaron un total de 11 contextos geológicos locales, sobre los que se sustentan nueve lugares de interés geológico, siendo las “Venas del Diablo” uno de los más representativos. La escasez de investigaciones científicas del área de estudio, así como la dificultad de acceso y la falta de servicios a varios de los sitios de interés geológico hacen que, a diferencia del anterior caso, el proyecto de Geoparque Valle del Petorca se esté llevando a cabo sin el objetivo de postular al reconocimiento de la UNESCO a corto plazo (Pérez, 2018). En la misma región, pero en contextos diferentes, se lleva a cabo el proyecto Geoparque Puchuncaví, donde su principal atractivo y patrimonio geológico de relevancia internacional es el yacimiento paleontológico “Los Maitenes”, el que alberga multitud de afloramientos (35) de bivalvos y gasterópodos, así como restos de cetáceos y dientes de tiburón blanco (Andrade *et al.*, 2009;

Montti, 2013; Zora y Andrade, 2015, López, 2016). En la misma línea se desarrolló en la comuna de Aysén de la región homónima, la iniciativa del proyecto de Geoparque Chelenko (Benado *et al.*, 2015, 2020).

Finalmente, hay que destacar la iniciativa del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), el cual está desarrollando el proyecto piloto del “GeoParquemet”. Este proyecto, busca identificar y registrar la geodiversidad y los sitios de interés geológico en el Parque Metropolitano de Santiago (Parquemet), el segundo parque urbano más grande de Latinoamérica, además de proponer estrategias para su puesta en valor in situ y en plataformas digitales. Si bien el proyecto se encuentra en fase de desarrollo, el SERNAGEOMIN ha identificado más de 30 puntos de interés geológico que se podrán visitar a través de los diferentes senderos del parque y permitirán conocer parte importante de la historia geológica de la ciudad capital de Chile. Este proyecto, sin embargo, no aspira al reconocimiento bajo el programa de los GMU.

### **3.3. Estrategia ascendente con la comunidad para la gestión del patrimonio geológico**

Para nuestro caso de estudio, el concepto de “estrategia ascendente” o “de abajo hacia arriba” se centra en el proceso de construcción de un GMU. El enfoque teórico es proporcionado por la UNESCO, dentro de los requerimientos solicitados en sus estatutos para la conformación de un GMU. Este enfoque requiere de un compromiso por parte de todos los actores locales y regionales del territorio (público, privado, sector social y universidades), así como de una fuerte componente de asociatividad múltiple y apoyo político de largo plazo. El resultado final, debe ser una estrategia integral que cumpla con los objetivos propuestos y a su vez proteja el patrimonio geológico.

El inicio de los enfoques de las estrategias “*bottom-up*” surge en la década de los años 1970 como una alternativa a las iniciativas tradicionales de tipología “*top-down*”, cuyo pionero fue Elmore (1978). A través de su trabajo, manifestaba que el principal problema de la estrategia de arriba abajo es el no cuestionamiento en cuanto a que los tomadores de decisiones son las mismas personas que controlan los diferentes procesos organizacionales, ya sean políticos o tecnológicos, los cuales afectan a la implementación del proceso mismo (Elmore, 1979).

El diseño de una estrategia “*bottom-up*” se enfoca en analizar las relaciones en los procesos de los niveles más bajos, para fortalecer la comprensión de la organización como un elemento fundamental. El resultado de esto, sostiene que es posible desviar la atención de los tomadores de decisiones (*top*) en beneficio de las necesidades o prioridades de los niveles más bajos (*down*) (Vaquero, 2007). Según Elmore (1979) “... *lo más cercano que uno se encuentre al lugar de los problemas, la mayor habilidad para influirlos; y la habilidad de los sistemas complejos para resolver problemas no depende de controles jerárquicos sino en maximizar la discreción en el punto donde el problema es más inmediato*”.

Por otro lado, Weatherley y Lipsky (1977) sostienen un enfoque en el que postulaban que las nuevas políticas conllevan de forma intrínseca una alta complejidad lo que impide una correcta implementación, motivo por el cual la parta “*bottom*” crea y adapta una copia de esas políticas a favor de la simplificación, lo que puede conllevar a una distorsión de sus objetivos. De igual forma Elmore (1978) sostuvo que cuantos mayores instrumentos de aplicación de políticas convencionales y mayor rigidez de la estructura política, menor es el grado de éxito en la implementación de estas.

### 3.3.1. La importancia de la estrategia ascendente

La participación de las comunidades locales en la geoconservación se ha desarrollado ampliamente en los países en los que la conciencia social del patrimonio geológico es importante (Gordon *et al.*, 2012; Miles, 2013; Whiteley y Browne, 2013). Por otro lado, en las zonas rurales de los países donde la comprensión de los valores geológicos no está tan desarrollada, pueden surgir conflictos (Popa, 2015). En el caso de las comunidades indígenas de América Latina (Painemilla, 2010; Corrigan, 2013) u otros pueblos tradicionales (Beltrán, 2000; Fauzi y Misni, 2016), la percepción general de la conservación no incorpora la conciencia sobre el patrimonio geológico, para quienes en América Latina son casos aislados (Sánchez-Cortes *et al.*, 2017).

Las particularidades, culturas y o entidades de gestión de cada comunidad o pueblo originario, requieren metodologías diversas para el establecimiento de geoparques. A pesar de ello, ciertas características pueden ser consideradas como estándares. Tal es el caso de la existencia de un órgano de gobierno o gestión competente, la participación de las

comunidades en la toma de decisiones o un enfoque ascendente en la creación del geoparque en cuestión (Zeng, 2014; Zouros, 2016; Bergstrom, 2017).

Parte de nuestra investigación pretende cuantificar la utilidad de la metodología IAP aplicada al desarrollo local sostenible basado en el patrimonio geológico en territorios deprimidos caracterizados por la presencia de comunidades indígenas. Estos resultados deben demostrar el potencial de la educación, del turismo y del empoderamiento de las comunidades involucradas para su propio beneficio (Baum *et al.*, 2006). Bajo este enfoque, la IAP parte del supuesto de que las comunidades minoritarias pueden y deben beneficiarse de dicha investigación (Davis y Reid, 1999), así como ser parte de la solución de sus problemas (Martínez, 2004).

### 3.3.2. Antecedentes, marco teórico y definiciones de la IAP

La IAP surgió en la década de 1970, en lo que se llamaban los países del “*Tercer Mundo*”, centrándose en América Latina y África (Zapata y Roldán, 2016). Esta surgió en gran medida con un enfoque en la búsqueda de una justicia social, así como la construcción de procesos más democráticos.

En sus inicios, la investigación participativa se describió como una investigación realizada con la participación plena y equitativa, en todos los niveles y todas las etapas, de los científicos y los representantes de la población de la intervención (DeCambra *et al.*, 1992). Posteriormente Green *et al.*, (1995) incorporó en esta definición que la colaboración de los afectados es con el fin de educar y actuar para cambiar.

En 1999, Davis y Reid, concibieron la IAP como un traspaso de información entre las personas que tienen conocimientos científicos con las personas que tienen conocimientos personales y culturales, con el objetivo de poder solucionar un problema. Este enfoque nos permite sumergirnos en el concepto de la bilateralidad en el desarrollo de la investigación, con aporte de ambas partes, lo que al final de esta, permite al investigador obtener la información necesaria y a los investigados conocer y aprender sobre los problemas del medio que los rodea. Además, para Eizaguirre y Zabala, (2006), el propósito de la IAP era atender los problemas de una comunidad a partir de sus propios recursos y la participación de los propios interesados. Esta visión nos permite potenciar tres aspectos: *i*) concienciar a la

comunidad la realidad que vive, *ii*) potenciar el rol activo de su participación para obtener una solución y *iii*) empoderar a la comunidad para la sostenibilidad en la gestión del territorio.

Según Zapata y Roldán (2016), "*Fals Borda menciona que el inicio de la IAP estuvo influenciado por "la psicología social" (Lewin), el marxismo (Lukacs), el anarquismo (Proudhon, Kropotkin), la fenomenología (Husserl, Ortega), y las teorías liberales de la participación (Rousseau, Owen, Mill)*". Este punto de partida por parte de los autores, ya dejaba entrever que la investigación no se centraba única y exclusivamente en el trabajo del investigador sino en establecer una relación entre este y el medio investigado. Posteriormente, estas ideas se nutrieron de otros autores para de esta forma enfrentar tres retos por parte de la IAP. El primero relacionar la ciencia, el conocimiento y la razón, lo que les permitió que la investigación fuera concebida de igual forma como una construcción social y por lo tanto subjetiva. El segundo, hacía referencia a la dialéctica entre la teoría y la práctica, lo que les permitió posicionar que la generación de conocimiento debe enfocarse al mejoramiento de la práctica. Finalmente, el tercer reto era romper el paradigma del positivismo, en el que esa realidad es una y sólo puede ser medida por científicos objetivos, donde existe un control sobre las variables a medir, de forma que se pudieran establecer diferentes relaciones causales (Baum *et al.*, 2006). La IAP recurre a los paradigmas de la teoría crítica y el constructivismo pudiendo utilizar una variedad de métodos cualitativos y cuantitativos. Por ejemplo, una evaluación participativa de las necesidades incluiría un amplio compromiso con las comunidades locales y podría incluir una encuesta a los residentes menos implicados en el proceso participativo (Baum *et al.*, 2006).

El proceso postmoderno de este pensamiento constructivo pasó a ser una herramienta integral, capaz de analizar un sistema complejo, entrelazando equipos multidisciplinares para resolver problemas transversales (Fish, 2013). Esta visión surge de concebir la IAP como una nueva ciencia del paradigma y entender que el observador o investigador influye en el entorno que está siendo estudiado. Al mismo tiempo, este aporta un conocimiento y una serie de valores que afectarán al resultado final del estudio. (Pastor-Alfonso y Espeso-Molinero, 2015)

En este marco, la IAP nos permite centrarnos en la acción de la investigación como su propósito, para la recogida de datos y su posterior análisis reflexivo. La iteración de este

proceso con los implicados produce una mejora continua. Selener (1993) identificó la investigación-acción en el desarrollo de la comunidad y sus organizaciones como dos de los cuatro enfoques en los que se puede llevar a cabo la IAP, para potenciar y servir al cambio social. La investigación participativa busca mejorar la calidad de vida de las personas involucradas (Park, 1992), una visión compartida por los Geoparques Globales de la UNESCO (UNESCO, 2015). De igual forma Zapata y Roldán (2016) postularon que frente a la creciente incertidumbre sobre los diferentes cambios producto del cambio climático y otros procesos globales, hay un reconocimiento sobre los saberes ancestrales y las comunidades indígenas de los territorios para aportar soluciones, siendo la IAP una herramienta eficaz para el empoderamiento de estas comunidades en la gestión del territorio.

Actualmente, existen diferentes métodos utilizados en el trabajo comunitario para vincular los proyectos territoriales y sus respectivas áreas, que permiten abordar los problemas, peligros o riesgos de la comunidad (Pásková, 2015; Abbas *et al.*, 2017). Un método es la IAP, basado en el conocimiento de cómo comprender y cómo transformar la práctica, puesto que permite la interacción constante entre los participantes, por ejemplo, para el análisis de la información de los procesos y el desarrollo e implementación de las actividades, así como los proyectos que derivan de diferentes actores o fuentes (Soliz Torres y Maldonado, 2012; Arellano, 2018).

A pesar de los muchos y profundos cambios que han experimentado el mundo y las ciencias en las últimas décadas, la preocupación y motivación central que dio origen a la IAP sigue vigente: *“la creación de situaciones humanas más democráticas, justas y/o sostenibles”* (Zapata y Roldán, 2016).

Para nuestro estudio de caso, la IAP se ha utilizado como herramienta estratégica para la implementación de actividades con un enfoque *“bottom-up”* para empoderar a la comunidad. En este sentido, se concibieron a los participantes como contribuyentes cruciales de la investigación en todo el proceso, lo cual tendrá un grado de efectividad, dependiendo de la proactividad de estos en el proceso de investigación.

### 3.3.3. La IAP en los Geoparques Mundiales de la UNESCO

Ha habido diferentes GMU que han adoptado métodos IAP en la implementación de algunos de sus procesos. Por ejemplo, el GMU *Burren & Cliffs of Moher* (Rep. Irlanda), que financió un programa piloto llamado "*Uisce Aille*" (= Agua del acantilado) centrado en la educación de los profesores de las escuelas primarias y secundarias para formar y proporcionar más información sobre la gestión integrada de las cuencas, con el fin de mejorar el uso de sus recursos hídricos. El resultado de este proyecto LIFE, financiado por la Unión Europea, fue la promoción de una serie de herramientas educativas para los profesores, que podían utilizar para enseñar a sus alumnos. A su vez, ellos podían convertirse en los portadores del mensaje para educar a su comunidad (Barron *et al.*, 2017).

El GMU Mixteca Alta (México) es otro claro ejemplo de la efectividad de la IAP, dado su uso en los procesos llevados a cabo con las comunidades para la implementación de la iniciativa del GMU. Este enfoque permitió empoderar a las comunidades rurales marginadas, al tratar de proporcionarles el conocimiento para mejorar sus condiciones de vida (Park, 1992; Rosado-González y Ramírez-Miguel, 2017; Rosado-González *et al.*, 2020). Una de las principales conclusiones de esta investigación destacó la necesidad de que la población local participe en la gestión del territorio y que el proyecto del geoparque tenga continuidad y permanencia en el tiempo. Las propias comunidades hagan un uso permanente de sus tierras de acuerdo a sus tradiciones, situación de importancia para los territorios con comunidades indígenas (Rosado-González y Ramírez-Miguel, 2017), caso similar es el de la cuenca de Concepción-Arauco con las comunidades indígenas *Lafkenches*.

El GMU Imbabura (Ecuador), es otro geoparque que ha mezclado una metodología de análisis de resultados cuantitativos y cualitativos y el IAP, a través del cual se obtuvieron resultados para *i*) la implementación de una estrategia de desarrollo rural, *ii*) una articulación entre el comité de gestión del geoparque y otras organizaciones o asociaciones comunitarias vinculadas al desarrollo del proyecto, y *iii*) un análisis del potencial geoturístico del territorio y políticas públicas de desarrollo social y empoderamiento comunitario, entre otros (Guerrón *et al.*, 2019).

Otro ejemplo del uso de la metodología IAP es el proyecto de Geoparque que encontramos en Ancón-Santa Elena, también en Ecuador. Esta metodología se aplicó en la

primera fase del análisis y diagnóstico del sistema fluvial-acuífero costero de "Manglaralto", como motor de desarrollo para las zonas rurales. Los resultados de los tres talleres realizados permitieron catalogar este sistema natural de alto valor por parte de la comunidad en diferentes ámbitos, desde el punto de vista cultural, turístico, protector/ecológico y científico/educativo y, por tanto, considerado dentro del proyecto de Geoparque que se está desarrollando (Herrera-Franco *et al.*, 2018).

### **3.4. El geoturismo en las comunidades locales**

El geoturismo es el principal motor de desarrollo sostenible para las comunidades locales de los GMU (Martini y Zouros, 2009; UNESCO, 2016; Zouros, 2016; Prieto *et al.*, 2020; Rosado-González *et al.*, 2020).

#### **3.4.1. Importancia y antecedentes de la sociología en los estudios geoturísticos**

La utilización de metodologías sociológicas para el estudio de la geodiversidad, el patrimonio geológico (Allan *et al.*, 2015; Štrba *et al.*, 2018, 2019) y la geoconservación (Avelar *et al.*, 2015) como herramientas geoturísticas atendiendo a las percepciones de las comunidades locales no es muy común (Martins y Pereira, 2018; Kubalíková *et al.*, 2021). La participación de la comunidad juega un papel muy importante en las relaciones existentes entre las percepciones positivas de los residentes y su sentido de pertenencia (Jaafar *et al.*, 2015).

Una revisión previa de 256 publicaciones científicas sobre geoturismo (Ólafsdóttir y Tverijonaite, 2018) demostró que están dirigidas principalmente al patrimonio geográfico y al desarrollo potencial del geoturismo (46,1%). Otros campos están en gran medida inexplorados, como la concienciación social por parte de los turistas (6,1 %), el desarrollo sostenible (3,9 %) y las comunidades locales (0,78 %, solo dos trabajos). Bajo este escenario se plantea el marco pluridisciplinar de esta etapa, integrando la sociología al concepto del patrimonio geológico y la geodiversidad. Comprender la percepción de la gente del territorio a cerca de sus geositios (Martins y Pereira, 2018) y cuanto conocen sobre ello (Kubalíková *et al.*, 2021) son parte de los objetivos de esta etapa.

La biodiversidad sigue siendo una de las prioridades a nivel de protección frente al patrimonio geológico (Carreras y Druguet, 2000; Kubalíkobá *et al.*, 2021). Una de las principales dificultades y a su vez falencias detectadas en este ámbito es el bajo conocimiento que las comunidades locales poseen acerca de su patrimonio geológico (Fanwei, 2014). Este hecho sin duda, condiciona la gestión que se pueda realizar sobre los espacios de interés geológico y en gran parte es debido a la falta de información que se tiene por parte de la comunidad local, y es que la falta de conocimiento provoca una baja participación de la comunidad (Fanwei, 2014; Zeng, 2014).

El hecho de generar espacios de encuentro entre comunidad, actores públicos y privados del territorio en el marco de divulgar el patrimonio geológico genera el establecimiento de vínculos en pro del desarrollo de políticas ambientales y un mejor aumento en el reconocimiento de la geodiversidad del territorio (Martins y Pereira, 2018).

Uno de los aspectos claves a tener en cuenta es el modelo de gestión y el rol de la administración pública sobre estos espacios de interés geológico. Este modelo debe dejar de ser potestad única del gobierno y pasar a tener un rol más proactivo implicando a los actores de la comunidad (Fanwei, 2014). Otro aspecto clave, surge a través de mejorar el conocimiento de las comunidades sobre la geología territorial. Esto permite por un lado la puesta en valor del patrimonio geológico territorial y por otro, el fomento del geoturismo. Ambas repercutiendo de forma directa en el desarrollo y gestión territorial (Carcavilla *et al.*, 2011; Coutinho, 2019; Andrade, 2021)

En este contexto y atendiendo al área de estudio del proyecto GLB, así como a todo su patrimonio presente, es que se quiere investigar cual es la percepción de la comunidad local (grado de conocimiento, necesidades y perspectivas) sobre el geoturismo, entendiendo esta como una herramienta de desarrollo sostenible (Frey *et al.*, 2006). Esto nos permite conocer la percepción de la comunidad sobre lo más importante en relación a los geositios y la geoconservación, al mismo tiempo que averiguar el potencial del territorio para el geoturismo.

Finalmente, las respuestas obtenidas nos permitirán plantear si el desarrollo económico y la disminución de las brechas sociales puede ir de la mano con la puesta en valor, rescate y conservación del patrimonio minero, el cual está compuesto por más de 12

monumentos históricos y tres zonas típicas, así como si el patrimonio geológico inventariado en el área de estudio puede describir la historia geológica de la cuenca carbonífera de Arauco (Ferraro *et al.*, 2018). El patrimonio minero y geológico identificado ha sido el punto de partida para el diseño de nuestro ensayo de investigación, para recolectar la percepción de su comunidad. Esta etapa de la investigación conforma un primer estudio demoscópico completo que arroja luz sobre dos de estos campos poco explorados: el desarrollo sostenible y las comunidades locales.

#### 3.4.2. Definiciones de geoturismo y turismo geológico

El geoturismo es un concepto que surge de la puesta en valor de los lugares de interés geológico (o geositios). El concepto de geoturismo fue definido por primera vez por Hose (1995, 1996) bajo el enfoque de proporcionar información a los turistas sobre las diferentes características geológicas y geomorfológicas del territorio que les permita comprender su formación. Durante los años siguientes, diferentes investigadores siguieron aportando distintas definiciones, que pueden agruparse en dos enfoques diferentes. El primero se basó en entender el prefijo "Geo" desde una perspectiva de turismo puramente geológico, donde el patrimonio a explorar es la Geología del territorio (Newsome y Dowling, 2006; Hose, 2008; Newsome y Dowling, 2010, 2011; Hose, 2012, 2013; Ehsan *et al.*, 2013). El segundo enfoque se centró en entender este prefijo más allá del concepto geológico de territorio y darle también un sentido geográfico entendiendo el geoturismo como turismo de la Tierra o de un territorio. Este segundo enfoque engloba no sólo el patrimonio geológico sino también el cultural, biótico, material e inmaterial, y proporciona una visión más holística del concepto de geoturismo (Stokes *et al.*, 2003; Declaración 20017). Posteriormente, Dowling (2013) indicó que el geoturismo debe tener un enfoque "ABC", es decir, basado en el "patrimonio abiótico, biótico y cultural" del territorio.

Estos dos enfoques no son excluyentes sino complementarios. Mientras que el enfoque del desarrollo sostenible del territorio es más representativo de las directrices propuestas por la UNESCO sobre los GMU en cuanto a la visión holística del territorio, el enfoque más basado en el área geológica ayuda a mejorar los procesos o la gestión en el ámbito de la Geoconservación y la comprensión de los elementos geológicos por parte de los turistas (Newsome y Dowling, 2010; Dowling, 2013, Dowling y Newsome, 2018).

Asimismo, la Declaración de Arouca (2011) recoge la instancia de animar a los territorios a considerar el geoturismo como un enfoque general, considerando tanto el patrimonio geológico, como la biodiversidad y el patrimonio cultural e implicando a la comunidad local y a los turistas en un papel activo para generar las sinergias necesarias para potenciar los rasgos identificativos del territorio.

En los últimos años se ha debatido entre las anteriores formas de concebir el geoturismo o cuál es la más adecuada, obviando en cierta medida la epistemología del turismo, ya que hoy en día la única forma de entender el turismo es desde una perspectiva actual y moderna como alternativa al turismo de masas (Coutinho *et al.*, 2019).

### 3.4.3. El geoturismo en Chile

En clave nacional chilena, los principales trabajos realizados en materia geoturística, atienden básicamente a los realizados a partir del aporte de financiamiento público. En este sentido, destacamos dos proyectos: i) el proyecto “*Geoturismo en el Valle del Huasco. Un aporte de las geociencias al desarrollo y crecimiento del turismo tradicional*” ejecutado por la universidad de Atacama” y el ii) el ejecutado por la Universidad Austral de Chile, en el marco del proyecto “*Desarrollo de productos geoturísticos en el destino turístico Patagonia Verde, Región de los Lagos*”.

El proyecto sobre Geoturismo en el Valle del Huasco es un proyecto que se ha desarrollado entre 2017 y 2019. Fue financiado por el Gobierno Regional de Atacama bajo los Fondos de Innovación para la Competitividad (FIC) con código BIP 30486523-0 que se adjudicó la Universidad de Atacama. El proyecto obtuvo diversos resultados en dos temáticas; la primera denominada Patrimonio minero y geológico, la segunda se denomina Patrimonio Geológico. En cuanto a la primera temática de patrimonio minero y geológico, el proyecto se centró en el rescate y puesta en valor de los diferentes distritos mineros abandonados que existen en el territorio. Estos distritos se clasificaron en función del mineral que se ha explotó. Los distritos de Plata con Agua Amarga, Las Tunas y Vizcachitas, los distritos de oro como Capote, Santa María, Santa Ana y Pastaos Largos, los distritos de cobre de Labrar, Camarones, Carrizal Alto y El Morado y finalmente los distritos de hierro de Sositas y Huantemé.

Por otro lado, la temática del Geopatrimonio se abordó desde el punto de vista igualmente turístico, pero sin la componente minera. En este ámbito se estudiaron e inventariaron diferentes sitios de interés geológico (paleontológico, estructural y geomorfológico) de Quebrada del Pinte entre otros. Los objetivos del proyecto eran proporcionar rutas geológicas turísticas en el territorio, junto con la revalorización del patrimonio minero abandonado a través de georutas.

Un proyecto posterior fue el proyecto de geoturismo en Patagonia Verde que involucró a las cinco comunas que integran Patagonia Verde. Este proyecto fue financiado por el Gobierno Regional de los Lagos mediante la línea de Bienes Públicos para la Competitividad Regional de la CORFO (17BPCR-73220), a través del “Programa Desarrollo Sustentable del destino turístico Patagonia Verde” (código BIP30342073-0). El proyecto contó con el apoyo de SERNAGEOMIN, SERNATUR, CONAF y las cinco comunas que integran Patagonia Verde y fue desarrollado también entre los años 2017-2019. Los principales objetivos perseguidos fueron completar la oferta turística de la zona, con el aporte de la interpretación geológica de los paisajes, así como el desarrollo de nuevos productos geoturísticos.

Ambos proyectos proporcionaron información del patrimonio geológico del territorio y aportaron herramientas tangibles (guías, fichas, paneles informativos, etc...) para el desarrollo geoturístico. Estos dos proyectos proporcionaron espacios de conversación y educación entre comunidad, tour operadores y geólogos, lo cual ha permitido concienciar y educar a la comunidad en materia de las Ciencias de la Tierra.

En el XV CGCh en Concepción en 2018, también se presentaron una gran cantidad de trabajos académicos en el área del geoturismo, en diferentes localizaciones geográficas del país, como el Cerro Castillo en la Región de Aysen, la cordillera en la Región de la Araucanía, la comuna de Colchane en la Región de Tarapacá, el patrimonio geológico del Loa superior en la Región de Antofagasta, así como parte del patrimonio minero de la comuna de San José de Maipo en la RM.

Finalmente, un último proyecto que se desarrolló en 2019 en el marco del proyecto aspirante a GMU Cajón del Maipo, es el de revalorización del patrimonio minero como recurso geoturístico. Este proyecto se ejecutó por la Universidad de Santiago de Chile en conjunto con la municipalidad de San José de Maipo, el organismo a cargo del proyecto de

geoparque y la comunidad. Fue financiado con fondos de la Vicerrectoría de Vinculación de la Universidad de Santiago de Chile mediante el fondo Vime N.º 12-2019 junto con el departamento de ingeniería en minas que proporcionó el transporte. El principal resultado aportado por este proyecto hace referencia sobre el impacto positivo en la comunidad que supone el relevamiento de la información proporcionada por la academia, lo que a su vez permitió una revalorización sobre el sentido de pertenencia dicho patrimonio.

## **CAPÍTULO 4 – MÉTODOS**

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el diseño de esta investigación se ha dividido en tres fases o etapas. Esto es debido a la necesidad de utilizar parte de los resultados obtenidos en las fases anteriores para el diseño de las fases posteriores. La primera fase ha correspondido al levantamiento de información acerca del patrimonio geológico del área de estudio. La segunda etapa corresponde a la IAP entre la comunidad y los investigadores, cuyo objetivo es la puesta en valor del patrimonio geológico, la identificación de áreas prioritarias en el territorio y el empoderamiento comunitario acerca del patrimonio geológico. Finalmente, una tercera fase, que corresponde al estudio demoscópico, el cual se centra en caracterizar la percepción de la ciudadanía acerca del geoturismo en cuanto a su conocimiento, necesidades y perspectivas.

Esta investigación se caracteriza por ser tanto cualitativa como cuantitativa. Por un lado, la investigación cualitativa pretende identificar cuáles son los geositos más importantes del área de estudio, conocer cuáles son las áreas temáticas prioritarias según la percepción de la comunidad, así como conocer si existe un perfil concreto de persona en el territorio que valore o priorice el geoturismo.

Desde el punto de vista cuantitativo, se cuantifica los diferentes valores de los sitios de interés geológico según varios criterios atendiendo a una escala *Likert*<sup>6</sup> con valores de 1 a 5 (Likert, 1932) para posteriormente ponderarlos en función de su importancia. De igual forma, se realizan análisis estadísticos simples mediante porcentajes, para conocer el grado de conocimiento acerca de los conceptos geológicos básicos, así como poder establecer una planificación en el orden de necesidades y prioridades, en función de las respuestas entregadas por la comunidad.

La metodología utilizada permitirá correlacionar las variables cualitativas (patrimonio geológico, áreas prioritarias, conocimiento, necesidades y perspectivas territoriales) con variables cuantitativas (número de geositos de importancia, internacional, nacional, regional o local, porcentajes de aprendizaje de conceptos geológicos básicos, estadísticas de

---

<sup>6</sup> Es un instrumento estructurado para la recolección de datos, a los cuales se les asigna un rango o escala desde favorable a desfavorable que permite medir de mejor forma la variable de la pregunta realizada (Blanco y Alvarado, 2005).

representatividad tanto de los talleres ejecutados o porcentajes de conocimiento o priorización del geoturismo en el territorio).

#### **4.1. Fase 1: Inventario**

En esta primera fase, se explicará la metodología para identificar y caracterizar el patrimonio geológico del área de estudio. Esta variable, se contempla como el estudio de una variable con diferentes criterios e indicadores que van a ser cualitativos policotómicos<sup>7</sup>, así como cuantitativos discretos<sup>8</sup> (Arias, 2012).

##### **4.1.1. Diseño y herramienta de recopilación de datos**

Existe una amplia bibliografía para poder inventariar el patrimonio geológico de un territorio, algunos ejemplos son las propuestas por Cendrero (1996), Brilha (2005), Carcavilla (2007), y Bruschi *et al.*, (2008), Bruschi y Cendrero, (2009) entre otros autores. Nuestro caso de estudio se ha enfocado en la utilizada por el Instituto Geológico Minero de España (IGME de ahora en adelante) para la caracterización del patrimonio geológico de ese país (García y Carcavilla, 2013) principalmente y apoyada por la de Brilha (2005). En primer término, se optó por la del IGME dada la cantidad de información específica que recopilaba las diferentes fichas a implementar y en segunda instancia se optó por complementar con la de Brilha (2005) por proponer una caracterización para los geositios de valor internacional. Las dos podían posteriormente ser comparadas a modo de analizar las diferencias y similitudes para ser utilizadas para una propuesta metodológica de nuestra área de estudio. En este punto hay que mencionar que la no utilización de la metodología de Brilha (2016) es debido a los tiempos en que se planificaron los trabajos de campo, los cuales fueron anteriores a la publicación. De igual forma, los fondos públicos con los que se financiaban dichos trabajos obligaban a la realización de una rendición de fondos, lo cual no permitió una adaptación o mejora a las nuevas metodologías, puesto que ello conllevaba más tiempo e inversión, del cual no se disponía.

---

<sup>7</sup> también llamadas categóricas, son variables que presentan características o atributos que se expresan de forma verbal en más de una categoría (ej: principal interés geológico, tipo de uso del lugar, etc...)

<sup>8</sup> son variables que se expresan en valores o datos de cifras enteras (ej: n° de publicaciones, cantidad de personas, distancia a centros poblados, etc...)

Se recopilaron las fichas descriptivas para la valorización de los diferentes sitios de interés geológico (geositios) bajo el enfoque de tres criterios, *i*) el valor intrínseco del geositio ( $V_i$ ), *ii*) el valor sobre el potencial de uso ( $V_u$ ) y *iii*) el valor al respecto del grado de protección ( $V_p$ ) (Anexo 4). Paralelamente y en forma complementaria a esta valoración de la ficha descriptiva, se han utilizado otras fichas complementarias más específicas, para poder obtener mayor grado de información, en función del principal rasgo geológico identificado en geositio (Anexos 5 al 13). Finalmente, en el caso de tener que inventariar alguna colección, se han utilizado las fichas definidas en el inventario del IGME (García y Carcavilla, 2013) para tal efecto (Anexo 14).

Para los tres valores ( $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$ ) se definieron diferentes indicadores,  $V_i$  posee 11 indicadores,  $V_u$  posee 10 indicadores y  $V_p$  posee 5 indicadores (Anexos 15 al 17 respectivamente). Estos indicadores, fueron cuantificados mediante una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 significa “nulo” y 5 “muy elevado” utilizando diferentes criterios (Anexos 18 al 20, respectivamente).

Brilha (2005), estableció una diferenciación entre el valor de los geositios, atendiendo a la cuantificación de algunos indicadores. De esta forma, diferenció entre geositios de valor internacional y nacional, con los geositios de valor regional o local (Tabla 5).

*Tabla 5. Requisitos de los indicadores de los geositios para ser considerados de valor Internacional según Brilha (2005).*

<b>Requerimiento geositio de valor internacional.</b>						
Según Brilha (2005)	Valor Intrínseco ( $V_i$ )				Valor de uso ( $V_u$ )	
		$A1 \geq 4$	$A2 \geq 3$	$A3 \geq 3$	$A9 \geq 3$	$B1 \geq 3$

Estos condicionantes propuestos por el autor se han tenido en cuenta como propuesta para nuestra área de estudio y de esta forma clasificar los geositios que pueden representar al territorio desde una perspectiva internacional. Paralelamente, serán seleccionados para el inventario final, puesto que son los únicos que cumplirán según esta metodología un grado de internacionalización. Los demás geositios quedarán condicionados a cumplir estos requisitos mínimos para formar parte del inventario principal.

Posteriormente, para conocer el valor final de los geositos, hay que considerar que no todos los valores o indicadores poseen el mismo peso o importancia. Para ello se debe generar una escala de ponderación de estos indicadores. Estas ponderaciones son diferentes según las metodologías utilizadas.

Brilha (2005) propuso unas ponderaciones diferentes en función de si el geositio es considerado internacional y nacional o es considerado regional y local (Tabla 6). En base a ello, se obtendrá el valor “Q” del geositio y de esta forma se puede establecer una comparación.

Tabla 6. Fórmulas para el cálculo del valor Q de los geositos. fuente: Brilha (2005).

<b>Cálculo del valor (Q) del SIT</b>			
Según	Reynard (2004), Brilha (2005)	SIT (Nacional o Internacional)	SIT (Regional o Local)
		$Q = (2A + B + 1,5C) \div 3$	$Q = (A + B + C) \div 3$

Donde:

*A= sumatorio de los valores de todos los indicadores de Vi.*

*B= sumatorio del valor de todos los indicadores de Vu.*

*C= sumatorio de los valores de todos los indicadores de Vp.*

En el caso de la ponderación para el IGME (García y Carcavilla, 2013), esta se realiza sobre el valor obtenido entre 1 y 5 de alguno de los indicadores (ver fórmulas 1, 2 y 3).

**Fórmula ponderación Vi:**

*(fórmula 1)*

$$Vi = \frac{1}{50} [25 \times (A1) + 15 \times (A2) + 10(A3 + A5 + A11) + 5 \times (A4 + A6 + A7 + A8 + A9 + A10)]$$

**Fórmula ponderación Vu:**

*(fórmula 2)*

$$Vu = \frac{1}{50} [15 \times (B1 + B2) + 10 \times (B3) + 5 \times (A1 + A2 + A6 + A7 + A8 + A9 + A11 + B4 + B5 + B6 + B7 + B8)]$$

**Fórmula ponderación Vp:**

*(fórmula 3)*

$$Vp = \frac{1}{50} [15 \times (C5) + 10 \times (B10 + C1 + C2 + C3 + C4) + 5 \times (B1 + B2 + B3 + B4 + B6 + B9)]$$

Finalmente, la cuantificación del valor de relevancia (Q) del geositio puede calcularse según la Tabla 7.

Tabla 7. Cálculo de valor Q según, García y Carcavilla (2013).

Cálculo del valor (Q) del SIT	
Según IGME García y Carcavilla, 2013)	$Q = Vi + Vu + Vp$

#### 4.1.2. Planificación del inventario del patrimonio geológico y análisis de datos

La metodología utilizada para el reconocimiento del patrimonio geológico, se ha dividido en tres etapas. Una primera etapa de preterreno, una segunda etapa de trabajo de terreno y una tercera etapa posterreno.

La primera etapa consistió en realizar una invitación abierta a los académicos de las universidades en las que se imparte la carrera de geología o carreras afines: UdeC, UCSC y UNAB. Esta se realizó mediante correo electrónico a través de las jefaturas de carrera correspondientes y de forma individual en algunos casos. Los académicos surgidos conformaron el comité geológico experto que propondría los sitios de interés geológico (geositios) a caracterizar en el territorio propuesto como GLB y en base a sus conocimientos expertos. Dada la cantidad de sitios de interés propuesto por el comité y el tiempo disponible para realizar el inventario de geositios, se optó por ofrecer prácticas de terreno a estudiantes de 4º y 5º año de las carreras de geología y reconocerlas como tal por sus instituciones o jefes de carrera respectivos. Esto implicó la realización de varias jornadas de 2h cada una (una jornada por cada uno de los valores utilizados para la caracterización del geositio) de capacitación a los estudiantes en materia de cómo aplicar la herramienta de valorización de los diferentes geositios. Finalmente, se solicitó a los diferentes grupos de terreno, la entrega de un informe tipo sobre sus geositios (Anexo 21). Esta primera etapa se llevó a cabo durante los meses de diciembre 2016 y enero 2017.

La segunda etapa consistió en el trabajo de campo se realizó entre los meses de febrero a Julio de 2017 y contó con más de 70 estudiantes de las tres universidades regionales. Estos formaron grupos de tres o cuatro personas y se distribuyeron atendiendo a criterios de

movilidad y residencia por todo el territorio de estudio, de forma de cubrir un número determinado de geositorios. El número de geositorios por grupo quedó definido entre cuatro y cinco también en función de la distancia y situación geográfica de estos.

Finalmente, la tercera y última etapa, correspondió al análisis de los datos entregados por parte del comité de expertos. Esta revisión consistió en varias reuniones plenarias del comité de expertos constituido en la primera etapa. El objetivo de estas es consensuar y validar los valores numéricos, atribuidos por los diferentes grupos de trabajo de terreno, para cada uno de los indicadores de los geositorios inventariados.

#### **4.2. Fase 2: Formación en Investigación Acción Participativa (IAP)**

Una de las prioridades para este estudio y atendiendo de igual forma a uno de los principales criterios de la UNESCO en cuanto al trabajo con la comunidad, hace referencia al enfoque de abajo hacia arriba en el desarrollo de los GMU. El objetivo de conseguir el empoderamiento de la comunidad es un eje esencial en lo que representa la conservación del patrimonio geológico del territorio por parte de sus habitantes (UNESCO, 2016). Para ello, la metodología utilizada en esta investigación atiende a una serie de talleres comunitarios bajo la perspectiva de la IAP.

##### **4.2.1. Talleres estratégicos participativos**

El proceso de IAP se desarrolló a través de la realización de cinco seminarios participativos que involucraron a personas de las comunidades locales (ver figura 12). Los objetivos generales definidos para los distintos seminarios se centraron en *a*) capacitar a la comunidad en conceptos geológicos básicos, *b*) identificar áreas estratégicas de desarrollo para el territorio, y *c*) empoderar a las comunidades en la co-creación del proyecto de GLB.

En la fase de apertura se realizaron los talleres uno y dos, cuyo objetivo era empoderar a la comunidad a través de una intervención centrada en la activación de las personas aprendizaje por descubrimiento a través de una visión constructivista (Antunes, 2011). Dado que, el enfoque del taller uno y dos fue el aprendizaje por desarrollo, la participación de la

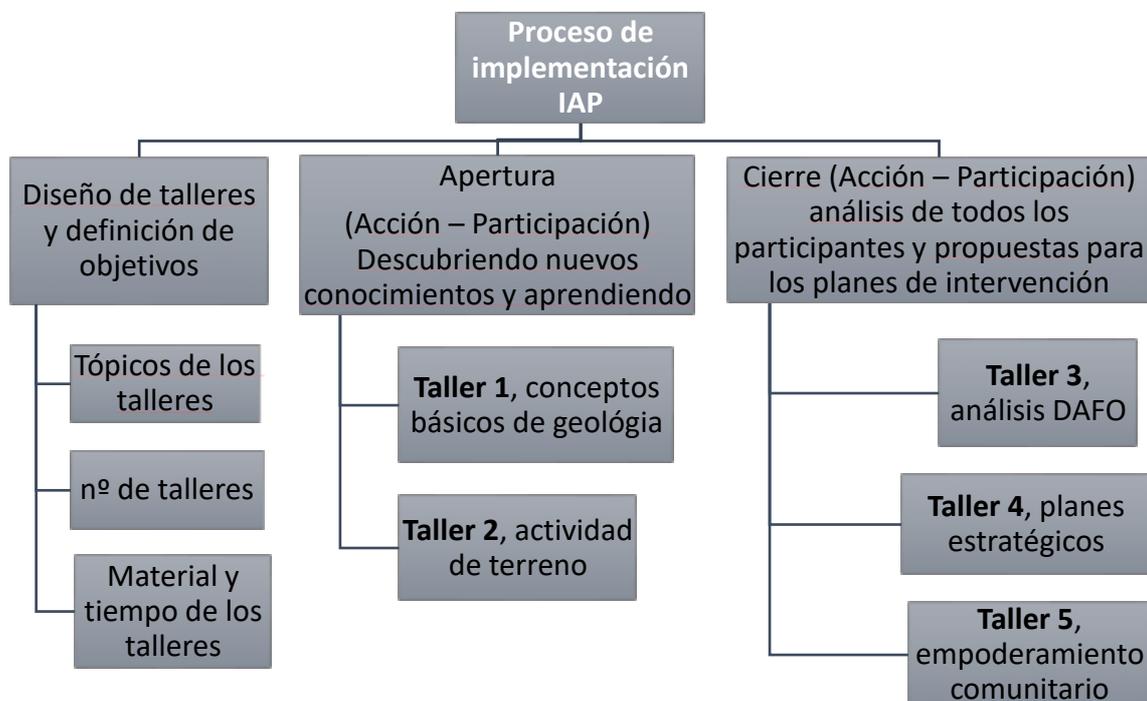


Figura 12. Etapas del proceso de implementación del PAR, en el caso de esta investigación. Modificado de (Martí, 2017).

comunidad se limitó más a preguntas para aprender y adquirir nuevos conocimientos de su territorio, que a aportar desde su experiencia. Asimismo, la experiencia de campo al aire libre (taller número dos), se desarrolló con una perspectiva educativa, considerando que educar en el campo proporciona un aprendizaje más activo (Chevellard, 1991). Además, Abbas *et al.*, (2017) describieron un ejemplo comparable aplicado a los cambios en el paisaje socioecológico en un entorno de montaña, así como un análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) del territorio, para investigar cómo intervienen las variables geoambientales sobre los ecosistemas socioculturales en los procesos de planificación urbana.

En la fase de cierre, que comprende las sesiones tres, cuatro y cinco, la participación de la comunidad se hizo más activa, donde aportan su experiencia y conocimiento del territorio a la recolección y análisis de datos. Cada uno de los talleres se realizó de manera independiente en las 12 comunas del territorio, entre abril de 2017 y junio de 2018, considerando los tiempos, la logística y temas administrativos de cada municipio. Las características de cada actividad y talleres realizados, así como sus objetivos específicos pueden verse en el anexo 22.

#### 4.2.2. Técnicas de recogida y análisis de datos

Tras el diseño de la intervención para esta investigación, se definieron las técnicas e instrumentos de recogida de datos. Éstas se centraron en la recogida de datos, tanto desde una perspectiva cuantitativa (porcentajes de satisfacción, número de visitantes, etc.) como cualitativa (resultados del aprendizaje geológico, áreas prioritarias y planes estratégicos del geoparque). Las diferentes técnicas e instrumentos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Definición de las técnicas e instrumentos utilizados para la tipología de evaluación de los diferentes talleres.

Evaluación	Técnicas	Instrumentos
Cuantitativa	Encuesta de satisfacción (Arias, 2012)	Encuesta
	Talleres	Lista de asistencia
Cualitativa	Grupos focales (Mella, 2000; Buss Thofehrn <i>et al.</i> , 2013; Hamui-Sutton y Varela Ruiz, 2013)	Diálogos y
	Análisis DAFO (Ballesteros <i>et al.</i> , 2010; Villagómez <i>et al.</i> , 2014)	Diagramas de cajas

El diseño de las preguntas para la encuesta de satisfacción considera tres requisitos: *i*) ser de corta duración, *ii*) ser fáciles de contestar, mediante una respuesta cerrada en un rango determinado según una escala Likert de 1 a 5, donde 1 significa “nada satisfecho” y 5 “muy satisfecho”, y *iii*) ser fáciles de entender. Este cuestionario se aplicó a los participantes de los talleres, tanto de forma presencial como online, una vez finalizados todos los talleres (ver figura 13).

El análisis cuantitativo de las respuestas se realizó mediante estadística simple por porcentajes, en función de las respuestas de la escala Likert. El análisis de la representatividad de la muestra obtenida ( $n$ =número de participantes a los talleres) con respecto del total de la muestra ( $N$ =789.079 habitantes en el territorio) se ha realizado mediante estadística simple a través de la fórmula:

$$(f\acute{o}rmula\ 4) \quad n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N-1)) + k^2 \times p \times q}$$



**ENCUESTA PERCEPCIÓN**  
**PROYECTO GEOPARQUE MINERO LITORAL DEL BIOBÍO**

Porque su opinión nos interesa.

**Le rogamos que dedique unos minutos a responder a esta encuesta, que nos ayudará a mejorar nuestras actividades para prestar un mejor servicio. Marque con una X la casilla correspondiente y utilice una escala del 1 al 5 para evaluar los diferentes aspectos solicitados (donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno).**

1- ¿Conoces el proyecto de Geoparque Minero "Litoral del Biobío"?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

2- ¿Ha participado en alguno de los talleres realizados en los diferentes municipios o en alguna de las actividades realizadas por el proyecto del Geoparque Minero "Litoral del Biobío"?

SI \_\_\_\_\_, NO \_\_\_\_\_.

3- Valora los siguientes aspectos en la escala anterior de 1 a 5. Marca una casilla con X.

nº	Taller o actividad	1	2	3	4	5
1	Taller de geología básica					
2	Experiencia de campo en el taller de geositios					
3	Taller Fortalezas - Oportunidades - Debilidades - Amenazas (DAFO)					
4	Taller Fortalezas - Oportunidades - Debilidades - Amenazas (DAFO)					
5	Taller de empoderamiento y compromiso comunitario					

4- ¿Has aprendido algo sobre geología? SI \_\_\_\_\_, NO \_\_\_\_\_

5- Si su respuesta anterior fue afirmativa, comente lo que aprendió sobre geología (respuesta abierta, comente)

---

Figura 13. Cuestionario de satisfacción aplicado a los participantes de los talleres comunitarios.

Donde,  $k$  = es una constante que depende del nivel de confianza seleccionado;  $e$  = es el valor del error muestral aceptado en nuestro estudio;  $p$  = es la proporción de elementos que

presentan una determinada característica a investigar (si no se conoce, el valor estándar seleccionado es 0,5);  $q$  = es la proporción de elementos que no presentan la característica investigada, que como en el caso anterior, si no se conoce, el valor estándar seleccionado es 0,5, dado que en ambos casos el valor del 50% de la selección de la muestra son los valores más desfavorables.

### 4.3. Demoscopia<sup>9</sup>

El procedimiento utilizado para la recogida de datos de campo fue una encuesta estructurada (Arias, 2012), respondiendo a preguntas abiertas, cerradas y/o opcionales (Kerlinger, 1997). Las respuestas abiertas permiten al encuestado expresarse libremente. Esto puede proporcionar información importante que pudiera no haber sido considerada en el cuestionario, pero a su vez, el análisis de las respuestas es más complejo, dada la variabilidad de las respuestas sobre la misma pregunta. Las respuestas cerradas son esenciales para recoger la percepción de los encuestados sobre una gama reducida de opciones. Esto permite un análisis específico, rápido y fácil de la percepción de los encuestados, dado que las posibilidades de respuesta son limitadas. Por último, las respuestas de opción múltiple o cerradas permiten, por un lado, un mejor análisis de las respuestas, puesto que se puede asignar un valor determinado a cada opción y así facilitar la interpretación estadística. Por otro lado, permite formular una pregunta más específica con un significado concreto (Kerlinger, 1997). La encuesta sirvió como principal instrumento de recogida de datos para esta investigación.

#### 4.3.1. Diseño del cuestionario demoscópico

El diseño del cuestionario tenía como objetivo principal interrelacionar diferentes disciplinas como la geología, la ciencia política, la sociología y la antropología en la estructura de las preguntas. Esto permitió analizar los resultados de forma holística a través de una única herramienta, pero desde diferentes puntos de vista. Esta interdisciplinariedad se

---

<sup>9</sup> Este subcapítulo, así como el 5.3, 6.3 y 7.3 referentes al estudio demoscópico, forman parte de una publicación aceptada. F.X., Irazabal, D., Guerrero, C., King, R.W., Schilling, M.E., Sá., A., Oms, O. (2021). Quantifying geotourism: a demoscopic study for the "Litoral del Biobío" Geopark project (Chile). Geoheritage (Accepted July 2021).

reflejó en el diseño de cuatro campos: *i)* el perfil del encuestado, *ii)* el grado de conocimiento que la gente tiene de su territorio, *iii)* las necesidades que la gente percibe de su territorio y *iv)* las perspectivas que la gente tiene de su territorio (ver figura 14).

PERFIL DEL ENCUESTADO	CONOCIMIENTO DEL TERRITORIO	NECESIDADES DEL TERRITORIO	PERSPECTIVAS DEL TERRITORIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Rural o Urbano</li> <li>•Edad</li> <li>•Género</li> <li>•Nivel educacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sitios turísticos de la comuna</li> <li>•Riesgos naturales que afecten a la comuna y planes de emergencia</li> <li>•Desarrollo de los planes</li> <li>•Proyecto Geoparque minero Litoral del Biobío</li> <li>•Geositios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Necesidades de la comuna</li> <li>•Prioridad del turismo para el territorio</li> <li>•Desarrollo de las áreas turísticas</li> <li>•Conservación de la Biodiversidad y Geodiversidad</li> <li>•Necesidades educacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perspectivas de la comunidad en los futuros 5 años</li> <li>•Preparación comunal frente a desastres naturales</li> <li>•Priorización de las áreas de desarrollo</li> <li>•Importancia del proyecto Geoparque en el territorio</li> </ul>

Figura 14. Principales campos considerados en el diseño de la encuesta.

Para estos cuatro campos se generaron un total de 14 preguntas, seis de las cuales se refieren a la dimensión del grado de conocimiento del encuestado sobre su territorio, seis a la dimensión de las necesidades del territorio percibidas por el encuestado y, por último, dos a las perspectivas del encuestado sobre su comunidad (Tabla 9).

Para definir el primer campo (perfil del encuestado), se recogió información sobre el rango de edad, el nivel educativo, el género y el entorno en el que vive el encuestado, ya sea rural o urbano. El rango de edad se definió en 4 escalas: *a)* por debajo de la mayoría de edad (19 años), *b)* un segundo rango que llega hasta los 35 años que se considera el límite de la juventud madura (Ruiz, 2005), *c)* un tercer rango del límite de la juventud hasta la edad de jubilación (65 años) y *d)* un cuarto rango sobre los 65 años (Defensor del pueblo, 2016). Para el nivel educacional se utilizaron de igual forma cuatro niveles de educación: *a)* educación básica, *b)* educación media, *c)* educación universitaria y *d)* educación técnica. En cuanto a género, este se dividió en dos grupos: *a)* hombre y *b)* mujer, así como la residencia del encuestado en medio rural o urbano. Para este último caso, no se requería de una selección del encuestado, sino que quedaba definido por el CENSO (2017) donde si la población o núcleo tenía más 2000 habitantes se consideraba urbana y si lo estaba por debajo se consideraba rural.

En cuanto a las preguntas del segundo campo, se enfocan en averiguar cuáles son los principales lugares turísticos que el encuestado conoce de su territorio, así como el grado de conocimiento de la geología y los geositios que posee la comuna, además de averiguar la importancia que el encuestado concede al proyecto de geoparque.

En cuanto al tercer campo, las preguntas buscan conocer la percepción del encuestado sobre cuán necesario cree que es el turismo para la comunidad, junto con evaluar la situación del geoturismo en torno a los diferentes temas turísticos y no turísticos. Para ello, se siguió la estrategia de no preguntar directamente por el geoturismo, sino de integrar el geoturismo como una variable más de las respuestas. Para ello cada variable se evaluó según una escala Likert de 1 a 5 (Likert, 1932), donde "1" es no necesario o prioritario y "5" es muy necesario o prioritario. Por último, en esta misma dimensión, se comparó la priorización entre la biodiversidad y la geodiversidad, y también se evaluó en una escala Likert de 1 a 5.

Finalmente, para el cuarto campo, las preguntas se diseñaron para conocer la perspectiva económica de la comunidad, entendiendo que la mejora o disminución de este aspecto afectaría directamente al desarrollo del turismo y por tanto de forma directa al geoturismo. La última pregunta del cuestionario está enfocada a conocer la prioridad que el encuestado le da al desarrollo del geoturismo para su comunidad. Al igual que alguna de las preguntas anteriores, no se hizo mediante una pregunta directa, sino a través de una selección de alternativas basadas en una escala Likert de 1 a 5.

Tabla 9. Preguntas y tipo de respuesta de los tres campos de investigación.

<b>Conocimiento del territorio</b>
<i>1) Para su conocimiento, ¿podría enumerar los tres principales lugares turísticos de su comunidad?</i>
<i>2) Desde su conocimiento o punto de vista, ¿cuánto cree que contribuye el turismo al desarrollo económico de su comunidad? a) Nada; b) Poco; c) Bastante; d) Mucho; o e) No lo sé.</i>
<i>3) La geología es la ciencia que se ocupa del estudio de la Tierra, de los diferentes tipos de rocas y minerales, así como de los procesos y desastres naturales que se producen en ella, como terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, etc. ¿Qué nivel de información consideras que tienes sobre la geología del territorio? a) Nada; b) Poco; c) Bastante; d) Mucho.</i>
<i>4) Según su conocimiento, ¿conoce algún lugar de interés geológico en su comunidad? Respuesta: a) Sí; b) No.</i>

<p>5) ¿Ha oído hablar del proyecto de Geoparque Minero "Litoral del Biobío"? a) Sí; b) No. c) Algo</p>
<p>6) Si su respuesta es Sí a la pregunta 5. Según sus conocimientos, ¿cree que el proyecto del Geoparque es importante para su comunidad? a) Nada; b) Poco; c) Indiferente; d) Muy importante; y e) No lo sé.</p>
<p><b>Necesidades del territorio</b></p>
<p>7) Desde su punto de vista, ¿cuáles son las tres principales necesidades que afectan a la población de su comunidad? Respuesta abierta</p>
<p>8) Desde su conocimiento o punto de vista, ¿cómo valora en una escala de 1 a 5 la necesidad de desarrollo turístico en su comunidad? (1) Nada necesario; (2) Poco necesario; (3) Indiferente; (4) Necesario; o (5) Muy necesario.</p>
<p>9) De los siguientes temas enumerados, ¿podría indicar en qué medida los considera necesarios para el desarrollo de la comunidad? Evalúe desde "1" No es necesario hasta "5" Muy necesario. Temas: a) Conservación de áreas naturales, b) Servicios turísticos, c) Infraestructura pública, d) Créditos para PYMES, e) Educación curricular, f) Empleo y desarrollo económico, g) Comunidad local e indígena, h) Educación técnica, i) Conservación del patrimonio.</p>
<p>10) De las siguientes áreas turísticas enumeradas, ¿podría indicar el nivel de prioridad? Evalúe desde "1" no necesario hasta "5" muy necesario. Áreas: a) Turismo de negocios, b) Turismo rural, c) Turismo náutico, d) Turismo de eventos, e) Turismo en espacios naturales, f) Turismo de aventura, g) Turismo gastronómico, h) Turismo de sol y playa, i) Turismo cultural.</p>
<p>11) Evalúe de '1' no necesario a '5' muy necesario según su percepción, la importancia de los diferentes servicios y temas para los turistas. Servicios: a) Turismo étnico mapuche, b) Conocimiento científico, c) Servicios de transporte, d) Información digital, e) Información sobre geodiversidad, f) Artesanía y fiestas tradicionales, g) Gastronomía típica, h) Accesibilidad, i) Servicio de guía, j) Puestos de información turística</p>
<p>12) Si usted está a cargo de la gestión de los recursos económicos que se destinan a la conservación del medio natural, evalúe de 1 a 5 cuáles serían sus prioridades para las diferentes opciones. Con "1" no es necesario y "5" es muy necesario. Opciones: a) Geodiversidad (tipos especiales de rocas, fósiles, minerales, etc.), b) Flora endémica (bosques, praderas naturales, humedales, etc.), c) Fauna endémica (animales en peligro de extinción, otros, etc.).</p>
<p><b>Expectativas del territorio</b></p>
<p>13) En los próximos cinco años, cómo cree que será la situación general de la comunidad, Responda: a) Mejor, b) Peor, c) Indiferente, d) No sabe</p>
<p>14) De los siguientes temas enumerados, indique el nivel de prioridad que le asigna a cada uno, siendo "1" No prioritario y "5" altamente prioritario. Temas: a) Participación de instituciones de educación superior en el territorio, b) Fortalecimiento de la identidad del territorio, c) Mediación de la problemática mapuche, d) Igualdad de género y reducción de la desigualdad, e) Agua y saneamiento, f) Apoyo a la producción orgánica y a las energías limpias, g) Apoyo a las PYMES y al empleo de jóvenes y mujeres, h) Alianzas entre el sector público y privado, i) Planes de conservación de la biodiversidad, j) Planes de conservación</p>

*del patrimonio geológico, k) Promoción del turismo en áreas naturales, l) Educación sobre riesgos naturales.*

#### 4.3.2. Definición de la muestra

De acuerdo a la población registrada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el último censo de Chile (INE, 2017) y tomando el área geográfica que abarca el proyecto GLB (doce comunas en el territorio), esto suma una población total de 789.079 habitantes. A este número no se le aplicó ninguna restricción o sesgo de acuerdo al perfil del sujeto a entrevistar. Por lo tanto, es posible calificar la encuesta como extensiva ya que toda la población es susceptible de ser encuestada. Conociendo el valor de N, es posible calcular la muestra a encuestar, utilizando la siguiente fórmula:

$$(f\acute{o}rmula\ 5) \quad n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N-1)) + k^2 \times p \times q}$$

Donde, n = 384 es el tamaño de la muestra a encuestar; N = 789.079 es la población total del territorio; k = 1,96 es una constante que depende del nivel de confianza seleccionado, que para nuestro caso de estudio fue del 95%; e = 0,05 es el valor del error muestral aceptado en nuestro estudio, que en nuestro caso es del 5%; p = 0,5 es la proporción de elementos que presentan una determinada característica a investigar (si no se conoce, el valor estándar seleccionado es 0,5); q = 0,5 es la proporción de elementos que no presentan una característica a investigar, que es el valor estándar seleccionado. 5 es la proporción de elementos que presentan una determinada característica a investigar (si no se conoce, el valor estándar seleccionado es 0,5); q = 0,5 es la proporción de elementos que no presentan la característica investigada, que como en el caso anterior, si no se conoce, el valor estándar seleccionado es 0,5, dado que en ambos casos el valor del 50% de la selección de la muestra son los valores más desfavorables.

#### 4.3.3. Criterios de aplicación de la encuesta

Una vez conocido el número de sujetos a muestrear (n), se definieron los principales criterios geoespaciales a partir de los cuales se distribuiría el cuestionario y, de este modo,

se podría obtener una mejor representación del territorio. Para ello, se aplicaron cuatro criterios de distribución consecutivos.

Para el primer criterio, se dividió la muestra total (n=384) según el número de comunas de cada provincia, donde la Provincia de Concepción con siete de las doce comunas representa el 58,3% (224 encuestas), mientras que de la Provincia de Arauco con cinco comunas representa el 41,6% (160 encuestas).

Estos criterios son más representativos que optar por una distribución basada en los datos de población por comunas entregados por el último censo chileno de 2017, donde la población de la Provincia de Arauco representa sólo el 20,9% del total de la muestra y podría estar subrepresentada con sólo 80 encuestas.

El segundo criterio se refiere a la distribución de las encuestas en cada comuna. Para ello se aplicó una distribución basada en el porcentaje de la población de cada comuna respecto del total de la provincia a la que pertenece, según los datos proporcionados por el censo 2017 (Tabla 2).

En cuanto al tercer criterio relativo al género, los datos analizados por comunidad en el censo de 2017 indican porcentajes muy similares de distribución entre hombres y mujeres, por lo que se optó por realizar una media para las doce comunidades. Esto dio como resultado un porcentaje del 51,8% para las mujeres y del 48,2% para los hombres, que se trasladó a la distribución de las encuestas según el criterio anterior, con un redondeo a número enteros.

Por último, se aplicó un cuarto criterio de distribución de la encuesta, teniendo en cuenta el entorno en el que vive el encuestado, diferenciando entre entorno urbano y rural. En este criterio se hizo una diferenciación por provincias (Arauco y Concepción) para representar de manera más realista la ruralidad de cada una de ellas (Tabla 2). En el caso de la Provincia de Arauco, se hizo una distribución del 50% entre los dos entornos (urbano y rural), mientras que, en el caso de la Provincia de Concepción, se utilizaron los datos proporcionados por el censo 2017 para los porcentajes de cada comunidad con respecto al origen rural o urbano (Tabla 2).

La ubicación geográfica exacta de dónde aplicar las diferentes encuestas dentro de cada una de las comunas se estableció teniendo conversaciones con funcionarios del departamento de planificación territorial de los diferentes municipios. De esta manera, fue posible encontrar los sectores con mayor concentración de población, dado que los datos del censo 2017 no alcanzan ese nivel de detalle necesario en este trabajo.

Dado que se observó que algunos sectores de las comunas de Hualpén, Lota, Talcahuano y Tomé no estaban representados por falta de encuestas, y considerando que son importantes centros poblados, se decidió aumentar el número de la muestra (n) en 12 encuestas más y así llegar a 396 encuestas (Tabla 10 i Figura 15).

Tabla 10. Distribución del número de encuestas por comunidad según los criterios de representatividad aplicados.

	Comuna	1 <sup>er</sup> criterio	2 <sup>o</sup> criterio	3 <sup>er</sup> criterio		4 <sup>o</sup> criterio			
				Hom bre	Mujer	Hombre rural	Mujer rural	Hombre urbano	Mujer urbana
Provincia de Concepción	Tomé	224+12*	19+2*	9+1*	10+1*	1+1*	1+1*	8	9
	Penco		17	8	9	0	0	8	9
	Talcahuano		53+2*	25+1*	28+1*	1*	1*	25	28
	San Pedro de la Paz		46	22	24	0	0	22	24
	Hualpén		32+4*	15+2*	17+2*	2*	2*	15	17
	Coronel		41	20	21	1	1	19	20
	Lota		16+4*	8+2*	8+2*	2*	2*	8	8
Provincia de Arauco	Arauco	160	39	19	20	9	10	10	10
	Curanilahue		35	17	18	8	9	9	9
	Lebu		27	13	14	6	7	7	7
	Los Álamos		22	11	11	5	5	6	6
	Cañete		37	18	19	9	9	9	10
		396	396	191	195	45	48	146	157
				396		93		303	
				396					
* Nº de encuestas añadidas para obtener una cobertura geográfica de las zonas rurales para representar mejor la Provincia de Concepción.									

#### 4.3.4. Georreferenciación de la demoscopia y consideraciones

Previo a la aplicación del cuestionario, se realizaron seis encuestas de prueba en las comunas de Talcahuano y Hualpén, para ajustar el formato de las preguntas y respuestas del

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)



Figura 15. Geolocalización de las encuestas del estudio demoscópico y el número de estas por situación. (fuente: Elaboración propia mediante ArcGis).

cuestionario. El cuestionario se aplicó entre abril y septiembre de 2019 a un total de 402<sup>10</sup>

encuestados del territorio del GLB.

Esta investigación se realizó como trabajo de campo, ya que las encuestas se aplicaron como entrevista personal en campo y la información se recogió de forma escrita a través de cuestionarios.

La selección de las personas encuestadas fue aleatoria (muestreo probabilístico aleatorio). En este sentido, sólo se tuvo en cuenta que la residencia de la persona entrevistada coincidiera con la comunidad de recogida de datos. Una vez seleccionado el candidato y antes de contestar el cuestionario, el entrevistador hizo una introducción explicando el propósito académico del cuestionario, así como la necesidad de contestar de forma objetiva y sincera, para lograr la máxima objetividad de los resultados.

El papel activo del entrevistador fue fundamental por varias razones. En primer lugar, para que el entrevistado se sintiera cómodo y para que la encuesta se desarrollara en un ambiente cordial y en una conversación agradable. En segundo lugar, para que el entrevistado entendiera en todo momento los conceptos tratados en la pregunta, teniendo especial cuidado en la imparcialidad de la información dada para no influir en la respuesta.

#### 4.3.5. Técnicas de análisis de datos

Los datos se procesaron de forma cuantitativa y cualitativa, con un enfoque empírico y deductivo (Arias, 2012). Según el tipo de preguntas formuladas, se obtuvieron diferentes tipos de respuestas. Por este motivo, el análisis de los resultados también se realizó de forma diferenciada en función de los tipos de respuesta. Este análisis de las respuestas se llevó a cabo mediante técnicas de estadística descriptiva simple a través de gráficos de barras o de tarta y se analizaron los porcentajes de sus variables.

En el caso de las respuestas abiertas, en las que los resultados son múltiples y variados, se agruparon las que podían conformar un tema similar utilizando la lógica deductiva e inductiva. Esto permitió cuantificar los porcentajes de estos temas y compararlos entre sí. Un ejemplo de ello podría ser que respuestas como medicamentos, hospitales, enfermedades, etc. se agruparan dentro del área de "salud", o que respuestas sobre robos, delitos, drogas, etc. se agruparan en el área de "seguridad pública".

## **CAPÍTULO 5 – RESULTADOS**

### **5.1. Caracterización de geositos del área de estudio**

En este apartado se presentarán los resultados acerca del patrimonio geológico del área de estudio, los contextos geológicos basados en las propuestas del marco teórico anteriormente definido y la cuantificación de los diferentes valores (Vi, Vu y Vp) de los geositos seleccionados.

#### **5.1.1. Los contextos geológicos del área de estudio**

Teniendo en cuenta la propuesta de contextos geológicos presentada por Schilling *et al.*, (2015) y tomando en consideración nuestro territorio de investigación, obtenemos que nuestro territorio posee un total de ocho contextos geológicos con respecto de los 22 que aparecen en la propuesta anteriormente citada. Este dato supone una representatividad del 36,4% de la geodiversidad nacional (Tabla 11). Si consideramos algunos de los propuestos en el estudio de Quezada *et al.* (2018) podrían llegar a ser hasta 10 los contextos representados, lo que aumentaría su representatividad al 40,1% de la diversidad nacional.

*Tabla 11. Contextos geológicos de la cuenca Carbonífera de Concepción-Arauco que representan parte de los contextos geológicos a nivel nacional.*

<b>Propuestas</b>	<b>Nº</b>	<b>Código</b>	<b>Contexto Geológico Nacional</b>	<b>Representatividad Geológica cuenca carbonífera Concepción-Arauco</b>
Schilling <i>et al.</i> , (2015)	1	MgPz	<i>Magmatismo Paleozoico</i>	Plutón Nahuelbuta
	7	TCA	<i>Terrenos Exóticos y Complejos de Acreción</i>	Basamento metamórfico. Serie Oriental y Occidental, complejo de acreción.
	9	SCMz	<i>Series Continentales Mesozoicas y sus fósiles</i>	Formación Santa Juana
	12	KsMC	<i>El Cretácico Superior marino de Magallanes y Chile Central</i>	Formación Quiriquina
	13	SCCz	<i>Series Continentales Cenozoicas y sus fósiles</i>	Formación Curanilahue, Formación Trihueco
	14	SMCz	<i>Series Marinas Cenozoicas y sus fósiles</i>	Formación Pilpilco, Formación Boca Lebu, Formación Millongue, Formación Ranquil, Formación Tubul
	16	BC	<i>Borde Costero</i>	Cuenca Carbonífera Concepción Arauco y las geoformas del Borde Costero

	21	TEC	Mega Estructuras, Tectónica Andina y Neotectónica	Neotectónica de la Isla Santa María (Jara <i>et al.</i> , 2006, 2015, 2017)
Quezada <i>et al.</i> (2018)	Dinámicas hídricas del Cuaternario			Río Biobío y humedales del territorio
	Procesos Holocénicos			Tómbolo del Biobío y dunas

### 5.1.2. Valor intrínseco de los geositos (Vi)

En este subapartado y a través de las tablas 12 y 13 se muestra un resumen de los valores promedio por cada indicador con respecto los indicadores del Vi, tanto en el inventario de geositos totales como en los geositos seleccionados.

Tabla 12. Comparación del Vi promedio y porcentajes para de cada indicador.

Valor Intrínseco (Vi)											
indicador	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
valor promedio	4	4	1	2	4	4	1	3	4	3	3
<b>69 geositos</b>	33,3%	33,3%	40,6%	27,5%	34,8%	31,9%	53,5%	59,4%	43,5%	50,7%	49,3%
valor promedio	4 y 5	4	3	3 y 4	4	4	1	3	4	5	5
<b>22 geositos</b>	50,0%	50,0%	50,0%	27,3%	40,9%	45,5%	54,5%	68,2%	54,5%	45,5%	40,9%

Tabla 13. Tabla comparativa entre las dos metodologías, referente a la cuantificación del Vi de los geositos seleccionados.

		Brilha (2005)			García y Carcavilla (2013)
nº	nombre geosito	A	nº	nombre geosito	Vi
36	Piedra del Águila	51	36	Piedra del Águila	9,5
1	Desembocadura del Biobío	48	1	Desembocadura del Biobío	9,1
29	Punta Morhuilla	47	29	Punta Morhuilla	8,7
30	Dunas de Pangué	45	30	Dunas de Pangué	8,7
39	Miradores de Nahuelbuta	45	39	Miradores de Nahuelbuta	8,4
67	Mina Chiflón del Diablo	43	67	Mina Chiflón del Diablo	8,1
58	Isla Quiriquina	41	25	Punta Millongue	8
48	Caleta Purema	41	38	Río Cruces	8
25	Punta Millongue	39	58	Isla Quiriquina	7,9
38	Río Cruces	39	26	Cavernas de Benavides	7,9
20	Quidico	39	48	Caleta Purema	7,8
26	Cavernas de Benavides	38	20	Quidico	7,7

8	Colcura Norte	38	8	Colcura Norte	7,6
33	Isla Santa María	38	33	Isla Santa María	7,4
31	Piedras lisas	38	10	Chivilingo Sur	7,4
23	Caleta Quiapo	38	31	Piedras lisas	7,3
55	Caleta Cocholgüe	37	63	Sendero La Cata	7,3
50	Playa Pudá	37	23	Caleta Quiapo	7,1
10	Chivilingo Sur	36	55	Caleta Cocholgüe	7,1
63	Sendero La Cata	36	32	Trongol Bajo	7,1
32	Trongol Bajo	35	50	Playa Pudá	7
49	Caleta Burca	35	49	Caleta Burca	6,8

### 5.1.3. Valor de uso (Vu) de los geositios

En este subapartado y a través de las tablas 14 y 15 se muestra un resumen de los valores promedio por cada indicador con respecto los indicadores del Vu, tanto en el inventario de geositios totales como en los geositios seleccionados.

Tabla 14. Comparación del Vu promedio y porcentajes para de cada indicador.

Valor de Uso (Vu)										
Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
valor promedio	5	3	5	5	3	5	1	2	1	4
<b>69 geositios</b>	55,1%	39,1%	33,3%	50,7%	27,5%	59,4%	62,3%	40,6%	47,8%	33,3%
valor promedio	5	3	4	4	3 y 4	3	1	2 y 3	1	4
<b>22 geositios</b>	86,4%	50,0%	54,5%	59,1%	27,3%	68,2%	77,3%	27,3%	63,6%	50,0%

Tabla 15. Tabla comparativa entre las dos metodologías utilizadas, referente a la cuantificación del Vu de los geositios seleccionados.

nº	nombre geosito	Brilha (2005)		nº	nombre geosito	García y Carcavilla (2013)	
		B				Vu	
67	Mina Chiflón del Diablo	41		67	Mina Chiflón del Diablo	8,7	
31	Piedras lisas	40		36	Piedra del Águila	8,5	
8	Colcura Norte	39		8	Colcura Norte	8,4	
1	Desembocadura del Biobío	38		26	Cavernas de Benavides	8,2	
38	Rio Cruces	38		1	Desembocadura del Biobío	8	
26	Cavernas de Benavides	38		31	Piedras lisas	7,6	
39	Miradores de Nahuelbuta	34		38	Rio Cruces	7,6	
58	Isla Quiriquina	34		58	Isla Quiriquina	7,6	
48	Caleta Purema	34		29	Punta Morhuilla	7,6	
36	Piedra del Águila	33		39	Miradores de Nahuelbuta	7,4	
25	Punta Millongue	33		48	Caleta Purema	7,4	

49	Caleta Burca	33	25	Punta Millongue	7,4
32	Trongol Bajo	32	32	Trongol Bajo	7,2
55	Caleta Cocholgüe	31	30	Dunas de Pangué	7,2
50	Playa Pudá	31	20	Quidico	6,9
10	Chivilingo Sur	31	49	Caleta Burca	6,8
29	Punta Morhuilla	30	55	Caleta Cocholgüe	6,8
63	Sendero La Cata	30	50	Playa Pudá	6,7
30	Dunas de Pangué	28	10	Chivilingo Sur	6,7
20	Quidico	28	33	Isla Santa María	6,5
23	Caleta Quiapo	27	63	Sendero La Cata	6,3
33	Isla Santa María	26	23	Caleta Quiapo	6,2

#### 5.1.4. Valor de protección (Vp) de los geositos

En este subpartado y a través de las tablas 16 y 17 se muestra un resumen de los valores promedio por cada indicador con respecto los indicadores del Vp, tanto en el inventario de geositos totales como en los geositos seleccionados.

Tabla 16. Comparación del Vp promedio y porcentajes para de cada indicador.

Valor de Protección (Vp)					
Indicador	C1	C2	C3	C4	C5
valor promedio	5	1	5	5	5
<b>69 geositos</b>	50,7%	60,9%	87,0%	37,7%	30,4%
valor promedio	5	1	5	5	5
<b>22 geositos</b>	77,3%	77,3%	86,4%	63,6%	45,5%

Tabla 17. Tabla comparativa entre las dos metodologías, referente a la cuantificación del Vp de los geositos seleccionados.

nº	nombre geosito	Brilha	nº	nombre geosito	García y
		(2005)			Carcavilla
		C			Vp
36	Piedra del Águila	25	36	Piedra del Águila	8,8
39	Miradores de Nahuelbuta	23	39	Miradores de Nahuelbuta	8,4
1	Desembocadura del Biobío	21	26	Cavernas de Benavides	8,3
26	Cavernas de Benavides	21	67	Mina Chiflón del Diablo	8,1
49	Caleta Burca	21	49	Caleta Burca	8
50	Playa Pudá	21	1	Desembocadura del Biobío	7,9
29	Punta Morhuilla	21	50	Playa Pudá	7,8
33	Isla Santa María	21	31	Piedras lisas	7,6
10	Chivilingo Sur	20	29	Punta Morhuilla	7,5
23	Caleta Quiapo	20	8	Colcura Norte	7,4

67	Mina Chiflón del Diablo	19	10	Chivilingo Sur	7,3
58	Isla Quiriquina	19	25	Punta Millongue	7,3
38	Rio Cruces	18	33	Isla Santa María	7,2
48	Caleta Purema	18	23	Caleta Quiapo	7,2
25	Punta Millongue	18	48	Caleta Purema	7,2
30	Dunas de Pangué	18	58	Isla Quiriquina	7,1
20	Quidico	18	38	Rio Cruces	7
8	Colcura Norte	17	20	Quidico	6,9
31	Piedras lisas	16	30	Dunas de Pangué	6,6
32	Trongol Bajo	14	32	Trongol Bajo	6,5
55	Caleta Cochólgüe	12	55	Caleta Cochólgüe	5,7
63	Sendero La Cata	12	63	Sendero La Cata	5,6

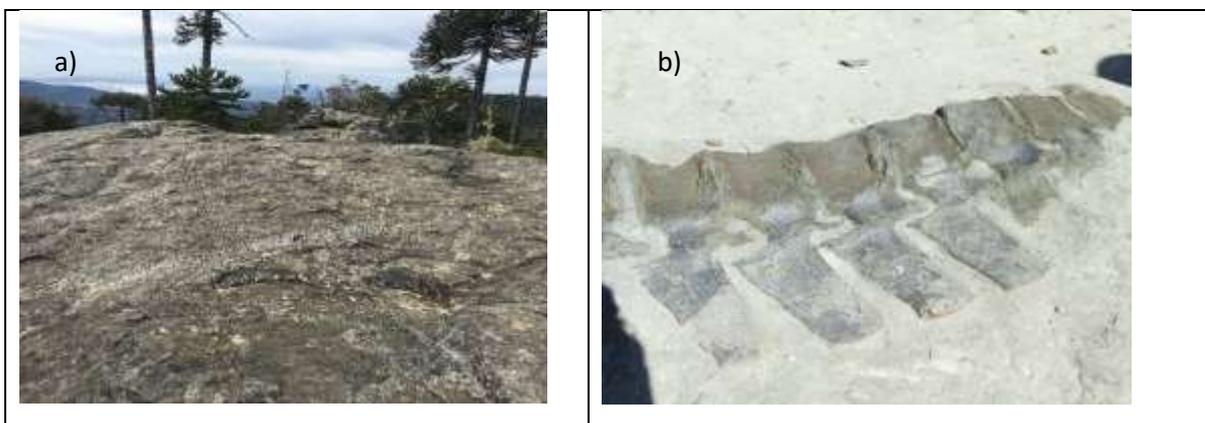
#### 5.1.5. Principales geositos del área de estudio

Siguiendo con los resultados acerca del patrimonio geológico del territorio y atendiendo a las diferentes etapas ocurridas en esta investigación, otro de los resultados obtenidos ha sido la definición de los principales sitios de interés geológico, así como su principal valor geológico (Tabla 18 y fotografías 6 de la *a* a la *v*). En una primera evaluación de Ferraro *et al.*, (2018), donde se inventariaron 8 de las 12 comunas actuales, se obtuvieron un total de 49 sitios de interés geológico, de los cuales restaron 13 con un valor nacional o internacional según (Brilha, 2005). Posteriormente, se amplió el área de la cuenca Carbonífera de Arauco a cuatro comunas más del territorio, una en el extremo sur (Cañete) y tres en el extremo norte (Talcahuano, Penco y Tomé). Esto fue posible atendiendo a registros históricos de la explotación de los mantos de carbón encontrados en el territorio (Santa-Cruz, 2018), así como a la relevancia paleontológica de la isla Quiriquina (Talcahuano) y Caleta Cochólgüe (Tomé). Esto ha supuesto la actualización del inventario, entregando un total de 71 sitios de interés geológico inventariados en doce comunas (Anexo 23), de los cuales 24 son los que han sido seleccionados dada su mejor puntuación según los criterios anteriormente definidos, para representar la historia geológica del territorio. De estos 24 sitios de interés geológico, cuatro de ellos se han fusionado en dos, los geositos de la isla Santa María (nº33 y 28) y los de la isla Quiriquina (nº67 y 58), atendiendo a su situación geográfica y dejando como referencia el geosito de mayor valor. Esto ha simplificado el número final de sitios de interés geológicos del territorio en 22 geositos (ver figura 16 y Anexo 24).

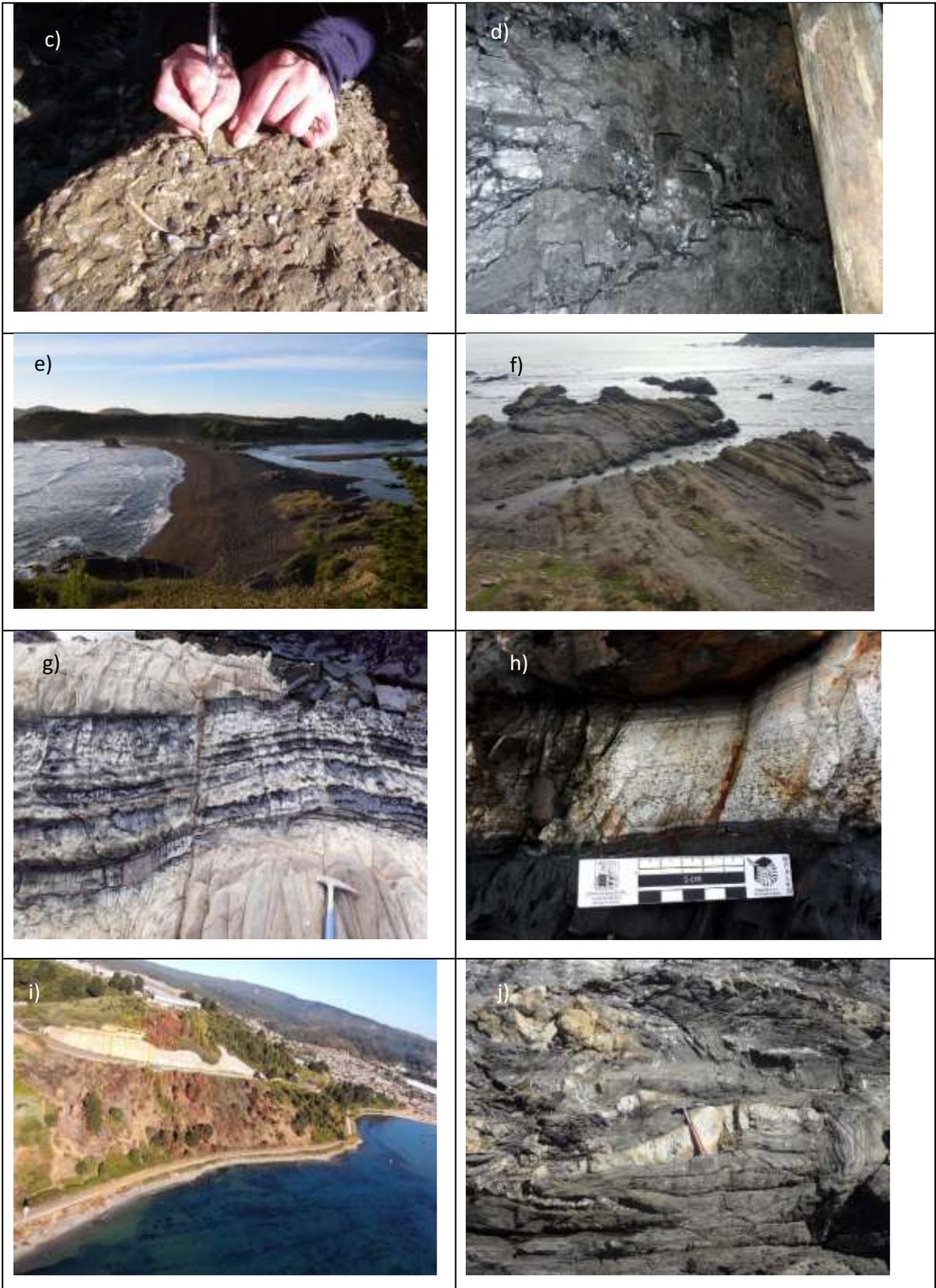
El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Tabla 18. Principales geositios seleccionados de la cuenca carbonífera de Arauco, según requisito de internacionalidad de Brilha (2005).

<b>Nº id. inventario</b>	<b>Nº id. Mapa</b>	<b>Nombre del geositio</b>	<b>comuna</b>	<b>Principal interés geológico</b>
36	1	Piedra del Águila	Cañete	Historia de la Geología
1	2	Desembocadura del Biobío	Hualpén	Geomorfológico
67	3	Mina Chiflón del Diablo	Lota	Interés económico
26	4	Cavernas de Benavides	Lebu	Estratigráfico
39	5	Miradores de Nahuelbuta	Los Álamos	Petrológico-Geoquímico
29	6	Punta Morhuilla	Lebu	Estratigráfico
8	7	Colcura Norte	Lebu	Historia de la geología
25	8	Punta Millongue	Lota	Estratigráfico
38	9	Rio Cruces	Talcahuano	Mineralógico
58	10	Isla Quiriquina	Arauco	Estratigráfico (Localidad tipo)
30	11	Dunas de Pangué	Cañete	Geomorfológico
31	12	Piedras lisas	Curanilahue	Paleontológico
48	13	Caleta Purema	Tomé	Geología estructural
49	14	Caleta Burca	Tomé	Geología Estructural
21	15	Dunas de Yani	Arauco	Geomorfológico
50	16	Playa Pudá	Tomé	Geología Estructural
10	17	Chivilingo Sur	Lota	Historia de la geología
33	18	Isla Santa María	Coronel	Tectónico
32	19	Trongol Bajo	Los Álamos	Mineralógico
23	20	Caleta Quiapo	Lebu	Estratigráfico
55	21	Caleta Cochólgué	Tomé	Estratigráfico (K-T)
63	22	Sendero La Cata	Penco	Paleontológico



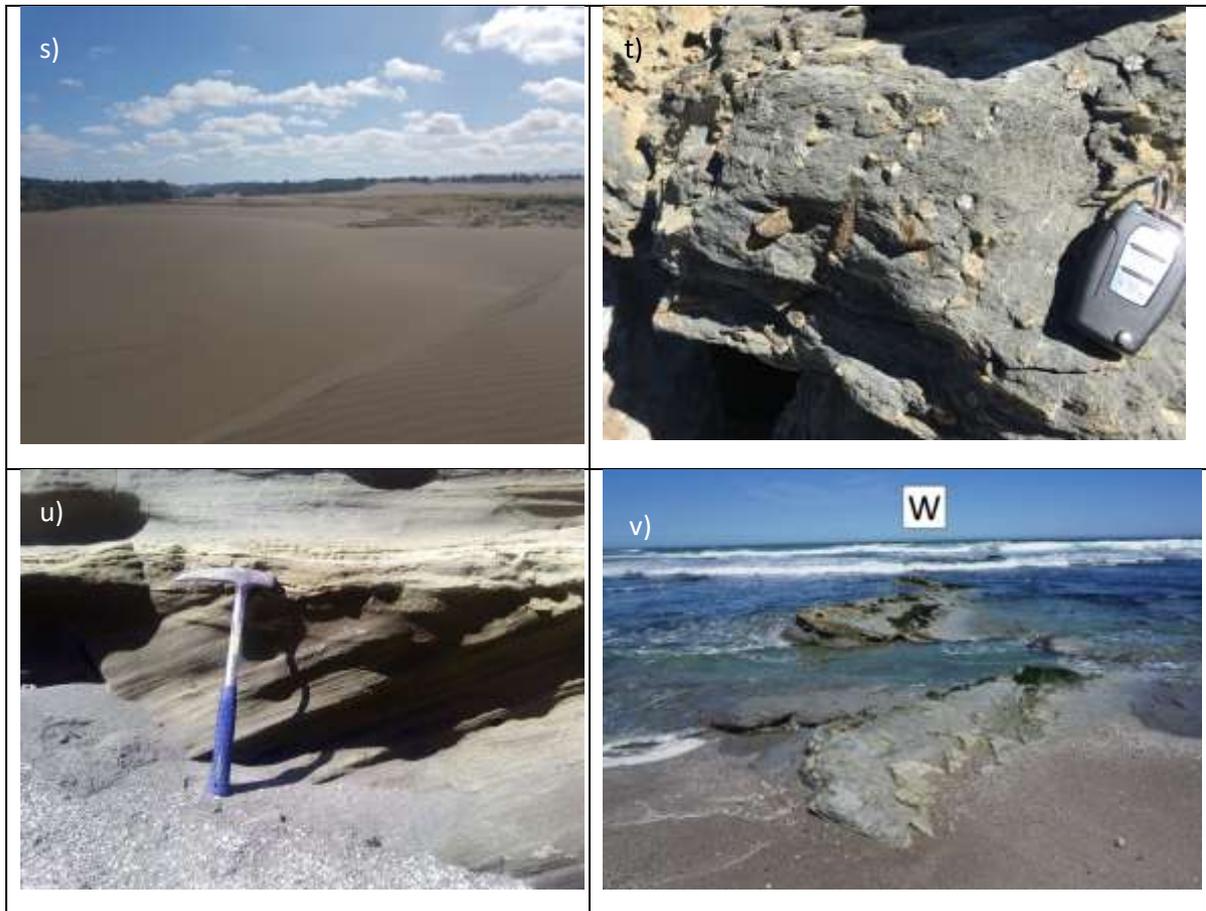
El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)



El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)



El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)



Fotografía 6. a) Piedra del Águila (Cañete), b) Caleta Cochólgüe (Tomé), c) Isla Quiriquina (Talcahuano), d) Mina Chiflón del Diablo (Lota), e) Desembocadura del Biobío (Hualpén), f) Cala Purema (Tomé), g) Caleta Burca (Tomé) h) Pudá (Tomé), i) Sendero la Cata (Penco), j) Colcura norte (Lota), k) Chivilingo sur (Lota), l) Río Cruces (Arauco), l) Piedras Lisas (Curanilahue, m) Miradores de Nahuelbuta (Curanilahue-Los Álamos), n) Dunas de Yani (Arauco), o) Punta Millongue (Lebu), p) Cavernas de Benavides (Lebu), r) Punta Morhuilla (Lebu), s) Dunas de Pangué (Los Álamos-Cañete), t) Trongol bajo (Los Álamos), u) Isla Sta. Maria (Coronel), v) Caleta Quiapo (Arauco).

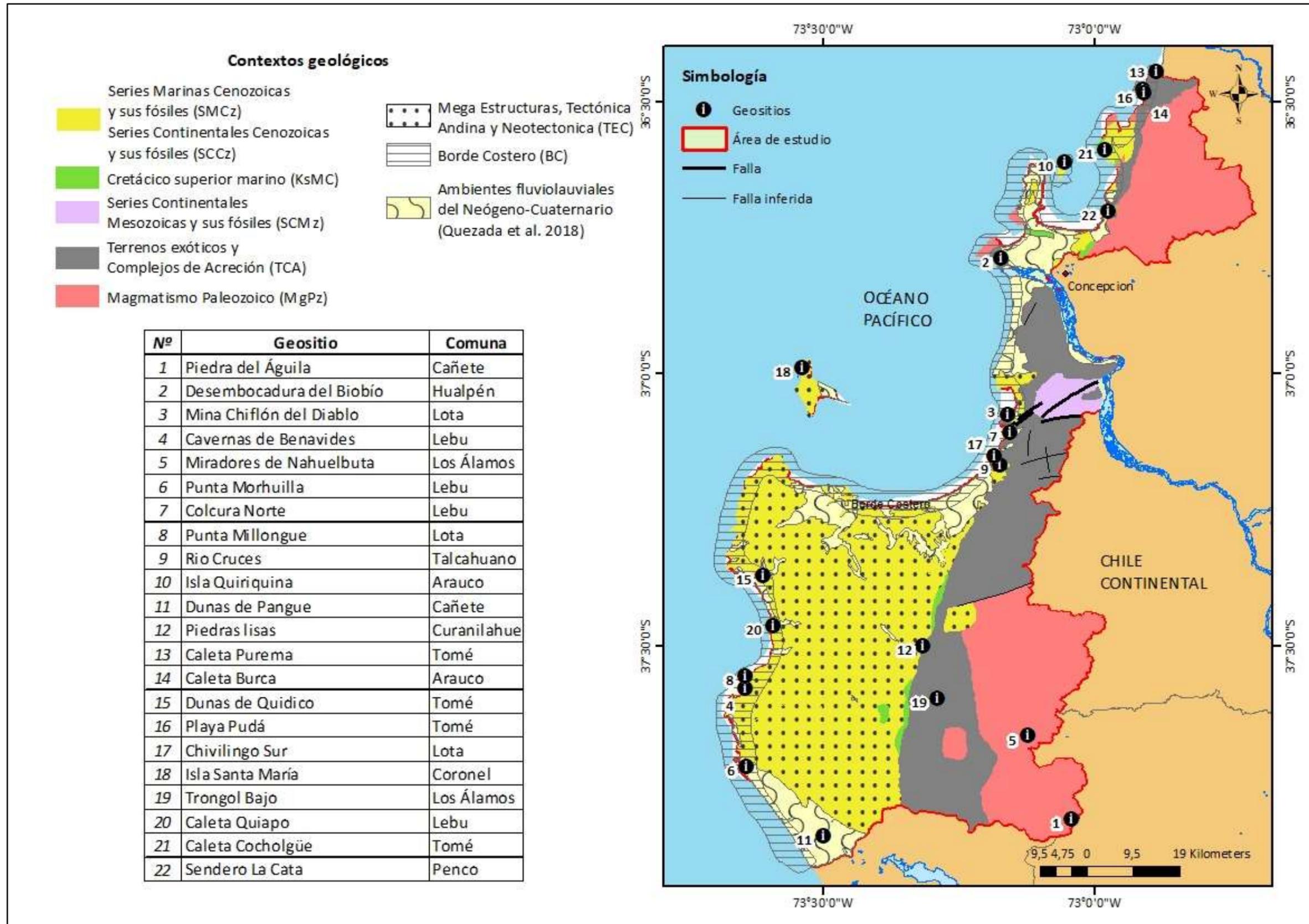


Figura 16. Mapa de contextos geológicos y situación de los 22 geositios seleccionados en el inventario. fuente: elaboración propia mediante ArcGis, con la información de Schilling et al. (2015)

## 5.2. Capacitación en Geodiversidad

En esta sección se presentan los diferentes resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos por cada uno de los talleres realizados con el enfoque “*Bottom-up*” y bajo la metodología IAP.

### 5.2.1. Taller 1: Formación en conceptos geológicos básicos



*Fotografía 7. Asistentes al taller 1 sobre conceptos geológicos básicos en la comuna de Los Álamos.*

verse en el anexo 25.

Los resultados cuantitativos de este taller para las diferentes comunas del territorio en cuanto al número de sesiones implementadas, el número de personas atendidas, los porcentajes de satisfacción, así como el aprendizaje de los principales conceptos geológicos básicos, pueden

### 5.2.2. Taller 2: Experiencia de campo en un geositio

Los resultados cuantitativos obtenidos en este taller para las diferentes comunas del territorio, en cuanto al número de experiencias de campo implementadas, el número de participantes por comuna, así como el porcentaje de satisfacción de las personas que realizaron la actividad, se pueden ver en el anexo 25.



*Fotografía 8. Actividad del taller nº 2 referente a la experiencia de campo en el sitio de interés geológico del sendero La Cata en la comuna de Penco.*

La tabla 19 cuantifica el aprendizaje realizado por las personas que asistieron a los talleres 1 y 2, así como los conceptos geológicos que más aprendieron.

Tabla 19. Porcentajes de respuestas en función de los conceptos geológicos aprendidos en los talleres 1 y 2.

% aprendizaje conceptos geológicos básicos			¿Sobre qué has aprendido más en geología?	
Respuestas	Número de respuestas	%	Respuestas	%
Si	80	75%	Edades, tipos y formación de rocas en general.	55%
No	18	17%	Geositios, fósiles y patrimonio geológico.	20%
No responde	9	8%	Formación de la Tierra, estructura interna y edad de la Tierra.	15%
			Otras respuestas.	10%
Total	107	100%	Total	100%

### 5.2.3. Taller 3: Análisis DAFO

Uno de los principales resultados cualitativos hace referencia al análisis DAFO realizado en cada municipio. El resumen integrado de todos estos DAFO (12 comunas) se ilustra en la tabla 21. Además, de estos resultados el anexo 25, aporta los resultados de este taller referentes al número de seminarios



Fotografía 9. Actividad del taller 3, referente a los grupos focales y a la cartera de proyectos a ejecutar en la comuna de Curanilahue.

realizados, el número de participantes por comuna, así como los porcentajes de satisfacción de los asistentes a este taller.

Tabla 20. Resumen de los conceptos que surgieron en los doce talleres 3 (DAFO) realizados en las diferentes comunidades.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Identificación de 21 geositios en el territorio del Geoparque Minero Costero del Biobío (12 comunas).	Generar actividad turística en cada geositio, proponer rutas geológicas, históricas, arqueológicas, de biodiversidad, etc.
Participación de la comunidad en la identificación de los hitos culturales de cada municipio.	Promoción de la educación y el aprendizaje de las ciencias de la Tierra.
Compromiso de las autoridades de las comunidades para participar en las actividades que signifiquen poner en valor su entorno.	Identificación y valorización del patrimonio material e inmaterial de los territorios.
Apoyo de las autoridades regionales para promocionar el Geoparque y su compromiso con la conservación y el valor patrimonial, apoyando propuestas de actividades.	Generación de empleo en actividades productivas, servicios y administración de las rutas turísticas de cada geositio.
Articulación de los objetivos de la ERD <sup>11</sup> con los PLADECO'S y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	Promover el uso del suelo y la planificación para el desarrollo sostenible del territorio.
DEBILIDADES	Promover un modelo de gobernanza basado en el trabajo participativo con las comunidades.
Escaso desarrollo del valor patrimonial de las rutas asociadas a los geositios.	Promoción del posicionamiento del geoparque a nivel comunitario, regional, nacional e internacional.
No hay oferta de formación en patrimonio natural (geodiversidad y biodiversidad).	Gestión de senderos para geositios.
Poca información sobre las rutas de transporte asociadas a los geositios (señalización).	AMENAZAS
No hay financiación para programas turísticos, educativos o de otro tipo asociados al Geoparque.	No hay financiación de proyectos para el geoparque.
Falta de programas de investigación asociados a los geositios y sus rutas.	La persistencia de la crisis social provoca el desvío de fondos a otras actividades.
Débil articulación público-privada entre los actores territoriales.	Visión a corto plazo del proyecto de geoparque.
Resiliencia social.	Falta de colaboración interinstitucional (pública y privada) para la gestión del Geoparque.
	Resistencia a la innovación social.

#### 5.2.4. Taller 4: Áreas prioritarias y planes estratégicos

A partir de los resultados del análisis integral DAFO en el taller anterior, se desarrolló este taller para analizar la información y determinar las áreas prioritarias a desarrollar en cada municipio. La tabla 21 muestra las cuatro áreas prioritarias establecidas que son

<sup>11</sup> Estrategia Regional de Desarrollo del Biobío (2015-2030)

transversales en todas las comunas y los diferentes planes estratégicos de desarrollo. La tabla 22 muestra la implementación de cada uno de los planes por comuna.

Tabla 21. Áreas prioritarias y planes de desarrollo para cada área.

<b>1. Turismo</b>
1.1. Plan de desarrollo turístico basado en el turismo histórico y/o cultural.
1.2. Plan de desarrollo turístico basado en el turismo en espacios naturales.
1.3. Plan de desarrollo turístico basado en el turismo gastronómico.
1.4. Plan de mejora de los servicios turísticos (alojamiento, eventos deportivos, etc.).
1.5. Plan de mejora de la difusión de los atractivos turísticos.
<b>2. Patrimonio</b>
2.1. Plan de recuperación de los espacios del patrimonio físico.
2.2. Plan de valorización del patrimonio material e inmaterial.
2.3. Plan de generación y aplicación de información sobre el patrimonio del territorio.
<b>3. Educación</b>
3.1. Plan educativo ante las catástrofes naturales.
3.2. Plan educativo basado en la concienciación sobre la conservación del medio natural (biodiversidad y geodiversidad).
3.3. Plan educativo basado en la identidad territorial.
<b>4. Cooperación</b>
4.1. Plan de articulación entre la comunidad y el municipio.
4.2. Plan para reforzar el trabajo de los ciudadanos en las comunidades.

Tabla 22. Identificación de los planes estratégicos a desarrollar en cada municipio por el proyecto de Geoparque Minero "Litoral del Biobío".

ÁREAS PRIORITARIAS	1. Turismo					2. Patrimonio			3. Educación			4. Cooperación	
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2
Planes específicos de desarrollo prioritarios para cada municipio.													
<b>Comunas</b>													
Tomé	X	X	X	X	X		X		X	X		X	
Penco	X			X					X	X		X	X
Talcahuano	X			X	X		X	X				X	
San Pedro de la Paz													
Hualpén	X		X		X			X		X		X	
Coronel	X			X	X	X			X	X		X	
Lota	X			X	X	X		X	X	X		X	
Arauco	X			X	X	X			X	X		X	X
Curanilahue	X			X	X				X			X	X
Lebu	X	X		X	X			X		X		X	X
Los Álamos	X	X		X	X	X		X		X			X
Cañete	X			X	X	X		X		X			

Los datos cuantitativos sobre el número de talleres, los índices de asistencia y satisfacción por comuna pueden verse en el anexo 25.

#### 5.2.5. Taller 5: Empoderamiento y compromiso de la comunidad

Finalmente, los resultados cuantitativos de este último taller correspondientes al número de talleres, los índices de asistencia y satisfacción por comuna, se detallan en el anexo 25.

Los resultados cualitativos de este taller se muestran en la tabla 23. Esta última incluye los nombres de los representantes territoriales y de las asociaciones que conforman la necesaria estructura de gestión del proyecto en el territorio.

*Tabla 23. Personas naturales y organizaciones sociales comprometidas en el desarrollo y protección del patrimonio geológico del territorio.*

Comunas	Personas y cargos en el consejo de administración del geoparque		
	Presidente/a	Vicepresidente/a	Secretario/a
Talcahuano	Marianela Cabezas	María Angélica Leal	Oliver Contreras
San Pedro de la Paz	-----	-----	-----
Hualpén	Rodrigo Carrillo	Viviana Sanmartín	
Coronel	Alfredo Sáez	Valeria Toledo	Texia Zamora
Arauco	Diego Freire	Lorena Canupi	Aidée Zambrano
Curanilahue	Nelson Cuevas	Cesar Aburto	Javier Matamala
Lebu	Jaime Monsalvez	Nazareto Mertel	Brisila Navarrete
Los Álamos	Flor Gómez	Jova Lagos	Cecilia Rojas
Cañete	Elisabeth Molina	Glenda Vergara	Silvana Vergara
comunas	<b>Organizaciones o asociaciones que gestionarán la mesa del geoparque</b>		
Tomé	Municipalidad de Tomé		
Penco	Sociedad histórica de Penco	Cámara de Comercio y Turismo de Penco	Museo Pencopolitano
Lota	CFT Lota-Arauco	Municipalidad de Lota	Fundación CEPAS

### 5.3. Sociología del geoturismo

A continuación, se presentan los resultados de la tercera fase de la investigación que hacen referencia a las respuestas del cuestionario implementado en el territorio y que se presentan en formato de gráficos de barras y circulares con sus correspondientes porcentajes cuantitativos.

#### 5.3.1. Perfiles de los encuestados

La figura 17 muestra los resultados de los perfiles de los encuestados, según las variables de edad y escolaridad. En el caso de la educación, se ha tenido en cuenta el nivel máximo de estudios que la persona ha cursado (si ha completado el ciclo educativo) o que está completando actualmente.

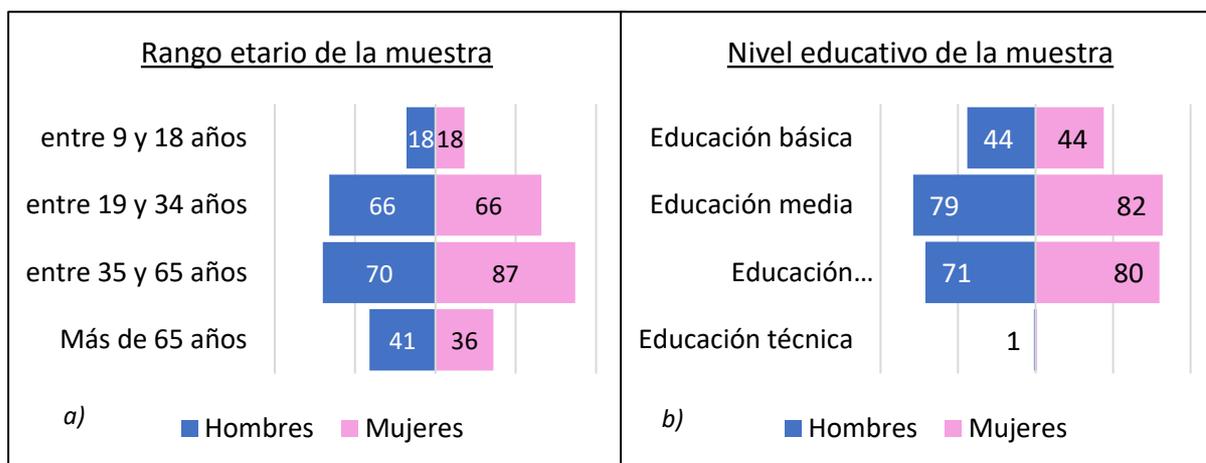


Figura 17. a) Rangos de edad de los encuestados, y b) Nivel de estudios de los encuestados.

#### 5.3.2. Conocimiento geológico del territorio

La figura 18 muestra los resultados de los porcentajes de las respuestas sobre el ámbito de conocimiento del territorio (preguntas 1 a 6).

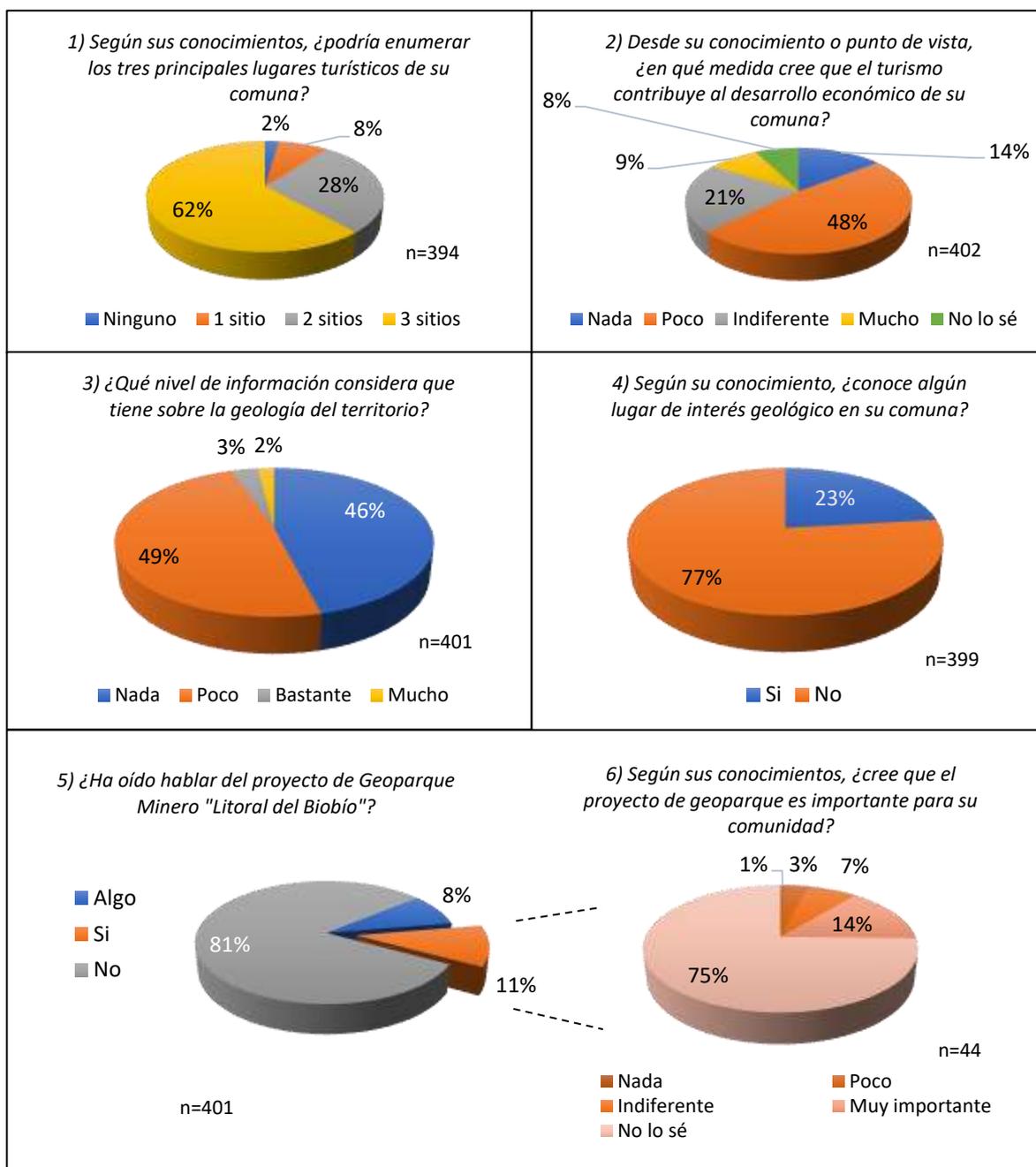


Figura 18. Gráficos circulares de las respuestas a las preguntas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la encuesta sobre el nivel de conocimiento de su territorio.

### 5.3.3. Necesidades y expectativas del geoturismo en el territorio

Las figuras 19 y 20 muestran los valores de los porcentajes de los campos sobre las necesidades del territorio (preguntas 7 a 12) y las expectativas del territorio (preguntas 13 y 14).

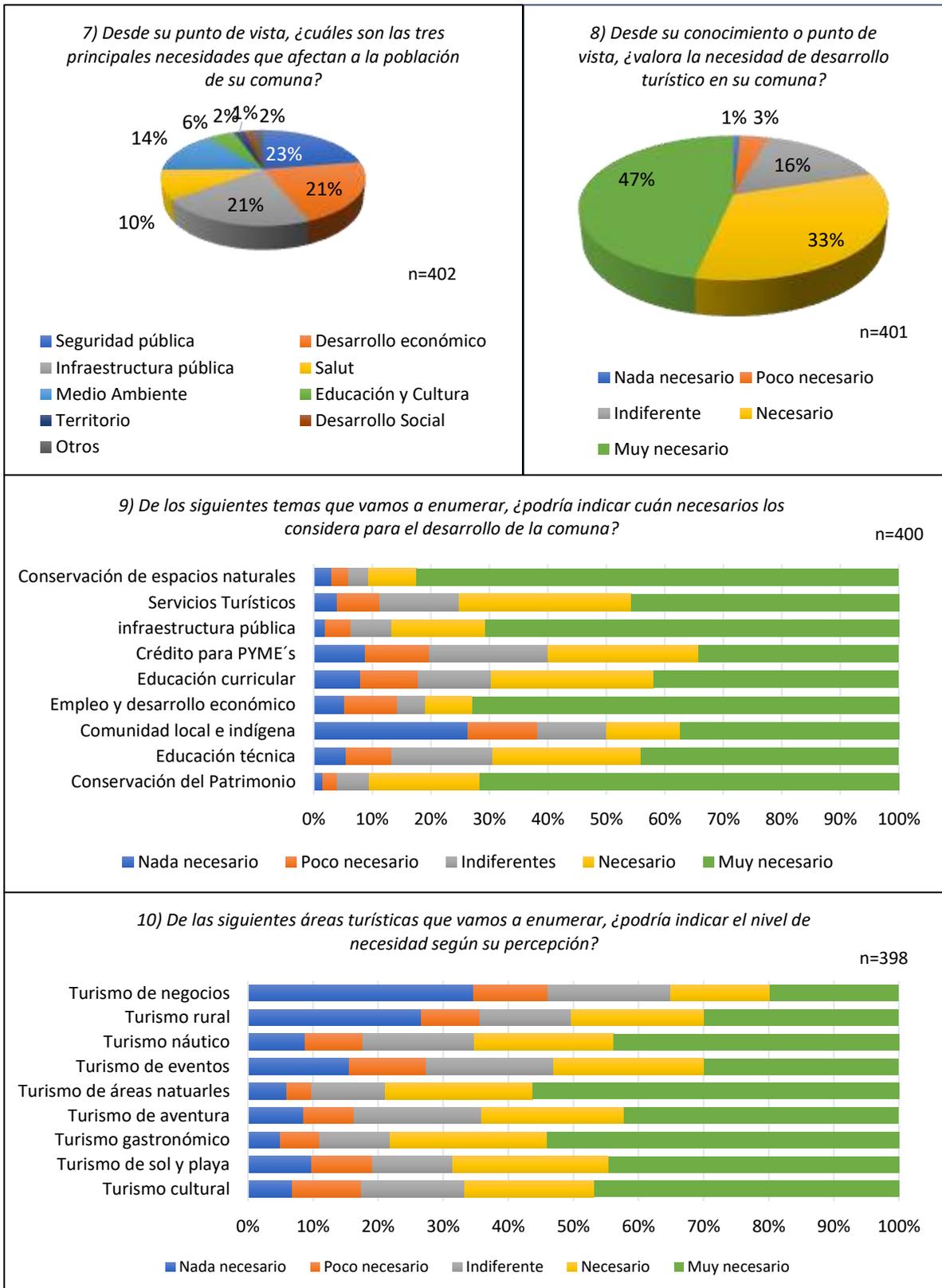


Figura 19. Gráficos circulares y de barras sobre las respuestas a las preguntas 7, 8, 9 y 10 relativas a las necesidades percibidas por la comunidad en el territorio.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

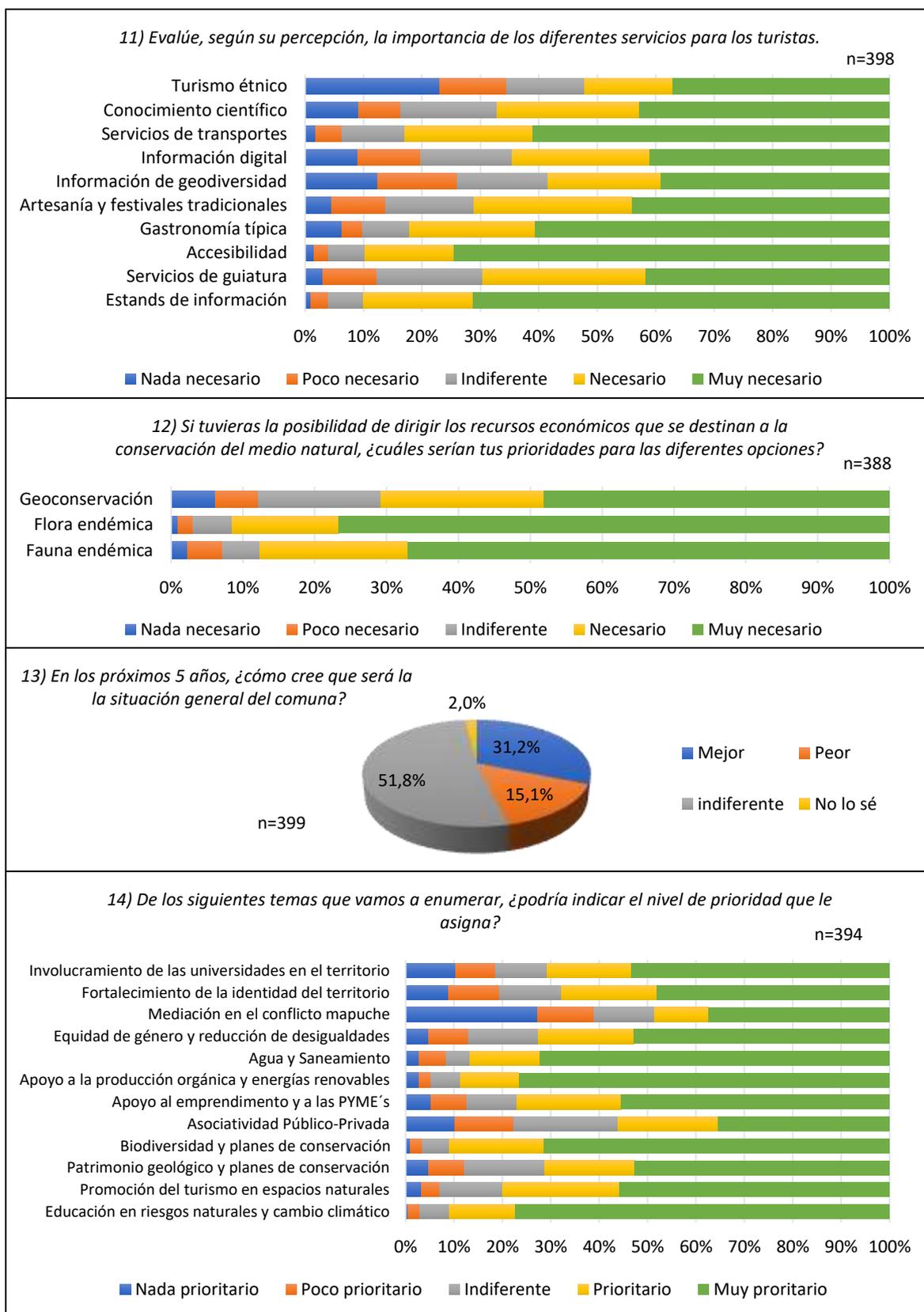


Figura 20. Gráficos de las respuestas a las preguntas 11, 12, para las necesidades y 13 y 14 sobre las expectativas percibidas por los encuestados en su territorio.

## **CAPÍTULO 6 – DISCUSIÓN**

En este capítulo se abordarán las diferentes discusiones atendiendo a las tres etapas de investigación realizadas y finalmente se realizará una discusión integrada.

### **6.1. Valoración y contextualización del patrimonio geológico en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco**

La discusión acerca del patrimonio geológico, se abordará en diferentes apartados, atendiendo en primera instancia a los conceptos de geodiversidad y contextos geológicos, seguido de la discusión acerca de los diferentes valores e indicadores utilizados en el inventario, para finalizar con la discusión de los geositos seleccionados para el territorio de investigación.

#### **6.1.1. Discusión sobre la geodiversidad y contextos geológicos del área de estudio**

En la actualidad (junio 2021) en Chile aún no están consensuados los diferentes contextos geológicos por parte de la comunidad científica. Esto implica que aún no exista un marco de referencia para evaluar la geodiversidad del país. En este sentido, si existen propuestas que han sido definidas anteriormente, presentadas y conversadas en los tres últimos congresos geológicos 2012, 2015 y 2018. Esto ha motivado que las consideremos como base de partida para evaluar nuestros contextos geológicos. Si bien es cierto que podrán existir cambios respecto una propuesta final, la contextualización geológica definitiva no debiera comportar cambios muy diferentes sobre los contextos geológicos actuales a nivel nacional. Por ello y a través de esta tesis quiere realizarse una propuesta de los contextos geológicos chilenos a nivel nacional (Tabla 24).

Tabla 24. Propuesta de contextos geológicos chilenos. (Fuente: modificada de Schilling et al. 2015).

<b>Nº</b>	<b>Código</b>	<b>Contexto Geológico</b>
1	MgPz	Magmatismo Paleozoico
2	MgMz	Magmatismo mesozoico
3	MgVCz	Magmatismo y vulcanismo Mesozoico
4	AcMz	Arco Volcánico del Mesozoico
5	VNgSQ	Volcanismo Neógeno sup – Cuaternario y campos geotermales
6	IO	Islas y Pisos Oceánicos
7	TCA	Terrenos Exóticos y Complejos de Acreción
8	SSPz	Series sedimentarias del Paleozoico
9	SCMz	Series continentales mesozoicas y sus fósiles

10	SMTrJ	<i>Cuencas Marinas del Triásico, Jurásico y Cretácico basal</i>
11	SMKi	<i>Cuencas marinas del Cretácico inferior</i>
12	KsMC	<i>El Cretácico Superior marino de Magallanes y Chile Central</i>
13	SCCz	<i>Series continentales cenozoicas y sus fósiles</i>
14	SMCz	<i>Series marinas cenozoicas y sus fósiles</i>
15	AFNgQ	<i>Ambientes fluvioaluviales del Neógeno-Cuaternario</i>
16	BC	<i>Borde Costero</i>
17	DA	<i>Desierto de Atacama</i>
18	PGGI	<i>Procesos, geoformas y depósitos glaciales del centro y sur</i>
19	ACQ	<i>Ambientes continentales del Cuaternario, la megafauna y los primeros habitantes de América</i>
20	PHQ	<i>Procesos Holocénicos y dinámicas hídricas del Cuaternario</i>
21	CHA	<i>Campos de hielo e Inlandsis Antártico</i>
22	TEC	<i>Mega estructuras, tectónica Andina y neotectónica</i>
23	As	<i>Geoformas por impactos y materiales del Sistema Solar incorporados a la Tierra</i>
24	DN	<i>Desastres naturales</i>

En el área de estudio y atendiendo a las consideraciones anteriormente realizadas y los resultados obtenidos acerca del 40% de la representatividad geológica del país, podemos considerar que la Región del Biobío y más concretamente nuestra área de estudio posee una rica y amplia diversidad geológica.

De la misma forma, si revisamos los principales intereses geológicos de cada geosítio del inventario (Tabla 19), podemos observar que existe una gran diversidad, lo que concuerda plenamente con la cantidad de contextos geológicos anteriormente mencionados. Debemos destacar el interés estratigráfico en el área con 6 geositios, lo que pone de manifiesto la gran importancia en el área de estudio de las series sedimentarias marinas y continentales desde el Cretácico superior hasta la actualidad. Sin embargo, no destaca tanto la parte paleontológica como un interés principal con solo 2 geositios (Sendero la Cata y Piedras lisas), lo cual podría hacer pensar que esta rama de la geología no es tan relevante, sin embargo, de los 6 geositios de interés estratigráfico, existen 2 (isla Quiriquina y Caleta Cochólgué) que posee una relevancia de valor internacional y cuyo interés paleontológico es secundario. Esta clasificación puede ser un arma de doble filo, puesto que por un lado permite tener claridad sobre la principal importancia geológica de cada uno de los geositios seleccionados, pero, por otro lado, puede descuidar valores geológicos complementarios que también pueden ser gran interés en ese geosítio. Por este motivo, aunque solo se haya considerado un solo interés geológico en las tablas y fichas del IGME

(García y Carcavilla, 2013) consideran también un interés secundario, si bien es cierto, que un geosítio puede poseer de dos tipos interés geológico. Esto nos indica, que debemos tener en consideración el geosítio no solo como una sola temática geológica, sino como una transversalidad de las diferentes ramas de las ciencias de la Tierra

Otros tipos de interés geológico en los geosítios, atiende de forma variada a la tectónica, la geología estructural, así como a la historia geológica, mineralogía y petrología, que de igual forma albergan otros intereses geológicos importantes en conjunto. Podemos destacar, la baja presencia del interés geomorfológico como elemento principal con solo dos geosítios. Este hecho, nos induce a que los paisajes y las formas del relieve en el área de estudio, no son un elemento de gran belleza y relevancia. Pero también es cierto, que hay que considerar que la valoración del paisaje y las vistas escénicas, se han ponderado más desde un punto de vista científico atendiendo a los procesos geológicos, que no desde un punto de vista turístico o paisajístico, por más que se hayan considerado en las ponderaciones de los indicadores correspondientes. El enfoque de este indicador es algo que deberá considerarse a futuro o generar tal y como indica Brilha (2016) una diferenciación de inventarios en función del objetivo perseguido.

Otro aspecto a tener en cuenta es la potencial subjetividad acerca de los principales tipos de interés geológico de los geosítios. Para minimizar este factor, las propuestas de los principales intereses geológicos de las fichas del inventario, han sido revisadas por el comité de expertos para su validación y o modificación, lo cual confiere una cierta objetividad a dichos resultados. De igual forma, se ha sometido a revisión las puntuaciones asignadas a los diferentes indicadores de cada uno de los valores ( $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$ ) por parte del comité científico. De esta forma si bien estas puntuaciones pueden ser en algún caso objetivas, también han sido validadas por un comité científico de respaldo con diferentes académicos de varias disciplinas de la geología de las diferentes universidades de la región.

#### 6.1.2. Discusión de los valores ( $V_i$ , $V_u$ y $V_p$ ) de los geosítios del inventario

En general, los valores de escala y los porcentajes promedio de los diferentes indicadores del  $V_i$  se mantienen más o menos iguales entre el inventario total y los geosítios seleccionados. Las principales diferencias se encuentran en los indicadores A3 (representatividad), A4 (extensión), A10 (vulnerabilidad o fragilidad natural) y A11 (Belleza)

en donde el valor referente a los geositos seleccionados es superior. En este caso un valor superior para los indicadores A3 y A11 pueden considerarse normal, puesto que los geositos seleccionados son los que poseen una mayor cuantificación de este parámetro. Para los valores referentes a los indicadores A4 y A10 no existe una correlación directa. Este hecho puede ser explicado, puesto que la cantidad de geositos seleccionados sean en su mayoría de grandes extensiones (A4), mientras que el del inventario general, la mayor parte de los geositos sean geositos más bien puntuales. Para el caso de la protección natural (A10), parte de esta diferencia entre el inventario total y los geositos seleccionados es debida a la existencia de poder optar solamente a tres valores de puntuación (1, 3 y 5), frente a las 5 opciones de valoración de otros indicadores (1, 2, 3, 4 y 5). Esto genera un salto cuantitativo importante entre el puntaje de 5 y 3, para los geositos seleccionados y el inventario total respectivamente. En líneas generales, esto se interpreta como una alerta para los geositos que se quieran integrar en la lista de seleccionados, puesto que deberán mejorar si es el caso este indicador a través de las medidas oportunas. Hay que tener muy presente que el indicador referente a la representatividad (A3) y la belleza escénica (A11) son indicadores que adolecen de objetividad, puesto que cada persona puede interpretarlos de forma diferente. Este hecho, nos hace cuestionar su utilización y si bien en esta tesis se ha considerado por seguir las anteriores metodologías (García y Carcavilla, 2013), se recomienda en futuros trabajos de revisión de este inventario que se reconsidera la utilización y/o modificación de estos indicadores. Como ejemplo y para nuestro inventario, se modificó el riesgo volcánico del indicador B9 según (García y Carcavilla, 2013) por el riesgo de tsunami.

Para los promedios de los indicadores del Vu también se observa una adecuada correlación en general, tanto para los geositos seleccionados como para el inventario en general. Existen ciertas diferencias en los indicadores B3 (Accesibilidad), B4 (Grado de dificultad) y B6 (número de habitantes en la comuna), donde los valores arrojados por los promedios del inventario total son superiores al valor promedio de los 22 geositos seleccionados. Esto es debido a que la gran mayoría de estos lugares (70%) se encuentran en zonas rurales o alejadas tanto de caminos principales como de carreteras. La accesibilidad mediante vehículo a muchos de los sitios debe realizarse en camionetas 4x4 y posteriormente mediante un trayecto a pie, ya sea en la cordillera Nahuelbuta o por el borde

costero, lo cual complejiza la accesibilidad. Este hecho nos indica que se deberán tomar medidas para adecuar la accesibilidad y disminuir el grado de dificultad a los geositos, por tal de poder tener mejor visibilidad de estos. Esta medida propuesta podría incurrir en una mayor desprotección de estos lugares, por lo tanto, el mejoramiento de los accesos deberá ir acompañado de una mayor concienciación a la comunidad y los turistas. Estas acciones ayudarán a promover la conciencia acerca de la geoconservación de los sitios de patrimonio geológico.

El 48,9% de los geositos del inventario total, se encuentran en comunas con un número superior a los 50.000 habitantes, mientras que para los otros 22 sitios seleccionados solo el 40,9% de los geositos se encuentra en las comunas con más de 50.000 habitantes. Esta pequeña diferencia de un 8%, nos indica que existe una buena correlación con respecto a la representatividad de los sitios de interés geológico del inventario total (69 lugares) y los seleccionados (22 lugares). De esta forma podemos garantizar que los geositos seleccionados son una buena representación de la geología del territorio de estudio.

Finalmente, la correlación entre los porcentajes y valores promedios de los indicadores Vp para los geositos inventariados y los seleccionados son los mismos. Hay que destacar la extremidad de estos valores, donde la mayoría de indicadores C1, C3, C4 y C5 promedian una puntuación de 5, destacando el alto porcentaje del indicador C3 con más del 85% tanto para el inventario general como para los 22 geositos seleccionados. Esto nos indica que la gran mayoría de estos lugares inventariados se sitúan en zonas sin ningún tipo de interés para la extracción, ni si quiera para los pirquenes mineros tradicionales que puedan estar aún en uso. Hay que considerar que, en algunos lugares de interés geológico seleccionados, si existe un alto interés por la extracción de algún recurso natural, motivo que puede afectar a la sustentabilidad del lugar. Ejemplo de ello es Trongol bajo, donde la extracción de áridos de las llanuras aluviales del río Trongol condiciona la morfología del curso natural de este. En la misma ubicación, existe la presencia de pequeñas canteras a cielo abierto, que amenazan con la destrucción de los afloramientos de las rocas metamórficas o el río Cruces. En este río, se lleva a cabo la recolección de los minerales de quiastolita "*Piedra Cruz*" del río, para la venta y lucro como piedras de joyería. Este hecho afecta en gran medida a la desaparición del patrimonio geológico, puesto que ya no se recupera. Este último ejemplo, deberá ser tenido muy en cuenta por el proyecto GLB puesto que esta práctica atenta directamente

sobre algunas de las actividades prohibidas por los GMU como es el lucro a través de la venta de minerales y fósiles.

Por otro lado, hay que destacar la puntuación mínima de 1 para el indicador C2 que corresponde a lugares con algún tipo de protección legal, en donde los porcentajes también son elevados entre un 60,9% en el inventario total y un 77,3% para los geositios seleccionados. Este hecho nos indica la baja protección de las diferentes áreas naturales en el territorio, en donde solo podemos destacar dos Santuarios de la Naturaleza (SN) y un Parque Nacional (PN). El SN de la Península de Hualpén integra el geositio *“desembocadura del Biobío”* y el humedal Los Batros en San Pedro de la Paz, en el cual a día de hoy no alberga ningún geositio. El PN Nahuelbuta está administrado en su totalidad por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la Región de la Araucanía. Posee unas pocas hectáreas en la comuna de Cañete, en cuyo interior se encuentra el geositio *“Piedra del Águila”* uno de los más visitados por turistas y con mayor número de flora y fauna endémica de la cordillera. Este escenario de desprotección del patrimonio geológico nacional es concordante a nivel nacional. El patrimonio geológico solo está considerado a través del CMN y a través de la ley 17.288 de 1970, donde en su Título V aparece la protección del patrimonio arqueológico y paleontológico solamente. En este mismo decreto en el Título VII hace referencia a la creación de los SN, cuya definición hace referencia a la protección de las formaciones geológicas, siendo los SN: *“todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado”* (Prieto et al., 2016).

### 6.1.3. Discusión general sobre el inventario de patrimonio geológico del área de estudio

Los inventarios de patrimonio geológico a diferencia de un catálogo siempre son dinámicos y debe actualizarse periódicamente (Brilha, 2016). Si bien no está normado cada cuando hay que realizar una actualización de este, se sugiere realizar revisiones cada cinco a 10 años, puesto que los valores de los diferentes indicadores pueden ir cambiando entorno a este rango de tiempo. Algunas acciones que pueden mejorar o aumentar la puntuación de un indicador podrían ser; *i)* para el caso del valor científico (Vi) un aumento en el aumento de publicaciones, memorias de tesis, etc.; *ii)* para el caso del valor de uso educativo o turístico

(Vu), el mejoramiento de infraestructura, capacitaciones a la comunidad local, actividades de difusión o visibilidad y finalmente *iii*) el valor de la protección (Vp) puede mejorarse con la aprobación de nuevas regulaciones, decretos (locales, regionales o nacionales) sobre las áreas de protección del medio natural o mediante jornadas de concienciación del patrimonio a la comunidad local. En este sentido, y puesto que los trabajos de nuestro inventario sobre el patrimonio geológico se llevaron a cabo durante el primer semestre de 2017, es posible que se deban realizar ciertas consideraciones sobre algunos de sus geositos, así como la revisión de la bibliografía más reciente por parte de Brilha (2016, 2018); Sánchez-Ferris (2019) o Palacios y Perucca (2020). Ejemplo de ello, podría ser la declaratoria como SN del humedal Los Batros en la comuna de San Pedro de la Paz. Esto ha comportado un cierto umbral de protección para el geosito de la laguna grande de San Pedro de la Paz. Este geosito, ha sido inventariado en el catastro total, aunque los valores obtenidos en algunos indicadores no han sido los suficientes para entrar a formar parte de los lugares de interés geológico seleccionados (top 22). En la actualidad y considerando la infraestructura y señalética implementada (siempre y cuando sea desde el punto de vista del patrimonio geológico), así como la revisión bibliográfica acerca de alguna nueva publicación científica y la nueva designación de área protegida, podría ser que alcanzara los valores necesarios en los indicadores correspondientes para entrar a formar parte del top 22.

Otro aspecto general de los inventarios según Brilha (2016) es la diferenciación de estos en función del objetivo perseguido. Una tipología es la que hace referencia a un inventario de geositos, si es que el objetivo perseguido hace referencia únicamente al valor científico de los sitios geológicos, mientras que, si el objetivo es caracterizar el uso educativo o didáctico y turístico del territorio, se opta por un inventario de sitios de geodiversidad. Esta diferenciación puede realizarse mediante la asignación de mayores ponderaciones sobre los diferentes indicadores cuya incidencia sea mayor en base a los resultados que se quieren obtener. En nuestro caso, tanto los valores como los indicadores utilizados han considerado las dos tipologías de inventarios, por lo tanto, la diferencia reside en donde se realiza la ponderación de los indicadores o valores. Uno de nuestros principales objetivos en este inventario es poder recopilar y cuantificar la importancia de los principales geositos del área investigada y en segunda instancia, poder clasificarlos en función de su repercusión a nivel internacional, nacional, regional y local. En base a ello, en primera instancia nuestro

inventario y dado sus ponderaciones, posee una cierta tendencia a valorar un poco más el aspecto científico, puesto que el 25% de  $V_i$  recae en un solo indicador, el número de publicaciones. El hecho de que solo un indicador con mayor ponderación sea síntoma de caracterizar un tipo de inventario es algo bastante discutible. En este caso, se debieran tener que seleccionar un conjunto de indicadores junto con sus ponderaciones que pudieran de forma más ecuaníme evaluar la consecución del objetivo perseguido en el inventario. Por otro lado, el  $V_u$ , el 30% de la relevancia se reparte equitativamente entre dos indicadores “la posibilidad de realizar actividades” y “las condiciones de uso”. Mientras que finalmente para el  $V_p$ , el 15% del peso recae en la fragilidad del geositio y el resto se reparte entre 12 indicadores más. El hecho de ponderar por separado cada uno de los valores, nos permite también analizarlos por separado, atendiendo a su funcionalidad. Por este motivo, cada uno de los valores ( $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$ ) puede tener un mismo geositio con diferentes prioridades. Esto nos permite tener versatilidad tanto al momento de la toma de decisiones como para la priorización en la asignación de recursos gestionar. Estas dos acciones deben formar parte una estrategia conjunta para el territorio.

En segunda instancia, Brilha (2005) selecciona un conjunto de indicadores y establece unos valores mínimos (Tabla 5) a partir de los cuales se pueda clasificar el grado de importancia del lugar de interés geológico (internacional, nacional, regional o local). Esta clasificación atiende a criterios sobre la cantidad de publicaciones internacionales (A1), la rareza o cantidad de ejemplos similares del geositio (A2), su situación o descripción como localidad tipo (A3), el estado de conservación del lugar (A9), la posibilidad de realizar actividades (B1) y las condiciones de observación (B2). Los cuatro primeros indicadores están ligados al  $V_i$  del geositio, mientras que los dos últimos a su potencial de uso ( $V_u$ ). Debemos considerar que el propio autor, no justifica la selección de estos indicadores, así como la cuantificación de estos, lo que la utilización de este modelo para otras áreas, puede llevar a ambigüedades o resultados erróneos. Para nuestro caso de estudio, hemos optado por utilizar la misma cuantificación de los indicadores que Brilha (2005) y posteriormente analizar su adecuación a nuestro modelo.

El resultado obtenido con una representación del territorio de 22 geositios de nivel nacional e internacional, se ajusta a una representación política del 92% del territorio (11 de 12 comunas), por lo que podríamos considerarlo un modelo representativo para el área de

estudio. Si bien algunos de estos indicadores son cuestionables, puesto que la medición del grado de internacionalización del geosítio no va estrechamente ligado con ellos, como pueden ser los indicadores del estado de conservación (A9), la posibilidad de realizar actividades (B1) y las condiciones de observación (B2) o la localidad tipo (A3). Por este motivo, se propone para una futura revisión o implementación de dicho modelo, la utilización de dos indicadores para la valorización de la internacionalización de un lugar de interés geológico. La pregunta es ¿Cómo saber si un lugar de interés geológico es de relevancia internacional, puesto que es un requisito fundamental de los GMU? Uno de los principales criterios a utilizar está claro que es el número de artículos científicos publicados en revistas indexadas, así como el número de tesis doctorales o de postgrado. Otro aspecto a valorar es la rareza o ejemplos a nivel nacional (A2) del LIG. Para poder realizar esta valoración, es necesario un conocimiento amplio acerca de la geología nacional e internacional, así como una validación por parte de expertos en el ámbito geológico en el que se sitúa el LIG. Algo que puede ayudar al desarrollo de esta evaluación es tener un inventario geológico nacional, cosa que no es nuestro caso, aunque si existe una valoración de los geosítios por parte de un comité de expertos. Finalmente, un lugar de interés geológico a partir del cual se haya definido como localidad tipo, posee un valor geológico importante a nivel nacional muy relevante cuya comparación a nivel internacional con otros ejemplos será lo que acabe definiendo la relevancia del LIG. Este indicador podría ser complementario, pero no debería ser condicionante. De igual forma los otros tres indicadores A9, B1 y B2 son indicadores que pueden complementar la internacionalidad de un Geosítio, pero no condicionarla a su representatividad internacional.

En lo que hace referencia al ranking de los geosítios seleccionados (22), si tenemos en cuenta una comparativa entre las dos metodologías utilizadas y consideramos solo el valor final de Q (Anexo 24), podemos observar cambios entre 1 y 2 posiciones del ranking para un mismo geosítio, lo cual no es muy significativo en forma general. Si realizamos el mismo análisis comparativo entre los valores  $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$  del IGME (García y Carcavilla, 2013), versus los parámetros A, B y C de Brilha (2005) (Tablas 14, 16 y 18) podemos observar que el salto de posición puede ser mayor, entre 2 y 4 posiciones para un mismo geosítio. Estas diferencias de posicionamiento, son debidas a las diferentes formas de ponderación que existe entre las dos metodologías. Mientras para Brilha (2005) la ponderación se realiza de forma más

sencilla sobre el valor total de  $A=V_i$ ,  $B=V_u$  y  $C=V_p$  (Tabla 6), para el IGME (García y Carcavilla, 2013) la ponderación se realiza de forma específica sobre los indicadores considerados para los valores  $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$  (ver fórmulas 1, 2 y 3). En este caso y puesto que el objetivo perseguido en cada valor es más específico, esta variación es más significativa y puede afectar en mayor grado la toma de decisiones sobre un geositio o la asignación de recursos, así como su incorporación o no a una estrategia respectiva.

Una de las últimas discusiones nos lleva a comparar la posición obtenida de cada geositio, teniendo en cuenta por separado cada uno de los valores  $V_i$ ,  $V_u$  y  $V_p$  (Tabla 25). En ello podemos observar grandes diferencias en la posición de algunos geositios en función del valor analizado. Cabe analizar la posición del geositio Caleta Cochólgüe según el  $V_i$ , puesto que es un geositio de valor internacional al haber realizado el descubrimiento en 2010 de un esqueleto de plesiosaurio que ha dado lugar a la definición de una nueva especie de holotipo. Sin embargo, pese a tener varias publicaciones científicas, la relevancia de este geositio se ve mermada puesto que en el lugar no existe ningún vestigio del hallazgo y dentro del análisis del mismo valor ( $V_i$ ), existen algunos indicadores que no son del todo científicos y que pueden condicionar este parámetro de valoración. De igual forma, otra posición a analizar es también la de la Isla Quiriquina según el ranking de  $V_u$ . Esta se encuentra en posiciones relativamente bajas, siendo que es una isla que está en posesión de la armada de Chile y sirve como escuela de instrucción, por lo tanto, el acceso es totalmente restringido a personal de la marina. Es posible tener acceso a través de la realización de permisos con fines educativos o científicos. De haberse considerado estos hechos en el inventario en lo que hace referencia en el indicador C2 “como zona protegida” el valor de protección se hubiera incrementado y la situación del geositio se hubiera parecido más a la realidad.

Todas estas desviaciones en el posicionamiento de los geositios en un ranking, nos indica que es necesaria la realización de una revisión exhaustiva con posterioridad a los resultados obtenidos. De esta forma, es posible incorporar medidas correctoras o mejoras en el inventario, de tal forma que este se adecue más a las realidades del territorio.

Tabla 25. Ranking comparativo de geositios atendiendo por cada uno de los valores según la metodología del IGME (García y Carcavilla, 2013).

IGME					
Nombre del geosítio	Vi	Nombre del geosítio	Vu	Nombre del geosítio	Vp
Piedra del Águila	9,5	Mina Chiflón del Diablo	8,7	Piedra del Águila	8,8
Desembocadura del Biobío	9,1	Piedra del Águila	8,5	Miradores de Nahuelbuta	8,4
Punta Morhuilla	8,7	Colcura Norte	8,4	Cavernas de Benavides	8,3
Dunas de Pangué	8,7	Cavernas de Benavides	8,2	Mina Chiflón del Diablo	8,1
Miradores de Nahuelbuta	8,4	Desembocadura del Biobío	8	Caleta Burca	8
Mina Chiflón del Diablo	8,1	Punta Morhuilla	7,6	Desembocadura del Biobío	7,9
Punta Millongue	8	Río Cruces	7,6	Playa Pudá	7,8
Río Cruces	8	Isla Quiriquina	7,6	Isla Quiriquina	7,7
Cavernas de Benavides	7,9	Piedras lisas	7,6	Piedras lisas	7,6
Isla Quiriquina	7,9	Miradores de Nahuelbuta	7,4	Punta Morhuilla	7,5
Caleta Purema	7,8	Punta Millongue	7,4	Colcura Norte	7,4
Quidico	7,7	Caleta Purema	7,4	Punta Millongue	7,3
Colcura Norte	7,6	Dunas de Pangué	7,2	Chivilingo Sur	7,3
Caleta Cochólgüe	7,6	Trongol Bajo	7,2	Caleta Purema	7,2
Chivilingo Sur	7,4	Caleta Cochólgüe	7,1	Isla Santa María	7,2
Isla Santa María	7,4	Quidico	6,9	Caleta Quiapo	7,2
Piedras lisas	7,3	Caleta Burca	6,8	Río Cruces	7
Sendero La Cata	7,3	Chivilingo Sur	6,7	Quidico	6,9
Caleta Quiapo	7,1	Playa Pudá	6,7	Dunas de Pangué	6,6
Trongol Bajo	7,1	Isla Santa María	6,5	Trongol Bajo	6,5
Playa Pudá	7	Sendero La Cata	6,3	Caleta Cochólgüe	5,9
Caleta Burca	6,8	Caleta Quiapo	6,2	Sendero La Cata	5,6

Finalmente, hay que destacar que la SGCh está desarrollando una recolección de información sobre geositios a nivel nacional, a través de fichas descriptivas. Estos geositios son aportados por diferentes personas naturales, profesionales u otro tipo de organismos, bajo un formato de fichas descriptivas cuyo contenido es posteriormente sometido a revisión por parte de pares evaluadores, expertos en el contexto geológico en el cual esté inserto el geosítio a revisar. Recientemente (noviembre 2020) se ha lanzado la nueva página web de los geositios de la Sociedad Geológica de Chile ([www.geositios.cl](http://www.geositios.cl)), con 83 geositios incorporados de los cuales 14 pertenecen a la Región del Biobío y nueve forman parte del Patrimonio Geológico de la cuenca Carbonífera Concepción-Arauco (Tabla 26).

Tabla 26. Listado de sitios de interés geológico de la Región del Biobío, validados por la SGCh. (Elaboración propia de la fuente del grupo de especialistas en Geopatrimonio de la SGCh).

Nombre geositio	Región	Comuna	Provincia
Grupo volcánico Antuco-Sierra Velluda	Biobío	Antuco	Biobío
Pegmatita granítica Poñén	Biobío	Florida	Concepción
Centro Eruptivo Los Pangues y fisura NE	Biobío	Antuco	Biobío
Cavernas de Benavides	Biobío	Lebu	Arauco
Esquisto de Caleta Purema	Biobío	Tomé	Concepción
Formación Quiriquina en Bahía las Tablas	Biobío	Talcahuano	Concepción
Mina Chiflón del Diablo	Biobío	Lota	Concepción
Granodiorita Mirador Piedra del Águila	Biobío	Cañete	Arauco
Pliegue recumbente de Playa Purema	Biobío	Tomé	Concepción
Dunas de Pangue	Biobío	Los Álamos	Arauco
Turbiditas de Quidico	Biobío	Arauco	Concepción
Anticlinal volcado en Curamallín	Biobío	Antuco	Biobío
Eoceno sedimentario de punta Morhuilla	Biobío	Lebu	Arauco
Quebrada Sierra Velluda	Biobío	Antuco	Biobío
Salto Las Chilcas y Salto El Torbellino	Biobío	Antuco	Biobío

## 6.2. Participación y empoderamiento comunitario

En este apartado, se analiza la participación de personas de diferentes comunidades en los talleres realizados. La invitación a participar en estos talleres, estuvo abierta a toda la comunidad del área de estudio la cual corresponde a 789.079 habitantes, según el último censo (INE, 2017). El registro de 637 asistencias a los talleres por parte de 369 participantes diferentes de todas las comunas, hacen necesario analizar estos datos desde una perspectiva estadística, considerando el nivel de confianza y el porcentaje de error asumido para nuestra muestra de 107 respuestas, de acuerdo a los datos recogidos por el cuestionario. Este análisis se realizó utilizando la fórmula 4.

Considerando que los niveles de confianza recomendados estadísticamente están por encima del 90% y los márgenes de error por debajo del 10%, las opciones tres y cuatro serían las más aceptables de las cinco alternativas viables para validar nuestros datos estadísticos (Tabla 2). Estadísticamente, para las encuestas en línea, un valor entre el 20% y el 30% de las respuestas se considera muy auspicioso. El resultado obtenido del 28,9% de respuestas online y presenciales, nos permite considerarlo como una tasa aceptable.

Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos no representan la opinión de toda la población del territorio, sino sólo la de los participantes encuestados en los talleres.

Teniendo en cuenta este hecho y el diseño del cuestionario, cabe preguntarse si el 28,9% de las respuestas obtenidas es una representación suficiente. Sin embargo, este hecho no invalida el análisis y las conclusiones adoptadas ya que se trata de medir el grado de satisfacción y la consecución de los objetivos de los talleres por parte de los participantes.

Asimismo, y para mejorar este indicador (número de personas que respondieron al cuestionario de satisfacción), hubiera sido mejor aplicar el cuestionario de satisfacción al final de cada taller en cada una de las comunas, para reducir el margen de error.

Algunas de las razones que pueden explicar la relativa baja participación respecto a la población total del territorio se debe principalmente a la motivación de las propias personas en el proyecto, dada la falta de comprensión de los términos o conceptos relacionados con el patrimonio geológico y geomorfológico (Zeng, 2014).

En este contexto, para futuros estudios que requieran el uso de actividades y talleres, es necesario tener en cuenta: *i*) aumentar la capacidad de gestión en el territorio, a través de la vinculación con organizaciones de base y sociales, y *ii*) aumentar la cantidad y efectividad de la transmisión de información, a través del uso de más y mejores canales, tanto tradicionales como en redes sociales.

#### 6.2.1. Talleres 1 y 2: Geología y geositios del territorio

Los resultados del aprendizaje de la comunidad sobre conceptos geológicos básicos (Tabla 20) en la pregunta "*¿había aprendido algo sobre geología?*" indican una importante falta de conocimientos sobre geología antes de los talleres. Esta podría ser una de las principales razones de la escasa participación de los habitantes, como se ha mencionado anteriormente. Las razones del analfabetismo funcional sobre los conceptos del patrimonio geológico por parte de la comunidad es algo que debería tenerse en cuenta en los futuros programas educativos que desarrolle y aplique el aspirante a geoparque. Sin embargo, los altos valores de los conceptos geológicos adquiridos por los participantes demuestran, que la experiencia de campo y el descubrimiento mejoran los resultados del aprendizaje (Chevellard, 1991; Antunes, 2011).

En cierta medida el desconocimiento de los profesores de educación primaria y secundaria en las áreas de Ciencias de la Tierra son un reflejo de la ausencia de

especialización en estas áreas. Esto puede ser debido, porque en la Ley N° 20.370 de 2009 que establece los derechos y deberes de los miembros de la comunidad educativa, en su artículo 46 letra g) establece que, para la educación preescolar y primaria, sólo podrán ejercer la docencia quienes posean el título profesional de educación en el nivel correspondiente. Esto es totalmente incongruente, si consideramos que la mayoría de los contenidos dedicados a las Ciencias de la Tierra se imparten en la asignatura de ciencias naturales en educación básica entre los cursos de 3º y 6º grado. Otra posible causa son las diferencias salariales entre los profesionales que trabajan como geólogos en la industria minera en comparación con los geólogos empleados en el sector educativo (los salarios pueden ser tres veces superiores en el primer caso).

#### 6.2.2. Talleres 3 y 4: áreas prioritarias y planes estratégicos

El análisis DAFO permitió recoger una cantidad importante de datos de los participantes en los talleres en un periodo corto de tiempo (máximo de cinco horas por taller) y sin grandes costes económicos. Los datos recogidos aportaron una visión general del contexto y la situación de cada municipio, en relación con sus competencias internas.

La metodología utilizada también permitió a los participantes tener más información sobre sus propias comunidades. Sin embargo, a partir de los datos recogidos, se han analizado dos variables, la subjetividad y la representatividad de los participantes. La variable sobre la subjetividad se consideró al principio de la investigación y se informó a todos los participantes. La segunda variable, relativa a la representatividad, estaba fuera del control de la investigación, ya que se decidió no controlar el número de participantes en los talleres. Esto significa que los datos obtenidos en el análisis DAFO pueden tener un contenido limitado, considerando sólo las áreas de desarrollo o los conocimientos de los participantes. Además, el análisis DAFO requiere un componente temporal, por lo que los resultados sólo se refieren a la situación actual, sin considerar las proyecciones futuras.

Los planes de desarrollo obtenidos como resultado del taller cuatro consideran cuatro áreas temáticas: turismo, educación, patrimonio y asociación público-privada. Si bien los ámbitos y planes surgidos son muy relevantes y representativos, implican una excesiva simplificación de los contenidos, dado que son sólo el resultado de la visión y el conocimiento de los participantes que asistieron a los talleres, que en algunos casos no fueron las mismas

personas que asistieron a todos los talleres anteriores. Igualmente, los planes estratégicos surgidos son sólo el título del enfoque que deben tener estos planes, y en ningún caso se definen actividades, indicadores u objetivos, dado que en algunos casos se desconoce la profundidad de los problemas o el alcance de las amenazas señaladas. Sin embargo, La UNESCO reconoce estos ámbitos como esenciales para un desarrollo territorial integral (UNESCO, 2015).

Cabe mencionar que no se aplicó ninguna ponderación a los conceptos que surgieron durante el análisis DAFO, por lo que los diferentes planes también carecen de una priorización para su implementación. Teniendo en cuenta que los recursos son siempre finitos, faltaría un criterio para definir cuáles son las áreas a priorizar. En este caso, lo más probable sería recurrir al Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de cada comuna. Futuras investigaciones podrían centrarse en la generación del cruce de esta información, entre los planes surgidos de la comunidad y las prioridades de cada una, así como con la ERD 2015-2030 del Gobierno Regional o incluso con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. La participación comunitaria favorece a los ODS en concreto el número 7 sobre la sostenibilidad medioambiental. Lograr un equilibrio entre las necesidades de subsistencia y el uso racional de los recursos naturales es uno de los principales retos.

### 6.2.3. Taller 5: Empoderamiento comunitario

Es importante señalar que inicialmente los participantes no querían asumir responsabilidades en cuanto a la gestión y coordinación de actividades que se enmarcaran en el ámbito del patrimonio geológico. Esto se debe a las incertidumbres sobre el futuro del proyecto del Geoparque y en gran sentido al desconocimiento del área de las Ciencias de la Tierra. En este sentido, fue necesario conseguir el apoyo de la municipalidad y sus funcionarios, así como del equipo técnico del proyecto del Geoparque, compuesto por un equipo multidisciplinario de profesionales del turismo, las ciencias de la Tierra y las Ciencias Sociales básicamente, para lograr que los participantes de comunas como Arauco, Los Álamos y Coronel, se comprometieran en llevar a cabo la gestión de actividades en el marco del desarrollo del proyecto GLB.

En este contexto, todas las comunas firmaron las cartas de compromiso para la creación de la junta directiva del Geoparque. Este empoderamiento fue mucho más accesible

y factible en las comunas donde existe una organización social y comunitaria que trabaja en conjunto con el municipio para el desarrollo del área, ya que la mecánica de trabajo y reunión ya era conocida y regulada por los actores involucrados. Un último aspecto de este taller se refiere a la idoneidad de los grupos locales de trabajo como herramientas para la gestión y protección del patrimonio geológico del territorio. En este proyecto, los grupos de trabajo se han constituido de forma voluntaria como un compromiso de los residentes de las comunidades. Sin embargo, han funcionado sin financiación ni poder legislativo, por lo que su continuidad y la eficacia de su gestión es un reto. Según Bergstrom (2017), el éxito de los comités de gestión requiere de elementos que por ahora son escasos o incluso ausentes en el territorio estudiado: proactividad, poder de decisión y existencia de financiación. Bett (2005) publicó un trabajo sobre el papel de la comunidad en la conservación del monte Kenia designado como una Reserva de la Biosfera por la UNESCO en 1979. Para el empoderamiento de la comunidad es necesario sensibilizar a la gente y capacitarla en términos de educación cívica para mejorar la conservación, el liderazgo y la gestión.

En todo caso, el éxito de la estrategia de desarrollo del comité de gestión del proyecto del GLB se definirá y formalizará en el tiempo, teniendo en cuenta todos los instrumentos de planificación territorial vigentes (PLADECOS) y Estrategia Regional de Desarrollo del Biobío 2015-2030 (Biobío, 2018), así como la proactividad y el grado de compromiso de los habitantes que lo integren. La buena gobernanza en la gestión de los recursos naturales debe enfocarse en sistemas sociopolíticos y administrativos eficaces, así como procesos transparentes y participativos. Debe promoverse un enfoque transversal para poder obtener resultados beneficiosos, a través de la promoción de la asociatividad entre los diferentes actores territoriales y fomentar la participación de iniciativas de colaboración para el traspaso de información (Bett, 2005).

Finalmente, el reconocimiento, la articulación y la inserción de estos grupos de trabajo dentro de la estructura público-privada del territorio son aspectos que no han sido considerados dentro de este proyecto, pero que deben ser considerados en el mediano plazo. En otras palabras, es necesario encontrar una solución, de acuerdo a lo estipulado en las leyes chilenas, que sean representativas de la realidad socioeconómica del territorio, permitiendo decisiones equilibradas de las voluntades y legítimas aspiraciones de los habitantes. En la actualidad, uno de los pocos instrumentos de consulta comunitaria

obligatoria es el artículo 169 de la Consulta Indígena de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), al que Chile se adhirió como país en 2008 y que entró en vigencia en 2009.

En contextos socioeconómicos muy diferentes, se han desarrollado proyectos comunitarios exitosos con poca financiación y basados en el voluntariado comunitario. Tal fue el caso del proyecto *Community Earth Heritage* desarrollado en los condados de Herefordshire y *Worcestershire* en Inglaterra (Miles, 2013). Asimismo, Bergstrim (2017) afirmó que el éxito de los grupos de trabajo requiere que las comunidades sean conscientes de su patrimonio, aprovechen su capital social y, en última instancia, sean capaces de tomar decisiones para educar a las partes interesadas. Según Gordon *et al.* (2012), también es necesario poder comunicar a los organismos públicos y a los responsables de la toma de decisiones, con firmeza y contundencia, que la consideración de la geodiversidad es esencial para el desarrollo del territorio. De esta forma, la generación y gestión del conocimiento, junto con la participación de los grupos de interés del territorio, mejora las capacidades humanas y potencia las estrategias de conservación en el área (Tavares, 2011).

Finalmente, en la actualidad y tras la financiación de la primera etapa de desarrollo del proyecto de GLB, no existen fuentes de financiación, a pesar de que la internacionalización de la región, la promoción de productos para el turismo y la innovación de productos son centrales para la ERD de la Región del Biobío. Algunas de las razones que pueden haber causado esta falta de continuidad es el cambio de mandatos políticos. El último ocurrió el 11 de marzo de 2018, siendo coincidente con los últimos meses de ejecución del proyecto. Este hecho generó dudas sobre si las políticas de largo plazo que requieren los proyectos aspirantes a Geoparques son capaces de consolidarse y generar un impacto significativo en el desarrollo productivo del territorio. En este contexto, es un reto utilizar los datos del presente estudio para convencer a los actuales responsables políticos de las virtudes del proyecto.

En general, el porcentaje de satisfacción en todos los talleres realizados, calculado a partir del número de respuestas satisfactorias (dentro del rango de la escala "bueno" o "muy bueno") permite evaluar la estrategia seguida. Estadísticamente, una evaluación es satisfactoria si la suma de las opciones "buena" y "muy buena" supera el 60% (Hair *et al.*, 1999). En este trabajo, los porcentajes de satisfacción de los talleres son iguales o superiores

al 80%. En este sentido, estos valores corroboran el desarrollo exitoso de la experiencia realizada.

### **6.3. Situación del geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco**

En general, este estudio demoscópico es muy robusto, dado que se han alcanzado valores normales según Lastra (2015), con un error estimado del 5% y un nivel de confianza del 95%. Así, la muestra estudiada (386 habitantes) es representativa del conjunto de la población (789.079 habitantes). También se discuten varias cuestiones para aclarar los puntos fuertes de nuestro estudio y también los débiles.

También estamos seguros de que las respuestas de la gente fueron relativamente objetivas si se comparan con una demoscopia política. Es decir, nos dimos cuenta de que las personas se sentían libres de dar sus verdaderas respuestas, ya que entendían que el cuestionario tenía una finalidad científica y no directamente política.

Otro punto importante es el momento de la recogida de datos, ya que las respuestas se dan en un contexto que no puede extrapolarse en el tiempo y el espacio. En nuestro caso, esto es especialmente relevante, ya que los cuestionarios se contestaron entre abril y septiembre de 2019. No se vieron afectados por la pandemia del virus SARS-CoV-2 ni por la explosión de manifestaciones y disturbios sociales que se produjeron en Chile en octubre de 2019 y que condujeron al actual (octubre de 2020) referéndum plebiscitario para modificar la Constitución de Chile, heredada de la transición de la dictadura anterior (Heiss, 2020).

Otro aspecto a considerar es la actitud de los encuestadores hacia los encuestados. En este sentido, se tuvo especial cuidado en: (1) no dirigir la respuesta del encuestador y (2) dedicar el tiempo necesario para que el encuestado entendiera perfectamente lo que se le preguntaba. Esto es especialmente importante cuando se trata de geología, un término que la mayoría de la gente suele ignorar. Otro punto fuerte en cuanto al tiempo tiene que ver con el censo de 2017. Una peculiaridad de la demoscopia chilena son las habituales controversias sobre el "censo", ya que hay una población rural grande, dispersa e inaccesible que dificulta la obtención de datos rigurosos (Neupert, 2017). Para nuestro estudio, nos beneficiamos del 'censo 2017'. Este fue mejorado con respecto al anterior censo de 2012.

Además, en el territorio del GLB, el censo de 2017 no presentaba imprecisiones importantes detectadas.

#### 6.3.1. El perfil del encuestado

El espectro educativo y social de la población estudiada se correlaciona con los datos del Censo, es decir, resulta que obtenemos una distribución de proporciones muy significativa a pesar de nuestro muestreo aleatorio. Por ejemplo, el 39% de los encuestados (157 personas) se encuentran en la franja de edad de 36 a 65 años, lo que también coincide con la curva de la pirámide de población del territorio. Asimismo, la mayoría de los encuestados (69,1%; 249 personas) han completado la educación básica y secundaria, lo que también se aproxima a los datos poblacionales del censo de 2017, donde una media del 77,3% de la población ha completado la educación secundaria. Esta diferencia del 8,2%, no pudo ser controlada ya que la selección del encuestado fue aleatoria y la escolaridad no era un requisito. Estos datos permiten afirmar que la muestra encuestada responde a las características de las personas de la cuenca carbonífera de Arauco, en cuanto a edad, escolaridad, género, residencia y población.

#### 6.3.2. Conocimiento geoturístico del territorio

Afirmamos que existe un conocimiento relativamente amplio de las zonas turísticas. En la pregunta 1, el 90% de los encuestados puede enumerar 2 o 3 lugares turísticos de su comunidad. Sobre la base de todo el conjunto de datos, se identificaron 1006 lugares turísticos. En un filtrado posterior de las respuestas, se pudo descifrar que el 21% de estos sitios turísticos corresponden a sitios de interés geológico, inventariados por el GLB (Ferraro *et al.*, 2018).

A pesar de que se identificaron puntos turísticos, la pregunta 2 muestra que los encuestados apenas identifican el turismo como un sector económico. Solo el 57 % considera que el turismo tiene alguna importancia económica (el 9 % considera que tiene mucha importancia, y el 48 % considera que tiene poca importancia). También observamos que este 9% es predominantemente urbano (64% de los encuestados) y tiene entre 35 y 65 años (52% de los encuestados). Por el contrario, las zonas rurales no consideran el turismo como un sector económico. Por otro lado, el 14% de los encuestados que dicen que el turismo no tiene

ninguna contribución, no muestran ningún rasgo particular. Por último, el 48% que dice que el turismo tiene pocas aportaciones son básicamente encuestados urbanos.

La comparación de las preguntas 3 y 4 también es relevante. Aunque el 95% de los encuestados dice no saber nada o muy poco sobre geología (pregunta 3) de hecho, el 23% de ellos, puede identificar sitios de interés geológico (pregunta 4). Podemos concluir que la gente sabe de geología, pero se considera a sí misma como desconocida en lo que respecta a la geología. El nivel de educación de la submuestra del 23% es educación superior (57,3%), educación secundaria (24%), técnica (1,3%) y primaria/básica (17,3%). El 23% se correlaciona fácilmente con la falta de experiencia de los profesores de la enseñanza básica y secundaria en lo que respecta al contenido geológico de los programas educativos (Ferraro *et al.*, 2020).

Un 89% de los encuestados indica que no ha oído hablar de la propuesta de geoparque o que ha oído un poco. El 11% que conoce el geoparque, lo considera un proyecto muy importante (75% de la submuestra). Esto significa que vale la pena difundir el proyecto de geoparque, ya que las personas que lo conocen lo tienen más en cuenta. Este 11% son básicamente personas con formación universitaria (80,6% de la submuestra). La comprensión de que el geoparque es un proyecto muy importante es vista básicamente por las personas con formación superior, aunque la mayoría de las personas con formación superior (que representan el 37,5% de nuestra muestra general) no tienen esta visión. Los encuestados con educación superior (de la submuestra) consideran básicamente que el geoparque es un proyecto muy importante.

### 6.3.3. Principales necesidades para el territorio

Entre las tres principales necesidades del territorio detectadas (pregunta 7), el desarrollo económico del territorio (21% de la muestra) se sitúa en segunda posición. Este dato justifica la oportunidad que representa la puesta en marcha del GLB, puesto que los GMU son proyectos buscan el desarrollo sostenible de las comunidades locales (UNESCO, 2016).

Sin embargo, la principal necesidad detectada en la encuesta es la de seguridad ciudadana (23% de la muestra), que también afecta directa o indirectamente al ámbito productivo del turismo (Fernandes *et al.*, 2016). Esta necesidad también se detecta a nivel

nacional con los datos aportados por la Encuesta Nacional Urbana de Seguridad Ciudadana (ENUSC) realizada en 2019 por el Ministerio del Interior y Seguridad Pública del Gobierno de Chile. Esta encuesta muestra que el 82% de la población cree que la delincuencia ha aumentado a nivel nacional y el 37% cree que será víctima de la delincuencia en los próximos 12 meses. El porcentaje que muestra nuestra encuesta respecto a la seguridad ciudadana (23%) es comparable con los datos de la ENUSC para la Región del Biobío (20,2% de hogares victimizados), por lo que debe ser un dato a tener en cuenta tanto para la administración pública como para el órgano gestor del GLB, ya que puede ir en contra de las expectativas de desarrollo turístico (Grosser y Günter, 2018). Para ello, es importante alertar al sector turístico, así como a las fuerzas de seguridad pública para que tomen las medidas necesarias en las zonas más turísticas del territorio (George, 2010).

Por último, destacamos la tercera necesidad percibida en el territorio, que es la inversión en infraestructuras públicas (21% de la muestra), dado que los porcentajes obtenidos son los mismos que para la segunda necesidad (desarrollo económico). El turismo y las infraestructuras están estrechamente relacionados (señalización, accesibilidad, puestos de información, capital humano, etc.). Posicionar el geoturismo como uno de los ejes de desarrollo económico del territorio (Gaztañaga *et al.*, 2015; Mabvuto Ngwira, 2019) puede resultar muy atractivo, dado que además es una forma de turismo que lleva asociado un nivel de delincuencia mucho más básico que el turismo convencional (Pelfrey, 1998; Mabwy *et al.*, 2016; Tipton *et al.*, 2016).

Respecto a la pregunta 8, el 80% de la población destaca la necesidad del desarrollo turístico para el territorio (el 46,6% como "necesario" y el 34,4% como "muy necesario"). La mayoría de las personas (39% de la submuestra) tiene entre 35 y 65 años y un nivel educativo medio (50,8% de la submuestra), y el 64,6% de ellas son de la Provincia de Arauco. Estos datos indican una visión positiva del desarrollo turístico en la Provincia de Arauco, que es precisamente una zona de atraso y ruralidad (23%) en base a los datos de la EDR 2019-2030 (Biobío, 2018).

Un 83% de los encuestados considera "muy necesaria" la protección y conservación de las áreas y espacios naturales (pregunta 9), con un 39,4% (submuestra) con estudios secundarios y un 45,5% (submuestra) entre 36 y 65 años. Esto puede deberse al

conocimiento que existe en el territorio sobre la importancia de la biodiversidad presente en la Cordillera de Nahuelbuta, considerada *Hotspot*<sup>12</sup> a nivel internacional (Wolodarsky-Franke y Herrera, 2011). Al mismo tiempo, también posiciona al patrimonio geológico como un potencial recurso a explotar y a la geoconservación como un área potencial a desarrollar, dado que estos también se encuentran en áreas naturales (Ferraro *et al.*, 2018).

También cabe destacar en esta misma pregunta los porcentajes de respuestas obtenidas sobre la "conservación del patrimonio" como "muy necesaria" (72%), valores muy elevados que están a la altura del desarrollo económico (73%) y la inversión en infraestructuras públicas (71%). Esto puede deberse al gran número de monumentos nacionales (27 monumentos históricos, tres zonas típicas, cuatro monumentos arqueológicos, dos santuarios de la naturaleza y dos tesoros vivos) que existen en el proyecto GLB y que han sido reconocidos por el CMN.

Un aspecto negativo a destacar en la respuesta a la pregunta 9 es la falta de consideración hacia la comunidad indígena. El 38,2% de la muestra considera que el desarrollo de las comunidades locales y de los pueblos indígenas es "nada necesario" (el 26,4% respondió "nada necesario" y el 11,8% respondió "poco necesario"). Estos porcentajes son aportados mayoritariamente por personas del área urbana (86,6% de la submuestra) y de la Provincia de Concepción (90,2% de la submuestra). Si consideramos que la mayor cantidad de comunidades y poblaciones indígenas viven en la Provincia de Arauco y en zonas rurales, podemos explicar esta falta de consideración debido a los prejuicios de la población urbana (Tabla 2).

Respecto a este tema también es importante destacar el bajo porcentaje de personas (37% de la muestra) que consideran "muy necesario" el tema de los créditos para las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), dado que el "desarrollo económico" ha sido una de las principales necesidades detectadas. La mayoría de los encuestados (67,5% de la submuestra) son mayores de 35 años, siendo este el perfil de personas que según el informe de endeudamiento de 2020 emitido por la Comisión del Mercado Financiero (CMF) el rango de edad con mayor carga de deuda financiera (CMF, 2020). Una posible explicación a la baja

---

<sup>12</sup> Región biogeográfica con una alta biodiversidad amenazada.

valoración de los créditos de las pymes es que el endeudamiento de las familias chilenas (75,4% según el Banco Central de Chile) ya no permite gastar más.

En la pregunta 10, el principal tema turístico referido como el más necesario en el para el área de estudio corresponde a las actividades relacionadas con la visita a espacios naturales (56% "muy necesario" y 23% "necesario"). Aproximadamente el 68% (submuestra) de las respuestas corresponde a personas de entre 19 y 65 años, de las cuales el 32,9% tiene estudios superiores, residiendo la mayoría de ellas en la Provincia de Concepción y en zonas urbanas (88,9% y 85,4% y 88,9% de la submuestra respectivamente). Estos datos permiten identificar y localizar a los potenciales turistas nacionales. Si trasladamos estos porcentajes a valores sobre el número de poblaciones que cumplen estas características en el territorio, llegamos a cifras de 172.009 clientes potenciales, que representan el 26,9% de la población. Similarmente, un estudio inédito realizado en 2018 por SERNATUR sobre el perfil de los turistas chilenos revela que el gasto promedio diario en viajes cortos es de 22.643 pesos chilenos (CLP\$) (aproximadamente 29,65 dólares) y en viajes cortos de 31.049 CLP\$ (aproximadamente 40,66 dólares). Si trasladamos estas cifras al conjunto de la población turística potencial del territorio, obtenemos un ingreso potencial para el territorio de entre CLP\$3.894.799.787 (aprox. US\$5.100.302) y CLP\$5.340.707.441 (aprox. US\$7.928.121).

La accesibilidad (74,6%) y los puestos de información (71,2%), son los principales servicios que la comunidad considera "muy necesarios" para el desarrollo turístico del territorio (pregunta 11), siendo el 70,7% (submuestra) de personas que residen en zonas urbanas. Este dato, en primera instancia, se relaciona con una de las principales necesidades (pregunta 7) en cuanto a la inversión en infraestructura pública con enfoque turístico. También indica, que es principalmente la población urbana la que tiene mayores dificultades para acceder a las diferentes atracciones turísticas. Esto puede deberse a la lejanía de las atracciones turísticas, al mal estado de las carreteras que a menudo requieren vehículos 4x4, o a la privacidad tanto de las carreteras de acceso como de la zona en la que se encuentran las atracciones turísticas.

Respecto a la pregunta 12, curiosamente, el 39,2% de los encuestados considera "muy necesaria" la información sobre la geodiversidad y el patrimonio geológico y el 48% reorientaría los fondos hacia la geodiversidad y el patrimonio geológico como "muy

necesarios". Estos porcentajes se obtienen principalmente de un perfil de personas con educación media (42,2% y 36,6% respectivamente de la submuestra) y de ámbito urbano (81,5% de la submuestra) principalmente de la Provincia de Arauco. Estos resultados indican que, en general, la geodiversidad y el geoturismo son percibidos como una necesidad por la población urbana del territorio con un nivel educativo medio. Esto puede deberse a que la población urbana es la más necesitada de contacto con la naturaleza. Sin embargo, esta alta valoración del patrimonio geológico es superada en un 20% por la valoración del patrimonio biológico de la fauna endémica (67,1%) y de la flora endémica (76,1%).

#### 6.3.4. Principales expectativas para el territorio

En este apartado haremos referencia a las preguntas 13 y 14 del cuestionario. En cuanto a la pregunta 13, existe una gran resignación sobre la evolución del territorio en los próximos cinco años (52% "Ni mejor ni peor" y 15% "peor"), principalmente por parte de los adultos de entre 36 y 65 años (48% de la submuestra) y con estudios secundarios. Sólo el 31% piensa que la situación será mejor en el territorio, donde el 42,7% de la submuestra son personas de entre 19 y 35 años, y el 68,7% son personas con estudios superiores. Esto nos informa de dos perfiles diferentes: una mayoría que será difícil de motivar y una minoría preparada y dinámica que puede liderar el desarrollo del territorio.

Finalmente, y en referencia a la pregunta 14, en el territorio se perciben como "muy prioritarios" los ámbitos de la educación sobre los riesgos naturales y el cambio climático (77,3%) y el apoyo a la producción ecológica y las energías limpias (76,6%). Este escenario incluye al 43,2% de la submuestra con una edad entre 36 y 65 años y a su vez con estudios superiores (45,3% de la submuestra). Estos datos indican que las perspectivas, aunque incluyen las necesidades mencionadas, también incluyen una mejora de la tecnología y de las fuentes de energía, así como un aumento de la educación en el territorio, para lo que se necesita un capital humano avanzado que pueda asumir estos retos.

Los planes de conservación del patrimonio geológico no destacan como "muy prioritarios" en este apartado (52,6%), al igual que la promoción del turismo en los espacios naturales (55,8%), lo que resulta contradictorio con las respuestas obtenidas anteriormente sobre las necesidades. Cabe destacar, que el 53,5% de la submuestra (85 personas) son personas de la Provincia de Arauco y ésta, a su vez, representa el 53,1% del total de la

población encuestada en dicha provincia. El rango de edad mayoritario de la submuestra está entre los 36 y 65 años (40,3%, 64 personas) de los cuales el 51,6% (33 personas) tiene estudios secundarios y el 28,1% (18 personas) educación básica.

Se puede percibir que aún existe un desinterés en la comunidad mapuche, dado que sólo el 37,4% (148 personas) considera que la mediación en el tema mapuche es una "prioridad muy alta". Esto puede deberse a que la comunidad mapuche es el 16% (125.932 personas aproximadamente) de la muestra. Lo más alarmante es que el 27,3% (108 personas) piensa que "no es prioritario", lo que muestra el descontento de la población local que no pertenece a los pueblos originarios con los mapuches. Esta brecha entre estos grupos sociales debe alertarnos sobre los potenciales conflictos que pueden surgir y el actual conflicto mapuche que existe en la Provincia de Arauco y la Región de la Araucanía (Lavanchy, 1999; Vergara y Foerster, 2002; Rodríguez, 2007; Maldonado y Valle, 2013). Es muy necesaria la figura de un mediador territorial que ayude a acercar posiciones y llegar a acuerdos, entre las comunidades multiculturales y el Estado.

#### **6.4. Discusión general**

En forma general, uno de los primeros puntos que hemos podido determinar que existe un importante patrimonio geológico en el territorio de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco, con 22 sitios de interés geológico nacional e internacional y otros 47 sitios con características y rasgos geológicos destacables. Sin embargo, la mayoría de la comunidad es desconocedora de este patrimonio y del valor que posee. Atendiendo a los datos recolectados en el estudio demoscópico, observamos que más del 98% de la gente conoce como mínimo un sitio de interés turístico de su comuna y de todos los lugares identificados por la comunidad el 21% corresponden a diferentes geositos inventariados en este trabajo, aunque la comunidad no lo identifica como un sitio de interés geológico. Solo el 23% de gente es consciente de conocer un sitio de interés geológico, valores que pueden ser muy elevados si lo extrapolamos al conjunto de la población, puesto que supondría que más de 180.000 personas del territorio conocen un sitio de interés geológico, algo que puede entrar en controversia puesto que en el mismo estudio demoscópico más del 95% de la gente admite no saber o conocer muy poco sobre geología. Esto puede ser debido a dos factores

principalmente. El primer factor hace referencia a los escasos o nulos trabajos realizados en el ámbito académico y profesional referentes al estudio del patrimonio geológico para su gestión, y el segundo factor más amplio a nivel nacional, se sitúa en el desconocimiento del geoturismo como una herramienta de desarrollo para las comunidades locales.

Si bien parte de la comunidad local del territorio está empoderada al respecto de la puesta en valor y la gestión de este patrimonio geológico, aún existe un amplio espectro de la comunidad desconocedora de este patrimonio geológico y del aporte que puede realizar en el ámbito turístico. Es por este motivo que, a partir de este trabajo, se quiere fomentar la realización de actividades para difundir, gestionar y aprovechar el patrimonio geológico, tanto desde el ámbito social, educativo y productivo del territorio. Los resultados obtenidos en los talleres 1 y 2 con una satisfacción de más del 80% de los asistentes, así como un aprendizaje de los conceptos geológicos y geositios del territorio por más de 75% de ellos, inspiran cierta confianza y motivación para generar consciencia en la comunidad local a cerca de la gestión de su patrimonio geológico en beneficio de su propia comunidad.

Parte de los trabajos realizados en el transcurso de esta tesis, en conjunto con el continuo desarrollo del proyecto GLB, han comenzado a dar sus frutos en el ámbito público, a través de la Comisión Regional de Uso de Borde Costero (CRUBC). Esta comisión está conformada por 39 actores territoriales (Intendente, Gobernadores, secretarios ministeriales, alcaldes y representantes de universidades y consejo regional). El CRUBC a través de la actualización en el proceso de evaluación ambiental estratégica de la zonificación de borde costero, ha considerado los geositios como parte integral de esta estrategia desde el punto de vista de protección, haciéndose referencia en el objetivo nº3 es: *“Promover la protección de áreas del borde costero con valor cultural y patrimonial, y con presencia de valores geológicos; estableciendo usos preferentes que reconozcan estas áreas y el valor que poseen estos espacios para las comunidades que habitan estos territorios, y estableciendo las compatibilidades con actividades que permitan su mantención en el tiempo”*. Esta consideración es muy importante, porque por primera vez, los geositios son considerados dentro de un instrumento de planificación pública, con un objetivo claro al respecto de su protección frente al uso sustentable de los sitios por las comunidades locales. Este escenario proporciona sin lugar a duda un potencial de gestión para los lugares de interés geológico cercanos al borde costero. En este sentido, habrá que realizar una labor similar con el

gobierno regional, para poder administrar y/o gestionar los geositorios que se encuentren ubicados fuera del borde costero o en la cordillera de Nahuelbuta.

Otro de los puntos importantes abordados en esta tesis es el trabajo con la comunidad a partir de la metodología IAP. Esta metodología permite generar un enfoque “*bottom-up*” de trabajo con la comunidad el cual sirve de punto de partida para el proyecto GLB, adecuándose a las exigencias propuestas por los GMU. Las ventajas de este enfoque es que permite a los investigadores la flexibilidad para evaluar la capacidad de gestión de las organizaciones y a su vez, utilizar los propios recursos del territorio para solucionar problemas e identificar consecuencias. El enfoque está puesto en el análisis de una multitud de información donde ninguna de ellas es ponderativa. De igual forma, implementa las acciones estratégicas de los tomadores de decisión a través del tiempo, con el objetivo del proceso de aprendizaje de la política o “*policy learning*”. Este enfoque ha sido muy criticado por varias razones, una de ellas por preponderar las zonas periféricas respecto de las zonas más céntricas, de igual forma por descuidar a la ley como una herramienta de implementación de cambios en el comportamiento de la sociedad y finalmente, por fracasar en la forma de evaluar la implementación de dicha estrategia o política. De lo anterior se desprende según (Sabatier, 1986) que “*El enfoque bottom-up es más apropiado en situaciones donde 1) no hay una pieza dominante de legislación sino un gran número de actores con dependencias de poder; o donde uno está principalmente interesado en la dinámica de las diferentes situaciones locales*”.

Queda mucho que hacer en materia de educación y concienciación con la comunidad, las cifras del cuestionario así lo demuestran. Si bien, también se recoge un interés creciente en el desarrollo de la industria del geoturismo, la cual era prácticamente desconocida antes del comienzo del proyecto GLB. Esto va íntimamente ligado a la participación ciudadana, la cual al ser desconocedora de estos temas es mucha más difícil involucrarla y empoderarla, cosa que solo se ha podido conseguir cuando han existido fondos públicos y/o privados destinados a la realización de las actividades. Esto nos deja entrever el acomodamiento que existe en gran parte de la comunidad del territorio que son producto de diferentes políticas gubernamentales centradas en la reducción del desempleo a través de subvenciones directas, pero sin la generación de puestos de trabajo.

En cuanto al trabajo científico en la región, si bien existen varias universidades dedicadas al estudio de las ciencias de la Tierra como se ha comentado antes, su aporte en materia de divulgación es muy incipiente. Investigaciones como la de esta tesis en el marco de las geociencias y su vínculo con el territorio es muy escaso por no decir inexistente. El escenario de un geoparque podría potenciar el surgimiento de nuevas generaciones de científicos más involucrados en el desarrollo en su propio territorio. Esto se ha podido recoger en varias instancias en la que el proyecto se ha presentado en diferentes universidades. En 2015, cuando se presentó en la UdeC, apenas asistieron una veintena de estudiantes, mientras que le mismo ejercicio realizado en 2019 en la misma universidad y posterior al CGCh de 2018, cuatriplicó el número de asistentes. De igual forma, la incorporación de los principios de la geoética en los profesionales de las Ciencias de la Tierra, podría ayudar a un mejor entendimiento por parte de la comunidad (Poch, 2019).

La región vecina de la Araucanía, al sur de la Región del Biobío, ya posee desde 2019 del GMU Kütralkura. Más allá de poder pensar que este hecho podría ser una competencia directa y por lo tanto una barrera en el desarrollo del geoturismo, ha sido una complementariedad muy positiva. El hecho de poseer contextos geológicos y geográficos diferentes (Cordillera de los Andes y borde costero) hace que a través de estos dos escenarios se puedan conocer ambientes geológicos y riesgos geológicos muy diferentes. Esta complementariedad ha hecho que, a fecha de hoy, exista un estrecho apoyo del Geoparque Mundial de la UNESCO Kütralkura para el desarrollo del proyecto Geoparque minero Litoral del Biobío. Este hecho refrenda uno los cuatro pilares sobre los que se fundamenta la hoja de ruta de los geoparques, que es el trabajo en red, tanto a nivel nacional como internacional entre geoparques.

Al alero de los distintos resultados obtenidos y discutidos en esta investigación, así como los que se están desarrollo por parte del proyecto GLB para ser reconocido como un GMU, surge la actitud de la población local hacia la conservación y el desarrollo de un plan integral de gestión turística, como uno de los principales retos a consolidar (Jimura, 2011). Si bien este hecho aún es muy incipiente debido a la juventud del proyecto GLB, sí que el trabajo realizado en el marco del proyecto y de esta investigación ha conseguido tejer unas redes de colaboración con entidades sociales, públicas y privadas.

Finalmente, y como último punto a tratar, Byrd (2007) establece que los cuatro actores importantes para el desarrollo sostenible del turismo en un territorio son 4: los visitantes actuales, los visitantes futuros, la comunidad de acogida actual y la comunidad de acogida futura. Sobre la comunidad actual y futura el geoturismo no tiene un rol predominante en cuanto a la consideración y prioridad en la comunidad local, sí que alberga un nicho importante de desarrollo en el ámbito del turismo, puesto que más el 80% de la comunidad lo considera necesario o muy necesario. Al igual que antes, esto puede ser debido al desconocimiento general de este, puesto que, después de haberse realizado las jornadas de divulgación y los talleres participativos, se ha podido observar unos elevados porcentajes de aceptación y aprendizaje por parte de la comunidad.

## **CAPÍTULO 7 – CONCLUSIONES**

Finalmente, en este capítulo vamos a tratar las conclusiones finales, en primera instancia haciendo referencia a cada una de las fases de investigación por separado para terminar con una conclusión general.

### **7.1. Conclusiones acerca del inventario de patrimonio geológico**

La gran geodiversidad que posee el área de estudio, queda definida a través 10 contextos geológicos. Uno de los contextos geológicos más representativo son las series sedimentarias mesozoicas, las cuales albergan 8 geositios del área de estudio, lo que supone el 36,36% de los geositios.

Los geositios mejor valorados según su valor intrínseco (Vi) son “Piedra del Águila” en la comuna de Cañete, “Desembocadura del Biobío” en la comuna de Hualpén y “Punta Morhuilla” en la comuna de Lebu. Los geositios mejor valorados según su valor de potencial de uso (Vu) son la mina “Chiflón del Diablo” en la comuna de Lota, “Piedra del Águila” y el geositio de “Colcura Norte” en la comuna de Lota. Finalmente, los tres geositios mejor valorados según su valor de protección (Vp) son “Piedra del Águila”, “Los miradores de Nahuelbuta” entre las comunas de Curanilahue y Los Álamos y “Las cavernas de Benavides” en la comuna de Lebu.

El patrimonio geológico del área de estudio ha quedado representado a través de la selección de 22 geositios, cuya importancia es de carácter internacional atendiendo a la clasificación de Brilha (2005). El geositio con mejor valoración atendiendo al cómputo general de los tres valores (Vi, Vu, Vp) mediante la metodología de IGME (García y Carcavilla, 2013) es el geositio de “Piedra del Águila”, seguido de la “desembocadura del río Biobío” y la mina “Chiflón del Diablo”.

El principal interés geológico que muestran los geositios (6) del territorio se centra en la estratigrafía, lo que se correlaciona con la importancia del principal contexto geológico anteriormente mencionado. Esto nos hace ver, que uno de los principales atractivos geológicos del territorio, se centra de igual forma en las rocas sedimentarias, sus fósiles y los mantos de carbón.

## **7.2. Geología y comunidad**

Los talleres sobre conceptos geológicos básicos (edad y formación de la Tierra o rocas, minerales, fósiles, etc.) y las experiencias de campo en geositios, han permitido a los participantes descubrir, comprender y poner en valor un patrimonio geológico que antes era desconocido para ellos.

El taller que elaboró un análisis DAFO para cada comunidad permitió cartografiar todo el territorio del proyecto de geoparque. Se demostró que el patrimonio natural y cultural es el principal punto fuerte. El desarrollo del turismo sostenible es la principal oportunidad. Las catástrofes naturales, la actuación desordenada de las empresas forestales y la inseguridad de algunas comunidades como principales amenazas. Por último, la falta de conciencia cultural y la falta de compromiso entre las autoridades públicas y privadas son las principales debilidades del territorio.

Los talleres de identificación de planes de desarrollo permitieron definir cuatro áreas prioritarias: educación, turismo, patrimonio y coordinación público-privada. Se reconocieron diferentes planes transversales a todo el territorio (turismo cultural e histórico, difusión de los atractivos turísticos, educación en geodiversidad y biodiversidad) y otros proyectos individuales a una o varias regiones (educación en catástrofes naturales, identidad territorial, turismo en espacios naturales, turismo gastronómico o valoración del patrimonio material e inmaterial).

Las actividades y talleres realizados han permitido finalmente la creación de una organización social en cada uno de los municipios, compuesta por diferentes personas y/o asociaciones, vinculadas al proyecto del Geoparque Minero del Biobío y gestores o promotores de otros proyectos en el territorio.

Los resultados cuantitativos obtenidos son representativos, dada su robustez estadística en términos de nivel de confianza y margen de error. El número y la diversidad socioeconómica de los participantes permiten la extrapolación de los datos obtenidos al conjunto de la población.

El geoturismo surge como un recurso geológico sostenible, más allá de las actividades extractivas, siendo un denominador común que permite el desarrollo de todo un territorio

en el que conviven realidades socioeconómicas muy diversas: una provincia sur pobre, rural, con una fuerte componente indígena y muy centrada en el sector primario (pesca y agricultura), en contraste con la provincia del norte (Concepción) mucho más poblada, con más industrialización y con un fuerte desempleo afectado por la crisis del cierre de la industria minera.

Finalmente, y teniendo en cuenta los resultados cuantitativos y cualitativos registrados, se concluye que la aplicación de la metodología IAP ha sido satisfactoria. Esta metodología ha permitido alcanzar los objetivos propuestos al inicio del estudio, en cuanto a la educación en conceptos geológicos básicos y el empoderamiento de la comunidad, como estrategia ascendente para el desarrollo del GLB en el territorio.

### **7.3. Perspectivas territoriales del geoturismo**

Teniendo en cuenta la población, los tipos de residencia (urbana o rural), la edad y la escolaridad, podemos concluir que la muestra encuestada es muy similar a las características generales de la población total, en cuanto a las diferentes variables analizadas.

Los resultados obtenidos muestran que la comunidad tiene un conocimiento real de los sitios turísticos en el territorio "*ofwitch geosites*" constituye una parte (21%) de estos sitios de interés, y que implica un potencial geoturístico que debe ser aprovechado pues la propia comunidad ya le asigna cierta importancia. Al mismo tiempo, hay bajos porcentajes de conocimiento de la geología (2%), de los geositos (25%) y del proyecto GLB (11%). Mientras que el conocimiento de la geología se centra en personas con estudios secundarios, el conocimiento del proyecto es más conocido por personas con estudios superiores y sin que el factor edad sea una variable destacada.

Las principales necesidades del territorio se centran en la seguridad pública, el desarrollo económico y la inversión en infraestructuras públicas. En la encuesta, el 80% de las personas consideran que el turismo es entre muy necesario y necesario como actividad de fomento de la producción en el territorio, y el turismo en espacios naturales es la principal actividad turística favorecida por el 78,9% de los encuestados, (calificada como necesaria y muy necesaria).

El geoturismo (39,2%) y la geoconservación (48,1%) son percibidos como "muy necesarios" o "muy prioritarios" por una minoría si se compara con la importancia concedida a la biodiversidad (76,7%). Gran parte de la causa reside en el desconocimiento de las Ciencias de la Tierra y de la biodiversidad por parte de gran parte de la comunidad. Asimismo, los planes de conservación del patrimonio geológico (52,6%) y el turismo en áreas naturales (55,8%) no destacan como "altas prioridades" para la población del territorio, pero quienes sí lo hacen son mayoritariamente personas de la Provincia de Arauco, entre 36 y 65 años y con estudios secundarios.

En general, existe un cierto pesimismo en el desarrollo del territorio a medio plazo, ya que casi el 70% de la población piensa que el territorio no prosperará en los próximos cinco años, principalmente de personas entre 36 y 65 años y con estudios medios. Esto supone una luz de alarma ya que puede llevar a un estado de apatía colectiva que conspire contra las posibilidades de éxito del GLB. Las principales prioridades percibidas para el territorio son la educación sobre los riesgos naturales y el cambio climático, así como el apoyo a la producción ecológica y a las energías limpias (77%), mayoritariamente por parte de las personas de entre 36 y 65 años y con estudios superiores.

Se ha detectado un fuerte prejuicio entre la mayoría de la población urbana hacia los pueblos indígenas (mapuches). Esta aparente controversia del desarrollo turístico en una zona de percepción de inseguridad, es en realidad una oportunidad. El geoturismo puede proporcionar un desarrollo libre de un aumento de la inseguridad, que no es el caso del turismo masivo. El proyecto del geoparque es una oportunidad inmejorable, y a la vez un reto, para acercar a este grupo social al geoturismo.

#### **7.4. Conclusiones generales**

A través de esta tesis se ha logrado identificar e inventariar el patrimonio geológico de la cuenca carbonífera de Concepción-Arauco, el cual ha quedado a disposición de la comunidad local para su usufructo. Tal y como se ha demostrado en el estudio demoscópico, este patrimonio geológico aún es desconocido para la mayoría de la población. Sin embargo, la divulgación de este patrimonio geológico hacia la población ha despertado el interés de la comunidad local.

El trabajo comunitario ascendente proporciona a las comunidades locales herramientas para la comprensión y gestión de la geodiversidad. A su vez, las empodera a partir del conocimiento de los valores geológicos de su territorio. Esto nos indica que a veces nuestras ideas sobre cómo enfocar el desarrollo socioeconómico están siempre sesgadas. Por ello, es fundamental preguntar a las comunidades locales cuáles son sus demandas.

La población continúa siendo desconocedora en su gran mayoría del patrimonio geológico del territorio, la comunidad local que ha conseguido interiorizarse y conocer parte de este patrimonio geológico a través de las actividades realizadas, ha comprendido la importancia de su conservación y a su vez ha tomado consciencia de la oportunidad que representa el geoturismo para su territorio. Por este motivo, podemos responder al problema planteado y validar la hipótesis inicialmente planteada.

Finalmente, esta tesis es un ejemplo local y de aplicación global del potencial de los Geoparques Mundiales de la UNESCO para generar desarrollo en zonas deprimidas, contribuyendo a la divulgación y conservación del patrimonio geológico. Se demuestra como este tipo de investigación ayuda al desarrollo de un territorio, no desde una perspectiva extractivista de recursos sino desde una visión de conservación y gestión del patrimonio geológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, S., S. A. Shirazi & S. Qureshi (2017). SWOT analysis for socio-ecological landscape variation as a precursor to the management of the mountainous Kanshi watershed, Salt Range of Pakistan. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 25, 351-361. <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1416701>
- Aguirre, L., F. Hervé & E. Godoy (1972). Distribution of metamorphic facies in Chile: an outline. *Krystallinikum*, 9, 7-19.
- Alexandrowicz, Z. & S. Kozlowski (1999). From selected geosites to geodiversity conservation- Polish example of modern framework. Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new milenium, *Sociedad Geológica de España*, Madrid, 52-54.
- Alfaro, G., E. Gantz, C. Barrientos, S. Elgueta & D. Kunstmann (2012). Recursos energéticos no tradicionales. *Revista Energética de Chile "ELECTRICIDAD"*.
- Allan, M., R. K. Dowling & D. Sanders (2015). The motivations for visiting geosites: the case of Crystal Cave, Western Australia. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 16, 141-152.
- Andrade Alcívar, L. D. (2021). Gestión integrada del geoturismo para el desarrollo sostenible del cantón Pedernales, Manabí, Ecuador. Tesis Doctoral. Univerisdad Nacional de San Marcos, Perú. 255 pp.
- Andrade, V., M. Schilling & F. Mourgues (2009). Cuatro Sitios de Interés Paleontológico en la Comuna de Puchuncaví: experiencia en educación escolar. In *Proceedings XII Congreso Geológico Chileno*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, 1-4.
- Antunes, C. (2011). Como desenvolver as competências em sala de aula. Editora Vozes Limitada.
- Araya, E. L. (2019). Fomento del turismo en territorios forestales: estado subsidiario y gobernabilidad en la Provincia de Arauco. *Desafíos del turismo y la conservación de la biodiversidad*, 28.
- Arcos, R. & S. Elgueta (1993). Mapa Geológico de la Península de Arauco. Proyecto Evaluación Petrolera Cuenca de Arauco.
- Arellano, P. R. (2018). Planteamiento de los estilos de enseñanza desde un enfoque cognitivo-constructivista. *Tendencias pedagógicas*, 47-68.
- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fideas G. Arias Odón.
- Astorquiza, O. & O. Galleguillos (1952). Cien años del carbón de Lota, 1852-septiembre-1952: antecedentes históricos, monografía y estudios sobre el desarrollo industrial, económico y social de las minas carboníferas de Lota en su primer siglo de vida. *Compañía Carbonífera e Industrial de Lota*.

- Avelar, S., K. L. Mansur, S. C. Anjos & G. F. Vasconcelos (2015). Community perceptions for geoconservation of a coastal area in Rio de Janeiro, Brazil. *Geoheritage*, 7, 275-283. DOI 10.1007/s12371-014-0130-z
- Ballesteros, H., J. Verde, M. Costabel, R. Sangiovanni, I. Dutra, D. Rundie, F. Cavaleri & L. Bazán (2010). Análisis FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. *Revista Uruguaya de enfermería*, 5.
- Bandel, K. t. & W. Stinnesbeck (2000). Gastropods of the Quiriquina Formation (Maastrichtian) in central Chile: Paleobiogeographic relationships and the description of a few new taxa. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 2000, 757-788.
- Barquero, A. V. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales. Journal of Regional Research*, 183-210.
- Barron, G., T. Henry & G. Kindermann (2017). Development of a focused Integrated Catchment Management toolkit for use in secondary schools. 14 pp.
- Baum, F., C. MacDougall & D. Smith (2006). Participatory action research. *Journal of epidemiology and community health*, 60, 854.
- Beltrán, J. (2000).. *Indigenous and Traditional Peoples and Protected Areas: Principles, Guidelines and Case Studies.*, 133. Pre-publication. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK and WWF International, Gland, Switzerland.
- Benado, J., F. Andrade & A. Valdés (2015). Iniciativa de geoconservación en la Región de Aysén: Proyecto Geoparque Chelenko (Patagonia, Chile). In *En actas del XIV Congreso Geológico Chileno, AT4, SIM5*.
- Benado, J. M. (2013). Patrimonio geológico del proyecto geoparque Cajón del Maipo (Región Metropolitana-Chile).
- Benado, J., Hervé, F., Schilling, M., Brilha, J. (2018). Geoconservation in Chile: State of the Art and Analysis. *Geoheritage*, 11 (3), 793-807. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0330-z>
- Benado, J., Andrade, F., Muñoz, E., Reyes, F., Valenzuela, D. (2020): Geositios de la región de Aysén (Chile): resumen de la historia geológica regional, propuesta de contextos geológicos temáticos e inventario. [https://www.researchgate.net/publication/342779643\\_Geositios\\_de\\_la\\_region\\_de\\_Aysen\\_Chile\\_resumen\\_de\\_la\\_historia\\_geologica\\_regional\\_propuesta\\_de\\_contextos\\_geologicos\\_tematicos\\_e\\_inventario](https://www.researchgate.net/publication/342779643_Geositios_de_la_region_de_Aysen_Chile_resumen_de_la_historia_geologica_regional_propuesta_de_contextos_geologicos_tematicos_e_inventario)
- Bergstrom, R. D. (2017). The curious case of Cuyuna: Re-Envisioning former extractive sites to stimulate local communities. *Extractive Industries and Society-an International Journal*, 4, 860-868. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exis.2017.10.005>
- Bett, A. (2005). Role of community in the conservation of Mt. Kenya Biosphere Reserve. Citeseer.

- Biobío, G. R. (2018) Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) 2015-2030. Concepción: Gobierno Regional.
- Biro, L. (1979). Contribución al conocimiento de la Formación Tubul. In Plioceno Superior, Provincia de Arauco (37 14 Lat. Sur), Chile. II Congreso Geológico Chileno Actas, H33-H43.
- Biró, L. (1982). Revisión y redefinición de los " estratos de Quiriquina", campanianomaastrichtiano, en su localidad tipo, en la isla Quiriquina, 3637'lat. sur. In Chile, Sudamérica, con un perfil complementario en Cocholgue: III Congreso Geológico Chileno.
- Bitschene, P.; Schüller, A. (2011). Geo-education and geopark implementation in the Vulkaneifel European Geopark. In S. Carena, A.M. Friedrich, B. Lammerer (eds.) Geological Field Trips in Central Western Europe: Fragile Earth International Conference, (pp. 29-34). Munich: Geological Society of America Field Guide 22
- Bitschene PR. (2015). Edutainment with basalt and volcanoes—the Rockeskyller Kopf example in the Westeifel volcanic field/ Vulkaneifel European Geopark, Germany. Zeitschrift Der Deutschen Gesellschaft Fur Geowissenschaften 166(2):187–193.
- Blanco, N. & Alvarado, María E. (2005). Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social. Revista de Ciencias Sociales, 11(3), 537-546. (Revisado julio de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-95182005000300011&lng=es&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182005000300011&lng=es&tlng=pt)).
- Brilha, J. (2005). Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage.
- Brilha, J. (2012). A Rede Global de Geoparques Nacionais: um instrumento para promoção internacional da geoconservação. In C. Schobbenhaus & C.R. da Silva (Org.). Geoparques do Brasil – Propostas, Vol. I (pp. 29-37), CPRM, Rio de Janeiro.
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. Geoheritage, 8, 119-134. [DOI 10.1007/s12371-014-0139-3](https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3)
- Brilha, J. (2018). Geoheritage and geoparks. In: E Reynard & J. Brilha (Eds), Geoheritage. Assessment, Protection, and Management (pp 323–335). Elsevier, Amsterdam, 323-335.
- Brilha, J., M. Gray, D. I. Pereira & P. Pereira (2018). Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. Environmental Science & Policy, 86, 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.001>
- Brüggen, J. (1913). Informe sobre las exploraciones jeológicas de la rejión carbonifera del sur de Chile. Impr., litografía i encuadernacion" Barcelona,".
- Brüggen, J. O. (1934). Grundzüge der Geologie und Lagerstättenkunde Chiles, etc. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse der Heidelberger Akademie der ....

- Bruschi, V., J. Bonachea, J. Remondo, V. Rivas, J. Gómez, L. Salas, G. Fernández, J. Soto, A. Cendrero & G. Ménde (2008). ¿Existe un cambio geomorfológico global acoplado a la actividad económica. CENDRERO, A.; GÓMEZ AROZAMENA, J.; FERNÁNDEZ NAVARRO, PL, 31-54.
- Bruschi, V. & A. Cendrero (2009). Direct and parametric methods for the assessment of geosites and geomorphosites. *Geomorphosites*, 9, 73-88.
- Buss Thofehrn, M., M. J. López Montesinos, A. Rutz Porto, S. Coelho Amestoy, I. C. d. Oliveira Arriera & M. Mikla (2013). Grupo focal: una técnica de recogida de datos en investigaciones cualitativas. *Index de Enfermería*, 22, 75-78.
- Bustamante, L. P., M. D. M. Rebolledo & R. S. Contreras (2004). El patrimonio industrial en la estimulación del desarrollo: Intervenciones y revitalización urbana en Lota Alto (1997-2000). *Urbano*, 9-18.
- Byrd, E.T. (2007). "Stakeholders in sustainable tourism development and their roles: applying stakeholder theory to sustainable tourism development", *Tourism Review*, Vol. 62 No. 2, pp. 6-13. <https://doi.org/10.1108/16605370780000309>
- Carcavilla Urquí, L. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos.
- Carcavilla, L., J. J. Durán, Á. García-Cortés & J. López-Martínez (2009). Geological heritage and geoconservation in Spain: past, present, and future. *Geoheritage*, 1, 75. [DOI 10.1007/s12371-009-0006-9](https://doi.org/10.1007/s12371-009-0006-9)
- Carcavilla, L., Belmonte, A., Durán, J. J., & Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 81-81.
- Carreras, J., & Druguet, E. (2000). Geological heritage, an essential part of the integral management of World heritage in protected sites. *Geological Heritage: its conservation and management*, 95.
- Castro, L. N. & G. Alfaro (2011) Los depósitos de carbón de Argentina y Chile: Importancia en la matriz energética y alternativas de uso. *Carbón en Argentina y Chile*, 9-27.
- Catana, M. M., & Brilha, J. B. (2020). The role of UNESCO global geoparks in promoting geosciences education for sustainability. *Geoheritage*, 12(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00440-z>
- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En: MOPTIMA. En: Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización (Ed.: MOPTIMA, SEGAOT y CPG-SGE). Ministerio de Obras Públicas, Transporte y medio Ambiente (Moptima), 17-38.
- CGCh, C. G. C.-. (2018). Actas Geociencias hacia la comunidad. Libro de Actas, 1507.
- Charrier, R., L. Pinto & M. P. Rodríguez. (2007) Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. In *The geology of Chile*, 21-114.

- Cela, C. J. & Ayala, F. J. (2013), *Evolución humana: el camino de nuestra especie*. Madrid: Alianza Editorial, 802 p.
- Chevellard, Y. (1991). *La transposition didactique* (Grenoble, La Pensée Sauvage).
- CMF, C. p. e. M. F. (2020). *Informe de Endeudamiento*
- Collao, S., R. Oyarzun, S. Palma & V. Pineda (1987). Stratigraphy, palynology and geochemistry of the lower Eocene coals of Arauco, Chile. *International Journal of Coal Geology*, 7, 195-208.
- Coratza, P. & C. Giusti (2005). Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites.
- Corrigan, C. a. H.-E., T. (2013). A tooling to support conservation by indigenous peoples and local communities: building capacity and sharing knowledge for indigenous peoples' and community conserved territories and areas (ICCAs). UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- Coutinho, A. C. A., D. G. Urano, A. J. Mate & M. A. L. do Nascimento (2019). Turismo e Geoturismo: Uma Problemática Conceitual/Tourism and Geotourism: A Conceptual Problem. *Rosa dos ventos-Turismo e Hospitalidade*, 11.
- Davis, S. M. & R. Reid (1999). Practicing participatory research in American Indian communities. *The American journal of clinical nutrition*, 69, 755S-759S.
- Lima, F. F., J. B. Brilha & E. Salamuni (2010). Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, 2, 91-99. [DOI 10.1007/s12371-010-0014-9](https://doi.org/10.1007/s12371-010-0014-9)
- DeCambra, H. o., R. Enos, D. S. Matsunaga & O. W. Hammond (1992). Community involvement in minority health research: participatory research in a native Hawaiian community. *Cancer Control Res Rep Public Health*, 2-9.
- Declaration, A. (2011). Arouca Declaration on Geotourism, November 12, 2011 Portugal.
- Defensor del Pueblo (2016). Encuesta sobre barreras arquitectónicas en el entorno urbano. <https://www.defensordelpueblo.es/otras-publicaciones/encuesta-barreras-arquitectonicas-entorno-urbano-conclusiones/>
- Díaz-Martínez, E. & A. Díez-Herrero (2011). Los elementos biológicos y culturales de interés geológico: un patrimonio a conservar. *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España), Universidad de León, 85-90.
- Dingwall, P. R. (2000). Legislation and International Agreements: The Integration of the Geological Heritage in Nature Conservation Policies. In D. Barretino, W. A. P. Wimbledon, & E. Gallego (Eds.), *Geological heritage: its conservation and management* (pp. 15–28).

- Dingwall, P., Weichell, T., & Badman, T. (2005). Geological world heritage: a global framework. A contribution to the global theme study of world heritage natural sites. IUCN, WCPA. UNESCO.
- Dowling, R. & D. Newsome (2018). Geotourism: Definition, characteristics and international perspectives. Handbook of geotourism. Cheltenham: Edward Elgar Publishers, 22.
- Dowling, R. K. (2011) Geotourism's global growth. *Geoheritage*, 3, 1-13. [DOI: 10.1007/s12371-010-0024-7](https://doi.org/10.1007/s12371-010-0024-7)
- Dowling, R.K. (2013). Global geotourism—an emerging form of sustainable tourism. *Czech Journal of Tourism*, 2, 59-79. [DOI: 10.2478/cjot-2013-0004](https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0004).
- Duarte, K. D., Schmidt, B. E., Chilton, H. T., Hughson, K. H. G., Sizemore, H. G., Ferrier, K. L., ... & Raymond, C. A. (2019). Landslides on Ceres: Diversity and geologic context. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 124(12), 3329-3343.
- Duarte, A., V. Braga, C. Marques & A. A. Sa (2020). Geotourism and Territorial Development: a Systematic Literature Review and Research Agenda. *Geoheritage*, 12. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00478-z>
- Du, Y., & Giraul, Y. (2018). A genealogy of UNESCO global geopark: Emergence and evolution. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 6(2), 1–17. 8, 6(2): 1-17 [DOI: 10.17149/ijgp.i.issn.2577.4441.2018.02.001](https://doi.org/10.17149/ijgp.i.issn.2577.4441.2018.02.001)
- Eckhardt, C. (2010). Community Involvement in Geoparks—from participation to ownership. In N. Zouros (Ed.), *Proceedings of the 9th European Geoparks Conference*, Mytilene, Lesvos, Greece (pp. 8–9).
- Eckhardt, C. (2012). Integration of Community Participation in Geopark Key Management Processes – Enhancement of Accountability for Sustainable Development. In A. A. Sá, D. Rocha, A. Paz, & V. Correia (Eds.), *Proceedings of the 11th European Geoparks Conference (AGA-Arouca)*, p. 95).
- EGN (2020). UGGps – European UNESCO Global Geoparks – Territories of Resilience. Revisado Junio, 2020, de [http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=7678](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=7678)
- Ehsan, S., M. S. Leman & R. Ara Begum (2013). Geotourism: A tool for sustainable development of geoheritage resources. In *Advanced materials research*, 1711-1715. Trans Tech Publ. [DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.622-623.1711](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.622-623.1711)
- Eizaguirre, M. & N. Zabala (2006). Diccionario de acción humanitaria y cooperación al desarrollo. *Investigación-acción participativa (IAP)*, 1.
- Elmore, R. F. (1978). Organizational models of social program implementation. *Public\_Policy*, 26, 185-228.
- Elmore, R. F. (1979). Backward mapping: Implementation research and policy decisions. *Political science quarterly*, 94, 601-616.

- Erikstad, L. (2008). History of geoconservation in Europe. Geological Society, London, Special Publications, 300(1), 249–256. <https://doi.org/10.1144/SP300.19>
- Fanwei, Z. (2014). An evaluation of residents' perceptions of the creation of a geopark: a case study on the geopark in Mt. Huaying Grand Canyon, Sichuan Province, China. Environmental earth sciences, 71, 1453-1463. [DOI 10.1007/s12665-013-2550-5](https://doi.org/10.1007/s12665-013-2550-5)
- Fassoulas, C., D. Mouriki, P. Dimitriou-Nikolakis & G. Iliopoulos (2012). Quantitative assessment of geotopes as an effective tool for geoheritage management. Geoheritage, 4, 177-193. [DOI 10.1007/s12371-011-0046-9](https://doi.org/10.1007/s12371-011-0046-9)
- Fauzi, N. S. M. & A. Misni (2016). Geoheritage Conservation: Indicators affecting the condition and sustainability of Geopark—a conceptual review. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 222, 676-684. [DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.224](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.224)
- Favier Dubois, C. M., Kligmann, D. M., Zárata, M. A., Hocsman, S., Babot, M. D. P., Massigoge, A., ... & Duran, V. A. (2020). Estudio del desarrollo de aleros y cuevas en diferentes regiones y contextos geológicos de la Argentina: hacia una caracterización de patrones y procesos. Boletín de Arqueología, PUCP N.º 28, 53-81. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.202001.003>
- Fernandes, D. L., M. A. C. Lacay & J. M. G. Gândara (2016). La influencia de la seguridad pública en la satisfacción y en la formación de la imagen de Curitiba (Brasil) para el visitante y los visitados. Estudios y perspectivas en turismo, 25, 416-438.
- Fernández Álvarez, R. (2020). Geoparks and Education: UNESCO Global Geopark Villuercas-Ibores-Jara as a Case Study in Spain. Geosciences, 10(1), 27. <https://doi.org/10.3390/geosciences10010027>
- Ferraris, F. (1981). Mapas geológicos preliminares de Chile: hoja Los Angeles-Angol escala 1: 250.000 Región del BíoBío. Instituto de Investigaciones Geológicas.
- Ferraro, F., A. Navarro, O. Figueroa, P. Zambrano, A. A. Sá & M. Schilling (2018). La geodiversidad al servicio del desarrollo regional. Serie Correlación Geológica, 34, 23-34.
- Ferraro, F. X., M. E. Schilling, S. Baeza, O. Oms & A. A. Sá (2020). Bottom-up strategy for the use of geological heritage by local communities: Approach in the “Litoral del Biobío” Mining Geopark project (Chile). Proceedings of the Geologists' Association, 131, nº5, 604. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2020.06.001>
- Fish, J. (2013). Living geoparks in an emerging ecological civilization: A constructive postmodern perspective. Int. J. Geoheritage, 1, 39-53.
- Fowler, P. (2002). World heritage cultural landscapes, 1992–2002: A review and prospect. Cultural landscapes: The challenges of conservation, 16.
- Frey, M. (2001a). Public promotion of geosciences and geological heritage. European Geoparks Magazine, 1, 9–10.

- Frey, M. (2001b). Geopark Vulkaneifel: Geo-potential, touristic valorization, and sustainable development. In N. Zouros, G. Martini, & M. L. Frey (Eds.), *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting*. (pp. 29–44). Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest. Mytilene, Lesvos, Greece.
- Frey, E., E. W. Mulder, W. Stinnesbeck, C. Salazar & L. A. H. Quinzio-Sinn (2016). A mosasaur, cf. *Plotosaurus*, from the upper Maastrichtian Quiriquina Formation in Central Chile. *Cretaceous Research*, 61, 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.12.006>
- Frey, M.-L., K. Schäfer, G. Büchel & M. Patzak (2006). Geoparks: a regional, European and global policy. *Geotourism*, 95-117.
- Frey, M. L., Martini, G., Zouros, N. (2001). European Geopark Charter. *European Geoparks Magazine*, 1, 28.
- Galindo, I., Romero, C., Coello-Bravo, J. J., Sánchez, N., Martín-González, E., & Vegas, J. (2019). Propuesta de contextos geológicos regionales para el inventario de patrimonio geológico de las Islas Canarias. *Geogaceta*, 65, 39-42.
- Galopin de Carvalho, A. M. (1994). *Dinossauros e a Batalha de Carenque*. Cruz Quebrada. Editorial Notícias.
- García-Cortés, J. P. S. V., González, C. I. S., & Villar, J. A. Á. (2008). Contextos geológicos españoles. IGME.
- García, F. (1968). Estratigrafía del Terciario de Chile central. *El Terciario de Chile Central*, 25-61.
- García-Cortés, Á., L. Carcavilla, J. Vegas & E. Díaz-Martínez (2009). Algunos resultados del inventario de lugares de interés geológico de la Cordillera Ibérica. *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15, 379-388.
- García, Á. & L. Carcavilla (2013). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). *Instituto Geológico y Minero de España*, 12, 32-61.
- Gayó, E., L. F. Hinojosa & C. Villagrán (2005). On the persistence of Tropical Paleofloras in central Chile during the Early Eocene. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 137, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2005.09.001>
- Gaztañaga, J., L. I. Ferrero & J. P. Carreras (2015). Infraestructura pública, planificación urbana y turismo: etnografiando metáforas conceptuales y prácticas de transformación social. In *XI Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- George, R. (2010). Visitor perceptions of crime-safety and attitudes towards risk: The case of Table Mountain National Park, Cape Town. *Tourism Management*, 31, 806-815. [doi:10.1016/j.tourman.2009.08.011](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.08.011)

- Gibert, J. M., & Casanovas-Vilar, I. (2011). Contexto geológico del Mioceno de la cuenca del Vallès-Penedès. *Paleontol. Evol. mem. esp*, 6, 39-45.
- Gonzalez, E. (1990). Hydrocarbon resources in the coastal zone of Chile.
- González-Tejada, C., Du, Y., Read, M., & Girault, Y. (2017). From nature conservation to geotourism development: Examining ambivalent attitudes towards UNESCO directives with the global geopark network. *International Journal of Geoheritage*, 5(2), 1–20.
- Gordon, J. E., H. F. Barron, J. D. Hansom & M. F. Thomas (2012). Engaging with geodiversity- why it matters. *Proceedings of the Geologists Association*, 123, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2011.08.002>
- Grandgirard, V. (1999). Switzerland-the inventory of geotopes of national significance. Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium. *Sociedad Geológica de España, Madrid, Spain*, 234-236.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, 175-197 pp.
- Gray, M. (2013). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Wiley. Blackwell, Chichester.
- Green, L. W., R. S. o. Canada & B. C. f. H. P. Research (1995). *Study of participatory research in health promotion: Review and recommendations for the development of participatory research in health promotion in Canada*. Royal Society of Canada.
- Grosser, V. & T. Günter (2018). *El sector forestal y el rezago socio-económico el caso de la Provincia de Arauco*. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Sociales.
- Guerrón, S. L. A., D. M. A. Mera, E. A. C. Albuja & C. E. M. Leiton (2019). Geoparques mundiales de la UNESCO y su importancia en el desarrollo sostenible de las comunidades. *Estudio de caso: "Geoparque Imbabura"*. *Siembra*, 6, 93-108.
- Hackley, P. C., P. Warwick, G. Alfaro & R. Cuebas (2006). *World coal quality inventory: Chile. World Coal Quality Inventory: South America*. US Geological Survey, Fresno, California, 1241.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham & W. C. Black (1999). *Análisis multivariante*. Prentice Hall Madrid.
- Hamui-Sutton, A. & M. Varela-Ruiz (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en educación médica*, 2, 55-60.
- Heiss, C. (2020). *Chile: entre el estallido social y la pandemia*. *Análisis Carolina*, 1.
- Henriques, M. H., & Brilha, J. B. (2017). UNESCO Global Geoparks: a strategy towards global understanding and sustainability. <http://dx.doi.org/10.18814/epiiugs/2017/v40i4/017036>
- Herrera-Franco, G., N. Alvarado-Macancela, T. Gavín-Quinchuela & P. Carrión-Mero (2018). Participatory socio-ecological system: Manglaralto-santa elena, Ecuador. *Geology*,

- Ecology, and Landscapes, 2, 303-310.  
<https://doi.org/10.1080/24749508.2018.1481632>
- Herrera-Franco, G., N. Montalvan-Burbano, P. Carrion-Mero, B. Apolo-Masache & M. Jaya-Montalvo (2020). Research Trends in Geotourism: A Bibliometric Analysis Using the Scopus Database. *Geosciences*, 10, 29. [doi:10.3390/geosciences10100379](https://doi.org/10.3390/geosciences10100379)
- Hervé, F., V. Faundez, M. Calderón, H. Massonne & A. Willner (2007). Sótanos metamórficos y plutónicos. *La geología de Chile*, 5-19.
- Hervé, F., F. Munizaga, M. Parada, M. Brook, R. Pankhurst, N. Snelling & R. Drake (1988). Granitoids of the Coast Range of central Chile: geochronology and geologic setting. *Journal of South American Earth Sciences*, 1, 185-194.
- Hose, T. (1996). Geotourism, or can tourists become casual rock hounds. *Geology on your doorstep*. The Geological Society, London, 207-228.
- Hose, T. A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environmental interpretation*, 10, 16-17.
- Hose, T. A. (2008). Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future. *Geological Society, London, Special Publications*, 300, 37-60.  
<https://doi.org/10.1144/SP300.5>
- Hose, T.A. (2012). 3G's for modern geotourism. *Geoheritage*, 4, 7-24. [DOI 10.1007/s12371-011-0052-y](https://doi.org/10.1007/s12371-011-0052-y)
- Hose, T. A. (2016). *Geoheritage and Geotourism - A European Perspective*. In T. A. Hose (Ed.), Boydell Press, 342 pp.
- Hose, T. A., Markovic, S. B., Komac, B., & Zorn, M. (2011). Geotourism—a short introduction. *Acta Geographica Slovenica*, 51(2), 339–342. [DOI: 10.3986/AGS51301](https://doi.org/10.3986/AGS51301)
- INE (2017). *Censo Chile*. Instituto Nacional de Estadística de Chile.
- INE, N. R. (2019). Extractivismo y turismo en la Cordillera de Nahuelbuta: Coexistencia de la producción forestal, la extracción de áridos y el turismo local en Trongol Bajo. *Desafíos del turismo y la conservación de la biodiversidad*, 93.
- Jaafar, M., S. M. Noor & S. M. Rasoolimanesh (2015). Perception of young local residents toward sustainable conservation programmes: A case study of the Lenggong World Cultural Heritage Site. *Tourism Management*, 48, 154-163.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2014.10.018>
- Jara, J., V. Pineda, D. Melnick & H. Etchler (2006). Evidencias sedimentológico-ambientales del proceso de alzamiento tectónico en la Isla Santa María, VIII Región, CHILE. *Actas XII Congreso Geológico Chileno*, 2, 421-424.
- Jimura, T. (2011). The impact of world heritage site designation on local communities—A case study of Ogimachi, Shirakawa-mura, Japan. *Tourism Management*, 32, 288-296.  
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.02.005>

- Larwood, J. G., Badman, T., & McKeever, P. J. (2013). The progress and future of geoconservation at a global level. *Proceedings of the Geologists' Association*, 124(4), 720–730. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2013.04.001>
- Kerlinger, F. N. (1997). *Research Principles in Behavioral Sciences*. Trans. Pasha Sharifi H, Najafi Zand J. Tehran, Avaye Noor Publication.
- Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity.
- Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2, 80-104.
- Kubalíková, L., Bajer, A. & Balková, M. (2021). Brief Notes on Geodiversity and Geoheritage Perception by the Lay Public. *Geosciences*, 11, 54. <https://doi.org/10.3390/geosciences11020054>
- Lavanchy, J. (1999). *Perspectivas para la comprensión del conflicto mapuche*. Santiago: Centro de Estudios Miguel Enríquez.
- Lapo, A., V. Davydov, N. Pashkevich, V. Petrov & M. Vdovets (1993). Methodic principles of study of geological monuments of nature in Russia. *Stratigr Geol Correl I* (6), 636-644.
- Lastra, R. P. (2015). Esquemas de muestreo y márgenes de confiabilidad en encuestas de opinión política. *Sociológica México*, 183-202.
- La Prensa Austral (2021). <https://archivo.laprensaaustral.cl/natalino/en-mas-de-un-5-aumentaron-los-visitantes-a-torres-del-paine/> (revisado junio 2021)
- Le Roux, J. & S. Elgueta (1997). Paralic parasequences associated with Eocene sea-level oscillations in an active margin setting: Trihuco Formation of the Arauco Basin, Chile. *Sedimentary Geology*, 110, 257-276. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(96\)00086-3](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(96)00086-3)
- Leppe, M., P. Moisan, E. Abad & S. Palma-Heldt (2006). Paleobotánica del Triásico Superior del valle del río Biobío, Chile: Clase Filicopsida. *Revista geológica de Chile*, 33, 81-107. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082006000100004>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 22, nº 140.
- López, N. P. (2016). *Patrimonio geológico de la comuna de Puchuncaví, para la creación del geoparque Puchuncaví, V Región de Valparaíso*. Memoria de Título. Universidad de Chile. 97 pp.
- Lucassen, F., R. Trumbull, G. Franz, C. Creixell, P. Vásquez, R. L. Romer & O. Figueroa (2004). Distinguishing crustal recycling and juvenile additions at active continental margins: the Paleozoic to recent compositional evolution of the Chilean Pacific margin (36–41 S). *Journal of South American Earth Sciences*, 17, 103-119. [doi:10.1016/j.isames.2004.04.002](https://doi.org/10.1016/j.isames.2004.04.002)
- Mabvuto Ngwira, P. (2019) Geotourism and Geoparks: Is Africa missing on this new prospect for sustainable tourism development? *Geoconservation Research*, 2, 26-39.

- Maldonado Rivera, C., & Valle Rojas, C. d. (2013). Medios de comunicación y narrativas hipertextuales: lógicas del desplazamiento del " conflicto mapuche" al espacio virtual. *Andamios*, 10(22), 283-303.
- Martí, J. (2017). *La investigación-acción participativa: estructura y fases*. 27 pp.
- Martínez, M. M. (2004). *La investigación acción participativa*. Recuperado de [https://www.academia.edu/28350637/Investigaci%C3%B3n-Acci%C3%B3n\\_participativaPRETAN](https://www.academia.edu/28350637/Investigaci%C3%B3n-Acci%C3%B3n_participativaPRETAN). *Organizaciones de Comunidades Negras de Nariño*, 135-165.
- Martínez, P. (2010). *Identificación, caracterización y cuantificación de geositos, para la creación del I Geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillío*. Memoria de Título, Geología. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 173 pp.
- Martini, G. (1994). The protection of geological heritage and economic development: the saga of the Digne ammonite slab in Japan. In D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley, & J. Knill (Eds.), *Geological and landscape conservation*. The Geological Society, London (pp. 383–386). The Geological Society.
- Martini, G. & N. Zouros (2009). *Geoparks...A vision for the future*. *Revista do Instituto de Geociências*, 5, 10.
- Martini, G., & Frey, M. L. (2010). *Geo-Geopark-Geotourism: Basic concepts*. 9th European Geoparks Conference 2010 Abstract Volume, NHMLPF Edition, Lesvos Greece.
- Martini, G., & Zouros, N. (2001). *European Geoparks: Geological Heritage & European Identity—Cooperation for a Common Future*, *European Geoparks Magazine*. *European Geoparks Magazine*, 1(4), 28.
- Martins, B. & A. Pereira (2018). Residents' perception and assessment of geomorphosites of the Alvão—Chaves region. *Geosciences*, 8, 381. <https://doi.org/10.3390/geosciences8100381>
- Mawby, R. I., A. S. Tecau, C. P. Constantin, I. B. Chitu & B. Tescasiu (2016). *Addressing the Security Concerns of Locals and Visitors for the Sustainable Development of Tourist Destinations*. *Sustainability*, 8. [doi:10.3390/su8060524](https://doi.org/10.3390/su8060524)
- Mazumdar, M. K., Majumdar, P., Deka, J. C., Das, R., Kalita, P. C., & Deka, P. (2010). *Promoting Geoparks and Geotourism for sustainable development, with special reference to northeast India*. IGU Seminar, Cotton College, Gauhati.
- Mc Keever, P. (2010). *Communicating geoheritage: An essential tool to build a strong Geopark brand*. In 4th International UNESCO Conference on Geoparks (pp. 9–15).
- Mc Keever, P. (2013). *Memory of the Earth*. *A World of Science*, 11(3), 4–13.
- Mc Keever, P. (2018). *UNESCO Global Geoparks and Agenda 2030*. In *Book of Abstracts of the 8th International Conference on UNESCO Global Geoparks. Geoparks and Sustainable Development*. Adamello Brenta UGGp (p. 22).

- Mc Keever, P. J. y N. Zouros (2005). Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities. *Episodes*, 28, 274.
- Mc Keever, P., & Zouros, N. (2010). European Geoparks Network and Global Geoparks Network. Celebrating 10 Years of Innovation. In N. Zouros (Ed.), *Proceedings of the 9th European Geoparks Conference, Mytilene, Lesvos, Greece* (pp. 2–5).
- Mella, O. (2000). Grupos focales (“Focus groups”). *Técnica de investigación cualitativa. Documento de trabajo*, 3.
- Miles, E. (2013). Involving local communities and volunteers in geoconservation across Herefordshire and Worcestershire, UK-the Community Earth Heritage Champions Project. *Proceedings of the Geologists Association*, 124, 691-698. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.11.003>
- Missotten, R., & Patzak, M. (2006). Global Network of National Geoparks. *Proceedings of the UNESCO International Conference on Geoparks, Belfast, UK*, 18–21.
- Modica, R. (2009). As redes europeia e global dos geoparques (EGN e GGN): proteção do patrimônio geológico, oportunidade de desenvolvimento local e colaboração entre territórios. *Geologia USP. Publicação Especial*, 5, 17–26
- Molina, P. (2017). Estudio Geológico Estructural en el área carbonífera de Coronel VIII Región del BioBío, Chile. Memoria de Título, Geología. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Montti, M. J. (2013). Geositios en la Comuna de Puchuncaví: Diseño de un circuito geopatrimonial como base para el desarrollo de turismo de intereses especiales (TIE), desarrollo local y educación ambiental. Universidad Andrés Bello.
- Mordojovich, C. (1974). Geology of a part of the Pacific margin of Chile. In *The Geology of Continental Margins*, 591-598. Springer.
- Moreno, M. (2004). Dinámica del Antearco Externo en la zona del Bloque de Arauco, 37-38 S, Octava Región, Chile. Memoria de Título, Geología. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Mourgues, F. A., M. Schilling & C. Castro (2012). Propuesta de definición de los Contextos Geológicos Chilenos para la caracterización del patrimonio geológico nacional. In XIII Congreso Geol. Chileno, Antofagasta, 890-892.
- Mourgues, F.A.; Contreras, K.; Schilling, M.E.; Benado, J.; Partarrieu, D. (2016). Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales (Chile). Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 81-120 p. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/77>
- Muñoz-Cristi, J. (1956). *Handbook of South American Geology*. Geological Society of America.

- Muñoz-Cristi, J. (1968). Contribución al conocimiento geológico de la región situada al sur de Arauco y participación del material volcánico en los sedimentos eocenos. In *El Terciario de Chile, Zona Central*, 63-93. Soc. Geol. de Chile/Editorial Andrés Bello.
- Narain, S., Alier, J. M., Brooks, M., French, H., Blasco, J., Bond, P., ... & Samangun, H. (2003). Siete visiones sobre la cumbre de la tierra. *Ecología política*, (24), 29-59.
- Neupert, R. (2017). Los censos y la falacia de la planificación: el caso de Chile. *Revista Latinoamericana de Población*, 11, 105-115. [Doi: 10.31406/relap2017.v11.i1.n20.5](https://doi.org/10.31406/relap2017.v11.i1.n20.5)
- Newsome, D. & R. Dowling (2006). The scope and nature of geotourism. *Geotourism*, 3, 25.
- Newsome, D. (2010). *Setting an agenda for geotourism*. Good Fellow Publishers: Oxford.
- Nielsen, S. N. (2005). The Triassic Santa Juana Formation at the lower Biobío River, south central Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, 19, 547-562. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2005.06.002>
- Ólafsdóttir, R. & E. Tverijonaite (2018). Geotourism: a systematic literature review. *Geosciences*, 8, 234. [doi:10.3390/geosciences8070234](https://doi.org/10.3390/geosciences8070234)
- Otero, R. A., S. Soto-Acuna, F. Robin O'Keefe, J. P. O'Gorman, W. Stinnesbeck, M. E. Suarez, D. Rubilar-Rogers, C. Salazar & L. Arturo Quinzio-Sinn (2014). *Aristonectes Quiriquinensis*, SP Nov., a new highly derived elasmosaurid from the upper Maastrichtian of central Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34, 100-125.
- Osterloo, M. M., Anderson, F. S., Hamilton, V. E., & Hynes, B. M. (2010). Geologic context of proposed chloride-bearing materials on Mars. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 115(E10).
- Oyarce, A. (2018). Caracterización, valoración y promoción de la geodiversidad del Sendero Sierra Velluda en el Parque Nacional Laguna del Laja mediante la creación de un itinerario geológico virtual utilizando Google Earth y códigos QR. Universidad Andrés Bello. <https://doi.org/10.1080/02724634.2013.780953>
- Painemilla, K. W. (2010). *Indigenous peoples and conservation: from rights to resource management*. Conservation International.
- Palacio, José L.; Sánchez, José L.; Schilling, Manuel E. (Editores) (2016). *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Palacios, S. B., & Perucca, L. P. (2020). Patrimonio geológico efímero: propuesta metodológica para el inventario y evaluación de las estructuras generadas por licuación de suelos durante sismos, San Juan-Argentina. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 72(1). <https://doi.org/10.18268/bsgm2020v72n1a020919>
- Park, P. (1992). Que es la investigación-acción participativa: Perspectivas teóricas y metodológicas. In *La investigación-acción participativa: inicios y desarrollos*, 135-174. Editorial Popular.

- Parraguez, F. A. (2018). Patrimonio Geológico de la piedra cruz en el Área de Laraquete entre las coordenadas, 37° 05'-37° 37'S y 73° 22'-73° 04'W, Región del BioBío, Chile.
- Partarrieu, D. 2013. Inventario de geositos en la comuna de Lonquimay, para la creación del Geoparque Kütralkura, IX Región de la Araucanía. Memoria de Título, Universidad de Chile, Departamento de Geología: 162 p.
- Pásková, M. (2015). The potential of indigenous knowledge for Rio Coco Geopark Geotourism. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 886-891. [doi: 10.1016/j.proeps.2015.08.141](https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.141)
- Pásková, M. (2017). Local and indigenous knowledge regarding the land use and use of other natural resources in the aspiring Rio Coco geopark. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 052018. IOP Publishing. [doi :10.1088/1755-1315/95/5/052018](https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/5/052018)
- Pastor-Alfonso, M., & Espeso-Molinero, P. (2015). Capacitación turística en comunidades indígenas. Un caso de Investigación Acción Participativa (IAP). *El periplo sustentable*, (29), 171-208.
- Patzak, M. (2003). UNESCO and Geological Heritage. In N. Zouros, G. Martini, & M.-L. Frey (Eds.), *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting*. European Geoparks Network (pp. 22–24). Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest.
- Patzak, M. (2005). UNESCO Geoparks Activities. In N. Zouros (Ed.), *6th European Geoparks Meeting – Abstract volume*. (pp. 66–67). Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest.
- Patzak, M. (2010). UNESCO and Geoparks. In N. Zouros (Ed.), *Proceedings of 9th European Geoparks Conference*, Mytilene, Lesvos, Greece, (p. 6).
- Patzak, M. (2011). UNESCO Geoparks activities and global cooperation. In K. Rangnes (Ed.), *Proceedings of the 10th European Geoparks Conference*. European Geoparks Network, Porsgrunn, Norway (p. 21).
- Patzak, M. (2015). Global Geoparks – Looking towards the future. In *Book of Programme and Abstracts of the 7th Brazilian-Germany Symposium for Sustainable Development. Interaction between Earth resources and processes and human societies* (p. 260). Heidelberg University.
- Peláez, Á. O. (2016). La Cumbre de la Tierra París 2015-COP21. Un reto ineludible. *Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(1), 7.
- Pelfrey, W. V. (1998). Tourism and crime: A preliminary assessment of the relationship of crime to the number of visitors at selected sites. *International journal of comparative and applied criminal justice*, 22, 293-304. <https://doi.org/10.1080/01924036.1998.9678624>
- Pérez, R. (2018). Patrimonio geológico de la comuna de Petorca (32° S-32° 24'S): Análisis de lugares de interés geológico y su contextualización en un modelo de evolución paleogeográfico.

- Pineda, V. (1983). Evolución paleogeográfica de la península de Arauco durante el Cretácico Superior-Terciario. Memoria de Título, Universidad de Concepción, 287.
- Pineda, V. & J. Frutos (1986). Evolución paleogeográfica de la cuenca sedimentaria Cretácico-Terciaria de Arauco. *Geología y recursos minerales de Chile*, 1, 375-390.
- Poch, J. (2019). Revisión y propuesta de mejora del modelo de gestión de la geodiversidad de los geoparques mundiales de la UNESCO. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, 302.
- Popa, I. (2015). Area studies and (inter)disciplinary rearrangements. *Actes De La Recherche En Sciences Sociales*, 60-+.
- Prieto, J. L. P., J. L. S. Cortez & M. E. Schilling (2016) Patrimonio geológico y su conservación en América Latina.
- Prieto, J. L. P., C. Gosso, D. Irazábal, J. Patrício, P. Melo, J. F. Do O'De Lima, C. Canet, M. A. Cruz-Pérez, E. Salgado-Martínez & J. C. Mora-Chaparro (2020). Geotourism Development in Latin American UNESCO Global Geoparks: Brazil, Uruguay, Mexico, and Peru. *The Geotourism Industry in the 21st Century: The Origin, Principles, and Futuristic Approach*.
- Quezada, P., J. Benado, F. Andrade & D. Quiroz (2018). Programa de geoconservación de la SEREMI de Minería de la Región de Aysén: Propuesta de categorías geológicas temáticas. *Actas XV Congreso Nacional Chileno*, 152-154.
- Reynard, E. (2004). Geosites. *Encyclopedia of geomorphology*.
- Reynard, E. & P. Coratza (2013). Scientific research on geomorphosites. A review of the activities of the IAG working group on geomorphosites over the last twelve years. *Geogr. Fis. Dinam. Quat*, 36, 159-168. [DOI 10.4461/GFDQ.2013.36.13](https://doi.org/10.4461/GFDQ.2013.36.13)
- Rivera, R. (2014). Geología, Geomorfología y Geopatrimonio en el Complejo Volcánico Nevados de Chillán, Región del Bio-Bío, Chile. Memoria para optar al Título de Geóloga, Departamento Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción.
- Rodríguez, J. P. (2007). Expansión económica y conflicto mapuche. La Araucanía, 1900-1940. *Revista de Historia Social y de las Mentalidades*, 11(1).
- Rosado-González, E. M., J. L. Palacio-Prieto & A. A. Sá (2020). Geotourism in Latin America and Caribbean UNESCO global geoparks: Contribution for sustainable development goals. In *Technological Progress, Inequality and Entrepreneurship*, 107-121. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26245-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26245-7_7)
- Rosado-González, Emmaline Montserrat, & Ramírez-Miguel, Xóchitl. (2017). Importancia del trabajo comunitario participativo para el establecimiento del Geoparque Mundial de la UNESCO Mixteca Alta, Oaxaca, México. *Investigaciones geográficas*, (92) <https://doi.org/10.14350/rig.59435>

- Ruiz, J. F. M. (2005). Los factores definitorios de los grandes grupos de edad de la población: tipos, subgrupos y umbrales. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 9(181-204).
- Sabatier, P. A. (1986). Top-down and bottom-up approaches to implementation research: a critical analysis and suggested synthesis. *Journal of public policy*, 21-48.
- Salazar, C., W. Stinnesbeck & L. A. Quinzio-Sinn (2010). Ammonites from the Maastrichtian (Upper Cretaceous) Quiriquina Formation in central Chile. *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie-Abhandlungen*, 257, 181. [DOI: 10.1127/0077-7749/2010/0072](https://doi.org/10.1127/0077-7749/2010/0072)
- Sánchez-Cortez, J. L., M. C. Arredondo-García, C. Leyva-Aguilera, G. Avila-Serrano, C. Figueroa-Beltrán & J. M. Mata-Perello (2017). Community Participation and Social Perception in Latin America: a Future for Protected Areas and Geo-park Projects. *Ambiente Y Desarrollo*, 21, 61-77. [doi:10.11144/Javeriana.ayd21-41.pcps](https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-41.pcps)
- Sánchez-Ferris, E. J., Fierro-Bandera, I., Aberasturi-Rodríguez, A., Navarro-Pedreño, J., & Belló, P. M. (2019). La valoración del patrimonio geológico y paleontológico como herramienta de gestión: el Modelo FOPALI. *Spanish Journal of Palaeontology*, 34(1), 35-56.
- Santa-Cruz, J. C. (2018). Gestión del patrimonio carbonífero en contextos recesivos: del sitio aislado a la cuenca minera. Una reflexión a partir de las experiencias de las cuencas Concepción-Arauco en Chile y Nord-Pas de Calais en Francia. *EURE (Santiago)*, 44, 265-289.
- Schaaf, T., & Rodrigues, D. C. (2016). Managing MIDAs: Harmonising the Management of Multi-internationally Designated Areas: Ramsar Sites, World Heritage Sites, Biosphere Reserves and UNESCO Global Geoparks. *IUCN International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*.
- Schilling, M., A. Mourgues, K. Contreras, J. Benado & D. Partarrieu (2015). Patrimonio geológico y su conservación en Chile: avances y perspectivas. In *Proceedings XIV Congreso Geológico Chileno*, 416-419.
- Selener, J. D. (1993). Participatory action research and social change: Approaches and critique.
- Sequeiros, L. (1998). III Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992) al fracaso de la Conferencia de Kioto (1997): Claves para comprender mejor los problemas ambientales del Planeta, *De la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(1), 3-12. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88465> [Consulta: 19-06-2021].
- Silva, E. M. R. D. (2021). The contribution of the European UNESCO Global Geoparks for the Agenda 2030 for Sustainable Development-a study based on progress reports covering the period 2012-2016.
- Silva, E., A. A. Sá & M. J. Roxo (2015). From planet Earth to society: a new dynamic in Portugal concerning geoscience education and outreach activities. *Geological Society, London, Special Publications*, 419, 141-147. <http://dx.doi.org/10.1144/SP419.8>

- Silva, E. & Sá, A. A. (2017). Geoethics as an indispensable tool for GGN in the context of the Agenda 2030 for Sustainable Development. In E. A. Lima, J. C. Nunes, P. Meirinho, & M. Machado (Eds.), *Geoparks: pathways of sustainable tourism for development*". Abstract Book of 14th Conference on European Geoparks, Ponta Delgada (p. 89).
- Soliz Torres, M. F. & A. Maldonado (2012). *Guía de metodologías comunitarias participativas: Guía No. 5. Clínica Ambiental*.
- Steinmann, G. (1895). *Das Alter und die Fauna der Quiriquina-Schichten in Chile*. E. Schweizerbart.
- Stinnesbeck, W. (1986). *Zu den faunistischen und palökologischen Verhältnissen in der Quiriquina Formation (Maastrichtium) zentral-Chiles*. *Palaeontographica. Abteilung A, Paläozoologie, Stratigraphie*, 194, 99-237.
- Stinnesbeck, W., L. Quinzio, R. Bonilla & C. Salazar (2003). *La Formación Quiriquina en su localidad tipo, Isla Quiriquina*. In X Congreso Geológico Chileno. *Guía Excursión Intracongreso EIC*, 18.
- Stokes, A. M., S. D. Cook & D. Drew (2003). *Geotourism: The new trend in travel*. Travel Industry America and National Geographic Traveler: Washington, DC, USA.
- Štrba, L. (2019). Analysis of criteria affecting geosite visits by general public: A case of Slovak (geo) tourists. *Geoheritage*, 11, 291-300. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0283-2>
- Štrba, L., B. Kršák & C. Sidor (2018). Some comments to geosite assessment, visitors, and geotourism sustainability. *Sustainability*, 10, 2589. <https://doi.org/10.3390/su10082589>
- Suárez, M. E. & H. Cappetta (2004). *Sclerorhynchid teeth (Neoselachii, Sclerorhynchidae) from the late Cretaceous of the Quiriquina formation, central Chile*. *Andean Geology*, 31, 89-103.
- Tavera, J. (1942) *Contribución al estudio de la estratigrafía y paleontología del Terciario de Arauco*. In *Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología*, 580-632.
- Tejada, C. G., & Girault, Y. (2021). *Los Geoparques Mundiales de la UNESCO en España: entre divulgación científica y desarrollo turístico*. *Cuadernos Geográficos*, 60(2), 255-274.
- Tipton, E., N. P. Nickerson & J. Thomsen (2016). *Assessing Character of Place to Guide Geotourism-A Case Study of Two Montana Communities*.
- Tomic, N. & S. Bozic (2014). *A modified Geosite Assessment Model (M-GAM) and its Application on the Lazar Canyon area (Serbia)*. *International Journal of Environmental Research*, 8, 1041-1052.
- UNESCO (1972). *The World Heritage Convention (WHC)*. Revisado Enero, 2017, de <https://whc.unesco.org/en/convention/>

- UNESCO (2014a). The draft proposed operational guidelines for UNESCO Global Geoparks. Document 195 EX/5. INF. Revisado de Mayo 2019, de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229379?posInSet=6&queryId=2e6ded85-33f9-45ab-b522-b2321b524957>
- UNESCO (2014b). Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN). Revisado de febrero 2020, de: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/GEOPARKS\\_Guidelines\\_Jan\\_2014.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/GEOPARKS_Guidelines_Jan_2014.pdf)
- UNESCO (2015a). What is a UNESCO Global Geopark? Revisado de septiembre 2019, de: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earthsciences/unesco-global-geoparks/frequently-asked-questions/what-is-a-unesco-global-geopark/>
- UNESCO (2015b). The Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. Revisado Febrero 2019, de <http://whc.unesco.org/en/guidelines/>
- UNESCO (2017). UNESCO Global Geoparks. Top Ten Focus Areas. Natural Resources. Revisado Enero 2021, de <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/top-10-focusareas/>
- UNESCO (2018). International Geoscience and Geoparks Programme Chart - IGGP. Revisado Marzo 2021, de [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/IGGP\\_Chart-2018-eng.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/IGGP_Chart-2018-eng.pdf)
- UNESCO (2019a). The World Heritage Convention. Revisado de Enero 2021, de <https://whc.unesco.org/en/convention/>
- UNESCO (2019b). International Geosciences Program. Revisado Octubre 2020, de <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/earthsciences/international-geoscience-programme/>
- UNESCO (2020). Records of the General Conference, 40th session, Paris, 12 November-27 November 2019, volume 1: Resolutions. Revisado de Febrero 2021, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372579?posInSet=5&queryId=e4b117bb-ab3d-49d3-94fb-45548c86db10>
- UNESCO, ICCROM, ICOMOS, and IUCN (2012). Managing Natural World Heritage. UNESCO, Paris, 98 pp.
- UNESCO (2021) Lota mining complex. Tentative List of World Heritage Centre, 44th session of the World Heritage Committee, 6.
- UNITED NATIONS (1992). Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 3-14 June 1992). Retrieved January 20, 2018, from [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_CONF.151\\_26\\_Vol.I\\_Declaration.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf)

- Urresty, C., R. Rauld, C. González & C. Rozas. (2015). La Incorporación del concepto de Geodiversidad y Geopatrimonio en la Planificación Territorial en Chile. In En actas del XIV Congreso Geológico Chileno, AT4, SIM5, 392-395.
- Urrutia, P. (2018). Identificación, caracterización y cuantificación del patrimonio geológico de la zona Sur de la Reserva de la Biósfera corredor biológico nevados de Chillán-Laguna de Laja, Región del BioBío, Chile.
- Vaquero, B. R. (2007). La implementación de políticas públicas. *Dikaion*, 21, 135-156.
- Vergara, J. I., & Foerster, R. (2002). Permanencia y transformación del conflicto Estado-mapuches en Chile. *Revista Austral de Ciencias Sociales* (6), 35-45.
- Vieytes, H., R. Arcos & S. Elgueta (1993). Interpretación en la exploración en la Cuenca de Arauco: Sector Continental. Informe Inédito ENAP (Santiago), versión 1.
- Villagómez Cortés, J. A., Á. H. Mora Brito, D. S. Barradas Troncoso & E. Vázquez Selem (2014). El análisis FODA como herramienta para la definición de líneas de investigación. *Revista mexicana de agronegocios*, 35, 1121-1131.
- Vujičić, M. D., D. A. Vasiljević, S. B. Marković, T. A. Hose, T. Lukić, O. Hadžić & S. Janičević (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its application on Fruška Gora Mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 51, 361-376.
- Weatherley, R., & Lipsky, M. (1977). Street-level bureaucrats and institutional innovation: Implementing special-education reform. *Harvard educational review*, 47(2), 171-197. <https://doi.org/10.17763/haer.47.2.v870r1v16786270x>
- Wenzel, O. (1982). Estratigrafía de las series carboníferas de Arauco. *Actas III Congreso Geológico Chileno.*, 3, F256-F272.
- White, S. & M. Mitchell (2006). Geological heritage sites: a procedure and protocol for documentation and assessment. *ASEG Extended Abstracts*, 2006, 1-2.
- Whiteley, M. J. & Browne, M. A. E. (2013). Local geoconservation groups - past achievements and future challenges. *Proceedings of the Geologists Association*, 124, 674-680. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.07.004>
- Wimbledon, W. A. P. (1996). Geosites - A new conservation initiative. *Episodes*, 19, 87-88.
- Wimbledon, W. (2011). Geosites—a mechanism for protection, integrating national and international valuation of heritage sites. *Geologia dell’Ambiente*, suplemento, 13-25.
- Wimbledon, W., M. Benton, R. Bevins, G. Black, D. Bridgland, C. Cleal, R. Cooper & V. May (1995). The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1. *Modern geology*, 20, 159.
- Wimbledon, W. A. P., & Smith-Meyer, S. (2012). Conserving our Shared Geoheritage- a protocol on geoconservation principles, fossil and mineral collecting. In W. A. P.

- Wimbledon & S. Smith-Meyer (Eds.), *Geoheritage in Europe and its conservation* (pp. 14–19). ProGEO.
- Wimbledon, W. A. P., Andersen, S., Cleal, C. J., Cowie, J. W., Erikstad, L., Gonggrip, G. P., Johansson, C. E., Karis, L. O., Suominen, V. (2000). *Geological World Heritage GEOSITES – a global comparative site inventory to enable prioritization for conservation*. In *Proceedings of the II Symposium of the European Association for the Conservation of the Geological Heritage*, (pp. 1-24). *Memorie del Servizio Geologico d'Italia*, Rome.
- Wolodarsky-Franke, A. & S. Herrera (2011). *Cordillera de Nahuelbuta. Reserva mundial de biodiversidad*. WWF. Valdivia, Chile.
- Zapata, F. & V. Rondán (2016). *La investigación-acción participativa*. Recuperado de: <http://mountain.pe/recursos/attachments/article/168/Investigacion-Accion-Participativa-IAP-Zapata-y-Rondan.pdf>.
- Zeng, F. W. (2014). *An evaluation of residents' perceptions of the creation of a geopark: a case study on the geopark in Mt. Huaying Grand Canyon, Sichuan Province, China*. *Environmental Earth Sciences*, 71, 1453-1463. [DOI 10.1007/s12665-013-2550-5](https://doi.org/10.1007/s12665-013-2550-5)
- Zora, J. & V. Andrade (2015). *Avances de un catastro de lugares de interés geológico y biológico del Geoparque aspirante de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile Central*. In *En actas del XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena, Chile.
- Zouros, N. (2004). *The European Geoparks Network. Geological heritage protection and local development*. *Episodes*, Ottawa, 27(3), 165-171.
- Zouros, N. (2010). *Quality Management in Geoparks*. In *The 4th International UNESCO Conference on Geoparks*, 9-15 April 2010, Langkawi, Malaysia (pp. 169-180).
- Zouros, N. (2016). *Global Geoparks Network and the new UNESCO Global Geoparks Network*. In *14th International Congress of the Geological Society of Greece*, 284-292. EKT. <http://dx.doi.org/10.12681/bgsg.11729>
- Zouros, N. (2018). *The Global Geoparks Network*. In *Book of Abstracts of the 8th International Conference on UNESCO Global Geoparks. Geoparks and Sustainable Development*. Adamello Brenta UGGp (p. 21).
- Zouros, N. (2019). *The Global Geoparks Network: Challenges and future perspectives*. In *Book of Abstracts of the 15th European Geoparks Conference. Geoparks: memory of Earth, future for People*. Natural Park, Sierra Norte de Sevilla, Spain (pp. 16-17).
- Zouros, N., Marftini, G. (2003). *Introduction to the European Geoparks Network* In N. Zouros, G. Martini, & M.-L. Frey (Eds.), *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting*. European Geoparks Network (pp. 17-21). Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest.
- Zouros, N., Xun, Z. (2006). *Building a strong Global Geoparks Network*. In *Proceedings of the 2nd UNESCO International Conference on Geoparks*, Waterfront Hall Belfast, September 17th - 21st 2006, Workshop, (p. 149).

## **ANEXOS**

Tabla 1. Incorporación de Geoparques Mundiales de la UNESCO, desde la creación de la Red Mundial de Geoparques en el 2004 hasta la actualidad. Elaboración propia con datos de la lista de los Geoparques mundiales de la UNESCO <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/list-of-unesco-global-geoparks/>.

Geoparques Mundiales de la UNESCO	
2004	North West Highlands (Escocia-UK)
	North Pennines AONB (UK)
	Copper Coast (República de Irlanda)
	Marble Arch Caves y Cuilcagh Mountain Park (República de Irlanda e Irlanda del Norte)
	Psirolitis Natural Park (Grecia)
	Ptrified Forest of Lesvos (Grecia)
	Styrian Eisenwurzen (Austria)
	Huangshan (China)
	Wudalianchi (China)
	Lushan (China)
	Songshan (China)
	Zhangjiajie Sandstones Peak Forest (China)
	Danxiashan (China)
	Reserve Geologique Haute Provence (Francia)
	Park Naturel Regional du Luberon (Francia)
	Nature Park Terra Vita (Alemania)
	Bergstrasse-Odenwald (Alemania)
	Vulkaneifel (Alemania)
	Madonie Natural park (Italia)
	Shilin (China)
Harz Braunschweiger Land Ostfalen (Alemania)	
Swabian Albs (Alemania)	
2005	Fforest Fawr (UK-Gales)
	Hateg Country Dinosaur (Rumania)
	Parco del Beigua (Italia)
	Hexigten (China)
	Yandangshan (China)
	Taining (China)
	Xingwen (China)
	Bohemian Paradise (República Checa)
2006	Araripe (Brasil)
	Subéticas (España)
	Sobrarbe (España)
	Cabo de gata Nijar (España)
	Naturtejo (Portugal)
	Gea-Norvegica (Noruega)
	Wuangwushan-Dabieshan (China)
	Leiqiong (China)
	Fangshan (China)
	Jingpohu (China)
	Magma (Noruega)

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

2007	English Riviera (UK)
	Langkawi (Malasia)
	Papuk (Croacia)
	Geological and Mining Park of Sardinia (Italia)
2008	Longhushan (China)
	Zigong (China)
	Adamello Brenta (Italia)
	Rocca Di Cerere (Italia)
2009	Geo Mon (UK-Gales)
	Shetland (UK)
	Qinling (China)
	Arouca (Portugal)
	Itoigawa (Japón)
	Toya Caldera and Usu Volcano (Japón)
	Alaxa Desert (China)
	Chelmos-Vouraikos (Grecia)
	Unzen Volcanic (Japón)
Novohrad-Nograd (Hungria-Slovaquia)	
2010	Dong Van Karst Plateau (Vietnam)
	Costa Vasca (España)
	Jeju Island (Korea)
	Tuscan Mining (Italia)
	Novohrad-Nógrád (Hungria y Eslovenia)
	Vikos-Aoos (Grecia)
	Stonehammer (Canadá)
	Leye-Fengshan (China)
	Ningde (China)
	Rokua (Finlandia)
	Cilento, Vallo di Diano e Alburini (Italia)
	San'in Kaigan (Japón)
2011	Sierra Norte de Sevilla (España)
	Villuercas Ibores Jara (España)
	Muroto (Japón)
	Burren and Cliffs of Moher (República de Irlanda)
	Katla (Islandia)
	Tianzhushan (China)
	Hongkong (China)
	Massif des Bauges (Francia)
	Muskauer Faltenbogen (Alemania-Polonia)
Apuan Alps Geopark (Italia)	
2012	Batur (Indonesia)
	Bakony-Balaton (Hungria)
	Catalunya Central (España)
	Chablais (Francia)
2013	Grutas del Palacio (Uruguay)
	Karavanke/Karawanken (Eslovenia - Austria)
	Oki Islands (Japón)

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

	Sesia - Val Grande (Italia)
	Shennongjia (China)
	Yanqing (China)
	De Hondsrug (Holanda)
	Azores (Portugal)
2014	Molina Alto Tajo (España)
	Odsherred (Dinamarca)
	Monts d'Ardèche (Francia)
	Aso Global (Japón)
	M'Goun (Marruecos)
	El Hierro (España)
	Terras de Cavaleiros (Portugal)
	Ore of the Alps (Austria)
	Tumbler Ridge (Canadá)
	Dali-Cangshan (China)
	Mount Kunlun (China)
2015	Mount Apoi (Japón)
	Pollino (Italia)
	Reykjanes (Islandia)
	Troodos (Chipre)
	Dunhuang (China)
	Zhijidong Cave (China)
	Sitia (Grecia)
	Lanzarote e islas Chinijo (España)
	Gunung Sewu (Indonesia)
2017	Causses du Quercy (Francia)
	Isla de Qeshm (Irán)
	Mixteca Alta (Mexico)
	Comarca Minera de Hidalgo (México)
	Las Loras (España)
	Cheongsong (República de Korea)
	Keketouhai (China)
	Arxan (China)
	Mudeungsan (Corea)
2018	Izu Peninsula (Japón)
	Famenne-Ardenne (Bélgica)
	Percé (Canadá)
	Guangwushan-Nuoshuite (China)
	Huaggang Dabieshan (China)
	Beaujolais (Francia)
	Ciletuh-Palabuhanratu (Indonesia)
	Rinjani Lombok (Indonesia)
	Conca de Tremp Montsec (España)
	Ngorongoro-Lengai (Tanzania)
	Satun (Tailandia)
Non Nuoc Cao Bang (Viet Nam)	
2019	Kütralkura (Chile)

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

	Funiushan (China) ampliación
	Jiuhuashan (China)
	Sanqingshan (China) ampliación
	Taishan (China) ampliación
	Yimengshan (China)
	Archipiélago de Vis (Croacia)
	Imbabura (Ecuador)
	Trollfjell (Noruega)
	Colca y Volcanes de Andagua (Perú)
	Montañas do Courel (España)
2020	Clifs of Fundy (Canadá)
	Discovery (Canadá)
	Xiangxi (China)
	Zhangye (China)
	Lauhanvuori-Haemeen Kangas (Finlandia)
	Toba Caldera (Indonesia)
	Rio Coco (Nicaragua)
	Estrela (Portugal)
	Hantangang (República de Corea)
	Yangan Tau (Federación Rusa)
	Djerdap (Serbia)
	Granda (España)
	Maestrazgo (España)
	Kula-Salihli (Turquía)
	Black Country (UK)
	Dak Nong (Vietnam)
2021	Vestjylland (Dinamarca)
	Saimaa (Finlandia)
	Thuringia Inselsberg – Drei Gleichen (Alemania)
	Grevena – Kozani (Grecia)
	Belitong (Indonesia)
	Aspromonte (Italia)
	Majella (Italia)
	Holy Cross Mountains (Polonia)



El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 3. Listado de trabajos relacionados con el Patrimonio Geológico en Chile entre 2007 y 2019*

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de documento</b>	<b>Título</b>
Fernández, J.	2007	Memoria de título	Identificación y evaluación de geositios en el Parque Nacional Torres del Paine
Andrade, V.	2009	Congreso	Cuatro sitios de interés Paleontológico en la comuna de Puchuncaví: Experiencia en educación escolar
Fernandez, J.	2009	Congreso	Metodología Para la Valorización de los Geositios, y su Aplicación en el Proyecto “Modelo de Geoparques en Chile, Etapa 1”
Schilling, M.	2009	Congreso	Hacia la Creación del Primer Geoparque en Chile: Parque Nacional Conguillío, Región de la Araucanía
Martínez, P.	2010	Memoria de título	Identificación, caracterización y cuantificación de geositios, para la creación del I Geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillio
Mardones, R.	2012	Memoria de título	Valoración de potenciales geositios en el campo volcánico Pali Aike, XII Región de Magallanes y la Antártida chilena
Schilling, M.	2012	Congreso	Identificación y caracterización del patrimonio geológico para la creación del Geoparque Kütralcura, Región de la Araucanía
Hervé, F.	2012	Congreso	La difícil tarea de identificar y proteger el patrimonio geológico de Chile
Ramírez, G	2012	Memoria de título	Contexto geológico del parque biológico Punta Totalillo y Morfología de cavidades en el zoológico de Piedra, III Región de Atacama, Chile
Benado, J.	2013	Memoria de título	Patrimonio geológico del proyecto geoparque Cajón del Maipo (Región Metropolitana-Chile)
Montti, MJ.	2013	Memoria de título	Geositios en la Comuna de Puchuncaví: Diseño de un circuito geopatrimonial como base para el desarrollo de turismo de intereses especiales (TIE), desarrollo local y educación ambiental
Partarrieu, D.	2013	Memoria de título	Inventario de geositios en la comuna de Lonquimay, para la creación del geoparque KÜTRALKURA, IX Región de la Araucanía
Rodríguez, G.	2013	Memoria de título	Patrimonio geológico en la ciudad de Santiago: Caracterización y valoración de geositios en torno a un núcleo urbano
Aravena, N.	2014	Memoria de título	Geología y Geopatrimonio del área de Cerro Castillo, XI Región de Aysén, Chile.
Rivera, RG.	2014	Memoria de título	Geología, Geomorfología y Geopatrimonio en el Complejo Volcánico Nevados de Chillán, Región del Bio-Bío, Chile
Martínez, T.	2015	Congreso	Estado actual de reconocimiento y distribución geográfica del Patrimonio geológico chileno
Zora, J.	2015	Congreso	Avances de un catastro de lugares de interés geológico y biológico del geoparque aspirante de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile Central
López, N.	2016	Memoria de título	Patrimonio geológico de la comuna de Puchuncaví, para la creación del geoparque Puchuncaví, V región de Valparaíso
Mourgues, FA.	2016	Libro	Patrimonio Geológico y su conservación en América Latina.
Alegre, A.	2017	Memoria de título	Geodiversidad en el sector norte del Parque Nacional Lullaillaco, Región de Antofagasta, Chile: Identificación, clasificación cuantitativa y cualitativa del Patrimonio Geológico
Bunster, T.	2017	Simposio	Propuesta metodológica para cuantificar el valor patrimonial desde el punto de vista del desarrollo minero en cajón del Maipo

Martínez, T.	2017	Simposio	Valoración de la Geodiversidad en la comuna de Puerto Varas: Nuevas perspectivas para el desarrollo local
Valenzuela, D.	2017	Memoria de título	Geopatrimonio de las unidades volcánicas y plutónicas del sector oriental del lago General Carrera: Selección, caracterización y estrategias de divulgación
Benado, J. <i>et al.</i>	2018	Publicación	Geoconservation in Chile: State of the art and analysis
Andrade, F.	2018	Memoria de título	Geoconservación en los Valles Exploradores y Leones, Campo de Hielo Norte, región de Aysén: inventario, cuantificación, medidas de protección y divulgación
Oyarce, A.	2018	Memoria de título	Caracterización, valoración y promoción de la geodiversidad del Sendero Sierra Velluda en el Parque Nacional Laguna del Laja mediante la creación de un itinerario geológico virtual utilizando Google Earth y códigos QR
Pérez, R.	2018	Congreso	Patrimonio geológico de la comuna de Petorca (32° S-32° 24'S): Análisis de lugares de interés geológico y su contextualización en un modelo de evolución paleogeográfico
Quezada, P.	2018	Congreso	Programa de geoconservación de la SEREMI de Minería de la Región de Aysén: Propuesta de categorías geológicas temáticas
Urrutia, P.	2018	Memoria de título	Identificación, caracterización y cuantificación del patrimonio geológico de la zona Sur de la Reserva de la Biósfera corredor biológico nevados de Chillán-Laguna de Laja, Región del BioBío
Alegre, A.	2018	congreso	Avances en la identificación de la geodiversidad y valoración del patrimonio geológico: Vertientes en el litoral costero de Antofagasta
Flores, R.	2018	Congreso	Valoración y caracterización del patrimonio geológico en la comuna de Iquique, Región de Tarapacá: nuevas estrategias de geoconservación
Godoy, B.	2018	Congreso	Volcanic geo-heritage at El Loa Superior, Antofagasta Region: towards a sustainable development of geotourism at northern Chile
González, A.	2018	Congreso	Identificación, caracterización y valoración de la geodiversidad en la comuna de Chaitén para el desarrollo del geoturismo, Patagonia Verde, Chile
Huamán, C.	2018	Congreso	Caracterización y cuantificación de lugares de interés geológico en la II Región de Antofagasta, incluyendo Monumento Natural La Portada y parque Nacional Morro Moreno
Maldonado, N	2018	Congreso	Propuesta metodológica para la evaluación de lugares de interés geológico en el norte de Chile
Martínez, T.	2018	Congreso	Hacia la construcción de inventarios de sitios relevantes de la geodiversidad
Partarrieu, D.	2018	Congreso	Hacia la generación de un Inventario Nacional de Geositios en Chile: Propuesta metodológica para su sistematización
Pérez, S.	2018	Congreso	Caracterización geológica y patrimonial de los distritos mineros auríferos históricos del Valle del Huasco, Vallenar, Región de Atacama, Chile
Santos, F.	2018	Congreso	Identificación, caracterización y valoración de la geodiversidad en las comunas de Futaleufú y Palena para el desarrollo del geoturismo, Patagonía Verde, Chile
Villagrán, C.	2018	Congreso	Identificación, caracterización y valoración de sitios de interés geológico en el área del Complejo Volcánico Mocho-Choshuenco, Región de los Ríos, Chile
González, R.	2018	Congreso	Identificación, valoración y caracterización del patrimonio geológico presente en torno al núcleo urbano de la ciudad de Antofagasta: una herramienta para la gestión local del territorio

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Pérez, R.	2018	Congreso	Análisis cuantitativo del patrimonio geológico de la comuna de Petorca para el desarrollo de estrategias de gestión y conservación
Ferraro, FX.	2019	Publicación	La geodiversidad al servicio del desarrollo regional
González, A.	2019	Memoria de título	Identificación, caracterización, y valoración de la geodiversidad en la comuna de Chaitén para el desarrollo del geoturismo, Región de los Lagos, Chile.
González, M.	2019	Memoria de título	Identificación, caracterización y valoración de la geodiversidad en las comunas de Cochamó y Hualaihué.
Villagran, C.	2019	Memoria de título	Identificación, caracterización y valoración de sitios de interés geológico en el área del Complejo Volcánico Mocho-Choshuenco, región de los Ríos, Chile
Benado, J. <i>et al.</i>	2020	Publicación	Geositios de la región de Aysén (Chile): resumen de la historia geológica regional, propuesta de contextos geológicos temáticos e inventario

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Anexo 4. Ejemplo de las fichas para la descripción y cuantificación de los geositos en el área de estudio.  
fuente: IGME (García y Carcavilla, 2013).

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA: nombre del sitio de interés geológico			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>			
Breve descripción:			
¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación?			SÍ      NO
¿Dónde?			
¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno?			SÍ      NO
<b>LOCALIZACIÓN</b>			
UTM X:	UTM Y:	Huso:	Datum:
Paraje(s):			
Municipio:			
Comuna:			
Región:			
Descripción del itinerario de acceso:			
<b>FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO</b>			
Cota	Máx.:	Mín.:	Media:
Tipo superficie			
Entorno socioeconómico:			
<b>SITUACIÓN GEOLÓGICA</b>			
Contextos Geológicos:			
Edad del Rasgo	Límite inferior:		Límite superior:
Edad del Protolito	Límite inferior:		Límite superior:

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
<b>VALOR INTRÍNSECO</b>					
Parámetro	Nulo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Elevado (4)	Muy elevado (5)
A1-Grado de conocimiento científico					
A2-Rareza o Abundancia Regional					
<b>Interés geológico principal (uno sólo)</b>					
Estratigráfico	Sedimentológico		Geomorfológico	Paleontológico	
Tectónico	Petroológico-geoquímico		Geotécnico	Minero-metalogenético	
Mineralógico	Hidrogeológico		Historia de la Geología	Otro:	
Kárstico	Geo-cultural		Eólico	Económico	
Litoral	Fluvial		Lacustre	Otro:	
<b>Justificación:</b>					
<b>Interés geológico secundario (puede ser más de uno)</b>					
Estratigráfico	Sedimentológico		Geomorfológico	Paleontológico	
Tectónico	Petroológico-geoquímico		Geotécnico	Minero-metalogenético	
Mineralógico	Hidrogeológico		Historia de la Geología	Otro:	
Kárstico	Geo-cultural		Eólico	Económico	
Litoral	Fluvial		Lacustre	Otro:	
<b>Justificación:</b>					
Parámetro	Nulo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Elevado (4)	Muy elevado (5)
A3-Lugar tipo o representatividad					
A4-Extensión					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

A5-Diversidad de elementos geológicos					
A6-Contenido Didáctico/Divulgativo					
A7-Asociación con elementos culturales					
A8-Asociación con elementos naturales					
A9-Estado de Conservación					
A10-Estético y paisajístico					
A11-Vulnerabilidad o natural o Fragilidad					

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
POTENCIAL DE USO					
Parámetro	Nulo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alevado (4)	Muy elevado (5)
B1-Posibilidad de realizar actividades					
B2-Condiciones de observación					
B3-Accesibilidad					
B4-Grado de dificultad de acceso					
B5-Proximidad a centros poblados					
B6-Número de habitantes de la comuna más cercana					
B7-Condiciones socio económicas					
B8-Uso actual					
B9-Peligro de Tsunami					
B10-Posibilidad de recolección de muestras					
<b>Interés didáctico (justificación):</b>					
Carretera asfaltada con aparcamiento autobús			Carretera asfaltada aparcamiento turismo		
Carretera asfaltada sin aparcamiento próximo			Pista sin asfaltar acceso turismo		
Pista sin asfaltar acceso todo terreno			Camino o senda acceso a pie		
Accesos adaptados a discapacitados			Otros		
<b>Distancia del lugar a carretera asfaltada:</b>					
<b>Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:</b>					
<b>Uso actual del suelo:</b>					
<b>Interés NO geológico del lugar</b>					
Minero-industrial		Arqueológico			
Excursionístico o Paisajístico		Arquitectónico			
Histórico o cultural		Etnológico			
Naturalístico		Otro:			
<b>Justificación del interés no geológico:</b>					
<b>Infraestructura logística</b>					
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km					
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km					

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
NECESIDAD DE PROTECCIÓN					
Parámetro	Nulo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Elevado (4)	Muy elevado (5)
C1-Amenazas actuales o Potenciales					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

C2-Situación legal actual					
C3-Interés por la extracción Minera					
C4-Régimen de Propiedad					
C5-Fragilidad o Vulnerabilidad					
<b>Propiedad del terreno:</b>					
<b>Calificación urbanística (%)</b>					
Rural preservado de su transformación urbanística:					
Rural no preservado de su transformación urbanística:					
Urbano:					
<b>Instrumentos jurídicos de protección existentes</b>					
Referencia y fecha:					
Enlace URL:					
<b>Protección física o indirecta</b>					
Lugar fácilmente accesible pero situado lejos de sendas y camuflado por la vegetación					
Lugar fácilmente accesible, solo camuflado por la vegetación					
Lugar carente de todo tipo de protección indirecta					

<b>DOCUMENTOS</b>
<b>Fotografías con descripciones (Fig. 13-16):</b>
<b>Adquisición de datos en campo:</b>
<b>Adquisición de datos por bibliografía:</b>
<b>Autor(es) de la propuesta del lugar:</b>

Anexo 5. Ficha para la descripción de procesos y materiales ígneos efusivos.

**Contexto/Área**

Distensiva	Magmatismo profundo	Compresiva	Otras
<b>Serie:</b>			
Toleítica	Alcalina	Calcoalcalina	Otras
<b>Litología:</b>			
Riolita	Dacita	Traquita	Traquita con Foides/Ol
Traquita con Qtz	Latita	Latita con Foides/Ol	Latita con Qtz
Andesita	Andesita con Foides/Ol	Andesita con Qtz	Basalto
Basalto con Foides/Ol	Basalto con Qtz	Fonolita	Basanita/Tefrita
Fonolita tefrítica	Tefrita/Basanita fonolítica	Feldespatoidita	Lamproitas
Otras (especificar):			
<b>Texturas:</b>			
Afanítica	Vítrea	Porfídica	Vesicular
Amigdalar	Fluidal	Perlítica	Felsítica
Esferulítica	Piroclástica	Soldada	Otras (especificar):
<b>Observaciones sobre la petrografía y petrogénesis de las rocas efusivas</b>			
<b>Materiales lávicos:</b>			
Masivos (coladas)	Lavas "pahoehoe"	Lavas "aa"/malpais	<i>Pillow-lavas</i> - Lavas almohadilladas
<b>Materiales piroclásticos:</b>			
Bloques	Bombas	<i>Lapilli</i>	Ceniza <i>grues</i>
Ceniza fina	<i>Tefra</i>	Roca piroclástica	Tuffitas
Epiclastitas	Ignimbritas	Flujos	<i>Surges</i>
de caída	Otros (especificar):		
<b>Materiales asociados:</b>			
Xenolitos (arrastrados)	Gaseosos (fumarolas)	<i>Spatters</i>	Otros (especificar):

Observaciones sobre la petrografía y petrogénesis de las rocas efusivas

Contenido mineralógico

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 6. Ficha para la descripción de procesos y materiales ígneos intrusivos.*

**Contexto/Área:**

Distensiva	Compresiva	Anorogénico	Otras (especificar):
<b>Serie:</b>			
Toleítica	Alcalina	Calcoalcalina	Otras (especificar):
<b>Quimismo:</b>			
Ultrabásico	Básico	Intermedio	Ácido
<b>Litología:</b>			
Granito	Granodiorita	Tonalita	Sienita
Sienita con Qtz	Sienita con Foide/Ol	Monzonita	Monzonita con Qtz
Monzonita Foide/Ol	Diorita	Diorita con Qtz	Diorita con Foide/Ol
Gabro	Gabro con Qtz	Gabro con Foide/Ol	Norita
Troctolita	Anortosita	Charnockita	Monzosienita
Monzodiorita	Monzogabro	Foidolita	Cuarzolita o silexita
Carbonatita	Lamprófidos	Peridotita	Dunita
Piroxenita	Hornblendita	Pórfidos	Otras:
<b>Texturas:</b>			
Grano fino	Grano medio	Grano grueso	Porfídica
Aplítica	Ofítica	Pegmatítica	Dolerítica
Cumulativas	Gráficas	Pertíticas	<i>Rapakivi</i>
Orbicular	Ocelar	Bandeada	Gabroidica
Granular	Poiquilítica	Mirmequítica	
<b>Observaciones sobre la petrografía y petrogénesis de las rocas intrusivas</b>			
<b>Macroestructura:</b>			
Plutón	Batolito	Stock	Bolsada
Lacolito	Lopolito	Facolito	Conolito
Apófisis	Lámina	Fión-capa	Dique
Sill	Cone-sheet	<i>Ring-dike</i>	Otras (especificar):
<b>Microestructuras:</b>			
Glándulas	Amígdalas	Nódulos	Grumos
Xenolitos	Gabarros	<i>Schlieren</i>	Flevitas
Brechas	Stockwork	Mezclas	Otras
<b>Observaciones sobre las morfologías intrusivas:</b>			
<b>Facies</b>			
Número	Zonado normal	Zonado inverso	Zonado

Observaciones sobre las facies

Contenido mineralógico

Anexo 7. Ficha para la descripción de procesos y materiales sedimentarios.

<b>Medios sedimentarios continentales</b>			
Eólico	Glaciar	Periglaciar	Fluvial
Abanico aluvial	Lacustre	Palustre	Vertiente
<b>Medio sedimentario mixto-transición</b>			
Playa-Isla barrera	Acantilado	Deltaico	Llanura mareal
Estuario	Lagoon	Evaporítico	Costero
<b>Medios sedimentarios marinos</b>			
Arrecifal	Plataforma siliciclástica	Plataforma carbonatada	
Banco	Talud – Cañón submarino	Abanico submarino	
Abisal-batial	Depresión oceánica	Plataforma	
<b>Observaciones sobre los medios sedimentarios:</b>			
<b>Geometría de las capas:</b>			
Agradantes	Progradantes	Retrogradantes	Solapantes expansivas
Downlap	Tabulares	Cuneiformes	Otra:
<b>Polaridad:</b>			
Discordancia	Límite de secuencia	Inconformidad:	
Contacto mecánico			
<b>Sucesión litológica:</b>			
Turbidítica	Cíclica	Molasa	Estratocreciente
Estratodecreciente	Granocreciente	Granodecreciente	Otra:
Observaciones sobre las sucesiones litológicas:			
<b>Estructuras sedimentarias:</b>			
Grietas	Gotas	<i>Ripple marks</i>	Dunas
Volcanes	<i>Hardground</i>	<i>Flute casts</i>	<i>Tool marks</i>
Canales	Granoclasificación d.	Granoclasificación inv.	Laminación cruzada
Estratificación cruzada	Laminación paralela	<i>Chevron</i> (Cola de pez)	<i>Convolute lamination</i>
<i>Sand-waves</i>	<i>Hummocky</i>	Olistolitos	<i>Slumps</i>
Bioturbación-bioerosión	Diques	Travertínica	Superconos
Brechas intraformacionales			Otras estructuras sedi:
Bioconstrucciones y domos microbianos			
<b>Origen de las estructuras sedimentarias:</b>			Origen biológico
Corrientes	Mareas	Oleaje	
Viento	Coladas de fango ( <i>mudflows</i> )	Flujos de derrubios	
Flujo granular	Flujo fluidificado	Flujo turbidítico	
<b>Observaciones sobre las estructuras y su origen:</b>			
<b>Litología:</b>			
Conglomerado	Brecha	Arena	Arenisca
Arenisca calcárea	Limo/Limolita	Arcilla/Argilita	Marga
Margocaliza	Caliza margosa	Caliza	Dolomía
Yeso	Halita	Carniola	Radiolarita
Diatomita	Laterita	Bauxita	Sílex
Fosfato	Carbón	Hidrocarburos	Carbonatos
Ruditas	Arenitas	Lutitas	Evaporitas
Alumínico-ferricas	Silíceas químicas	Organógenas	
Observaciones sobre las litologías:			
<b>Contenido fósil:</b>			
Ammonoideos	Otros Cefalópodos	Bivalvos	
Gasterópodos	Braquiópodos	Graptolitos	Trilobites
Equinoideos	Briozoos	Arqueociatos	Cnidarios (Corales)
Esponjas	Estromatopóridos	Insectos	Peces
Anfibios	Reptiles	Aves	Ícnitas
Mamíferos	Homínidos	Ostrácodos	Otros Artrópodos
Foraminíferos	Conodontos	Radiolarios	Cocolitofóridos
Microvertebrados	Moluscos	Algas	Otros vetales

*Anexo 8. Ficha para la descripción de procesos y materiales metamórficos.*

**Tipo de metamorfismo:**

<b>Orogénico</b>	Enterramiento	Fondo oceánico	Hidrotermal
Contacto	Dislocación	Impacto	Regional
Dinámico	Térmico		

**Grado de metamorfismo:**

Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
----------	------	-------	------	----------

**Facies metamórfica:**

Zeolitas	Esquistos verdes	Anfibolitas de albita-epidota (Ab-Ep)	
Anfibolitas almandínicas	Prehnita-Pumpellyita	Esquistos azules	Eclogitas
Granulitas	Corneana Ab-Ep	Corneana anfibólica	Corneana piroxénica
Sanidinitas	Anfibolitas		

**Protolito:**

Pelítico	Máfico/Básico	Cuarcítico	Cuarzo-feldespático
Carbonatado calizo	Magnesiano	Calcosilicatado	Ultramáfico
Ferruginoso	Carbonoso	Bauxítico	Otro

**Litología:**

Pizarras	Filitas	Esquistos	Cuarzo-esquistos
Mica-esquistos	Ortogneises	Paragneises	Migmatitas
Corneanas	Pizarras mosqueadas	Cuarcitas	Mármoles de calcita
Mármoles dolomíticos	Esquistos verdes	Anfibolitas	Granulitas
Esquistos azules	Eclogitas	Serpentinitas	Cloritocitas
Talcocitas	Brechas de falla	Cataclasitas	Milonitas
Kakiritas	Pseudotaquilitas	Rodingitas	Antracitas
Gneises		Metaconglomerados	

Observaciones sobre las litologías:

**Textura:**

Granoblástica	Idioblástica	Hipidioblástica	Xenoblástica
Lepidoblástica	Nematoblástica	Cristaloblástica	Porfidoblástica
Nodulosa	Corona de reacción	Brechoide	Cataclásticas
Milonítica	Vítrea	Rotacionales	Otras

**Texto-estructura:**

Maculosa	Granuda	Flebítica	Cataclástica
Gnéisica	Estromática	Foliada	Crenulada
Agmática	Surreítica	Esquistosa	Mallada
<i>Folded</i>	Ptigmática	Oftalmítica	Stictolítica
<i>Schlieren</i>	Nebulítica	Otras:	

Observaciones sobre las texturas y texto-estructuras:

Contenido mineralógico

Contenido fosilífero

*Anexo 9. Ficha para la descripción de fenómenos deformativos.*

**Estilo de deformación:**

Rígida	Plástica	Por gravedad	Combinada o mixta
<b>Estructuras mayores de deformación:</b>			
fallas normales	fallas inversas	fallas mixtas	fallas verticales
fallas de desgarre dex	fallas de desgarre sin.	fallas conjugadas	fallas onduladas
sistema de fallas	falla aislada	otras fallas	orientación falla
plano de falla	estría de falla	arrastres de falla	mineralizaciones
rocas de falla	<i>roll-over</i>	milonitas	cizalla
cabalgamiento	ventana	cabalgamiento isleo	imbricaciones
diaclasas extensión	diac. de compresión	diac. descompresión	diac. <i>gash joint</i>
diaclasas radiales	diaclasas paralelas	diaclasas conjugadas	diac. subortogonales
diaclasas asociadas a fallas normales		diaclasas id. inversas	diaclasas Id. desgarre
diaclasas abiertas	diaclasas rellenas	diaclasas irregulares	diaclasas concéntricas
suturas estilolíticas	anticlinal/antiforme	sinclinal/sinforme	anticlinorio
sinclinorio	<i>horst</i>	fosa ( <i>graben</i> )	escamas
Manto de Corrimiento	diapiro	pliegue-falla	pliegues
Orientación eje pliegue:	ángulo isoclinal	ángulo apretado	ángulo cerrado
ángulo abierto	ángulo suave	superficie axial recta	superf. axial inclinada
Superf. axial tumbada	Sup. axial recumbente	Olistostromas	pliegues anisópacos
pliegues isópacos- paralelos	Pliegues de gravedad	fallas tendidas:	Otras estructuras:
<b>Estructuras menores de deformación:</b>			
Micropliegues	Microfracturas	Foliación continua	Foliación espaciada
Foliación disjunta	Foliación crenulación	Orientación foliación	Lineación
Lineación superficial	Lineación penetrativa	Lineación estructural	Lineación mineral
<i>Boudinage</i>			
<b>Componentes lineación:</b>	Orientación lineación:		<i>Mullions</i>
<i>Rodings</i>	Objetos deformados	Otras estructuras menores:	
<b>Observaciones generales sobre las estructuras de deformación:</b>			
<b>Movimientos del terreno:</b>			
Deslizamientos	Desprendimientos		Hundimientos
Avenidas e inundaciones	Otros movimientos del terreno:		

Observaciones sobre la deformación de las rocas:

Anexo 10. Ficha para la descripción de rasgos geomorfológicos.

**Elemento y formas estructurales**

Escarpe de falla	Superficie estructural exhumada		
Escarpe de línea de falla	Superficie subestructural (retoques de erosión /sedimentación)		
Relieve conforme anticlinal	Escarpes en capas horizontales, graderíos		
Relieve conforme sinclinal	Escarpes en capas monoclinales,	cuestas	
Relieve invertido	Crestas, barras	Otras:	
Observaciones sobre los elementos y formas estructurales:			
<b>Elemento y formas volcánicas</b>		Cono de piroclastos	Anillo de piroclastos
Domo exógeno/endóg.	Disyunción columnar	Chimenea	Fumarola, geiser
Cráter de explosión	Estrato-volcán	Pitón	Caldera
Cráter con lago	Malpaís lávico	Colada de lava	Lago de lava
Maar	Gruta, jameo, tubo	Espeleotemas en grutas	Otras:

Vertiente regularizada	Derrubios ordenados	Reptación
Vertiente con bloques	Derrumbe/avalancha	Lóbulos/coladas de soliflucción
Coluvión	Deslizamientos	Terracillas
Cono/talud de derrubios	Flujo de derrubios	Otros:

Observaciones sobre los elementos y formas volcánicas:

**Morfogénesis gravitacional**

Observaciones sobre las morfologías gravitacionales:

**Morfogénesis fluvial y de escorrentía superficial**

Barrancos	Rápidos	Fondo de valle	Terraza
Sufusión, <i>piping</i>	Cascada	Rambla	Sistema de terrazas
Cárcavas, bad lands	Marmitas de gigante	Llanura de inundación	Terraza erosiva
Escarpe fluvial	Canales braided	Albardón, dique, <i>levée</i>	Terraza no cíclica
Captura	Canal meandriforme	Derrame de canal	Terraza travertínica
Valle fluvial	Canales anastomosados	Valle colgado	Hombreira, rellano
Meandro abandonado	Cono de deyección	<i>Rock levees</i>	Garganta, cañón
Relleno de vaguada	Abanico aluvial	Otras:	

Observaciones sobre las morfologías fluviales:

**Morfogénesis glaciar**

Glaciar / helero	Umbral	Cono proglaciar	Cono proglaciar
Aguja, <i>horn</i>	Rocas aborregadas	Manto proglaciar	Collado de difluencia
Circo	Pulimentos y estrías	Terraza proglaciar	Collado de transfluencia
Valle glaciar	Morrena de fondo	Morrena lateral/central	Cubeta/lago colmatado
Cubeta de sobreexcavación	Garganta subglaciar	Morrena frontal	Bloques erráticos
Lago, ibón	Depósito de obturación, kame	Depósito fluvio-glaciar	Depósito de till

Observaciones sobre las morfologías glaciares:

<b>Morfogénesis periglaciar</b>	Nicho, circo nival	Vertiente de bloques	Reptación, <i>creep</i>
Césped almohadillado	Morrena de nevero	Canchal, pedriza	Suelos estriados
Turbera	Guirnalda de piedra	Hidrolacólito, pingo	Bloques de arrastre
Superficie, rellano de crioplanación	Talud o cono de derrubios	Sendas de ganado, terracillas	Movimiento complejo Anillos, círculos de piedra
Corredores y conos de avalancha	Derrubios ordenados, <i>grèzes litées</i>	Glaciar de rocas	Corredor, río de rocas
Suelos poligonales	Otros:	Geliflucción	Flujos, lóbulos

Observaciones sobre las morfologías periglaciares:

**Morfogénesis eólica**

Eolizaciones de la roca	Dunas parabólicas	Campo o cordón de dunas
Cubetas de deflación	Barjanes	Campo de dunas con vegetación

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Dunas longitudinales	Dunas transversales	Campo de dunas fósiles
Dunas trepadoras o rampantes	Manto eólico	Surcos interdunares, corrales
Ventifactos, pavimento de cantos	Loess	Ripples
Observaciones sobre las morfologías eólicas		

### Morfosistema lacustre y endorréico

Charca permanente	Área endorreica con salinización superficial, playa salina	
Charca estacional	Área pantanosa	Ojos de agua
Laguna permanente	Turbera	Terraza lacustre
Área endorreica, playa, encharcamiento	temporal	Otras:

Observaciones sobre las morfologías lacustres y endorreicas:

### Morfosistema litoral

Isla, islote	Terraza marina	Boca de albufera, grao	Delta sumergido de flujo o de reflujos
Peñón	Cordón litoral	Llanura de marea	
Acantilado	Barra de arena	Llanura de marea arenosa	Llanura deltaica, delta
Acantilado fósil	Flecha litoral		Canal deltaico
Plataforma de abrasión, rasa	Tómbolo	Canal de marea	Canal deltaico abandonado
	Estuario, marisma	Canal de marea abandonado	
Playa de cantos o bloques	Marisma alta, <i>Schorre</i>	Abanico de arena, <i>whasover fan</i>	Albardón, dique, <i>levée</i> deltaico
	Marisma baja fangosa, <i>Slikke</i>		Derrame de canal
Playa de arena	Marisma baja arenosa	Construcción biogénica, arrecife	Turbera
Playa biogénica	Albufera, laguna litoral		Rasa

Observaciones sobre las morfologías litorales:

#### Exokarst en rocas salinas y carbonatadas:

Karst en carbonatos	Campo de dolinas	Aplanamiento karstico, superficie	Sumidero
Karst en yesos	Uvalas	Lapiaz semidesnudo	Surgencia
Karst en otras evaporitas	Lapiaz desnudo	Corredor	Lapiaz cubierto
Polje			Ponor
Cañón, garganta	Valle ciego	Relieve residual, <i>hum</i>	Puente natural
Rellenos kársticos, <i>terra rossa</i>	Dolina en ventana, de hundimiento	Colinas karstificadas, conjunto de relieves	Dolina en karst cubierto, aluviales
Dolina en embudo	Dolina de fondo plano	Microdolinas, <i>kamenitzas</i>	Toba, masa travertínica

Otras morfologías:

<b>Endokarst (cuevas y simas)</b>		<b>Endopseudokarst</b>	
En rocas salinas y carbonatadas		En rocas volcánicas	En otras rocas:
Desarrollo:	Profundidad:	Nº bocas:	Acceso principal:
Estructura de las galerías:			
Actividad hidrológica de las galerías:			
Configuración general:			
<b>Dificultad:</b>	Ninguna	Moderada	Para expertos
<b>Habilitación:</b>	Cavidad turística	Control de acceso	Espeleoturismo
Habilitable	Sumidero	Resurgencia	Derrumbes
Simas	Avenida	Otras:	
<b>Importancia de los espeleotemas:</b>		Baja	Media
<b>Yacimientos en galerías:</b>		Vertebrados cuaternarios y homínidos	Otros

#### Observaciones sobre las morfologías kársticas o pseudoakársticas:

#### Morfologías en rocas cristalinas y silíceas

Pináculo rocoso, <i>tor</i>	<i>Tafoni</i>	Alteraciones, alteritas	Ferruginizaciones
Domo, dorso de ballena	Campos de <i>tafoni</i>	Arenización, <i>lehm</i>	Argilizaciones
Pilas o gnammas	Campos de pilas	Caolinizaciones	Carbonataciones

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Bolos, berrocal	Cerro ruiniforme, caos	Silicificaciones	Depósitos de sales
Disyunción esferoidal	roturas poligonales	Pseudoestratificación	Exfoliación
Plataforma rocosa	Campos de bloques	Dolina rocosa	Surgencias
Crestones	Espeleotemas (ópalo, pigotita, evansita, etc.)		Otras:

Observaciones sobre las morfologías en rocas cristalinas y silíceas

**Otras formas: poligénicas o de difícil adscripción**

Superficie de erosión	Monte isla de cumbre plana	Depresión
Superficie de cumbres, apalachina	Monte isla lineal, cresta, barra	Monte isla con descamación
Glacis de erosión, <i>pediment</i>	Glacis de cobertera, mixto	Techo de piedemonte, rañas
Relieve residual, <i>monadnok</i>	Cerro cónico, mambla	Glacis de vertiente, coluvial
Monte isla, <i>inselberg</i>	Montículo, loma	Fondo de valle de origen mixto
Monte isla con acanaladuras	Monte isla con derrubios	Domo
Cerro ruiniforme, caos	Pináculos, dames coiffés	Otras:

Observaciones sobre otras morfologías

*Anexo 11. Ficha para la descripción de rasgos hidrogeológicos.*

**Acuífero / Masa de agua subterránea:**

<b>Tipo:</b>	Libre	Confinado	Colgado	Mixto
<b>Permeabilidad:</b>	por porosidad	por fracturación	por karstificación	
<b>Litología:</b>	Detrítica	Carbonatada	Ígnea intrusiva	
	Volcánica	Metamórfica no carbonatada	Materiales permeables	
	Mixta u otros materiales		Materiales impermeables	
<b>Zona de infiltración o absorción:</b>				
<b>origen de la entrada de agua:</b>				
Precipitación	Ríos o arroyos	Otros orígenes:		
<b>Lagos y humedales</b>				
<b>Clasificación genética:</b>	Antrópico	Kárstico	Endorréico	
	Glaciar	Tectónico	Otra:	
<b>Régimen hídrico:</b>		Permanente	Estacional	
<b>Surgencias naturales</b>				
<b>Tipo:</b>	Manantial	Manantial vaclusiano	Flujo difuso	Salobre
<b>Ambiente de descarga:</b>	Subaéreo	Cauce	Lago/lhumedal	
	Costero subaéreo	Costero submarino	Otro:	
<b>Caudal estimado l/s:</b>	Medio:	Máximo:	Mínimo:	
<b>Obra antrópica</b>				
Pozo	Excavación	Sondeo	Carácter artesiano	Mina/galería
<b>Dimensiones:</b>		Profundidad	Diámetro medio	Longitud
<b>Usos:</b>		Abastecimiento	Balneario/termal	Recarga/inyección
		Minero-industrial	Minero-medicinal	Otro:
<b>Observaciones sobre aspectos hidrogeológicos:</b>				
Indicadores de antiguos niveles freáticos (p.e. antiguos molinos colgados)				
Indicadores de niveles de avenidas e inundaciones:				
Otras observaciones:				

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 12. Ficha para análisis de yacimientos minerales*

Sustancia(s) explotada(s):			
Asociación mineral:			
Geología del yacimiento o indicio:			
Morfología:		Alteraciones:	
Minerales principales:		Minerales accesorios:	
Minerales de interés:			
<b>Localidad tipo mineralógica</b>	Regional	Internacional (IMA)	
Leyes:	Reservas:		
<b>Estado:</b>	Activa	Intermitente	Abandonada
<b>Labores:</b>	Interior	Cielo abierto	mixtas
Escombreras	Edificaciones mineras s	otras	
<b>Usos alternativos</b>	actuales:		Potenciales:

Observaciones sobre aspectos de yacimientos e indicios minerales:

*Anexo 13. Ficha para la descripción de yacimientos paleontológicos.*

**Características generales:**

Tipo de yacimiento:

Dimensiones del afloramiento en m<sup>2</sup>:

Continuidad lateral	en m:	
Continuidad vertical	en m:	
Yacimiento con significación histórica	Existencia de fósiles característicos	
Existencia de fósiles de facies	Preservación excepcional	
Existencia de nuevos taxones	Existencia de fósiles banales	
Densidad excepcional	Diversidad excepcional	

Yacimiento paleontológico con especies o grupos de especies particulares

Yacimiento paleontológico con abundancia local de fósiles poco comunes

Yacimiento paleontológico con fósiles que presentan rasgos de importancia científica

Yacimiento paleontológico donde la distribución y orientación de los fósiles es de extraordinaria significación

Yacimiento paleontológico con cambios secuenciales en los fósiles

Otros lugares de interés como yacimientos paleontológicos:

**Contenido fosilífero. Macrofauna**

Ammonoideos	Otros Cefalópodos	Bivalvos	Gasterópodos
Braquiópodos	Graptolitos	Trilobites	Equinoideos
Briozoos	Arqueociatos	Cnidarios (Corales)	Esponjas
Estromatopóridos	Insectos	Peces	Anfibios
Reptiles	Aves	Crustáceos	Mamíferos
Homínidos	Otros:	Huellas de vertebrados	Huellas de invertebrados

Otros icnofósiles

**Contenido fosilífero. Microfauna**

Ostrácodos	Conodontos		Radiolarios
Cocolitofóridos	Microvertebrados		Moluscos
Foraminíferos Bentónicos	Foraminíferos Planctónicos		Otros:

**Contenido fosilífero. Macroflora**

Algas	Licofitos	Esfenófitos	Gimnospermas
Angiospermas	Helechos	Otros vegetales	

**Contenido fosilífero. Microflora**

Carofitas	Diatomeas		Estructuras microbianas
Nanoplancton calcáreo	Palinomorfos:		Otros:

**Composición**

Aragonito	Calcita	Dolomita	Sílice
Sulfuros	Fosfato	Carbón	Detrítica
Hidróxidos de hierro	Otra:		

Observaciones sobre yacimientos paleontológicos

*Anexo 14. Fichas descriptivas para colecciones o museos.*

**1. IDENTIFICACIÓN MUSEOS Y COLECCIONES**

Código  
Denominación  
Tipo de Museo:

Museo mineralógico	Museo paleontológico	Museo de la Ciencia	Centro de visitantes/de interpretación
Exo-museo	Museos temáticos	Otros:	
<b>Breve descripción:</b>			
<b>Acceso:</b>	Público	Restringido	No visitable

**Museo mineralógico:** museo donde se exhiben, fundamentalmente, colecciones de minerales. **Museo paleontológico:** museo donde se exhiben, fundamentalmente, colecciones de fósiles.

**Museo de la Ciencia:** museos donde se desarrollan aspectos relacionados con diversas ciencias experimentales.

**Centro de visitantes, Centro de interpretación o Aulas:** centros en los que se expone material geológico o paleontológico ligado a un determinado espacio natural.

**Exomuseo:** museo al aire libre acondicionado para la visita de materiales *in situ*. A menudo incluye también una sala donde se exponen colecciones de elementos extraídos del yacimiento.

**Museos temáticos:** museos de diversa índole que desarrollen algún aspecto relacionado con la geología o la paleontología e incluyen colecciones de interés. Por ejemplo, museos de minería.

**2. LOCALIZACIÓN MUSEOS Y COLECCIONES**

UTM X:	UTM Y:	Huso:	Datum:
Dirección:		Código postal:	
Municipio:	Isla (en su caso):		
Provincia:	Comuna:		
Dominio geológico (GEODE):			

**3. DESCRIPCIÓN MUSEOS Y COLECCIONES I**

**Minerales de interés para colecciones:**

elementos	sulfuros y sulfosales	halogenuros	óxidos e hidróxidos
nitratos	carbonatos	boratos	sulfatos
cromatos	molibdatos	wolframatos	fosfatos
arseniatos	vanadatos	silicatos	compuestos orgánicos

Otros:

**Colecciones temáticas**

De un distrito minero español	De algunos distritos mineros españoles	De casi todos los distritos Mineros españoles	
<b>Observaciones sobre los minerales de interés para colecciones:</b>			
<b>Rocas de interés para colecciones:</b>			
<b>Litologías ígneas intrusivas:</b>			
Granito	Granodiorita	Tonalita	Sienita
Sienita con Qtz	Sienita con Foide/Ol	Monzonita	Monzonita con Qtz
Monzonita Foide/Ol	Diorita	Diorita con Qtz	Diorita con Foide/Ol
Gabro	Gabro con Qtz	Gabro con Foide/Ol	Norita
Troctolita	Anortosita	Charnockita	Monzosienita
Monzodiorita	Monzogabro	Foidolita	Cuarzolita o silixita

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Carbonatita	Lamprófidos	Peridotita	Dunita
Piroxenita	Hornblendita	Pórfidos	Otras:
<b>Litologías ígneas efusivas</b>			
Riolita	Dacita	Traquita	Traquita con Foides/Ol
Traquita con Qtz	Latita	Latita con Foides/Ol	Latita con Qtz
Andesita	Andesita con Foides/Ol	Andesita con Qtz	Basalto
Basalto con Foides/Ol	Basalto con Qtz	Fonolita	Basanita/Tefrita
Fonolita tefrítica	Tefrita/Basanita fonolítica	Feldespatoïdita	Lamproïtas
Otras (especificar):			
<b>Litologías sedimentarias</b>			
Conglomerado	Brecha	Arena	Arenisca
Arenisca calcárea	Limo/Limolita	Arcilla/Argilita	Marga
Margocaliza	Caliza margosa	Caliza	Dolomía
Yeso	Halita	Carniola	Radiolarita
Diatomita	Laterita	Bauxita	Sílex
Fosfato	Carbón	Hidrocarburos	Otras litologías:
<b>Litologías metamórficas:</b>			
Pizarras	Filitas	Esquistos	Cuarzo-esquistos
Mica-esquistos	Ortogneis	Paragneis	Migmatitas
Corneanas	Pizarras mosqueadas	Cuarcitas	Mármoles de calcita
Mármoles dolomíticos	Esquistos verdes	Anfibolitas	Granulitas
Esquistos azules	Eclogitas	Serpentinitas	Cloritocitas
Talcocitas	Brechas de falla	Cataclásitas	Milonitas
Kakiritas	Pseudotaquilitas	Rodingitas	Antracitas
Otras			
<b>Observaciones sobre las rocas de interés para colecciones:</b>			
<b>Meteoritos:</b>			
Pétreos (lititos)	Metálicos (sideritos)	Pétreo-metálicos (siderolitos)	Tectitas

Observaciones sobre los meteoritos:

#### 4. DESCRIPCIÓN MUSEOS Y COLECCIONES II

##### Interés para colecciones. Macrofauna

ammonoideos	otros cefalópodos	bivalvos	gasterópodos
braquiópodos	graptolitos	trilobites	equinodermos
briozoos	arqueociatos	corales	esponjas
estromatopóridos	insectos	peces	anfibios
reptiles	aves	custáceos	mamíferos
homínidos	huellas de vertebrados	huellas de invertebrados	otros icnofósiles

##### Interés para colecciones. Microfauna

ostrácodos	conodontos	radiolarios	cocolitofóridos
foraminíferos bentónicos	foraminíferos	planctónicos	Otros:

##### Interés para colecciones. Macroflora

Algas	Licofitos	Esfenófitos	Gimnospermas
Angiospermas	Helechos	Otros vegetales	

##### Interés para colecciones. Microflora

carofitas	diatomeas	estructuras microbianas
nanoplancton calcáreo	palinomorfos:	Otras:

##### Observaciones sobre los fósiles de interés para colecciones

##### Estructuras orgánicas de interés para colecciones

bioturbación	estromatolitos	bioerosión	Otras:
--------------	----------------	------------	--------

##### Observaciones sobre las estructuras orgánicas de interés para colecciones:

##### Estructuras sedimentarias de interés para colecciones

<i>bounce marks</i>	<i>brush cast</i>	<i>crescent marks</i>	<i>groove cast</i>
<i>prod marks</i>	<i>roll cast</i>	<i>flute cast</i>	<i>ripples</i>

<i>herring bone</i>	estratificación cruzada	estratificación flaser	estratificación lenticular
laminación paralela	laminación <i>convolute</i>	laminación gradada	laminación ondulada
concreciones	nódulos	grietas de desecación	gotas de lluvia
huellas de carga	estilolitos	Otras:	
<b>Estructuras tectónicas menores de interés para colecciones:</b>			
microfracturas	lineación	<i>boudinage</i>	<i>rodings</i>
<i>mullions</i>	micropliegues	Otras estructuras tectónicas	menores:

Estructuras ígneas de interés para colecciones:

Estructuras metamórficas de interés para colecciones:

Observaciones sobre las estructuras de interés para colecciones:

Otros elementos pertenecientes al museo:

Ejemplares más destacados:

Observaciones en relación con la exposición de las colecciones

Anexo 15. Tabla descriptiva de los indicadores de Valor Intrínseco de los geositios.

VALOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN VALOR
VALOR INTRÍNSECO	A1. Grado de conocimiento científico del lugar	Indica que la relevancia geológica e interés científico lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos. Número y tipo de publicaciones disponibles sobre el potencial geositio, que refleja de alguna manera el grado de importancia que le ha atribuido la comunidad científica.
	A2. Rareza o Abundancia Regional	Informa sobre la escasez de rasgos similares al descrito. Número de ocurrencias semejantes en la región de estudio.
	A3. Carácter de localidad tipo o Representatividad	informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características del contexto Geológico. Estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc. Posibilidad del potencial geositio para ser considerado representativo de un proceso geológico dado
	A4. Extensión	Extensión superficial del potencial geositio en m2. Este criterio considera que un geositio es más importante mientras mayor sea su extensión. Pueden existir excepciones
	A5. Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios tipos de interés geológico en el mismo lugar. Número de elementos de interés geológico que se presentan en el potencial geositio (Petroológico, Volcanológico, Hidrogeológico, Geoquímico, etc.). Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la divulgación o ya se utiliza para este fin. Ilustra contenidos curriculares universitarios. Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo o está siendo utilizado
	A6. Contenido Didáctico/Divulgativo	en actividades didácticas universitarias. Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo. Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la divulgación o ya se utiliza para este fin.
	A7. Asociación con otros elementos históricos o etnológicos (tradiciones).	Informa si el lugar goza además de otros elementos de interés no geológico, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes. Presencia de ocurrencias consideradas patrimonio cultural (Hallazgos arqueológicos, históricos, artísticos, etc.).
	A8. Asociación con otros elementos del patrimonio natural.	Informa si el lugar goza además de otros elementos de interés no geológico, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes. Presencia de ocurrencias consideradas patrimonio cultural (Hallazgos arqueológicos, históricos, artísticos, etc.). Ocurrencias de ejemplos particulares de flora y/o fauna
	A9. Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del rasgo. Condiciones de conservación del potencial geositio en el momento de ser caracterizado. Indica la mayor o menor facilidad que ofrece el entorno para observar el rasgo.
	A10. Vulnerabilidad Natural o Fragilidad	Susceptibilidad del potencial geositio a la evolución de los procesos naturales. Indica la facilidad de degradarse del lugar, por sus características intrínsecas (litología, naturaleza o dimensiones).
	A11. Espectacularidad o belleza	Informa de la calidad visual del rasgo. Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien variedad cromática notable. Considerar la singularidad visual de elementos geomorfológicos, calidad panorámica, diversidad de elementos, litología y tonalidades, presencia de vegetación y agua, ausencia de deterioro antrópico, altura y proximidad en relación a los objetos observados.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 16. Tabla descriptiva de los indicadores de Valor de Uso de los geositios.*

VALOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN VALOR
VALOR DE USO	B1. Posibilidad de realizar actividades	Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades de ocio o recreativas, o si también a la potencialidad de uso ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso. Posibilidades turísticas. Posibilidad actividades recreativas. Existen actividades organizadas.
	B2. Condiciones de Observación	Se privilegian los LIG con mejores condiciones de observación. Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés. Con algún elemento que no impide observar el LIG en su integridad, aunque sea con dificultad. Perfectamente observable en su integridad con facilidad.
	B3. Accesibilidad	Prioriza los LIG con mejor disponibilidad de acceso. Este criterio está ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero, en contra, a una mayor facilidad para los actos de vandalismo.
	B4. Grado de dificultad del acceso	Se refiere a los geositios que requieren de alguna exigencia física en la caminata para poder acceder al LIG.
	B5. Cercanía o Proximidad a zonas recreativas o de población	Indica la presencia de zonas de recreo o turísticas cerca del lugar. Ligado tanto al número potencial de visitas y, por contra, a una mayor posibilidad de actos de vandalismo. Lugar situado a menos de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.). Lugar situado a menos de 2 km de un área recreativa. Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa.
	B6. Densidad de población	Ligado al número potencial de visitas, pero, por contra, a la mayor posibilidad de actos de vandalismo. Densidad de población (demanda potencial inmediata). Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km. Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km. Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km.
	B7. Entorno socioeconómico	Informa sobre las condiciones socioeconómicas de la comarca, que pueden favorecer la utilización del lugar como factor de desarrollo local.
	B8. Uso Actual	Se privilegian aquellos geositios con algún tipo de protección legal.
	B9. Riego de Tsunami	Informa de la probabilidad o riesgos de afectación del geositio en caso de Tsunami.
	B10. Posibilidad de recolectar muestras	Prioriza el LIG que presenta capacidad de colección de muestras, sin comprometer el recurso o integridad del patrimonio geológico identificado. Yacimiento paleontológico o mineralógico con escaso valor. Yacimiento paleontológico o mineralógico de gran valor, con numerosos ejemplares y fácil expolio. Yacimiento paleontológico o mineralógico, con escasos ejemplares y fácil expolio.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 17. Tabla descriptiva de los indicadores de Valor de Protección de los geositios.*

VALOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN VALOR
VALOR DE PROTECCIÓN	C1. Amenazas actuales o potenciales	Este indicador pretende validar el daño del geositio asociado al desarrollo de expansión poblacional, urbanística, industrial, etc...
	C2. Situación Legal Actual	Se privilegian los LIG que no poseen ningún tipo de protección legislativa. Lugar situado en parques nacionales o naturales, reservas naturales u otra figura con plan de ordenación y guardería; Lugar con figura de protección no sujeta a plan de ordenación y sin guardería; también bienes de interés cultural en razón a su contenido paleontológico/arqueológico; Lugar situado en suelo rural preservado de su transformación mediante la urbanización, por la ordenación territorial y urbanística; Lugar carente de figura alguna de protección.
	C3. Interés por la Extracción	Sustancia sin interés o de escaso interés y sin explotaciones en la zona. Sustancia de escaso o moderado interés y de la que ya hay explotaciones alternativas en la zona. Sustancia de gran interés y de la que ya hay explotaciones alternativas en la zona. Sustancia de gran interés y de la que no hay explotaciones alternativas en la zona 1.
	C4. Régimen de Propiedad	Informa sobre el dueño de la propiedad del terreno. Se priorizan los LIG en suelo público.
	C5. Fragilidad	Este criterio privilegia a los LIG, que presentan mayor capacidad de resistencia a la intervención humana o antrópica.

Anexo 18. Tabla para la cuantificación de los indicadores de valor intrínseco (Vi) de los geositios.

<b>A. Cuantificación Indicadores de Vi de geositios</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Opciones</b>
A1 Grado de conocimiento científico	5	Citado en más de una tesis académica de doctorado, capítulo de libro o más de un artículo en revistas científicas internacionales
	4	Citado en una tesis de doctorado o magister o en un artículo en una revista internacional o más de 5 artículos en revistas nacionales
	3	Citado en un artículo de revista internacional y 4 artículos de revistas nacionales
	2	Citado en revistas nacionales o un artículo en revistas regionales o locales
	1	No existe alguna referencia sobre el lugar seleccionado
A2 Abundancia a nivel regional	5	Solo existe un ejemplo en el área analizada
	4	Existen 2 o 4 mejores ejemplos
	3	Existen entre 5 a 10 ejemplos
	2	Existen entre 11 a 20 ejemplos
	1	Existen más de 20 ejemplos
A3 Lugar tipo Representatividad	5	Reconocido como lugar tipo
	3	Lugar tipo secundario
	1	No es reconocido como lugar tipo
A4 Extensión	5	Superior a 1.000.000 m <sup>2</sup>
	4	100.000-1.000.000 m <sup>2</sup>
	3	10.000-100.000 m <sup>2</sup>
	2	1.000-10.000 m <sup>2</sup>
	1	Menor a 1.000 m <sup>2</sup>
A5 Diversidad de elementos geológicos	5	Se observan 4 o más elementos geológicos
	4	Se observan 3 elementos geológicos
	3	Se observan 2 elementos geológicos
	2	Solo se observa 1 elemento geológico
	1	No se aprecia ningún elemento geológico
A6 Capacidad Didáctica	5	Muy útil e ilustrativo. Es posible usarlo para fines didácticos para cualquier tipo de público
	4	Buena utilidad pedagógica para persona con conocimientos básicos
	3	Puede ser utilizados para fines didácticos
	2	Baja utilidad pedagógica
	1	Sin interés pedagógico
A7 Asociación con elementos de índole cultural	5	Existe en el lugar o en las inmediaciones evidencias de interés arqueológico o de otro tipo
	4	Existe evidencia arqueológica o de otro tipo
	3	Existen vestigios arqueológicos
	2	Existen elementos de interés no arqueológico
	1	No existen elementos de interés cultural
A8 Asociación con elementos del medio natural	5	Fauna y flora de importancia por su abundancia, o presencia de especies de especial interés
	3	Presencia de flora y fauna de interés moderado
	1	Ausencia de elementos naturales de interés

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>A. Cuantificación Indicadores de Vi de geosítios</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Opciones</b>
A9 Estado de conservación	5	No hay daño visible, bien conservada
	4	Deterioro leve pero aún mantiene las características geológicas esenciales
	3	Dañado, pero preserva las características geológicas esenciales
	2	Dañado como resultado de procesos naturales
	1	Muy deteriorada como resultado de actividades humanas o antrópicas
A10 Vulnerabilidad natural o Fragilidad	5	La evolución natural del lugar no afecta al potencial geosítio
	3	La evolución natural puede afectar, más sin perder lo importante
	1	La evolución de los procesos naturales causa daños graves
A11 Estético o Paisajístico	5	Considerar la singularidad visual de elementos geológicos, calidad panorámica, diversidad de elementos, litología y tonalidades, presencia de vegetación y agua, ausencia de deterioro antrópico, altura y proximidad en relación a los objetos observados.
	3	
	1	

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Anexo 19. Tabla para la cuantificación de los indicadores de valor de uso (Vu) de los geositios.

<b>B. Cuantificación Indicadores de Vu de geositios</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Opciones</b>
<b>B1</b> Posibilidad de realizar actividades	5	Es posible realizar actividades científicas y pedagógicas
	3	Es posible realizar actividades científicas o pedagógicas
	1	Es posible realizar otro tipo de actividades
<b>B2</b> Condiciones de observación	5	Óptimas, pueden ser observadas e identificadas sin dificultad
	4	Buena para todas las características geológicas relevantes
	3	Razonables, buena visibilidad, pero hay que moverse alrededor para una observación completa
	2	Limitada por árboles o vegetación
	1	Deficientes
<b>B3</b> Accesibilidad	5	Acceso por bus en rutas nacionales o locales y a menos de 100 metros del camino
	4	Acceso por auto en rutas locales en buen estado y a menos de 500 metros del camino
	3	Acceso por 4x4 y a menos de 500 metros de camino o huella
	2	Acceso a pie a más de 500 metros desde el vehículo
	1	Acceso a pie a más de 1 km desde el vehículo
<b>B4</b> Grado de dificultad del acceso	5	Bajo, para cualquier persona
	4	Mediana-Bajo, para personas afines con caminatas
	3	Medio, Personas con buen estado físico y con cierta practica de montaña
	2	Difícil, Personas con buen estado físico y con experiencias de caminatas de media montaña
	1	Muy difícil, personas con experiencias en caminatas de alta exigencia y/o solo con equipos especiales
<b>B5</b> Proximidad a centros poblados	5	Existe una población con más de 10000 habitantes y oferta de servicios variada a menos de 1 km
	4	Existe una población con más de 10000 habitantes y oferta de servicios variada a menos de 3 km
	3	Existe una población con oferta de servicios entre 3 y 10 km
	2	Existe una población con oferta de servicios entre 10 y 20 km
	1	Solo existe una población con oferta de servicios a más de 30 km
<b>B6</b> Número de habitantes de la comuna	5	Más de 100.000 habitantes
	4	Entre 50.000 y 100.000 habitantes
	3	Entre 25.000 y 50.000 habitantes
	2	Entre 10.000 y 25.000 habitantes
<b>B7</b> Condiciones socio-económicas	5	El nivel de rendimiento per cápita y de educación del área son superiores a la media regional
	3	El nivel de rendimiento per cápita y de educación del área es equivalente a la media regional
	1	El nivel de rendimiento per cápita y de educación del área es menor a la media regional
<b>B8</b> Uso Actual	5	Promovido y usado como lugar de interés geológico
	4	Promovido y usado como lugar de interés natural o cultural
	3	Promovido y usado como lugar de interés paisajístico
	2	Sin divulgación, pero es usado
	1	Sin divulgación ni uso

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
 Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<i>B9</i> <i>Peligro</i> <i>Tsunamis</i>	5	<i>Nulo</i>
	4	<i>Bajo</i>
	3	<i>Moderado</i>
	2	<i>Alto</i>
	1	<i>Muy Alto</i>
<i>B10</i> <i>Posibilidad de</i> <i>recolectar</i> <i>objetos</i>	5	<i>Posible la recolección de rocas, fósiles y minerales sin dañar al lugar seleccionado</i>
	4	<i>Posible la recolección de rocas, fósiles o minerales sin dañar al lugar seleccionado</i>
	3	<i>Posible recolección de alguna muestra, pero con restricciones</i>
	2	<i>Posible recolección de algunas muestras, pero perjudicando al lugar seleccionado</i>
	1	<i>No es posible recolectar muestras</i>

Anexo 20. Tabla para la cuantificación de los indicadores de valor de protección (Vp) de los geositios.

<b>C. Cuantificación Indicadores de Vp de geositios</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Opciones</b>
<b>C1</b> <i>Amenazas actuales o potenciales</i>	5	<i>Zona rural, no sujeta a desarrollo urbano o industrial ni a construcción de infraestructuras y sin perspectiva de estar sometidas a tales intervenciones.</i>
	3	<i>Zona de carácter intermedio, no está previsto un desarrollo urbano industrial concreto, pero hay posibilidades en el futuro.</i>
	1	<i>Zona incluida en área de expansión urbana e industrial.</i>
<b>C2</b> <i>Situación legal actual</i>	5	<i>Lugar dentro de un área protegida.</i>
	3	<i>Lugar incluido en un área de protección legal.</i>
	1	<i>Lugar sin ningún tipo de protección legal.</i>
<b>C3</b> <i>Interés por la extracción</i>	5	<i>Zona sin interés por la extracción.</i>
	4	<i>Zona con potencial interés por la extracción.</i>
	3	<i>Zona con reserva importantes de bajo valor, pero no está prevista su exploración inmediata.</i>
	2	<i>Zona con interés para la extracción, en que está prevista la extracción.</i>
	1	<i>Zona con gran interés para la extracción, con exploraciones y/o licencias activas.</i>
<b>C4</b> <i>Régimen de propiedad</i>	5	<i>Terreno del Estado.</i>
	4	<i>Terreno de propiedad municipal.</i>
	3	<i>Terreno parcialmente público y privado.</i>
	2	<i>Terreno privado perteneciente a un solo propietario.</i>
	1	<i>Terreno privado perteneciente a varios propietarios.</i>
<b>C5</b> <i>Fragilidad</i>	5	<i>Aspecto geomorfológico que por su tamaño es difícilmente afectado de manera importante por actividades humanas.</i>
	4	<i>Grandes estructuras geológicas afectadas por actividades humanas, pero por su magnitud su destrucción es poco probable.</i>
	3	<i>Sitio que puede ser destruido en parte por intervenciones humanas no muy intensivas.</i>
	2	<i>Sitio que puede ser fácilmente destruido por intervenciones humanas poco agresivas.</i>
	1	<i>Sitios pequeños, afloramiento de minerales o afloramiento fosilífero que pueden ser destruidos por pequeñas intervenciones humanas debido a su fácil depredación.</i>

*Anexo 21. Informe tipo de los 17 que se realizaron para completar el inventario del patrimonio geológico del área de estudio.*

**APARTADOS RELEVANTES DEL ‘INFORME PATRIMONIO GEOLÓGICO’ ampliar. Hay que describir el anexo.**

## 5. Descripción y valoración de los geositos.

### Geosito N° 20: Playa de Yani.

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
<b>1.-IDENTIFICACIÓN</b>					
Breve descripción y fotografías: El geosito número 20 se encuentra en la zona costera de la comuna de Arauco. En este lugar es posible observar un extenso afloramiento que corresponde a la Fm. Millongue, próximo a la zona de contacto concordante con la Fm. Trihuco (Figura N°1).					
<b>¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación?</b>					No.
¿Dónde se encuentran?					No aplica.
<b>¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno?</b>					
Pesca artesanal y deportiva.					
<b>2.-LOCALIZACIÓN</b>					
UTM X: 620131 E.	UTM Y: 5863075 N.	Huso: 18 H.	Datum: WGS 1985.		
Hoja(s) 1:25.000:	No encontrada.				
Hoja 1:200.000:	No encontrada.				
Paraje:	Caleta Yani.				
Municipio:	Arauco.	Isla: No aplica.			
Comuna:	Arauco.				
Región:	Del Biobío.				
Descripción del itinerario de acceso: (Figura N°2.) Se toma como punto de partida la zona urbana de la comuna de Lebu. En este lugar se sigue la ruta P-40 en dirección norte una distancia de 31 km aproximadamente, hasta la localidad de Frutillar, lugar en donde se vira hacia el poniente por la ruta P-358 por un poco más de 8 km, siguiendo la señalización hasta llegar a la Caleta Yani (Figura.N°3). En este punto es necesario seguir un tramo a pie hasta llegar al lugar donde se levantó la columna estratigráfica, por un sendero que bordea el cerro en dirección norte, una distancia de 210 m.					
<b>3. FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO</b>					
<b>Cota (m s.n.m.):</b>	Máx: 93	Min: 0	Media: 46.5		
<b>Tipo superficie:</b> Costera					
<b>Entorno socioeconómico:</b> Comuna con índices de renta <i>per cápita</i> , educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional					
<b>4. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b>					
<b>Contextos Geológicos:</b> Sedimentación marina.					
<b>Edad del Rasgo:</b> Límite inferior: Eoceno Medio. Límite superior: Eoceno Superior.					
<b>Edad de las rocas encajantes:</b> No aplica.					
<b>Columna geológica:</b> Figura N°4: Columna estratigráfica levantada en el geosito.					
FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
<b>5. VALOR INTRÍNSECO*</b>					
Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
A1-Grado de conocimiento científico					✓
A2-Rareza o Abundancia Regional			✓		
A3-Lugar tipo o representatividad			✓		
A4-Extensión			✓		

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:

Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

A5-Diversidad de elementos geológicos				✓	
A6-Contenido Didáctico/Divulgativo					✓
A7-Asociación con elementos culturales	✓				
A8-Asociación con elementos naturales			✓		
A9-Estado de Conservación				✓	
A10-Estético y paisajístico			✓		
A11-Vulnerabilidad natural o Fragilidad					✓

**Interés geológico principal:** Estratigráfico

Justificación: Las rocas que afloran en esta localidad corresponden a rocas sedimentarias de la Fm. Millongue. Estas rocas se observan claramente dispuestas en capas, bien preservadas, de una extensión importante, con buena continuidad lateral, pocos tramos cubiertos, afectada levemente por estructuras, las que no impiden una fácil toma de datos (Figura N°5).

**Interés geológico secundario:** Sedimentológico, Litoral, Paleontológico, Historia de la geología.

Justificación: El interés litoral de la zona se justifica justamente porque se encuentra en una zona costera. El cambio granulométrico vertical en la columna y la presencia de estructuras sedimentarias (Figura N°6) en la roca, son de interés sedimentológico. Se encontraron también trazas fósiles impresas en las areniscas, lo que justifica un interés paleontológico (Figura N°7). Además, el análisis de la columna estratigráfica (Figura N°4) es útil para comprender la historia geológica que se ha desarrollado en esta zona.

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA

**6. POTENCIAL DE USO\***

Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
B1-Posibilidad de realizar actividades					✓
B2-Condiciones de observación			✓		
B3-Accesibilidad				✓	
B4-Grado de dificultad de acceso				✓	
B5-Proximidad a centros poblados	✓				
B6-Nro.habitantes de comuna más cercana			✓		
B7-Condiciones socio económicas	✓				
B8-Uso actual		✓			
B9-Peligro de Tsunami	✓				
B10-Posibilidad de recolección de muestras				✓	

**Interés didáctico (justificación):** El interés geo-didáctico principal radica en la clara disposición de la roca en capas, la calidad tanto del afloramiento como de los lugares en que puede observarse, sumado a que se puede llegar a interactuar cercanamente con la roca, permitiendo que el geositio sirva para explicar gráficamente los procesos que generan una roca sedimentaria (Figura N°8).

**Acceso:** Pista sin asfaltar acceso turismo.

**Distancia del lugar a carretera asfaltada:** 8.1 km.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:</b> Entre 40 y 50 minutos (ida).					
<b>Uso actual del suelo:</b>	Forestal (%)	Ganadero (%)	Agrícola (%)	Urbanizado (%)	Turístico (%)
					100
<b>Interés no geológico del lugar:</b> Excursionístico o paisajístico, naturalístico.					
Justificación: El geosito posee una extensa playa, donde puede observarse flora y fauna en ausencia de una actividad antrópica de importancia (Figura N°9)					
<b>Infraestructura logística:</b>					
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km					<input type="checkbox"/>
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km					<input type="checkbox"/>
<b>FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA</b>					
<b>7. NECESIDAD DE PROTECCIÓN*</b>					
Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
C1-Amenazas actuales o Potenciales			✓		
C2-Situación legal actual					✓
C3-Interés por la extracción Minera					✓
C4-Régimen de Propiedad					✓
C5-Fragilidad o Vulnerabilidad				✓	
<b>Propiedad del terreno:</b>	Pública: 100%		Privada: 0%		
<b>Calificación urbanística:</b>					
Rural preservado de su transformación urbanística: 100%					
Rural no preservado de su transformación urbanística: 0%					
Urbano: 0%					
<b>Instrumentos jurídicos de protección existentes:</b> Se desconoce.					
Referencia y fecha: ---					
Enlace URL: ---					
<b>Protección física o indirecta:</b> Lugar carente de todo tipo de protección indirecta.					
<b>8. DOCUMENTOS.</b>					
Para el geosito en descripción se adjuntan los siguientes documentos. Figura N°1: Vista panorámica del geosito. Figura N°2: Itinerario de acceso. Figura N°3: Caleta Yani, inicio del tramo de la ruta a pie. Figura N°4: Columna estratigráfica levantada en el geosito. Figura N°5: Falla afectando la roca sedimentaria. Figura N°6: Estructura sedimentaria: Laminación convoluta. Figura N°7: Traza fósil: Burrows. Figura N°8: Fotografía ilustrativa de la cercanía al afloramiento a la que puede llegarse. Figura N°9: Flora y fauna silvestre del lugar. Figura N°10: Fragmentos de arenisca más gruesa en arenisca fina. Figura N°11: Estructuras sedimentarias. Figura N°12: Traza fósil: Burrows.					
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.</b>					
La bibliografía se detalla en el apartado "5. Bibliografía" del presente informe, el que contiene las referencias generales para todos los geositos					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*En las secciones 5, 6 y 7 de la presente ficha los conceptos "Nulo", "Bajo", "Medio", "Elevado", y "Muy elevado" representan un valor numérico de 1,2,3,4 y 5, respectivamente, para el cálculo que se hará más adelante.
<b>12. FICHA COMPLEMENTARIA: PROCESOS Y MATERIALES SEDIMENTARIOS.</b>
<b>Medios sedimentarios continentales:</b> No se observan.
<b>Medio sedimentario mixto-transición:</b> Costero.
<b>Medios sedimentarios marinos:</b> Plataforma.
<b>Observaciones sobre los medios sedimentarios:</b> Corresponde principalmente a un medio sedimentario de ambiente marino (Fm. Millongue), dado el contenido fosilífero hallado en terreno. Se observan facies de profundización a medida que se avanza hacia el norte, subiendo en la columna estratigráfica (Figura N°4).
<b>Geometría de las capas:</b> Tabulares.
<b>Polaridad:</b> Sucesión no volcada.
<b>Continuidad:</b> Paraconformidad entre las Formaciones Trihueco y Millongue, contacto que no nos queda del todo claro en terreno. Discordancia angular y erosiva entre estas formaciones y los depósitos cuaternarios.
<b>Sucesión litológica:</b> Turbidítica.
<b>Observaciones sobre las sucesiones litológicas:</b> Se distingue una asociación turbidítica caracterizada principalmente por intercalaciones de lutitas y areniscas finas con niveles de sedimentación rápida inferidas a partir de la observación de fragmentos de sedimentitas más gruesas dentro de capas de areniscas finas a lutitas, que se deben al desprendimiento de ellas durante el proceso de sedimentación violenta, incorporándose al estrato que las sobreyace (Figura N°10).
<b>Estructuras sedimentarias:</b> Ondulitas, laminación cruzada en artesa, laminación paralela, laminación convoluta, bioturbación (Figura N°11).
<b>Origen de las estructuras sedimentarias:</b> Oleaje, flujo turbidítico y corriente.
<b>Observaciones sobre las estructuras y su origen:</b> Se distinguen a lo largo de toda la columna, con distintos grados de preservación que varían desde muy buena (en zonas de poca meteorización de la roca, principalmente biológica) hasta muy mala (en lugares donde se ha desarrollado suelo).
<b>Litología:</b> Areniscas, limolitas y lutitas.
<b>Contenido fósil:</b> Solo se observaron trazas fósiles. Principalmente <i>Burrows</i> (Figura N°12).
<b>Contenido mineralógico:</b> Principalmente cuarzo, en las areniscas, lutitas y arenas de la playa.

**Geositio N°21 y 22: Dunas de Yani y meandros abandonados.**

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA	
<b>1.-IDENTIFICACIÓN</b>	
Breve descripción y fotografías. Durante la visita al lugar se acordó fusionar los geositios N°21 y N°22 debido a la estrecha relación que existe entre ambos, con el propósito aumentar su potencial geológico. En el lugar se puede observar un sistema de dunas conocido como "Las Dunas de Yani", las cuales se originan a partir de los sedimentos que el Río Tralicura acarrea hacia la zona costera, los que son retrabajados en la playa por acción del oleaje, y luego son transportados y depositados por las fuertes corrientes de viento que imperan en el lugar, conformando así estos grandes depósitos eólicos. Esta interacción es de especial interés para explicar la relación que puede darse entre el mar, el viento y los sedimentos (Figuras N°13, 14 y 15).	
<b>¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación?</b>	No.
<b>¿Dónde se encuentran?</b>	No aplica.
<b>¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno?</b>	
Agricultura y ganadería a pequeña escala, además de la presencia de la etnia Mapuche-Pehuenche la que aún mantiene sus costumbres ancestrales.	
<b>2.-LOCALIZACIÓN</b>	

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

UTM X: 621629 E.	UTM Y: 5862494 N.	Huso: 18 H.	Datum: WGS 1985.		
Hoja(s) 1:25.000:	No encontrada.				
Hoja 1:200.000:	No encontrada.				
Paraje:	Caleta Yani.				
Municipio:	Arauco.	Isla: No aplica.			
Comuna:	Arauco.				
Región:	Del Biobío.				
Descripción del itinerario de acceso: (Figura N°16) Se toma como punto de partida la zona urbana de la comuna de Lebu. En este lugar se sigue la ruta P-40 en dirección norte una distancia de 31 km aproximadamente, hasta la localidad de Frutillar, lugar en donde se vira hacia el poniente por la ruta P-358 por una distancia de 7.7 km, sitio en el cual se debe virar hacia el sureste y recorrer 600 m hasta llegar al punto de mejor observación del geositio (Figuras N°13, 14 y 15).					
<b>3. FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO</b>					
<b>Cota (m s.n.m.):</b>	Max: 72	Min: 0	Media: 36		
<b>Tipo superficie:</b> Pastizal y costera					
<b>Entorno socioeconómico:</b> Comuna con índices de renta <i>per cápita</i> , educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional.					
<b>4. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b>					
<b>Contextos Geológicos:</b> Fluvial: Meandros abandonados y depósitos eólicos.					
<b>Edad del Rasgo:</b>	Límite inferior: Cuaternario. Límite superior: Reciente.				
<b>Edad de las rocas encajantes:</b>	No aplica.				
<b>Columna geológica:</b>	No aplica.				
<b>FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA</b>					
<b>5. VALOR INTRÍNSECO*</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Nulo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Elevado</b>	<b>Muy elevado</b>
A1-Grado de conocimiento científico	✓				
A2-Rareza o Abundancia Regional					✓
A3-Lugar tipo o representatividad	✓				
A4-Extensión					✓
A5-Divesidad de elementos geológicos					✓
A6-Contenido Didáctico/Divulgativo					✓
A7-Asociación con elementos culturales		✓			
A8-Asociación con elementos naturales			✓		
A9-Estado de Conservación					✓
A10-Estético y paisajístico			✓		
A11-Vulnerabilidad natural o Fragilidad					✓
<b>Interés geológico principal:</b> Geomorfológico.					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:

Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Justificación: En el geositio se observan claramente dos rasgos geomorfológicos distintos, que combinados generan un ambiente/paisaje único en la región: uno corresponde a un sistema fluvial de meandros abandonados, y el otro corresponde a dunas eólicas en ambiente costero.

**Interés geológico secundario:** Sedimentológico, fluvial, eólico y litoral.

Justificación: Por la interacción que se da entre estos distintos ambientes y agentes modeladores del relieve; erosionando, transportando, reabajando y depositando sedimentos.

**FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA**

**6. POTENCIAL DE USO\***

Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
B1-Posibilidad de realizar actividades					✓
B2-Condiciones de observación				✓	
B3-Accesibilidad					✓
B4-Grado de dificultad de acceso					✓
B5-Proximidad a centros poblados		✓			
B6-Nro.habitantes de comuna más cercana			✓		
B7-Condiciones socio económicas	✓				
B8-Uso actual		✓			
B9-Peligro de Tsunami			✓		
B10-Posibilidad de recolección de muestras	✓				

**Interés didáctico (justificación):** El interés didáctico de la zona se hace evidente dada la relación e interacción de los elementos geológicos presentes y observables en la zona.

**Acceso:** Pista sin asfaltar acceso turismo.

**Distancia del lugar a carretera asfaltada:** 7.5 km

**Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:** Entre 30 y 40 minutos (ida).

Uso actual del suelo:	Forestal (%)	Ganadero (%)	Agrícola (%)	Urbanizado (%)	Otro (%)
		10	8		72

**Interés no geológico del lugar:** Excursionístico o paisajístico, etnológico y naturalístico.

Justificación: La belleza paisajística que caracteriza a este geositio (opacada en menor medida por la presencia de plantaciones forestales) además de la presencia de la etnia Mapuche-Pehuenche (Comunidad de Bernarda Maricán y Valentín Ancán), la que aún conserva sus tradiciones ancestrales.

**Infraestructura logística:**

Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km	?
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km	?

**FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA**

**7. NECESIDAD DE PROTECCIÓN\***

Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
C1-Amenazas actuales o Potenciales					✓
C2-Situación legal actual					✓

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:

Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

C3-Interés por la extracción Minera					✓
C4-Régimen de Propiedad				✓	
C5-Fragilidad o Vulnerabilidad					✓
<b>Propiedad del terreno:</b>	Pública:	72%	Privada:	18%	
<b>Calificación urbanística:</b>					
Rural preservado de su transformación urbanística:		0%			
Rural no preservado de su transformación urbanística:		100%			
Urbano:		0%			
<b>Instrumentos jurídicos de protección existentes:</b>		Se desconoce.			
Referencia y fecha:		---			
Enlace URL:		---			
<b>Protección física o indirecta:</b> Lugar carente de todo tipo de protección indirecta.					
<b>8. DOCUMENTOS.</b>					
Para el geositio en descripción se adjuntan los siguientes documentos. Figura N°13: Vista panorámica del geositio. Figura N°14: Vista panorámica del geositio. Figura N°15: Vista panorámica del geositio. Figura N°16: Itinerario de acceso al geositio. Figura N°17: Vista satelital de los meandros abandonados. Figura N°18: Vista satelital de las Dunas de Yani.					
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.</b>					
La bibliografía se detalla en el apartado "5. Bibliografía" del presente informe, el que contiene las referencias generales para todos los geositios					
*En las secciones 5, 6 y 7 de la presente ficha los conceptos "Nulo", "Bajo", "Medio", "Elevado", y "Muy elevado" representan un valor numérico de 1,2,3,4 y 5, respectivamente, para el cálculo que se hará más adelante.					
<b>12. FICHA COMPLEMENTARIA: PROCESOS Y MATERIALES SEDIMENTARIOS.</b>					
<b>Medios sedimentarios continentales:</b> Eólico, fluvial.					
<b>Medio sedimentario mixto-transición:</b> Costero.					
<b>Medios sedimentarios marinos:</b> No hay.					
<b>Observaciones sobre los medios sedimentarios:</b> Es de especial interés la estrecha relación, en un área más bien reducida, De los medios sedimentarios descritos.					
<b>Geometría de las capas:</b> No aplica, son sedimentos no consolidados.					
<b>Polaridad:</b> No aplica.					
<b>Continuidad:</b> No aplica.					
<b>Sucesión litológica:</b> No aplica.					
<b>Observaciones sobre las sucesiones litológicas:</b> No aplica.					
<b>Estructuras sedimentarias:</b> Dunas parabólicas y transversas.					
<b>Origen De las estructuras sedimentarias:</b> Viento.					
<b>Observaciones sobre las estructuras y su origen:</b> Dada la escala de las dunas, su distinción se facilita con una imagen satelital.					
<b>Litología:</b> Arenas.					
<b>Contenido fósil:</b> No encontrado.					
<b>Contenido mineralógico:</b> Cuarzo principalmente en las arenas.					
<b>15. FICHA COMPLEMENTARIA: RASGOS GEOMORFOLÓGICOS.</b>					
<b>Elemento y formas estructurales:</b> No aplica.					
Observaciones sobre los elementos y formas estructurales: No aplica.					
<b>Elemento y formas volcánicas:</b> No aplica.					
Observaciones sobre los elementos y formas volcánicas: No aplica.					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>Morfogénesis gravitacional:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías gravitacionales: No aplica.
<b>Morfogénesis fluvial y de escorrentía superficial:</b> Canal meandriforme, Valle fluvial, Meandro abandonado, Llanura de inundación.
Observaciones sobre las morfologías fluviales: Los meandros abandonados se distinguen de mejor manera mediante fotografía satelital. (Figura N°17).
<b>Morfogénesis glaciar:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías glaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis periglaciaria:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías periglaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis eólica:</b> Dunas parabólicas y transversales.
Observaciones sobre las morfologías eólicas: Dada la magnitud de las dunas, es más clara su distinción mediante fotografía satelital, no tanto así en terreno. (Figura N°18).
<b>Morfosistema lacustre y endorréico:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías lacustres y endorreicas: No aplica.
<b>Morfosistema litoral:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías litorales: No aplica.
<b>Exokarst en rocas salinas y carbonatadas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías kársticas o pseudoakársticas: No aplica.
<b>Morfologías en rocas cristalinas y silíceas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías en rocas cristalinas y silíceas: No aplica.
<b>Otras formas: poligénicas o de difícil adscripción:</b> No aplica.
Observaciones sobre otras morfologías: No observadas.

**Geositio N°23: Caleta Quiapo.**

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA			
<b>1.-IDENTIFICACIÓN</b>			
Breve descripción y fotografías: Zona ubicada en la Playa Quiapo, en la cual aflora la Fm. Millongue. Se encuentra la desembocadura del Río Quiapo, un campo de dunas eólicas por la interacción con la vegetación del lugar, y un punto, donde se define el geositio, donde afloran los estratos correspondientes a la formación. La playa tiene una longitud aproximada de 2.3 km (desde la desembocadura del Río Quiapo hacia el sur), un ancho máximo de 12 m, con 6 m en el sector más angosto. (Figura N°19 y 20)			
¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación?			No.
¿Dónde se encuentran?			No aplica.
<b>¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno?</b>			
Pesca artesanal y deportiva, además de deportes acuáticos en menor medida.			
<b>2.-LOCALIZACIÓN</b>			
UTM X: 624570 E.	UTM Y:5852777 N.	Huso: 18 H.	Datum: WGS 1985.
Hoja(s) 1:25.000:	No encontrada.		
Hoja 1:200.000:	No encontrada.		
Paraje:	Playa Quiapo.		
Municipio:	Arauco.	Isla:	No aplica.
Comuna:	Arauco.		
Región:	Del Biobío		

Descripción del itinerario de acceso: Se toma como punto de inicio la zona urbana de la comuna de Lebu. En este lugar se sigue la ruta P-40 en dirección norte. Llegando a la localidad de Villarrica se continúa por la misma ruta una distancia de 4.2km. En este punto se vira hacia el poniente siguiendo un camino rural, guiándose por la señalización existente hasta llegar a la desembocadura del Río Quiapo, para luego recorrer la playa en dirección sur una distancia de 1,86km hasta donde aflora la Formación Millongue (Figura N°21).

3. FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO			
<b>Cota (m s.n.m.)</b>	Máx: 46	Mín: 0	Media: 23
<b>Tipo superficie:</b> Costera. (Figura N°22)			
<b>Entorno socioeconómico:</b> Comuna con índices de renta <i>per cápita</i> , educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional.			
4. SITUACIÓN GEOLÓGICA			
<b>Contextos Geológicos:</b> Borde costero.			
<b>Edad del Rasgo:</b>	Límite inferior: Eoceno Medio.		Límite superior: Eoceno Superior.
<b>Edad de las rocas encajantes:</b>	No aplica.		
<b>Columna geológica:</b> Figura N°23: Columna estratigráfica levantada en el geositio.			

**FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA**

**5. VALOR INTRÍNSECO\***

Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
A1-Grado de conocimiento científico					✓
A2-Rareza o Abundancia Regional				✓	
A3-Lugar tipo o representatividad			✓		
A4-Extensión				✓	
A5-Diversidad de elementos geológicos					✓
A6-Contenido Didáctico/Divulgativo				✓	
A7-Asociación con elementos culturales	✓				
A8-Asociación con elementos naturales			✓		
A9-Estado de Conservación			✓		
A10-Estético y paisajístico					✓
A11-Vulnerabilidad natural o Fragilidad					✓

**Interés geológico principal:** Estratigráfico.  
 Justificación: Las rocas que afloran en esta localidad corresponden a rocas sedimentarias, dispuestas claramente en capas de la Formación Millongue, lo que las hace de especial interés para el estudio estratigráfico de la zona (Figura N°24).  
**Interés geológico secundario:** Sedimentológico, geomorfológico, historia de la geología, eólico, litoral y fluvial.  
 Justificación: Se observa que existen varios elementos geológicos de interés actuando en la misma zona: Los sedimentos son transportados por la acción fluvial del Río Quiapo, son retrabajados por el oleaje en ambiente litoral, y luego forman geomorfologías eólicas en la zona más oriental de la playa. (Figura N°25 y 26).

**FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA**

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:

Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

6. POTENCIAL DE USO*					
Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
B1-Posibilidad de realizar actividades					✓
B2-Condiciones de observación			✓		
B3-Accesibilidad	✓				
B4-Grado de dificultad de acceso				✓	
B5-Proximidad a centros poblados		✓			
B6-Nro.habitantes de comuna más cercana			✓		
B7-Condiciones socio económicas	✓				
B8-Uso actual		✓			
B9-Peligro de Tsunami	✓				
B10-Posibilidad de recolección de muestras				✓	
<b>Interés didáctico (justificación):</b> El interés didáctico radica principalmente en la diversidad de elementos geológicos que interactúan en este lugar. Con esto se pueden explicar fenómenos como la formación de una playa, la formación de una roca sedimentaria (como las que constituyen la formación Millongue), formación de dunas, etc.					
<b>Acceso:</b> Pista sin asfaltar acceso turismo.					
<b>Distancia del lugar a carretera asfaltada:</b> 3.5 km.					
<b>Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:</b> Entre 40 y 50 minutos (ida).					
<b>Uso actual del suelo:</b>	Forestal (%)	Ganadero (%)	Agrícola (%)	Urbanizado (%)	Turístico (%)
					100
<b>Interés no geológico del lugar:</b> Excursionístico o paisajístico y naturalístico, deportivo.					
Justificación: La playa en sí es bastante estética, no está afectada de forma importante por actividad antrópica y la topografía del lugar permite la existencia de miradores naturales (habilitados para tal uso) de fácil acceso, con una visión panorámica excepcional (624409 E. 5854442 N, 18 H, WGS1984). Además, las características de la playa permiten el desarrollo de actividades deportivas. Se reconoce también la presencia de fauna característica (principalmente aves). (Figuras Nº27 y 28).					
<b>Infraestructura logística:</b>					
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km				✓	
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km				✓	
FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA					
7. NECESIDAD DE PROTECCIÓN*					
Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
C1-Amenazas actuales o Potenciales					✓
C2-Situación legal actual					✓
C3-Interés por la extracción Minera					✓
C4-Régimen de Propiedad					✓
C5-Fragilidad o Vulnerabilidad					✓
<b>Propiedad del terreno:</b>	Pública: 100%		Privada: 0%		
<b>Calificación urbanística:</b>					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Rural preservado de su transformación urbanística:	100%
Rural no preservado de su transformación urbanística:	0%
Urbano:	0%
<b>Instrumentos jurídicos de protección existentes:</b>	Se desconoce.
Referencia y fecha:	---
Enlace URL:	---
<b>Protección física o indirecta:</b> Lugar carente de topo tipo de protección indirecta.	
<b>8. DOCUMENTOS</b>	
<p>Figura N°19: Vista panorámica playa Quiapo.          Figura N°20: Vista panorámica playa Quiapo.          Figura N°21: Itinerario de acceso.          Figura N°22: Vista cercana de la zona costera.          Figura N°23: Columna estratigráfica levantada en el geositio.          Figura N°24: Disposición de los estratos hallados en terreno.          Figura N°25: Desembocadura del Río Quiapo.          Figura N°26: Campo de dunas con vegetación.          Figura N°27: Fauna del lugar: jote común.          Figura N°28: Fauna del lugar: huevos de queltehue.          Figura N°29: Estructura sedimentaria: Laminación paralela.          Figura N°30: Estructura sedimentaria: Laminación convoluta.          Figura N°31: Erosión marina del afloramiento.          Figura N°32: Vista satelital del meandro.          Figura N°33: Ripples.</p>	
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	
La bibliografía se detalla en el apartado "5. Bibliografía" del presente informe, el que contiene las referencias generales para todos los geositios	
*En las secciones 5, 6 y 7 de la presente ficha los conceptos "Nulo", "Bajo", "Medio", "Elevado", y "Muy elevado" representan un valor numérico de 1,2,3,4 y 5, respectivamente, para el cálculo que se hará más adelante.	
<b>12. FICHA COMPLEMENTARIA: PROCESOS Y MATERIALES SEDIMENTARIOS</b>	
<b>Medios sedimentarios continentales:</b> Eólico, fluvial.	
<b>Medio sedimentario mixto-transición:</b> Costero.	
<b>Medios sedimentarios marinos:</b> Plataforma.	
<b>Observaciones sobre los medios sedimentarios:</b> El medio sedimentario de plataforma se observa como roca consolidada, mientras que el eólico y fluvial como depósitos de sedimentos.	
<b>Geometría de las capas:</b> Tabulares (para la roca consolidada).	
<b>Polaridad:</b> Secuencia no volcada.	
<b>Continuidad:</b> Discordancia entre la Fm. Millongue y la sedimentación cuaternaria.	
<b>Sucesión litológica:</b> Turbidítica en la roca.	
<b>Observaciones sobre las sucesiones litológicas:</b> Se encuentran los fragmentos de roca de grano más grueso en estratos de grano fino, asociados a eventos de sedimentación rápida, similar al geositio 20.	
<b>Estructuras sedimentarias:</b> Laminación convoluta, laminación paralela. (Figura N°29 y 30).	
<b>Origen De las estructuras sedimentarias:</b> Flujo turbidítico.	
<b>Observaciones sobre las estructuras y su origen:</b> La erosión marina de las rocas ha obliterado gran parte de las estructuras sedimentarias (Figura N°31).	
<b>Litología:</b> Arenisca media y fina, lutita.	
<b>Contenido fósil:</b> No hallado.	
<b>Contenido mineralógico:</b> Cuarzo principalmente en las arenas de la playa.	
<b>15. FICHA COMPLEMENTARIA: RASGOS GEOMORFOLÓGICOS</b>	
<b>Elemento y formas estructurales:</b> No aplica.	

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Observaciones sobre los elementos y formas estructurales: No aplica.
<b>Elemento y formas volcánicas:</b> No aplica.
Observaciones sobre los elementos y formas volcánicas: No aplica.
<b>Morfogénesis gravitacional:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías gravitacionales: No aplica.
<b>Morfogénesis fluvial y de escorrentía superficial:</b> Valle fluvial, llanura de inundación, meando abandonado.
Observaciones sobre las morfologías fluviales: Geomorfologías meandriformes se observan con más claridad mediante fotografía satelital. (Latitud 37°26.526'S del geosito). (Figura N°32)
<b>Morfogénesis glaciar:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías glaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis periglaciaria:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías periglaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis eólica:</b> Campo de dunas con vegetación, ripples. (Figuras N°26 y 33)
Observaciones sobre las morfologías eólicas: Los ripples se dan a escala pequeña y en zonas más cercanas al mar, mientras que los campos de dunas con vegetación lo hacen más hacia el oriente.
<b>Morfosistema lacustre y endorreico:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías lacustres y endorreicas: No aplica.
<b>Morfosistema litoral:</b> No se observan.
Observaciones sobre las morfologías litorales: No aplica.
<b>Exokarst en rocas salinas y carbonatadas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías kársticas o pseudoakársticas: No aplica.
<b>Morfologías en rocas cristalinas y silíceas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías en rocas cristalinas y silíceas: No aplica.
<b>Otras formas: poligénicas o de difícil adscripción:</b> No aplica.
Observaciones sobre otras morfologías: No observadas.

**Geosito N°37: El Velo de la Novia.**

FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA			
<b>1.-IDENTIFICACIÓN</b>			
Breve descripción y fotografías. El geosito se encuentra ubicado en la comuna de Curanilahue. Para acceder a él es necesario transitar por un recinto privado perteneciente a la forestal Santa Rufina. El lugar consiste en un salto de agua "Velo de la Novia" del Estero Albarrada, con una altura aproximada de 19 m con algo de vegetación autóctona. La litología consiste principalmente en rocas sedimentarias de origen marino (Figura N°34 y 35).			
¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación?			No.
¿Dónde se encuentran?			No aplica.
¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno?			
Ninguno.			
<b>2.-LOCALIZACIÓN</b>			
UTM X: 641624 E.	UTM Y: 5861868 N.	Huso: 18 H.	Datum: WGS 1984.
Hoja(s) 1:25.000:	No encontrada.		
Hoja 1:200.000:	No encontrada.		
Paraje:	Forestal Santa Rufina.		
Municipio:	Arauco.	Isla: No aplica.	
Comuna:	Arauco.		

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Región:	Del Biobío.				
Descripción del itinerario de acceso: Se toma como punto de inicio la zona urbana de Curanilahue. Para salir de esta localidad se sigue la ruta P-410 en dirección poniente por aproximadamente 400 m, punto en el que se vira hacia el norte recorriendo la ruta 160 una distancia de 1.2 km; en este lugar se debe continuar hacia el oeste por la ruta P-400. Luego de 6.2 km de recorrido, se debe continuar hacia el noreste una distancia de 5.5 km por la ruta P-30, para llegar a la entrada del sendero privado que debe recorrerse a pie por una distancia de 2.7 km, luego de lo cual se llega al geositio "El Velo de la Novia". (Figura N°36).					
<b>3. FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO</b>					
<b>Cota (m s.n.m.)</b>	Máx: 100	Mín: 80	Media: 90		
<b>Tipo superficie:</b> Boscosa					
<b>Entorno socioeconómico:</b> Comuna con índices de renta per cápita, educación y ocupación inferiores a la media regional.					
<b>4. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b>					
<b>Contextos Geológicos:</b> Ambiente fluvial del neógeno al cuaternario.					
<b>Edad del Rasgo:</b>	Límite inferior: Neógeno. Límite superior: Reciente.				
<b>Edad de las rocas encajantes:</b>	No aplica.				
<b>Columna geológica:</b>	No aplica.				
<b>FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA</b>					
<b>5. VALOR INTRÍNSECO*</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Nulo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Elevado</b>	<b>Muy elevado</b>
A1-Grado de conocimiento científico	✓				
A2-Rareza o Abundancia Regional				✓	
A3-Lugar tipo o representatividad	✓				
A4-Extensión	✓				
A5-Diversidad de elementos geológicos				✓	
A6-Contenido Didáctico/Divulgativo			✓		
A7-Asociación con elementos culturales	✓				
A8-Asociación con elementos naturales			✓		
A9-Estado de Conservación					✓
A10-Estético y paisajístico					✓
A11-Vulnerabilidad natural o Fragilidad					✓
<b>Interés geológico principal:</b> Geomorfológico.					
Justificación: Como el geositio corresponde a un salto de agua, se considera que la importancia geológica principal radica en el aspecto geomorfológico del sistema natural, siendo de especial interés el conocer la dinámica asociada a la formación de estas singularidades. (Figura N°34).					
<b>Interés geológico secundario:</b> Hidrogeológico, fluvial, estratigráfico y paleontológico.					
Justificación: La cuantificación de los flujos de agua tanto subterránea como superficial puede ser de interés para la Hidrogeología, así mismo, el río se encuentra erosionando roca sedimentaria estratificada, la cual presenta un contenido fosilífero marino importante (gasterópodos y bivalvos). (Figura N°37).					
<b>FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA</b>					
<b>6. POTENCIAL DE USO*</b>					

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
B1-Posibilidad de realizar actividades			✓		
B2-Condiciones de observación					✓
B3-Accesibilidad	✓				
B4-Grado de dificultad de acceso				✓	
B5-Proximidad a centros poblados		✓			
B6-Nro.habitantes de comuna más cercana			✓		
B7-Condiciones socio económicas	✓				
B8-Uso actual			✓		
B9-Peligro de Tsunami	✓				
B10-Posibilidad de recolección de muestras			✓		
<b>Interés didáctico (justificación):</b> El potencial didáctico del lugar se justifica principalmente por la cercanía que puede tenerse con la roca que se está erosionando, y además por la existencia de un lugar cómodo y apropiado para la observación del fenómeno que caracteriza a este geositio. También puede observarse flora y fauna nativa, aunque restringida al geositio, ya que el terreno corresponde a una plantación forestal (Figuras Nº38 y 39).					
<b>Acceso:</b> Pista sin asfaltar acceso turismo.					
<b>Distancia del lugar a carretera asfaltada:</b> 14.1 km.					
<b>Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:</b> 30 a 35 min (ida).					
<b>Uso actual del suelo:</b>	Forestal (%)	Ganadero (%)	Agrícola (%)	Urbanizado (%)	Turístico (%)
	65				35
<b>Interés no geológico del lugar:</b> Excursionístico o Paisajístico, y naturalístico.					
Justificación: La belleza del lugar lo convierte en un importante atractivo turístico de la zona (Figura Nº38).					
<b>Infraestructura logística:</b>					
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km				✓	
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km				✓	
<b>FICHA EVALUACIÓN CUANTITATIVA-CUALITATIVA</b>					
<b>7. NECESIDAD DE PROTECCIÓN*</b>					
Parámetro	Nulo	Bajo	Medio	Elevado	Muy elevado
C1-Amenazas actuales o Potenciales	✓				
C2-Situación legal actual	✓				
C3-Interés por la extracción Minera					✓
C4-Régimen de Propiedad		✓			
C5-Fragilidad o Vulnerabilidad		✓			
<b>Propiedad del terreno:</b>	Pública: 0%		Privada: 100%		
<b>Calificación urbanística:</b>					
Rural preservado de su transformación urbanística:			0%		
Rural no preservado de su transformación urbanística:			100%		
Urbano:			0%		
<b>Instrumentos jurídicos de protección existentes:</b>			No posee.		
Referencia y fecha:			---		

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Enlace URL: ---
<b>Protección física o indirecta:</b> Lugar fácilmente accesible pero situado lejos de sendas y camuflado por la vegetación.
<b>8. DOCUMENTOS.</b>
Para el geositio en descripción se adjuntan los siguientes documentos. Figura N°34: Vista general del geositio desde la cota máxima. Figura N°35: Vista general del geositio desde la cota máxima. Figura N°36: Itinerario de acceso. Figura N°37: Estero Albarrada. Figura N°38: Flora nativa presente en el geositio. Figura N°39: Vista general del geositio desde la cota mínima.
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.</b>
La bibliografía se detalla en el apartado "5. Bibliografía" del presente informe, el que contiene las referencias generales para todos los geositios
*En las secciones 5, 6 y 7 de la presente ficha los conceptos "Nulo", "Bajo", "Medio", "Elevado", y "Muy elevado" representan un valor numérico de 1,2,3,4 y 5, respectivamente, para el cálculo que se hará más adelante.
<b>12. FICHA COMPLEMENTARIA: PROCESOS Y MATERIALES SEDIMENTARIOS.</b>
<b>Medios sedimentarios continentales:</b> Fluvial.
<b>Medio sedimentario mixto-transición:</b> Plataforma.
<b>Medios sedimentarios marinos:</b> No aplica.
<b>Observaciones sobre los medios sedimentarios:</b> El medio sedimentario fluvial, erosiona, deposita y transporta sedimentos a partir de la roca consolidada, la cual representa un medio sedimentario de plataforma.
<b>Geometría de las capas:</b> Tabulares en la roca.
<b>Polaridad:</b> Sin evidencia concluyente.
<b>Continuidad:</b> Sucesión continua.
<b>Sucesión litológica:</b> Homogénea.
<b>Observaciones sobre las sucesiones litológicas:</b> La litología de la roca es bastante similar de base a techo. Compuesta por potentes paquetes de lutitas y areniscas finas con variaciones de coloración en función de su grado de alteración (Figura N°35).
<b>Estructuras sedimentarias:</b> Obliteradas.
<b>Origen De las estructuras sedimentarias:</b> Se desconoce.
<b>Observaciones sobre las estructuras y su origen:</b> La acción del estero produce erosión en la roca, borrando las estructuras sedimentarias y/o índices cinemáticos que permitan concluir la presencia de alguna falla.
<b>Litología:</b> Lutitas y areniscas finas.
<b>Contenido fósil:</b> Bivalvos y gasterópodos.
<b>Contenido mineralógico:</b> Cuarzo y silicatos en las rocas y sedimentos.
<b>15. FICHA COMPLEMENTARIA: RASGOS GEOMORFOLÓGICOS.</b>
<b>Elemento y formas estructurales:</b> Superficie subestructural. (Retoques de erosión/sedimentación). Observaciones sobre los elementos y formas estructurales: Se piensa que la superficie vertical puede generarse por un eventual plano de falla o diaclasa, debilidad que el agua aprovecha para erosionar, profundizando y ensanchando la incisión y finalmente erosionando el bloque faltante. Sin embargo, la evidencia no es clara ni concluyente (Figura N°35).
<b>Elemento y formas volcánicas:</b> No aplica.
Observaciones sobre los elementos y formas volcánicas: No aplica.
<b>Morfogénesis gravitacional:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías gravitacionales: No aplica.
<b>Morfogénesis fluvial y de escorrentía superficial:</b> Cascada.
Observaciones sobre las morfologías fluviales: Altura medida con GPS: 19 m de caída.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>Morfogénesis glaciar:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías glaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis periglaciaria:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías periglaciares: No aplica.
<b>Morfogénesis eólica:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías eólicas: No aplica.
<b>Morfosistema lacustre y endorreico:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías lacustres y endorreicas: No aplica.
<b>Morfosistema litoral:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías litorales: No aplica.
<b>Exokarst en rocas salinas y carbonatadas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías kársticas o pseudoakársticas: No aplica.
<b>Morfologías en rocas cristalinas y silíceas:</b> No aplica.
Observaciones sobre las morfologías en rocas cristalinas y silíceas: No aplica.
<b>Otras formas: poligénicas o de difícil adscripción:</b> No aplica.
Observaciones sobre otras morfologías: No observadas.

## 5. Descripción y valoración de los geositos.

En este apartado se analizarán los valores de los diferentes geositos, mediante la clasificación según dos metodologías, las que se detallan a continuación.

### Metodología 1.

Cada geosito se valorará en función de 3 valores ponderados: su  $V_i$  (Valor intrínseco), su  $V_u$  (Valor de uso) y su  $V_p$  (Valor de protección). Esto arrojará tres rankings específicos de geositos según cada valor.

Se calcula mediante la hoja de cálculo "Evaluación.xlsx" (adjunto), arrojando los siguientes valores:

Geosito	Geosito 20	Geosito 21-22	Geosito 23	Geosito 37
$V_i$	7,7	6,5	8,3	5,5
$V_u$	6,9	7,6	6,3	6,1
$V_p$	7,7	8,2	8,2	4,9
Geosito	Geosito 20	Geosito 21-22	Geosito 23	Geosito 37
<b>A</b>	39	40	42	33
<b>B</b>	28	31	26	26
<b>C</b>	22	24	25	11

### Metodología 2.

1) Los geositos se evalúan según cada uno de sus parámetros (A, B y C). Esto arrojará tres rankings de geositos para cada uno de los parámetros, la suma de los tres parámetros de un

geositio, entregará el valor Q del geositio de tal forma de poderse comparar con los demás geositios y clasificarse según:

Condicionante para ser LIG de interés Internacional/Nacional						
LIG de relevancia Internacional (a de cumplir)						
Según Brilha (2005).	Valor intrínseco				Valor de uso	
	A1 ≥ 4	A2 ≥ 3	A3 ≥ 3	A9 ≥ 3	B1 ≥ 3	B2 ≥ 3

**5)** Cuantificación del valor Q de los LIGS, según condicionante previo, obedecerá a la formulación siguiente:

Cálculo del valor del LIG (Q)		
	LIG (Nacionales e internacionales)	LIG (Regionales o locales)
Según Reynard (2004) Según Brilha (2005)	$Q = \frac{2A + B + 1,5C}{3}$	$Q = \frac{A + B + C}{3}$

Según lo anterior, la clasificación de nuestros geositios queda de la siguiente manera:

LIG INTERNACIONAL O NACIONAL: Geositio 20 (Q=46.34) y Geositio 23 (Q=49.12).

LIG REGIONAL O LOCAL: Geositio 21-22 (Q=31.67) y Geositio 37 (Q=23.34).

## 5. Referencias.

- AGUIRRE, L.; HERVÉ, F. & GODOY, E. 1972. Distribution of metamorphics facies in Chile an outline. *Kristallinikum*. 9: 7-19. Praga.
- FRUTOS, J. 1967. Palinología de los niveles carboníferos del Terciario de Arauco. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): Santiago.
- HERVÉ, F. 1988. Late Palaeozoic Subduction and Accretions in Southern Chile. *Episodes* Vol. 11, Nº 3: 183-188.
- MARDONES, R. 2012. Valoración de potenciales geositios en el campo volcánico Pali Aike, XII Región de Magallanes y de la Antártida chilena, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 167pp. Santiago.
- MARTÍNEZ, R. 1968. Necesidad de una nueva comprensión de los esquemas estratigráficos clásicos sobre el Terciario de Chile Central. El Terciario de Chile, Zona Central (Ed. Cecioni), Sociedad Geológica de Chile. Editorial Andrés Bello: 95-103. Santiago.

- MOURGES, A; SCHILLING, M. 2012. Propuesta de definición de los Contextos Geológicos Chilenos para la caracterización del patrimonio geológico nacional. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. (Inédito): 3pp. Santiago.
- MUÑOZ-CRISTI, J. 1946. Estado actual del conocimiento sobre la geología de la Provincia de Arauco. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Anales, Vol. 3: 30-63. Santiago.
- PINEDA, V. 1983. Evolución Paleogeográfica de la Península de Arauco durante el Cretácico Superior-Terciario. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 268 pp. Santiago.
- VÁSQUEZ, P. 2001. Petrología y geotermobarometría del basamento metamórfico de la Cordillera de La Costa de Chile entre los 36°30' y 38°00' S. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra. (Inédito): 170 pp. Concepción.

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:

Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

Anexo 22. Especificaciones y características de los diferentes talleres y actividades implementados en la metodología IAP.

Nº del taller	Tipo de acción	Duración	Conceptos	Invitados	Herramientas	Objetivos específicos	Evaluación de indicadores
1	Taller	Entre 4 y 5 horas	Geología básica	Toda la comunidad	Sala, proyector, Powerpoint, colecciones de rocas y minerales y registro de asistencia	i) Descubrir el tiempo geológico. ii) Descubrir las estructuras de la Tierra, las placas tectónicas y los catástrofes naturales. iii) Descubrir sus geositios y su patrimonio geológico.	a) % de talleres realizados. b) % de satisfacción del taller. c) % de aprendizaje de conceptos geológicos. d) % de diferentes tipos de conceptos geológicos básicos aprendidos.
2	Experiencia de terreno	Entre 4 y 6 horas	Visita Geositio	Toda la comunidad	Transporte, geólogo, lupa, brújula, cuaderno, geólogo y martillo geológico y registro de asistencia	i) Conocer lo que hace un geólogo sobre el terreno. ii) Conocer a uno de los geólogos de tu comunidad.	e) % de talleres realizados. f) % de satisfacción de los talleres.
3	Grupos focales (4 a 5 personas por grupo)	Entre 4 y 5 horas	Análisis DAFO	Toda la comunidad	Sala, proyector, pizarra, rotuladores, lápices, hojas y registro de asistencia	Conocer la información básica sobre los puntos fuertes, las oportunidades, las debilidades y las amenazas que existen en la comunidad.	g) % de talleres realizados. h) % de satisfacción de los talleres.
4	Grupos focales (4 or 5 people for group) & field trip hours experience	Entre 4 y 6 horas	Iniciativa de planes desarrollo	Toda la comunidad	Sala, proyector, pizarra, rotuladores, lápices, hojas, transporte y registro de asistencia.	i) Generación de una cartera de planes estratégicos, a implementar en el corto, mediano y largo plazo. ii) Análisis en terreno, del patrimonio turístico, cultural y natural (metodología CICATUR*).	i) % de talleres realizados. j) % de satisfacción de los talleres. k) Lista de planes estratégicos de las diferentes comunidades
5	Taller	Entre 1 y 2 horas	Reunión plenaria	Toda la comunidad	Meeting room, attendance register and Satisfaction Survey	Documento de declaración y estructura de gestión social del GIB.	l) % de talleres realizados. m) % de satisfacción de los talleres. n) Gráficos de formación de cuadros de gestión.

\* Centro Interamericano de Capacitación

Anexo 23. Tabla de cuantificación de los diferentes geositos del área de estudio.

Nº	Nombre del geosito	comuna	Valor intrínseco											valor de uso										V. Protección					TOTAL	IGME (García 2013)				(Brilha, 2005)							
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	TOTAL	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	TOTAL	C1	C2	C3		C4	C5	TOTAL	Vi	Vu	Vp	Q	requisitos	A	B	C	Valor Q
1	Desembocadura Biobío	Hualpén	5	5	5	5	5	5	1	5	4	5	3	48	5	3	4	4	4	4	5	3	2	4	38	5	5	5	3	3	21	107	9,1	8	7,9	25	1	48	38	21	55,17
2	Playa coronel	Coronel	1	1	1	2	3	2	1	3	1	1	1	17	1	1	4	5	5	5	1	1	1	1	25	3	1	5	5	5	19	61	2,8	4,1	6,7	13,6	0	17	25	19	20,33
3	Laguna la Posada y Escuadrón	San Pedro de la Paz	1	2	3	4	3	1	1	3	1	1	1	21	3	5	3	5	4	5	1	1	4	1	32	5	1	5	1	2	14	67	3,6	5,6	6,1	15,3	0	21	32	14	22,33
4	Quiñenco	Coronel	3	3	1	2	3	2	1	3	1	1	3	23	3	2	2	4	4	5	1	2	5	1	29	1	1	5	1	2	10	62	4,8	5,1	4,9	14,8	0	23	29	10	20,67
5	Camino Al guayo	Coronel	3	2	5	3	3	2	1	3	2	1	3	28	1	2	3	4	5	5	1	2	3	3	29	5	3	3	3	3	17	74	5,5	4,8	6,6	16,9	0	28	29	17	24,67
6	Playa Negra	Coronel	4	4	1	3	5	4	1	1	3	3	3	32	5	4	5	5	5	5	1	2	1	4	37	3	1	5	3	3	15	84	6,5	7,5	7,1	21,1	0	32	37	15	28,00
7	Playa Conchilla (N)	Lota	3	3	1	3	3	5	2	3	3	5	3	34	5	5	5	5	5	3	1	1	1	4	35	3	1	5	5	3	17	86	5,9	7,7	7,4	21	0	34	35	17	28,67
8	Colcura N	Lota	5	3	4	1	5	5	3	1	5	3	3	38	5	5	5	5	5	3	1	5	1	4	39	3	1	5	5	3	17	94	7,6	8,4	7,4	23,4	1	38	39	17	46,83
9	Colcura S	Lota	4	4	1	1	5	4	1	3	4	3	3	33	5	3	4	5	5	3	1	5	1	4	36	3	1	5	5	5	19	88	6,6	7,4	7,7	21,7	0	33	36	19	29,33
10	Chivilingo S	Lota	5	4	3	2	4	4	1	3	4	3	3	36	5	3	1	4	4	3	1	5	1	4	31	5	1	5	5	4	20	87	7,4	6,7	7,3	21,4	1	36	31	20	44,33
11	El paraíso N	Arauco	4	3	1	2	2	2	1	1	1	1	3	21	3	2	4	5	3	3	5	2	2	1	30	3	1	4	1	3	12	63	4,9	5,6	5,1	15,6	0	21	30	12	21,00
12	El paraíso S	Arauco	3	2	1	3	2	3	1	3	4	3	3	28	3	3	5	5	3	3	5	2	2	1	32	1	1	5	3	3	13	73	5	6,5	5,5	17	0	28	32	13	24,33
13	Río Carampagne	Arauco	4	3	1	3	4	5	1	3	4	3	3	34	3	5	4	5	3	3	5	2	2	1	33	3	1	5	3	4	16	83	6,4	7,3	6,3	20	0	34	33	16	27,67
14	Las Peñas - Caleta Tubul	Arauco	4	1	5	2	3	4	4	5	3	3	3	37	5	4	5	5	4	3	1	1	1	5	34	3	1	5	4	4	17	88	6,6	7,5	7,5	21,6	0	37	34	17	29,33
15	Mirador Raquí	Arauco	3	5	1	2	2	3	5	5	3	5	3	37	5	5	5	5	2	3	1	3	5	1	35	5	5	5	4	2	21	93	6,5	8,1	7,6	22,2	0	37	35	21	31,00
16	Punta Litre	Arauco	4	2	3	1	3	3	1	1	4	3	3	28	3	3	1	4	2	3	1	2	1	3	23	3	1	5	4	3	16	67	5,7	5	5,8	16,5	0	28	23	16	22,33
17	Punta Lavapié	Arauco	4	2	3	2	4	3	2	1	4	3	3	31	3	3	4	4	1	3	1	2	1	4	26	3	1	5	4	3	16	73	6,1	5,6	6,2	17,9	0	31	26	16	24,33
18	Cala Rumena	Arauco	3	4	3	2	4	3	1	1	4	3	3	31	3	3	4	4	1	3	1	1	1	4	25	5	1	5	4	3	18	74	6,1	5,5	6,6	18,2	0	31	25	18	24,67
19	Lenga	Hualpén	5	3	1	1	5	4	1	5	4	3	3	35	3	5	5	5	2	5	5	1	3	2	36	3	5	5	1	1	15	86	7	7,7	6,3	21	0	35	36	15	28,67
20	Dunas de Yani	Arauco	5	3	3	3	4	5	1	3	4	3	5	39	5	3	4	4	1	3	1	2	1	4	28	3	5	5	5	4	22	89	7,7	6,9	7,7	22,3	1	39	28	22	46,33
21	Meandros abandonados	Arauco	5	4	5	3	3	2	2	1	2	2	1	30	3	2	5	5	5	3	3	3	1	4	34	3	1	5	3	4	16	80	6,7	6,1	6,8	19,6	0	30	34	16	26,67
22	Playa de Quidico	Arauco	1	5	1	5	5	5	2	3	5	3	5	40	5	4	5	5	2	3	1	2	3	1	31	5	1	5	4	5	20	91	6,5	7,6	7,4	21,5	0	40	31	20	30,33
23	Caleta Quiapo	Lebu	4	3	3	4	5	4	1	3	3	5	3	38	5	4	1	4	2	3	1	2	1	4	27	5	5	5	5	4	24	89	7,1	6,2	8	21,3	1	38	27	24	46,33
24	Ranquil Bajo	Lebu	5	3	5	3	3	2	2	1	2	2	3	31	3	2	3	4	3	3	2	1	3	2	27	4	1	5	4	5	19	77	6,8	5,4	6,8	19	0	31	27	19	25,67
25	Punta Millongue	Lebu	5	4	5	3	3	4	2	1	4	3	5	39	5	4	3	4	4	3	3	2	1	4	33	3	5	5	4	5	22	94	8	7,4	8,1	23,5	1	39	33	22	48,00
26	Cavernas de Benavides	Lebu	5	5	5	3	3	4	2	1	4	3	3	38	5	5	5	5	4	3	3	3	1	4	38	5	1	5	5	5	21	97	7,9	8,2	8,3	24,4	1	38	38	21	48,50
27	Quinta	Lebu	3	3	3	3	2	2	1	3	2	3	3	28	1	2	5	5	3	3	3	3	5	1	31	5	1	5	3	3	17	76	5,4	5,3	6,3	17	0	28	31	17	25,33
28	Sta. María N	Coronel	4	3	5	2	3	4	5	3	4	3	3	39	5	3	4	4	1	1	1	2	1	3	25	5	5	5	5	3	23	87	7,2	6,7	7,4	21,3	1	39	25	23	45,83
29	Punta Morhuilla	Lebu	5	4	3	4	5	5	5	3	4	5	4	47	5	3	4	4	2	3	1	4	1	3	30	5	1	5	5	5	21	98	8,7	7,6	7,5	23,8	1	47	30	21	51,83
30	Dunas de Pangué	Cañete	5	4	5	5	4	5	1	3	4	4	5	45	5	3	4	4	2	3	1	3	2	1	28	5	1	5	2	5	18	91	8,7	7,2	6,6	22,5	1	45	28	18	48,33
31	Piedras lisas	Curanilahue	4	3	3	1	5	4	1	3	4	5	5	38	5	4	4	5	4	3	1	4	5	5	40	5	1	5	1	4	16	94	7,3	7,6	7,6	22,5	1	38	40	16	46,67
32	Trongol Bajo	Los Álamos	4	4	3	2	4	3	1	3	3	3	5	35	5	4	4	5	2	4	1	2	1	4	32	5	1	2	2	4	14	81	7,1	7,2	6,5	20,8	1	35	32	14	41,00
33	Sta. María NW	Coronel	4	5	5	1	4	5	1	3	4	5	1	38	5	3	4	4	1	1	1	3	1	3	26	5	1	5	5	5	21	85	7,4	6,5	7,2	21,1	1	38	26	21	44,50
34	Playa los Burros	Hualpén	5	5	1	1	4	3	1	3	5	3	5	36	3	3	1	3	2	5	5	1	2	1	26	5	5	5	1	5	21	83	7,6	6,3	6,8	20,7	0	36	26	21	27,67
35	Esterio lenga	Hualpén	2	5	5	1	5	4	2	3	4	3	5	39	3	5	5	5	3	5	5	2	1	1	35	5	5	5	1	4	20	94	7,2	7,9	7,3	22,4	0	39	35	20	31,33
36	Piedra del Águila	Cañete	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	51	5	5	4	4	1	3	1	4	1	5	33	5	1	5	5	5	21	105	9,5	8,5	8	26	1	51	33	21	55,50
37	Velo de la novia	Curanilahue	1	3	1	1	4	3	1	3	5	5	5	32	3	5	1	4	2	3	1	3	5	3	30	1	5	5	2	2	15	77	5,2	6	6,1	17,3	0	32	30	15	25,67
38	Río Cruces	Arauco	5	4	5	1	4	3	4	3	3	3	5	39	3	5	2	5	3	3	5	5	3	4	38	5	1	5	5	2	18	95	8	7,6	7	22,6	1	39	38	18	47,67
39	Miradores de Nahuelbuta	Los Álamos	2	4	1	4	4	3	5	3	5	5	5	41	3	5	4	4	1	3	1	4	5	4	34	5	1	5	5	5	21	96	6,7	7,2	8	21,9	1	41	34	21	32,00
40	Roca Fundida	Curanilahue	1	3	1	3	4	5	3	5	4	5	5	39	5	5	3	3	3	3	1	2	5	5	35	5	1	4	1	5	16	90	5,9	7,4	7,4	20,7	0	39	35	16	30,00
41	Terrenos bajos - Sta. María	Coronel	4	4	1	5	2	4	5	3	4	3	3	38	5	3	2	4	1	1	1	2	1	1	21	5	1	5	3	4	18	77	6,8	6,4	5,9	19,1	0	38	21	18	25,67
42	Cantera de arcilla	Curanilahue	1	1	1	1	2	1	1	1	2	5	1	17	1	2	3	5	4	3	1	1	5	1	26	5	1	5	1	4	16	59	2,7	3,7	6,1	12,5	0	17	26	16	19,67
43	Mir																																								

Anexo 24. Tabla de cuantificación de los diferentes geositios del área de estudio que cumplen con el requisito de la tabla 5 para una valoración internacional, según Brilha (2005).

Nº	Nombre del geosítio	Valor intrínseco											valor de uso										V. Protección					TOTAL	IGME 2015				BRILHA 2005							
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	TOTAL	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	TOTAL	C1	C2	C3		C4	C5	TOTAL	Vi	Vu	Vp	Q	cumple requisito	A	B	C	Q
1	Desembocadura del Biobío	5	5	5	5	5	5	1	5	4	5	3	48	5	3	4	4	4	4	5	3	2	4	38	5	5	5	3	3	21	107	9,1	8	7,9	25	1	48	38	21	55,17
8	Colcura N	5	3	4	1	5	5	3	1	5	3	3	38	5	5	5	5	5	3	1	5	1	4	39	3	1	5	5	3	17	94	7,6	8,4	7,4	23,4	1	38	39	17	46,83
10	Chivilingo S	5	4	3	2	4	4	1	3	4	3	3	36	5	3	1	4	4	3	1	5	1	4	31	5	1	5	5	4	20	87	7,4	6,7	7,3	21,4	1	36	31	20	44,33
20	Dunas de Yani	5	3	3	3	4	5	1	3	4	3	5	39	5	3	4	4	1	3	1	2	1	4	28	3	1	5	5	4	18	85	7,7	6,9	6,9	21,5	1	39	28	18	44,33
23	Caleta Quiapo	4	3	3	4	5	4	1	3	3	5	3	38	5	4	1	4	2	3	1	2	1	4	27	5	1	5	5	4	20	85	7,1	6,2	7,2	20,5	1	38	27	20	44,33
25	Punta Millongue	5	4	5	3	3	4	2	1	4	3	5	39	5	4	3	4	4	3	3	2	1	4	33	3	1	5	4	5	18	90	8	7,4	7,3	22,7	1	39	33	18	46,00
26	Cavernas de Benavides	5	5	5	3	3	4	2	1	4	3	3	38	5	5	5	5	4	3	3	3	1	4	38	5	1	5	5	5	21	97	7,9	8,2	8,3	24,4	1	38	38	21	48,50
28 y 33	Isla Sta. María	4	3	5	2	3	4	5	3	4	3	3	39	5	3	4	4	1	1	1	2	1	3	25	5	1	5	5	3	19	83	7,2	6,7	6,6	20,5	1	39	25	19	43,83
29	Punta Morhuilla	5	4	3	4	5	5	5	3	4	5	4	47	5	3	4	4	2	3	1	4	1	3	30	5	1	5	5	5	21	98	8,7	7,6	7,5	23,8	1	47	30	21	51,83
30	Dunas de Pangué	5	4	5	5	4	5	1	3	4	4	5	45	5	3	4	4	2	3	1	3	2	1	28	5	1	5	2	5	18	91	8,7	7,2	6,6	22,5	1	45	28	18	48,33
31	Piedras lisas	4	3	3	1	5	4	1	3	4	5	5	38	5	4	4	5	4	3	1	4	5	5	40	5	1	5	1	4	16	94	7,3	7,6	7,6	22,5	1	38	40	16	46,67
32	Trongol Bajo	4	4	3	2	4	3	1	3	3	3	5	35	5	4	4	5	2	4	1	2	1	4	32	5	1	2	2	4	14	81	7,1	7,2	6,5	20,8	1	35	32	14	41,00
36	Piedra del Águila	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	51	5	5	4	4	1	3	1	4	1	5	33	5	5	5	5	5	25	109	9,5	8,5	8,8	26,8	1	51	33	25	57,50
38	Rio Cruces	5	4	5	1	3	4	3	3	3	3	5	39	3	5	2	5	3	3	5	5	3	4	38	5	1	5	5	2	18	95	8	7,6	7	22,6	1	39	38	18	47,67
48	Cala Purema	4	5	3	4	5	4	1	3	4	5	3	41	5	3	4	5	3	4	1	5	1	3	34	5	1	5	2	5	18	93	7,8	7,4	7,2	22,4	1	41	34	18	47,67
49	Cala Burca	4	4	3	4	5	4	1	3	3	3	1	35	5	3	4	5	3	4	1	3	1	4	33	5	1	5	5	5	21	89	6,8	6,8	8	21,6	1	35	33	21	44,83
50	Pudá	4	4	3	4	5	4	1	3	3	5	1	37	5	3	4	5	3	4	1	2	1	3	31	5	1	5	5	5	21	89	7	6,7	7,8	21,5	1	37	31	21	45,50
55	Cochólgué	4	4	5	3	4	5	1	3	4	3	1	37	5	5	2	4	3	3	1	1	5	2	31	3	1	1	5	2	12	80	7,1	6,8	5,7	19,6	1	37	31	12	41,00
58 y 67	Playa las Tablas (Isla Quiriquina)	4	5	5	3	4	4	2	3	4	4	3	41	5	3	5	4	3	5	3	2	1	3	34	5	3	5	5	1	19	94	7,9	7,6	7,1	22,6	1	41	34	19	48,17
65	Lirquen (plesiosaurio)	5	4	3	1	3	3	5	5	3	1	3	36	3	3	1	4	4	3	1	3	3	5	30	1	1	5	4	1	12	78	7,3	6,3	5,6	19,2	1	36	30	12	40,00
69	Mina Chiflón del Diablo	4	5	5	1	2	5	5	1	5	5	5	43	5	5	5	3	5	3	1	5	4	5	41	5	5	3	3	3	19	103	8,1	8,7	8,1	24,9	1	43	41	19	51,83
39	Miradores de Nahuelbuta	4	4	3	4	4	3	5	3	5	5	5	45	3	5	4	4	1	3	1	4	5	4	34	5	1	5	5	5	21	100	6,7	7,2	8	21,9	1	45	34	21	49,17

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

*Anexo 25. Tablas de resultados para los talleres 1, 2, 3, 4 y 5, aplicados sobre la metodología de IAP.*

<b>Taller 1 – Conceptos básicos de Geología</b>					
Comunas/ Indicador	Taller implementado	Nº. De participantes	% satisfacción		
			Tipo de respuesta	Nº de respuestas	%
Talcahuano	Implementado	9	Muy mal	3	4,5%
San Pedro de la Paz	Implementado	8			
Hualpén	Implementado	11	Mal	3	4,5%
Coronel	Implementado	13			
Arauco	Implementado	5	Regular	6	9,0%
Curanilahue	Implementado	14			
Lebu	Implementado	12	Bueno	17	25,4%
Los Álamos	Implementado	14			
Cañete	Implementado	9	Muy bueno	38	56,7%
Tomé	Implementado	11			
Penco	Implementado	9	Muy bueno	38	56,7%
Lota	Implementado	13			
Total	100,0%	128	Total	67	100%

<b>Taller 2 – Experiencia de terreno en la visita a un geositio</b>					
Comuna/Indicador	Taller implementado	Nº. de participantes	% satisfacción		
			Tipo de respuestas	Nº de respuestas	%
Talcahuano	No implementado	0	Muy mal	1	1,6%
San Pedro de la Paz	No implementado	0			
Hualpén	Implementado	10	Mal	3	4,9%
Coronel	No implementado	0			
Arauco	Implementado	11	Regular	7	11,5%
Curanilahue	Implementado	13			
Lebu	Implementado	12	Bueno	14	23,0%
Los Álamos	Implementado	11			
Cañete	Implementado	9	Muy bueno	36	59,0%
Tomé	Implementado	15			
Penco	Implementado	12	Muy bueno	36	59,0%
Lota	Implementado	14			
Total	75,0%	107	Total	61	100%

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>Taller 3 – Análisis DAFO</b>					
Comuna/Indicador	Taller implementado	Nº de participantes	% satisfacción		
			Tipo de respuestas	Nº de respuestas	%
Talcahuano	Implementado	6	Muy mal	0	0,0%
San Pedro de la Paz	No implementado	0			
Hualpén	Implementado	4	Mal	2	3,2%
Coronel	Implementado	23			
Arauco	Implementado	12			
Curanilahue	Implementado	18	Regular	6	9,7%
Lebu	Implementado	11			
Los Álamos	Implementado	15	Bueno	22	35,5%
Cañete	Implementado	11			
Tomé	Implementado	20	Muy bueno	32	51,6%
Penco	Implementado	13			
Lota	Implementado	16			
Total	100,0%	149	Total	62	100%

<b>Taller 4 – Áreas prioritarias y Planes estratégicos</b>					
Comuna/Indicador	Taller implementado	Nº. de participantes	% satisfacción		
			Tipo de respuestas	Nº de participantes	%
Talcahuano	Implementado	7	Muy mal	0	0,0%
San Pedro de la Paz	Implementado	4			
Hualpén	Implementado	7	Mal	3	5,5%
Coronel	Implementado	9			
Arauco	Implementado	15			
Curanilahue	Implementado	21	Regular	5	9,1%
Lebu	Implementado	11			
Los Álamos	Implementado	14	Bueno	19	34,5%
Cañete	Implementado	10			
Tomé	Implementado	7	Muy bueno	28	50,9%
Penco	Implementado	4			
Lota	Implementado	16			
Total	100,0%	125	Total	55	100%

El Patrimonio geológico al servicio del territorio:  
Geoturismo en la cuenca carbonífera Concepción-Arauco (Chile)

<b>Taller 5 – Empoderamiento y compromiso comunitario</b>					
<b>Comuna/Indicador</b>	<b>Taller implementado</b>	<b>Nº. de participantes</b>	<b>% satisfacción</b>		
			<b>Tipo de respuestas</b>	<b>Tipo de respuestas</b>	<b>Tipo de respuestas</b>
<b>Talcahuano</b>	Implementado	7	Muy mal	1	1,6%
<b>San Pedro de la Paz</b>	No Implementado	0			
<b>Hualpén</b>	Implementado	7	Mal	3	4,7%
<b>Coronel</b>	Implementado	7			
<b>Arauco</b>	Implementado	25	Regular	9	14,1%
<b>Curanilahue</b>	Implementado	16			
<b>Lebu</b>	Implementado	6	Bueno	22	34,4%
<b>Los Álamos</b>	Implementado	21			
<b>Cañete</b>	Implementado	9	Muy bueno	29	45,3%
<b>Tomé</b>	Implementado	10			
<b>Penco</b>	Implementado	3			
<b>Lota</b>	Implementado	14			
<b>Total</b>		<b>125</b>		<b>64</b>	<b>100%</b>