



ESCUELA DE
GEOLOGÍA

PROPUESTA DE PRODUCTO GEOEDUCATIVO DIGITAL APLICADO AL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA COMUNA DE PUCHUNCAVÍ, REGIÓN DE VALPARAISO.

Memoria entregada a la Universidad Mayor en cumplimiento de los requisitos para optar
al Título de Geóloga

CATALINA FRANCISCA RAMÍREZ INOSTROZA

Profesor guía:

RODRIGO ESTEBAN PÉREZ GARAY

Miembros de la Comisión Evaluadora:

CAMILO SANCHEZ YAÑEZ

DIEGO MUÑOZ CUPITTY

SANTIAGO, CHILE
OCTUBRE, 2021

RESUMEN- PROPUESTA DE PRODUCTO GEOEDUCATIVO DIGITAL APLICADO AL PATRIMONIO GEOLOGICO DE LA COMUNA DE PUCHUNCAVÍ, REGION DE VALPARAISO.

La comuna de Puchuncaví se ubica en el borde costero de la región de Valparaíso, entre el mar y las faldas de la Cordillera de la Costa. Concentrando en esta última las zonas rurales de la comuna, mientras que el desarrollo demográfico se centra en las proximidades de la costa, por la atractiva vista que proporcionan los acantilados, los cuales, exponen estratificaciones con abundante contenido fósil y proporcionan un cierre natural a las playas. Si bien algunas de sus playas como Horcón y Maitencillo atraen a una gran cantidad de público durante el periodo estival, en su mayoría se asocia el nombre de la comuna como una zona de sacrificio regional, por los accidentes de contaminación ambiental e intoxicación de la población por los desechos de la zona industrial de Ventana. Sin embargo, el empoderamiento de los pobladores a logrados movilizar a la comuna en búsqueda de soluciones principalmente ambientales. En la actualidad esta comuna cuenta con un rico patrimonio cultural, biológico y geológico que, recientemente, está siendo explotado por los pobladores. Entre los atractivos patrimoniales se encuentran festividades religiosas, geositos, humedales, fauna nativa, etc.

El patrimonio geológico de la comuna se constituye de 5 geositos registrados por la Sociedad Geológica de Chile y otros Lugares de Interés Geológico (LIG) postulados por otros trabajos de memoria. Este potencial para la preservación llevó a un grupo multidisciplinario a iniciar el proyecto Geoparque Puchuncaví cuya extensión abarca toda la comuna y el cual pretende, por medio de divulgación, dar a conocer la geodiversidad y biodiversidad que existe. Dentro de los métodos de divulgación utilizados por la agrupación se propusieron actividades como la participación de talleres escolares, participación con stand en ferias artesanales, talleres de patrimonio y charlas. Por su parte, el Museo de Historia Natural de Puchuncaví promueve la entrega de folletos y visitas guiadas a sus visitantes por alguno de los geositos. Sin embargo, pese a los esfuerzos de ambos grupos aún existe un déficit del aprovechamiento del Patrimonio Geológico en la comuna.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un producto geoes educativo que narre la evolución geológica del territorio, mediante el aprovechamiento de sus geositos contextualizados a la geología local. Para ello se realizó una recopilación bibliográfica de todo levantamiento existente sobre los geositos, desde sus descripciones hasta evaluación cuantitativa. Con toda esta información se procedió a la definición de los contextos geológicos locales y la representatividad de estos a través de los geositos existentes, posteriormente se jerarquizaron los geositos según sus temáticas geológicas (estratigrafía, tectónica de placas...) y se procedió a comparar estas temáticas con el contenido curricular del MINEDUC para escolares según cada año académico (1º-8º básico) preferentemente en la asignatura de Ciencias Naturales. Como resultado se obtuvo una clase complementaria de introducción a los conceptos y procesos básicos en formatos Prezi y Power Point. Además de dos cortometrajes capitulados "Mesozoico" y "Cenozoico" disponibles en el canal de YouTube "Geokids" en los cuales se narra con apoyo de ilustraciones personalizadas los procesos geológicos que modelaron la topografía sobre la cual se desarrolló la comuna.

Con estos productos se determinó que los alumnos de sexto y séptimo años básico serían el público objetivo puesto que son los cursos donde se desarrollan mayormente las temáticas de Ciencias de la Tierra, por lo que podría ser empleado como material de apoyo escolar para la enseñanza formal, en caso de ser aplicado a futuro por algún organismo. También se plantea que además de características educativas, es posible implementarlo como un método de divulgación al Patrimonio Geológico en esta nueva era Digital empoderada por la presente pandemia Mundial.

AGRADECIMIENTOS

Le dedico el fin de esta etapa de mi vida a toda mi familia, principalmente a mis padres por apoyarme desde el momento en que elegí esta carrera hasta estos últimos días. Y a mi super hermana por ayudarme a mantenerme en pie hasta en los días más grises.

También recordar a la Emilia, el gabo, Ale, Mati, Fran, Kramer, Axel, Judith y a todos aquellos compañeros que hicieron de los terrenos y de la vida en la universidad momentos memorables, transformándolos en una segunda familia geológica. Pero sobre todo a la Mori por ayudarme a conocer y encantarme del Geopatrimonio. No podía dejar atrás a la Domi y al Nacho como lo mejores compañeros y barristas durante mi proyecto de tesis y vida.

A todos aquellos profesionales que de una u otra manera ayudaron en la construcción de este trabajo desde sus inicios Manuel Arenas, Vladimir Vicencio, el grupo del proyecto geoparque de Puchuncaví, el personal del Museo de Puchuncaví y a los profesores de la comisión.

Tabla de contenido

Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	vi
Abreviaciones	vi
1 Introducción	1
1.1. Hipótesis.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivos Específicos	4
2 Metodología de Trabajo	4
2.1 Definición del Contexto Geológico Local (O.E.1)	4
2.2 jerarquización de los geositios (O.E.2).....	5
2.3 Selección del curso objetivo (O.E.3.1)	5
2.4 Confección del producto educativo (O.E.3.2).....	6
2.4.1 ETAPA 1- Entrar en contexto.....	6
2.4.2 ETAPA 2- Cortometraje	7
3 Área de estudio y vías de acceso	8
4 Marco Teórico.....	9
4.1 Conceptos y principios asociados al Patrimonio Geológico.	9
4.1.1 Geodiversidad	11
4.1.2 Geoconservación.....	12
4.1.3 Geositios	13
4.1.4 Geoparque	14
4.2 Geoeducación y sus implicancias	17
4.2.1 Educación y su manifestación a través de la enseñanza	18
4.2.2 Uso de TICs en la educación.....	19
4.2.3 Geoeducación en Chile	20
4.3 Currículum Escolar MINEDUC	21
4.4 Geositios de Puchuncaví	23
4.4.1 Evaluación geositios y metodologías para el valor geoeducativo.....	23
4.4.2 Catastro Geositios de Puchuncaví.....	24
4.4.2.1 Acantilado Costero de Quirilluca.....	26
4.4.2.2 Acantilado de playa larga de Horcón.	27
4.4.2.3 Yacimiento paleontológico Los Maitenes.....	28
4.4.2.4 Arco de roca Las Ventanas.....	29
4.4.2.5 Jurásico de San Antonio.....	31
4.4.3 Vulnerabilidad de los Geositios de Puchuncaví.	31

4.5	El Antropoceno: la huella del hombre sobre la Tierra.....	34
5	Marco Geológico.....	35
5.1	Antecedentes Generales	35
5.1.1	Unidades Estratificadas	37
5.1.1.1	Formación Ajjal (Ja).....	38
5.1.1.2	Formación Caleta Horcón (Th)	39
5.1.1.3	Formación Confluencia (Tc).....	39
5.1.1.4	Sedimentos eólicos antiguos (PQd).....	40
5.1.2	Unidades Intrusivas	40
5.1.2.1	Unidad Puerto Oscuro	40
	Unidad Tranquilla	42
	Unidad Cavilolén	42
5.2	Geomorfología.....	43
5.3	Variabilidad geológica de la Comuna.....	44
6	Resultados.....	45
6.1	Contexto Geológico Local.....	45
6.2	Relato escrito de la “Evolución geológica de Puchuncavi”	47
6.3	Categorización de los geositios	49
6.4	Curso Objetivo.....	51
6.5	Producto educativo	51
6.5.1	ETAPA 1.....	51
6.5.2	ETAPA 2.....	53
7	Discusiones	54
8	Conclusiones	59
	Bibliografía.....	62
	ANEXOS.....	67

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema básico de la dinámica de presentación para la clase "Introducción a los conceptos y procesos geológicos asociados al Patrimonio Geológico"	6
Figura 2: Líneas de tiempo editoriales de cada cortometraje.	7
Figura 3: Ubicación y vías de acceso zona de estudio.....	8
Figura 4: Esquema funcional sobre la Geodiversidad y su relación con el Geopatrimonio.....	10
Figura 5: Propuesta para el desarrollo de la Geoconservación	12
Figura 6: Mapa geográfico de Chile y sus Geositios	14
Figura 7: Catastro de geoparques inscritos en Global Geoparks Network.	15
Figura 8: Mapa geográfico de Chile (32°-39°S) y Proyecto de Geoparque.....	16
Figura 9: Mapa geositios de la comuna de Puchuncaví	25
Figura 10: Estratificación acantilados costero de Quirilluca.....	26
Figura 11: Playa larga de Horcón.....	27
Figura 12: Geositio Yacimiento Paleontológico Los Maitenes.....	28
Figura 13: Entorno Geositio Arco de Roca.....	29
Figura 14: Dique aplitico geositio arca de Ventana.	30
Figura 15: Geositio Jurásico de San Antonio.	31
Figura 16: Amenazas potenciales a la vulnerabilidad de los geositios.	34
Figura 17: Mapa geológico con la zona de estudio	36
Figura 18: Columna estratigráfica zona de estudio.	37
Figura 19: Mapa geomorfología de la Región de Valparaíso.....	44
Figura 20: Distribución del contexto geológico local de la comuna de Puchuncaví.	46
Figura 21: Arco volcánico de Chile durante el período Jurásico).....	47
Figura 22: Secuencia de generación de los cuerpos intrusivos.....	47
Figura 23: Inicio ciclo Andino ene el Cretasico.....	48
Figura 24: Presión de la dorsal de Juan Fernández.....	48
Figura 25: Ejemplo de modificaciones topográficas	49
Figura 26: Estructura principal de presentación de las páginas de la clase.....	52
Figura 27: Imágenes resumen de la clase "Introducción a conceptos y Procesos Geológicos asociados al Patrimonio Geológico"	52
Figura 28: Fotografías de la portada del video y las fichas de presentación para los geositios en cada capítulo	53
Figura 29: Esquema con detallado de las características de cada cortometraje	54

Índice de Tablas

Tabla 1: Contenido asignatura "Ciencias Naturales" de cada nivel académico dentro de la Educación Básica del MINEDUC.	22
Tabla 2: Contenido específico para los temas de la Tabla 1 de sexto y séptimo básico.....	23
Tabla 3: Resumen resultados obtenidos por López (2016) sobre el valor cuantitativo de los geositos de Puchuncaví en el Valor intrínseco (A), Potencial de uso (B) y Necesidad de protección (C). Además, de la ponderación de los puntajes para la comparación del valor a escala nacional e internacional.	24
Tabla 4: Evaluación cuantitativa de la fragilidad sobre los geositos realizada por López (2016).	33
Tabla 5: Contextos Geológicos Locales representados por los Geositos existentes en la comuna de Puchuncavi.....	49
Tabla 6: Categorías geológicas que representa los geositos de Puchuncavi.	50
Tabla 7: Ítems seleccionados de la evaluación de López (2016) para desarrollo simple de catálogo educativos para cada Geositio.....	50

Abreviaciones

CGL: Contexto Geológico Local

EGN: Red Europea de Geoparques

INACH: Instituto Antártico Chileno

IUGS: Unión Internacional de Ciencias Geológicas

LIG: Lugares de interés Geológico

MHNP: Museo de Historia Natural de Puchuncaví

MINEDUC: Ministerio de Educación

SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería

SGCH: Sociedad Geológica de Chile

TICs: Tecnología de la Información y Comunicación

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

1 Introducción

El planeta ha presenciado diversos eventos responsables de la separación de continentes hasta la formación de las más altas cumbres, los cuales han marcado el desarrollo de la vida y la estabilización de climas. Algunos de estos hechos quedaron registrados en rocas o expresados en paisajes, siendo vestigios claves para “conocer el pasado, entender el presente y predecir el futuro” (Schilling *et al*, 2012, p.). Además del valor científico, este autor plantea que estos espacios pueden poseer valor cultural, educativo y geoturístico, lo que ha impulsado el interés de estudiantes y público en general. Estos sitios de relevancia geológica, denominados como geositios por la Sociedad Geológica de Chile (SGCh), poseen un patrimonio geológico que por su valor intrínseco es necesario conservar y aprovechar a través de la geoeducación y el geoturismo.

Las primeras iniciativas institucionales de conservación y puesta en valor del patrimonio geológico se remontan a la década de 1970, pero no es sino hasta la década de 1990 que se consolidan en los programas Geoparque, cuyos socios fundadores fueron la Reserva Geológica de Haute – Provence en Francia, el Museo de Historia Natural de los Bosques Petrificados de Lesvos en Grecia, el Parque Cultural Maestrazgo en España y el Geoparque Vulkaneifel en Alemania (Carcavilla y García, 2014). Estos pioneros sentaron las bases para el desarrollo de los Geoparques como modelos de gestión del patrimonio geológico, estableciendo normas de funcionamiento y principios básicos, bajo estándares de sustentabilidad. Destaca entre las acciones estratégicas de los geoparques la geoeducación, la cual fue impulsada desde la Reserva Geológica de Haute – Provence como una de las principales herramientas para la protección del patrimonio geológico (Pagès, 2009).

Una de las necesidades que surgieron del proceso de gestión del patrimonio geológico fue determinar qué era relevante de conservar, gestándose de esta manera el concepto de Geositio. Es así como en 1996 comienza la identificación y catastro de geositios a nivel mundial por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas o IUGS, por sus siglas en inglés (Benado *et al*. 2019). Para el año 2000, los Geoparques pioneros conformaron la Red Europea de Geoparques para impulsar un modelo de gestión de los geositios reconocidos por la IUGS y a nivel local, sentando las bases para que posteriormente se gestara la Red Mundial de

Geoparques, la cual fue asistida por UNESCO como actividad complementaria del Programa Internacional de Ciencias Geológicas (Carcavilla y García, 2014).

A partir de las experiencias internacionales y nacionales se ha determinado que los principales factores que amenazan la preservación del patrimonio geológico son: falta de una legislación que contemple el patrimonio geológico y el conocimiento limitado en el mundo académico sobre las Ciencias de la Tierra (Benado et al. 2019). Si bien, cada país es capaz de crear sus propias legislaciones que contemplen la protección y manejo del patrimonio geológico, solo unos pocos han logrado el objetivo. Uno de los principales exponentes en esta misión es España pues logró integrar el programa de patrimonio geológico del IGME (Instituto Geológico y Minero de España) con la Ley 42/2007 del “Patrimonio Natural y de la Biodiversidad” (Ramo *et al.*, 2004). Mientras que a nivel nacional se encuentra en el congreso el proyecto de ley para la creación del “Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas protegidas”, el cual dependería del Ministerio de Medio Ambiente y que contempla explícitamente la protección del patrimonio geológico, ya que a la fecha solo la colaboración entre las instituciones Sociedad Geológica de Chile (SGCh), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Instituto Antártico Chileno (INACH), universidades y privados han logrado generar iniciativas de divulgación e investigación (Prieto et al. 2016). En cuanto a la conservación, en Chile, se ha implementado la creación de geoparques esperando lograr los mismos resultados positivos de los existentes en el resto del mundo, fomentando el aprovechamiento educativo y turístico de la riqueza geológica que posee el país y la representatividad de los contextos geológicos definidos por Mourgues et al. (2012).

Los geositorios en Chile están definidos como “ área que forman parte del patrimonio geológico... con características consideradas de importancia en la historia geológica”(Carcavilla & García, 2013), dentro de los más populares a nivel nacional inventariados por la Sociedad Geológica de Chile, están los Geiser de Tatio en la Región de Antofagasta, Radal Siete Tazas en la Región del Maule, Santuario de la Naturaleza Capillas de Mármol en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y el más conocido internacionalmente las Torres del Paine en la Región de Magallanes.

Bajo el mismo contexto, la comuna de Puchuncaví (32°38'-32°51' S) ubicada en el borde costero de la región de Valparaíso, posee 5 de los 116 geositorios registrados en la plataforma

web de la Sociedad Geológica de Chile (SGCh), los cuales son potencialmente atractivos por sus paisajes y el abundante contenido fósil, sobre todo por los restos de cetáceos mysticetos. Sin embargo, esta comuna, conocida popularmente como “zona de sacrificio”, ha sufrido las consecuencias de reiterados episodios de intoxicación debido a desperdicios aéreos generados por el cordón industrial adyacente al mar entre Ventana y Quintero. Por otro lado, el creciente desarrollo inmobiliario que ha experimentado el borde costero de Maitencillo a Caleta Horcón también es una amenaza directa al patrimonio local, lo que sumado a décadas de exposición a metales pesados y distintas sustancias tóxicas han afectado a la biodiversidad y el entorno natural de la comuna, llevando a los vecinos de Puchuncaví, y alrededores, a manifestarse en reiteradas ocasiones para dar a conocer el desastre ambiental que se encuentran enfrentando en la fecha.

Actualmente, debido a las condiciones socioambientales de la comuna, los conflictos locales son una de las principales temáticas abordadas. No obstante, los conflictos en torno a la gestión y aprovechamiento del patrimonio geológico se encuentran menos relevados, lo que sugiere una repercusión en el conocimiento de estos, mermando así el arraigo por este patrimonio. Ante la problemática previamente expuesta, surge la geoeducación como una herramienta de sensibilización que involucre a la comunidad en el proceso de gestión del patrimonio geológico. Así, el presente estudio pretende desarrollar con un producto geoes educativo para escolares de la comuna utilizando los elementos geológicos propios de área como forma de apoyar las actividades de divulgación impulsadas a nivel comunal por diversos actores como el Proyecto de Geoparque Puchuncaví, oficina de turismo Municipal, el Museo de Historia Natural de Puchuncavi (MHNP) y los propios docentes de los distintos establecimientos educacionales.

1.1. Hipótesis

La contextualización de los geositorios en función de la geología local y su asociación temática con el currículum formal del MINEDUC, hace factible una jerarquizar de los geositorios de la comuna de Puchuncaví para su aprovechamiento geoes educativo

1.2. Objetivos

Desarrollar un producto geoes educativo que narre la evolución geológica del territorio, mediante el aprovechamiento de sus geositos contextualizados a la geología local como mecanismo de empoderamiento hacia los espacios naturales.

1.2.1. Objetivos Específicos

O.E. 1 Definir los Contextos Geológicos Locales (CGL) para la comuna de Puchuncaví.

O.E. 2 Jerarquizar los geositos catastrados en la comuna según su representatividad del Contexto Geológico Local, valores cuantitativos didácticos y asociados, y temáticas geológicas mínimas existentes en el MINEDUC.

O.E. 3 Confeccionar un producto educativo de los geositos jerarquizados para estudiantes de educación básica, empleando tecnología de la información y comunicación (TICs) y recursos audiovisuales.

2 Metodología de Trabajo

2.1 Definición del Contexto Geológico Local (O.E.1)

La definición de los contextos geológicos locales se realizó mediante la recopilación bibliográfica, integrando antecedentes estratigráficos y de evolución geológica a nivel regional, e identificando además las morfologías principales que lo conforman. Posteriormente, se acotó a escala local los eventos evolutivos que modificaron la topografía de la comuna de Puchuncaví y sus alrededores. Finalmente, se generó un mapa con los CGL (Figura 16), desarrollándose un relato sobre la evolución geológica de la comuna desde el período Jurásico hasta la actualidad.

Para la confección del mapa con los límites espaciales del CGL se utilizaron:

- i. Imágenes satelitales LANDSAT 8 en espectro visible, para identificar las morfoestructuras que predominan en la comuna.
- ii. Hoja Quillota-Portillo de Rivano (1993) para identificar la geología básica de la comuna.

2.2 jerarquización de los geositios (O.E.2)

Una vez recopilado los catastros existentes de los Geositios de la comuna, se jerarquizaron los geositios según:

- i. La representatividad del Contexto Geológico Local, determinada en base a la distribución espacial y la coherencia de la evolución geológica de los geositios respecto al CGL.
- ii. El valor cuantitativo a escala nacional según el catastro de López (2016), y las puntuaciones obtenidas en los ítems relevante para formular el uso educativo del geositio. Por ejemplo, temas como la diversidad de elementos geológicos, culturales o naturales que componen el sitio con los ítems A5, A7 y A8 (ANEXO A), la factibilidad de uso didáctico que pueden ofrecer los sitios A6 y B1 (ANEXO A), información logística con los ítems B4, B9 (ANEXO A) y el estado del sitio o fragilidad C1, C4 y C5 (ANEXO A).
- iii. Temáticas asociadas a las Ciencias de la Tierra que representan cada geositio y cuáles de estas se relacionan a los temas abordados por el MINEDUC para la enseñanza básica.

Posteriormente se resumen los resultados obtenidos de estas categorías para facilitar el uso de los geositios en la creación del producto geoeducativo.

2.3 Selección del curso objetivo (O.E.3.1)

Para el proceso de selección de los cursos se utilizó como principal filtro las temáticas abordadas por el MINEDUC para la asignatura “Ciencias Naturales” en el eje de “Ciencias de la Tierra”, y como estas se ajustan con las temáticas geológicas que ofrecen los geositios ubicados dentro de la comuna de Puchuncavi. De este enlace de criterios se obtuvo que los mejores candidatos para dirigir el producto geoeducativo son los alumnos de sexto y séptimo año básico. Grupo etario susceptible psicológicamente al aprendizaje visual, auditivo y con mayores índices de participación en actividades didácticas (Araneda, A., Bustos, M., Gallardo, P., 2017).

2.4 Confección del producto educativo (O.E.3.2)

Para la confección del producto geoes educativo del tipo no formal (Martín, 2008), se consideran las condiciones anteriormente interpuestas, adaptando el lenguaje y el nivel de información al grupo etario seleccionado. En cuanto a la elección del tipo de producto educativo se escoge un formato digital, didáctico y de fácil acceso que complemente los conocimientos generales adquiridos en la educación Formal. Para ello se desarrolla un trabajo en dos Etapas.

2.4.1 ETAPA 1- Entrar en contexto

Consiste en el desarrollo de una clase de introducción, la cual además de informar sobre conceptos será la primera interacción con los alumnos antes de actividad principal (Cortometrajes). Para ello se crea una clase llamada "Introducción a Conceptos y Procesos Geológicos asociados al Patrimonio Geológico", presentada en formato PowerPoint y Prezi. Por medio del planteamiento de interrogantes (Figura 1), se integran los conceptos y procesos de tectónica de placa, fósiles, estratificación, erosión, geositos, geodiversidad y geoparques. En este producto se incluyó además la recomendación de material de apoyo didáctico liberado para incentivar el sentido de curiosidad.

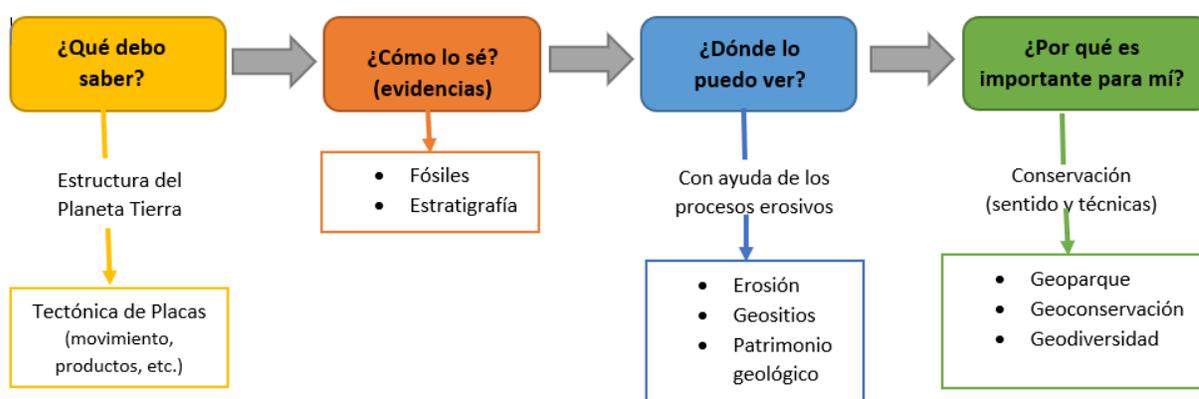


Figura 1: Esquema básico de la dinámica de presentación para la clase "Introducción a los conceptos y procesos geológicos asociados al Patrimonio Geológico". Elaboración propia.

2.4.2 ETAPA 2- Cortometraje

Los cortometrajes realizados fueron trabajados y editados con el software Wondershare Filmora9 (Figura 2), al cuales se le introdujeron las ilustraciones alusivas a los eventos geológicos que modelaron la geografía de la comuna de Puchuncaví (Figura 21 a 25). Además, se acompañan las imágenes con una narración de los eventos, edades y situaciones del momento, y como parte de estos sucesos están evidenciados en los geositios.



Figura 2: Líneas de tiempo editoriales de cada cortometraje. Todas las ilustraciones "bases" creadas para construir estos videos están disponibles en los ANEXOS D Y E. Elaboración propia

3 Área de estudio y vías de acceso

La zona de estudio se ubica en la comuna de Puchuncaví entre los 32°37'-32°51' S, a la cual se puede acceder desde la Ruta 5 Norte tomando la salida Nogales (ruta F-20), o bien por el mismo borde costero en la carretera F-30-E que une todas las localidades costeras de la Región de Valparaíso (Figura 3).

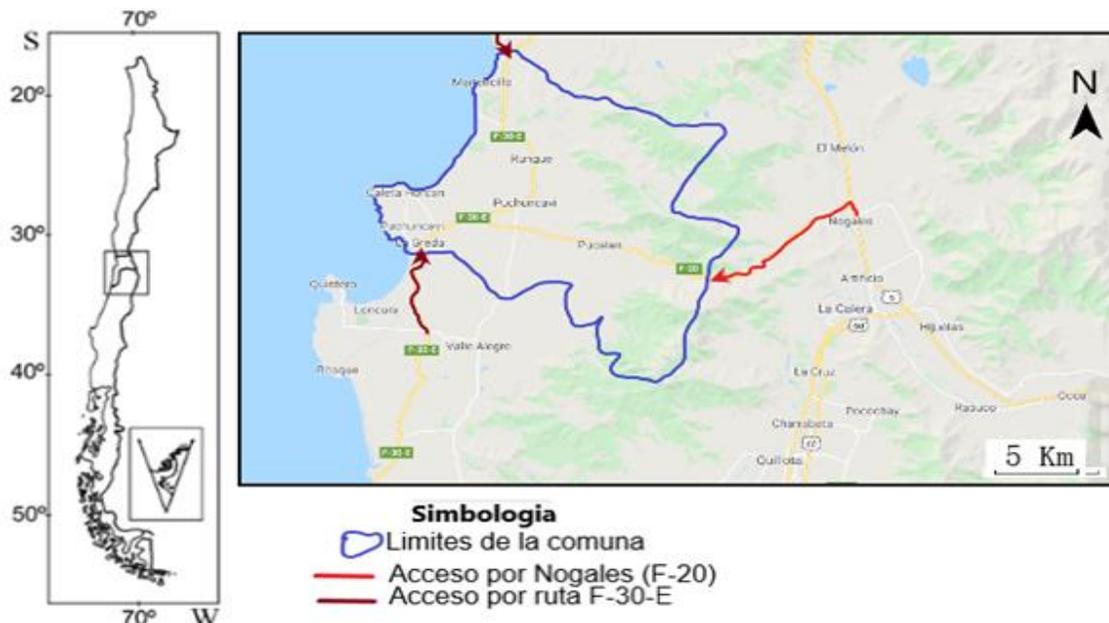


Figura 3: Imagen extraída de Google Maps con la red vial existente, de las cuales se señalan la F-20 como la principal vía de acceso a la comuna desde Santiago, y la F-30-E que comunica con las comunas del borde costero. Elaboración propia.

El alcance de este proyecto contempla toda el área de la comuna, la cual se conforma de 22 localidades en un ambiente que mezcla actividades agropecuarias, pesca artesanal e industrias como termoeléctricas y fundiciones. Sin embargo, en la última década números noticias en distintos medios de comunicación han dejado a la vista los efectos negativos de la zona industrializada sobre las otras actividades locales. Además de las repercusiones sobre la salud de los habitantes y la alteración sobre el medioambiente, generando al interior de la comuna problemáticas socioambientales expresadas por medio de manifestaciones en la vía pública y redes sociales de parte de los pobladores y agrupaciones

4 Marco Teórico

4.1 Conceptos y principios asociados al Patrimonio Geológico.

Para Montero (2020), el Patrimonio se constituye por aquellos elementos de origen natural y cultural, que, dada su valoración por parte de la sociedad, es necesario de preservar. Por su parte Arenas (2020), considera que el patrimonio natural se constituye tanto del componente biótico como el abiótico, siendo este último el patrimonio geológico (Figura 4).

El concepto Patrimonio Geológico ha variado según las consideraciones de los autores al respecto de los elementos geológicos que la componen, como el caso de Cendredo (1996) quien lo define como “El conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos o paleontológicos, **que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado**, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo” como uno de las más comunes. Si bien otras definiciones existentes coinciden en que el patrimonio geológico es parte de los recursos naturales, existen diferencias de opinión propia de cada autor sobre los elementos geológicos, procesos o alcance del valor patrimonial del concepto. Por ejemplo, Duran et al (1996) señala que existen elementos de carácter renovable como recursos hídricos, aguas termales y minerales.

Mientras que en España la Ley 42/2007 lo define como “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” basado en el acuerdo de VI Congreso Geológico de España en Zaragoza del 2004 ,resaltando la capacidad científica- didáctica de este elementos geológico.

De manera más reciente Brilha (2016) define el patrimonio geológico como los lugares y componentes más representativos de la geodiversidad, principalmente dado por su valor científico (Figura 4). Aunque no se debe olvidar que en la práctica la visión del geopatrimonio se construye a partir del patrimonio (incluidos elementos no geológicos), geoeducación, geoturismo, ciencia y conservación (Vergara, 2020).

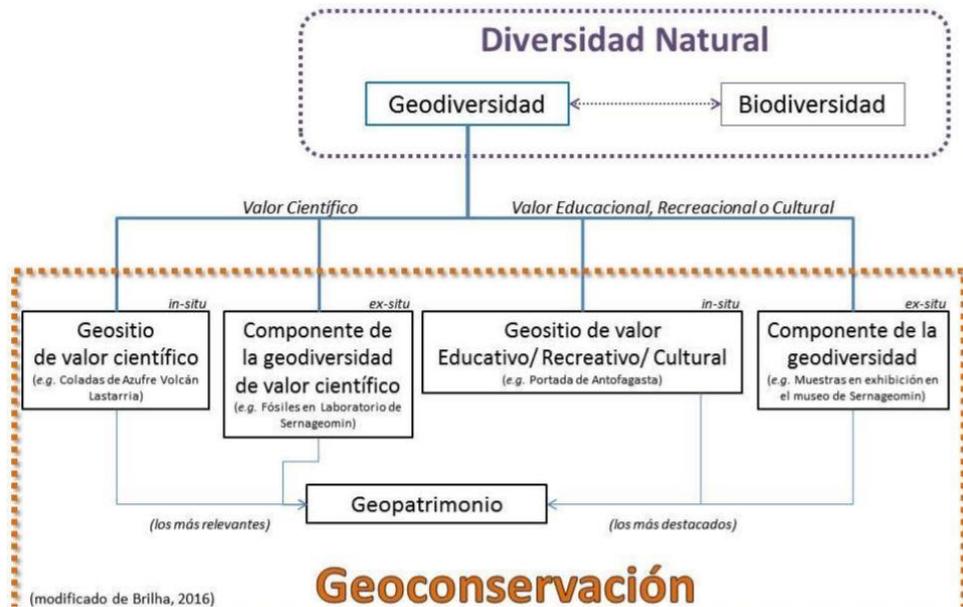


Figura 4: Esquema funcional sobre la Geodiversidad y su relación con el Geopatrimonio. Extraído de Arenas (2020)

Para fines del presente estudio se concebirá el patrimonio geológico como todo elemento de origen natural, ya sea renovable o no renovable que permita conocer, estudiar e interpretar los eventos responsables de la evolución de la Tierra y sus componentes.

En cuanto a las razones de la importancia del estudio del patrimonio geológico se consideran (Carcavilla, *et al.* 2007):

- Ser parte importante del patrimonio natural
- Conocimiento de la historia de la Tierra (creación de paisajes y relieves)
- Aporte en los conocimientos científicos
- La mayoría de los casos proveen un interés didáctico que aporten en la conciencia social, por medio de la educación.
- Un nexo entre la historia humana y la evolución de la Tierra.

Por su parte los denominados elementos geológicos que componen el patrimonio geológico (Carcavilla, L., *et al.* 2007) se identifican como aquellos:

- Lugares que muestran procesos únicos y poco comunes.
- Lugares representativos utilizados como referencia para interpretar un suceso.
- Lugares originales donde se han reconocido por primera vez aspectos geológicos
- Sitios con Patrones con los cuales se han definido estereotipos utilizados para correlación global, sin embargo, este sitio no es necesariamente representativo como un modelo.
- Definición de Geositios como zonas de interés regional que exponga algún episodio de la evolución geológica.
- Lugares de origen natural, pero expuestos a la superficie por acción antrópica.
- Lugares relacionados con geología ambiental y procesos geológicas activos.

4.1.1 Geodiversidad

Este concepto se originó como una analogía de biodiversidad, utilizadas en la literatura científica entorno al patrimonio geológico y de conservación. Si bien, no existe una sola definición o estándares de esta, se reconoce la definición de Nieto (2001) como “El número y variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas, geomorfológica, hidrogeológicas y petrográficas) y de materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asientan la actividad orgánica, incluida la antrópica”. Mientras que la definición de Gray (2004) se inclina a actividades netamente naturales y las interpretaciones que puedan venir de esta, “el rango natural de la diversidad de rangos geológicos (rocas, minerales y fósiles) y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas” siendo esta la definición considerada para los fines de este trabajo de título. No obstante, pese a lo definido se debe recordar la Geodiversidad como un valor intrínseco de cada territorio y un importante atributo que se encarga de describir los intereses geológicos de una determinada región.

4.1.2 Geoconservación

Concepto que nace a partir de un método de protección para la geodiversidad a comienzos del siglo XIX. Las actuales pérdidas de especies de plantas, animales y espacios naturales inspiraron los movimientos de conservación por parte de la sociedad. En el caso de la geología, los aportes a la historia que pueden entregar la interpretación de los sitios, depósitos, rocas, entre otros. Por este motivo es que iniciativas sociales propias de cada lugar son las que buscan frenar el impacto antrópico que se genera con el catastro y divulgación de los geositos (Gonggrijp, G.P. 2000). Para llevar a cabo la protección es que se define la geoconservación comúnmente como “el conjunto de acciones tendientes a la preservación de afloramientos rocosos por su importancia geológica, paleontológica o arqueológica; o de las formas de relieve sean estas de origen natural o artificial” (Goso, sf). Otra consideración a la disciplina la propone Henríquez (2011) como “todos los aportes relacionados con el patrimonio geológico, incluyendo la implementación de un inventario específico y su evaluación, conservación y monitoreo”.

Actualmente, no existen legislaciones internacionales o nacionales que rijan directamente normas de geoconservación a los proyectos que involucren la alteración de patrimonio geológico, a menos claro que estos se encuentren dentro de reservas/parques nacionales o sean parte de monumentos nacionales. Sin embargo, la más reciente herramienta que ayuda en esta labor es la educación y difusión (geoparques, rutas geológicas, etc.) de la importancia que representan para el futuro turístico-cultural-natural. Para fines de esta memoria se considera la Geoconservación bajo el modelo de Sánchez *et al.* (2011) detallado en la Figura 5, el cual implica un trabajo en conjunto entre la legislación, geoturismo, geodiversidad y el rol de la sociedad con énfasis en las últimas tres.

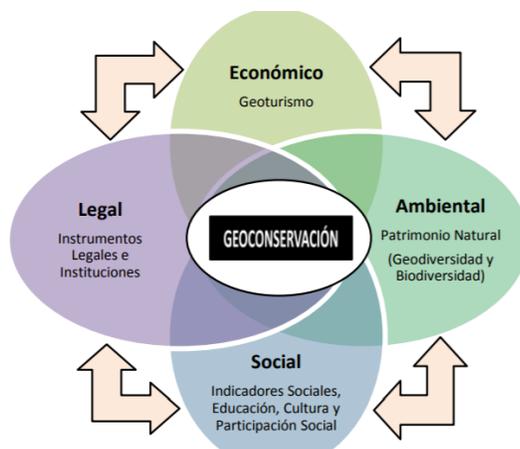


Figura 5: Propuesta para el desarrollo de la Geoconservación, mediante vinculación directa de los agentes: Ambiente-Social-Legal-Económico que repercuten en el estado de conservación (Sánchez et al. 2011)

4.1.3 Geositios

La definición más simple para comenzar es de Brilha (2005), quien se refiere a un geositio como “la ocurrencia de uno o más elementos de la geodiversidad, bien delimitados geográficamente y con un valor singular desde el punto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico u otro”. Mientras que García-Cortes y Carcavilla en el 2013 en una versión más global con el entorno, definen los geositios como “áreas que forman parte del patrimonio geológico de una región natural por mostrar, de manera continua en el espacio, una o varias características consideradas de importancia geológica de la misma”. Siendo esta última adoptada por algunas organizaciones como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), y recientemente por la Sociedad Geológica de Chile. Puesto que la definición anterior utilizada por la SGCh: “Afloramiento, o varios afloramientos vecinos, que contienen un objeto geológico de valor, que vale la pena preservar. El valor puede ser de muy diversa naturaleza: estrictamente geológico, mineralógico, paleontológico, estructural, petrológico, paisajístico, geomorfológico, etc.”, se centraba netamente en el valor que podían tener estos sitios para alguna de las áreas de estudio de la geología.

En la actualidad en Chile los geositios no le pertenecen a ninguna entidad jurídica o administrativa, sin embargo, la Sociedad Geológica se ha encargado de recibir las postulaciones, evaluarlas y reconocer los geositios, esto a modo de mantener un catastro de los geositios en el país (Figura 6), y dejarlos visibles al público a través de su sitio web Geositios.cl. Por su parte, SERNAGEOMIN recientemente llevo a ejecución el programa estratégico (2018-2022) de Inventario Nacional de Geositios, la cual se encargará de elaborar, mantener, actualizar y disponer al público de la información básica sobre los geositios, además de otras temáticas geológicas como vulcanología, remociones en masa y minería. Exponiendo esta base de datos al público por medio del Portal Geomin.

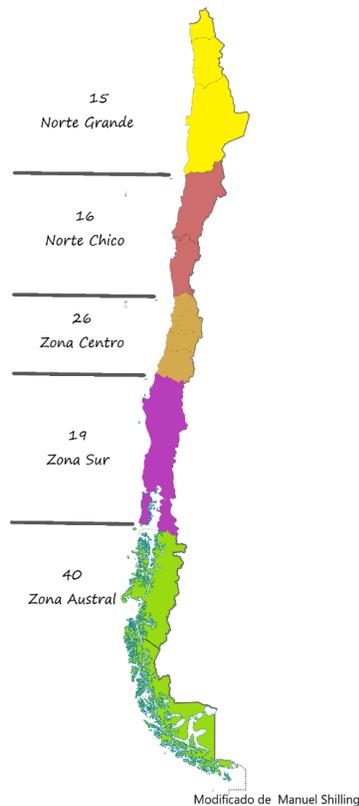


Figura 6: Mapa geográfico de Chile con la distribución de los geositos según la Grupo Patrimonio de la SGCH. (Schilling, 2020)

En síntesis, las definiciones existentes para el concepto Geositio tiene a variar en la amplitud de elementos que representan y el valor que estos ofrecen sobre otros sitios similares, y si bien se debería de contemplar la definición utilizada por la SGCH como la guía para este proyecto. Se establece únicamente para fines de este proyecto el contemplar la palabra geositio como aquel sitio o área cuya geodiversidad ofrezca un enriquecimiento al patrimonio geológico de una región, y que a su vez permita ser valorada científica, educativa, paisajísticamente y cultural por un grupo multidisciplinario.

4.1.4 Geoparque

La Red Global Geoparques (GGN) de la UNESCO fundada el 2004 define la figura de geoparques como “un área geográfica única, con sitios y paisajes de significado geológico internacional, que se gestiona por conceptos holísticos de protección, educación y desarrollo sostenible”. Es la misma UNESCO que señala que al vincular el patrimonio geológico con el patrimonio cultural y otras disciplinas, se facilita la conciencia a las problemáticas claves asociados al dinamismo del planeta y los efectos que esta genera sobre la vida. De la misma

manera la iniciativa de geoparques pretende brindar orgullo, poder y responsabilidad a las poblaciones locales otorgándoles una identidad propia y fortaleciendo su economía con el geoturismo a modo de premio por la conservación de los recursos.

Los principales pilares que se exigen para la creación y funcionamiento de un geoparque serán la existencia de un patrimonio geológico que sea protagonista y conductor, iniciativas que promuevan la geoconservación y divulgación de la historia del sitio y, por último, pero no menos importante, es que estas actividades favorezcan el desarrollo socioeconómico y cultural de las localidades involucradas (GGN, s.f).

Actualmente, la Red Mundial de Geoparques de la Unesco registra 147 geoparques (Figura 7) con 41 países participantes, de los cuales el 49% se encuentran en Europa, 41.5% en Asia, 4.8% en América del Sur (incluido Chile), 2% Norte América y 1.4% en África y Europa respectivamente (GGN, 2019). Donde si bien, los primeros geoparque e iniciativas de conservación fueron en Europa apoyados por el rico patrimonio cultural preservado, Latinoamérica creció rápidamente siguiendo como guía a los aprendizajes de los viejos continentes (Europa y Asia), tanto así que se creó una división de la GGN para Latinoamérica y el Caribe denominada Red GeoLAC.

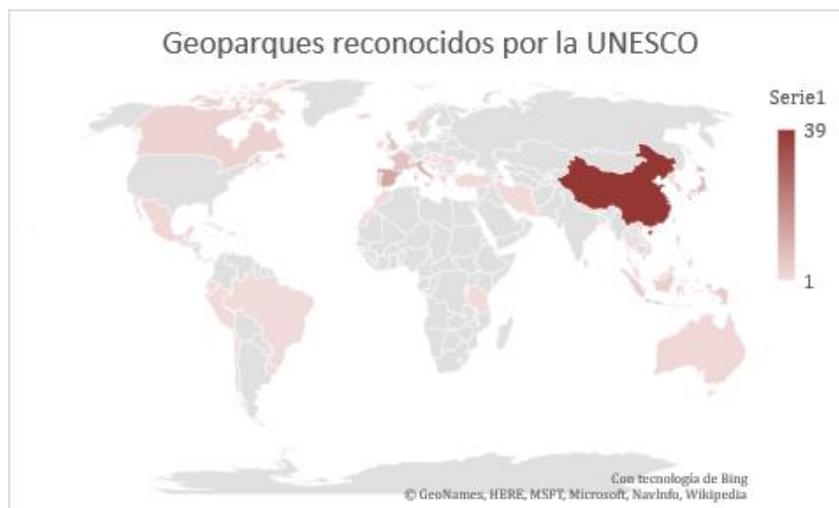


Figura 7: Catastro de geoparques inscritos en Global Geoparks Network (GGN, 2019) de la UNESCO, con intensidad según el número de geoparques por país. Elaboración propia.

El año 2019 Chile se integra a la Red Mundial de Geoparque con Kütralkura, ubicado en zona cordillerana en la región de la Araucanía y conformado por cuatro comunas, el cual se logró llevar a cabo con la colaboración del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), municipios de las comunas vinculadas y gobiernos regionales, todos con el objetivo de contribuir a la economía de la región, a la difusión de las ciencias de la Tierra y a motivar a reproducir el modelo en el país aprovechando la vasta variedad geológica que se da en Chile (Schilling, M., Toro, K., Contreras, P., Levy, C., Moreno, H. 2012). Otros proyectos de geoparque (Figura 8) en Chile son: Minero Litoral Bio-Bio, Cajón del Maipo, Valle de Petorca, Puchuncaví y el más reciente Pillanmapu (cada uno en diferente etapa de avance).



Figura 8: Mapa geográfico de Chile (32°-39°S) con la distribución área de los territorios de cada Proyecto de Geoparque. Elaboración propia.

El proyecto Geoparque Puchuncaví se extiende por toda la comuna del mismo nombre en la región de Valparaíso. Las iniciativas que dieron vida a este proyecto de geoparque nacieron del compromiso de los organizadores del geoparque con el desarrollo de la comuna, y a la necesidad de rescatar el patrimonio natural de la comuna por medio de un turismo sustentable. De esta manera los miembros organizadores del geoparque intentan, en parte remediar la negatividad de la comuna generada por los reiterados episodios de contaminación. Mediante una entrevista vía correo con el equipo Geoparque Puchuncaví se conoció el estado actual del proyecto:

- Legal: se encuentra en proceso de tener personalidad jurídica, lo que les permitirá más adelante consolidarse con otros colaboradores y fondos gubernamentales.
- Levamiento de información: poseen definición del territorio, identificación y caracterización de los geositos y lugares de interés geológico. Además de un mapa geológico escala 1:250.000 de la comuna completa.
- Social: Presencia de su información en stand en actividades comunales como Encuentro Medio ambiental Puchuncaví (Día mundial del medio ambiente), Abre la ventana, Día mundial del Geoturismo (stand y recorrido al Arco de roca de Horcón) y actividades el día del patrimonio nacional. También un reciente trabajo colaborativo con la escuela El Rincón para formar a los jóvenes en el patrimonio en base al respeto y cuidado del medio ambiente, además de la valoración y respeto a las tradiciones.

4.2 Geoeducación y sus implicancias

El origen etimológico de la palabra se descompone en Geo- que significa “la tierra” y -Educación que significa “acción y efecto de educar”. Sin embargo, la definición más completa de lo que atribuye este término es el adoptado por National Geographic, quien lo describen como “la educación sobre el mundo” entendiéndose como la interacción humano-naturaleza a escala global, regional y local (National Geographic org, s.f).

La importancia de la geoeducación varía según la perspectiva del individuo y la sociedad. Por ejemplo, como “sujetos” la educación está dirigida a prepararte para labores multidisciplinarias y multinacionales para lograr técnicas sostenibles (National Geographic org, s.f). Mientras que como “sociedad” el conocimiento adquirido nos beneficiaría manteniendo la competitividad

económica, seguridad nacional, sustentabilidad de recursos naturales y la preservación en la calidad de vida (National Geographic org, s.f).

4.2.1 Educación y su manifestación a través de la enseñanza

Entendida la Educación en Chile como un “proceso permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo moral intelectual, artístico, espiritual y físico mediante la transmisión y el cultivo de valores conocimientos y destrezas enmarcados en nuestra identidad nacional, capacitándolas para convivir y participar en forma responsable y activa en la comunidad” (Art 2, Ley 20370, 2009). Que se considera ante la Ley General de Educación como un derecho para todas las personas (Art 4, Ley 20370, 2009).

Si bien la educación es solo el concepto, se manifiesta ante las personas por medio del aprendizaje. Sin embargo, el abordaje de éste puede variar en múltiples contextos y situaciones, así como varía la capacidad de aprendizaje de las personas (Martín, 2008). En la actualidad estos métodos de enseñanza se definieron como:

- i. Enseñanza Formal: toda enseñanza estructurada entregada de manera sistemática y secuencial. Constituida por niveles que aseguren el proceso educativo y faciliten su continuidad a lo largo de la vida de la persona (Art 2, Ley 20370, 2009).
- ii. Enseñanza No Formal: proceso formativo sistemático No evaluado, pero que puede ser reconocido y validado como certificación al aprendizaje (Art 2, Ley 20370, 2009).
- iii. Enseñanza Informal: proceso formativo no estructurado, cuyo aprendizaje se asocia al desarrollo de la persona en la sociedad, por su relación con otros. A diferencia de los otros este no requiere de una institución educacional que lo titule (Art 2, Ley 20370, 2009).

En el caso del método de educación no formal en niños y jóvenes se ha demostrado que permiten acercar conceptos complejos de geociencia, de manera más sencilla y comprensible en un ambiente con mayor libertad, siendo esto último lo que logra mayor incentivo en el aprendizaje significativo. Considerando que el aprendizaje significativo como aquel donde el

alumno adquiere nuevos conocimientos al modificar los conocimientos previos, e interiorizándolos como parte de la experiencia del niño o joven (García and Muñoz, 2018).

4.2.2 Uso de TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la educación.

Como lo explica su nombre los TICs son parte de la evolución de métodos de aprendizaje, que nacieron para adaptarse a las necesidades de aprendizaje de los alumnos, entregando mayor flexibilidad de enseñanza (Belloch, 2012). De esta manera los alumnos construyen su saber ligando sus conocimientos previos y los nuevos por medio de la indagación y búsqueda con las nuevas tecnologías (Guerrero, 2014).

Esta clase de herramientas deben ofrecer flexibilidad, versatilidad, interactividad y conectividad para lograr un aprendizaje favorable. Además, de la capacidad de adecuarse al nivel de desarrollo del alumno y a los conocimientos previos como material de construcción para el nuevo material (Guerrero, 2014).

Algunas de estas herramientas recomendadas para transmitir y debatir información algunas de estas serían Padlet, co, Prezi, Glogster y Popplet entre otras. Además de otras (Salmerón, 2012). En cuanto a las herramientas complementarias que ofrece la gamificación a los TICs se encuentran plataformas como Kahoot, Mentimeter, Blicker, Educaplay, Quizizz y otros varias según las necesidades de aprendizaje o evaluación que se deseen reforzar. En la practica la gamificación a resultado no solo benéfica para enseñar y reforzar los conocimientos, si no, que mediante la dinámica del juego se enriquecen las habilidades de comunicación y resolución de problemas (Diaz and Bravo, 2018; Carri, 2018).

Otra herramienta utilizada últimamente para la divulgación son los canales de YouTube como “cuarentena con geociencia” o “al rescate del patrimonio geológico” que buscan de manera lúdica y accesible acercar a las personas a las geociencias mediante entrevistas con diversas temáticas. También las redes sociales como Instagram y Facebook han logrado ser formas interactivas, didácticas y sencillas de mantener activa y participativa al público sobre las Ciencias de la Tierra, adaptando la información según el público objetivo y el tipo de actividad al que se dediquen (solo divulgación, material educativo complementario, discusiones, etc.).

4.2.3 Geoeducación en Chile

Si bien es posible introducir las Ciencias de la Tierra en cualquier nivel educacional, el contenido y la metodología de enseñanza son variables, ya que deberán acomodarse a las necesidades de cada nivel académico. Trabajos anteriores (Ahumada, 2015; Aravena, 2018) señalan la importancia de planificar y modificar cualquier actividad bajo la asesoría de personas del área de pedagogía para lograr un eficiente aprendizaje.

Durante la última década en la Educación en área de las ciencias no ha tenido cambios curriculares (Benado, 2019). Sin embargo, diferentes actividades no formales se han llevado a cabo para fomentar el aprendizaje en las Ciencias de la Tierra, más allá de lo establecido en la base educacional. Una actividad que dejó entrever el déficit de conocimientos fue la realización de la 1ª Olimpiada Geológica a que llevaron 16 de junio de 2018, en la cual participaron alumnos de 7mo a 4to medio. Estos y sus docentes fueron preparados con talleres y clases de geología básica para comprender el funcionamiento del planeta. Posteriormente respondieron 45 preguntas teóricas sobre Planeta tierra, Procesos geológicos endógenos y exógenos, Geositios de Chile, Geología y medioambiente. Concluyendo de esta experiencia debilidades en los geositios de Chile (Delbury *et al.* 2018).

Otra experiencia presentada por Ojeda *et al.* (2018) expresa la importancia de la integración de la geociencia en la etapa escolar a modo de comprender las geo amenazas naturales y las medidas preventivas. Tras un extenso estudio en las actualizaciones curriculares de Ciencia Naturales se concluye que la formación preventiva debiese ser entre 1º y 6º básico, mientras que se recomienda profundizar los fenómenos naturales entre 7º y 2ª medio. La importancia de estudios como este es fundamental dada a las características geológicas del país y las constantes amenazas que existen.

Continuando esta misma línea otras propuestas a la mejora educativa escolar sobre las Ciencias de la Tierra sobre todo en el aprendizaje significativo en niños de 4ª básico (Aravena, 2018; Ahumada, 2015). En el caso de Aravena (2018) además de generar un plan con ayuda de expertos en el área educativa y psicológica, imparte el apoyo de tecnologías para potenciar la enseñanza de la geología en los distintos niveles de la población.

Otra experiencia geoeseducativa fue la realizada por el Geoparque Kutralkura en el 2011 con su proyecto “Exploradores del volcán Llaima”, en el que cien estudiantes entre 5º y 8º básico de las escuelas locales participaron. El objetivo central era contribuir a la valoración del territorio por parte de la comunidad escolar y mejorar su preparación ante emergencias volcánicas. Entre los productos generados para este proyecto, el principal consistía en un video con ilustraciones animadas diseñadas para explicar los procesos volcánicos, todo esto guiado por su anfitrión Rocko (una roca animada). Este proyecto obtuvo resultados muy positivos entre los más de 100 alumnos que participaron y los profesores involucrados, siendo estos últimos esenciales en el apoyo de las actividades didácticas que lo acompañaron y su disposición para capacitarse en los temas.

4.3 Currículum Escolar MINEDUC

El Ministerio de Educación de Chile se encarga de fomentar el desarrollo de la educación en todos sus niveles (Ministerio de Educación de Chile, s.f), para ello a lo largo de los años se publica un currículum base nacional con los contenidos y habilidades mínimas que debe aprender un alumno en cada nivel académico. Este programa variara sus contenidos según cada asignatura (lenguaje, matemáticas, historia, ciencias, arte, etc.).

En el caso de la Educación Básica escolar se contemplan las Ciencias como una sola. Cuyos objetivos se organizan en tres ejes temáticos (Ministerio de Educación, 2018): Ciencias de la vida, Ciencias física y química, y Ciencias de la Tierra y el Universo (Tabla 1). Siendo este último relevante para términos de este trabajo, ya que a través de esta temática el alumno debe conocer tipo de atmosferas, capas de la tierra y sus movimientos, relación sismos-tsunamis-volcanes. También se busca que los estudiantes aprendan sobre la formación y las características del suelo, su importancia para el sustento de la vida sobre la Tierra y las variables asociadas a la erosión. Asimismo, se estudian los componentes del Sistema Solar, los movimientos de la Tierra y su impacto en los ciclos de la vida (Ministerio de Educación, 2018).

En general estas materias se tratan con una perspectiva científica, que involucra exploración, uso de modelos y experimentación, procurando que los alumnos perciban la interrelación entre los fenómenos estudiados.

Tabla 1: Contenido asignatura "Ciencias Naturales" de cada nivel académico dentro de la Educación Básica (MINEDUC, s.f.). Los colores identifican los tres temas objetivos: Ciencias de la vida (verde), Ciencias física y Química (azul) y Ciencias de la Tierra y el Universo (amarillo).

Curso	Unidades	Curso	Unidades
1º Básico	Hábitos saludables y uso de los sentidos	5º Básico	El agua y los océanos
	Características de los seres vivos		Organización de los seres vivos. Sistema del cuerpo humano
	Propiedades de materiales y objetivos de diverso tipo		Efectos del cigarrillo. Agentes infecciosos. Conductas saludables
	El sol y las estaciones del año		La electricidad. Formas de energía.
2º Básico	Órganos internos del cuerpo humano	6º Básico	Los seres vivos y el suelo en que habitan
	Animales e invertebrados		El sistema reproductor, La pubertad. Vida saludable
	Actividad humana y medio ambiente		La energía
	El agua y el tiempo atmosférico		La Materia y sus estados
3º Básico	La luz y el sonido	7º Básico	Química: comportamiento de la materia y su clasificación
	El sistema solar		Física: Fuerza y ciencia de la tierra
	Importancia de las plantas		Biología: Microorganismos y barreras defensivas del cuerpo humano
	Vida saludable		Biología: Sexualidad y autocuidado
4º Básico	Propiedades de la materia	8º Básico	Biología: Nutrición y Salud
	Los fenómenos sísmicos		Biología: Células
	El cuerpo humano y sus funciones básicas		Física: Electricidad y calor
	Exosistemas chilenos		Química: Estudio y organización de la materia

De la tabla anterior los elementos en amarillo indican los principales objetivos a enseñar en el área de Ciencias de la Tierra, en donde los primeros tres años se dedican a la comprensión de Universo, la estructura de nuestro Planeta y nuestra ubicación en él. Luego los siguientes dos años salta repentinamente a los fenómenos sísmico (consecuencias e influencia en la historia de Chile) y el agua en todas sus expresiones sobre el Planeta. Finalmente, los últimos cursos se enfocan sobre la vida en la Tierra y la interacción con el medioambiente (Tabla 2), dando paso a las temáticas de formación del suelo, como este cambia y la relación entre las distintas variables que pueden ocurrir sobre la tierra para su formación.

Si bien en la Enseñanza Media las ciencias se dividen en Física, Química y Biología, las temáticas asociables a las Ciencias de la Tierra se ven remplazadas por temas como

sustentabilidad y uso de recursos naturales/no naturales del país. En conclusión, los cursos más enriquecidos en la comprensión de la Tierra son sexto y séptimo básico, cuyo contenido específico obligatorio se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Contenido específico para los temas de la Tabla 1 de sexto y séptimo básico. (MINEDUC, s.f.)

Curso/Unidad	Código interno	Contenido específico
6° básico/ U1	CN07 OA 16	Capas de la Tierra. La posibilidad de desarrollo de vida y recursos para los humanos
	CN06 OA 18	Consecuencias de la erosión de la superficie de la Tierra Identificación de los agentes erosivos
	CN06 OA 17	Formación de suelos y sus propiedades
7° básico/ U2	CN07 OA 09	Tectónica de placas
		Patrones de actividad geológica
		Tipos de interacción de placas
		Importancia deriva continental
	CN07 OA 10	Actividad volcánica y sus consecuencias en la naturaleza y la sociedad
	CN07 OA 12	Clima en la Tierra y todas sus variables
CN07 OA 11	Ciclo de las rocas	

4.4 Geositos de Puchuncaví

4.4.1 Evaluación geositos y metodologías para el valor geoeducativo

Existen dos estudios particularmente que evalúan cuantitativa y cualitativamente los lugares de interés geológico y los geositos existentes en la comuna. El primer trabajo de Zora y Andrade (2015) utiliza la metodología de García-Cortez y Carcavilla (2013) por la calidad de los parámetros numéricos, de los cuales se determinó que todas poseen un alto valor didáctico y científico. Misma conclusión general alcanzada por López (2016) pese a utilizar la metodología de Martínez (2010). Sin embargo, al comparar el valor educativo ninguna de estas metodologías contempla un espacio específico de esta área, aunque en el caso de la metodología de Martínez (2010) permite extraer información generalizada de algunos ítems que permitirían crear una ficha de los geositos, cuyo contenido básico indicaría la diversidad de elementos geológicos o biodiversidad, el potencial de usos que se pudieran dar en los geositos y la logística de estos en caso de planificar actividades en terreno. Por dicha razón, para efectos de este estudio se analizan los resultados cuantitativos (Tabla 3) obtenidos por López (2016).

Tabla 3: Resumen resultados obtenidos por López (2016) sobre el valor cuantitativo de los geositos de Puchuncaví en el Valor intrínseco (A), Potencial de uso (B) y Necesidad de protección (C). Además, de la ponderación de los puntajes para la comparación del valor a escala nacional e internacional.

Criterios evaluados	Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
A- Valor intrínseco	37	40	43	36	36
B- Potencial de uso	38	42	42	50	42
C- Necesidad de protección	19	19	19	20	21
Puntaje regional o Local	32	35	36	36	35
Puntaje Internacional o Nacional	49	54	56	53	52

Recientemente Cornejo (2019) se centró en elaborar una metodología de evaluación cuantitativa para sitios de interés geológico educativo, cuya contribución es potenciar el valor educativo para su posterior divulgación y difusión a la comunidad. Si bien el estudio anterior fue aplicado en el Parque Nacional Lauca, nada impediría que futuramente se aplicara en los sitios de interés dentro de la comuna. De poder llevarse a cabo esto último sería un material importante de presentar a los docentes de las escuelas, ya que sería un excelente apoyo para complementar el cortometraje y otros productos geoeducativos.

4.4.2 Catastro Geositos de Puchuncaví.

De los geositos ubicados en la comuna (Figura 9) tres se ubican en el borde costero en acantilados con depósitos del cuaternario en el techo de los depósitos. Los otros dos geositos se encuentran en el centro de la comuna exponiendo rocas jurásicas.

Distribución de los Geositios dentro de la comuna de Puchuncaví

Escala 1: 150.000

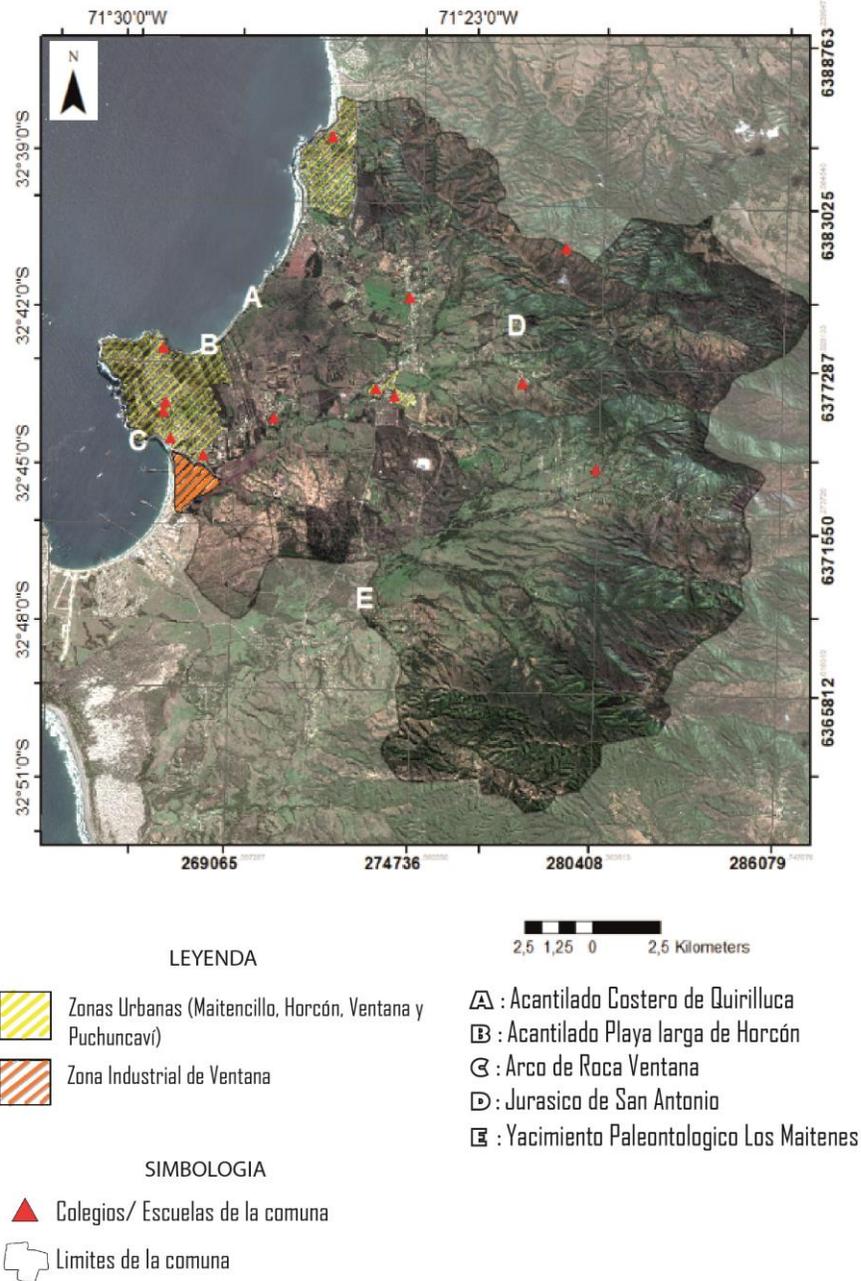


Figura 9: Imagen satelital con la ubicación de los geositios de la comuna de Puchuncaví. Escala 1:150.000. (Elaboración propia)

Los geositios A, B, D y E exponen mayoritariamente rocas y/o depósitos no consolidados de las Formaciones Caleta Horcón u Horcón y la Formación Ajál.

4.4.2.1 Acantilado Costero de Quirilluca.

Coordenadas: 269535 m E- 6379567 m S.

Accesibilidad al lugar por medio de un camino de servidumbre del fundo Quirilluca. Se puede acceder en vehículo hasta 200 m antes de la playa. López (2016) en su trabajo evalúa el valor intrínseco del geosítio determinando un alto interés científico en las áreas de geomorfología, paleontología, estratigrafía y litoral. Además, categoriza con nivel medio la estética y uso didáctico del geosítio. El mismo estudio que califica con un bajo deterioro del sitio y la baja vulnerabilidad.

Los acantilados de Quirilluca se describe como sedimentos marinos de la Formación Horcón conformado por areniscas medias a fina y conglomerados. Estos poseen un alto contenido fosilífero de vertebrados e invertebrados y restos de cetáceos mysticetos y odontocetos (SGCH, 2013). Cuenta con dos cavernas producto de la abrasión marina, estas dejan expuesto el techo de la facie H1 (Figura 10), donde se concentran grandes cúmulos de bivalvos (López, 2016).

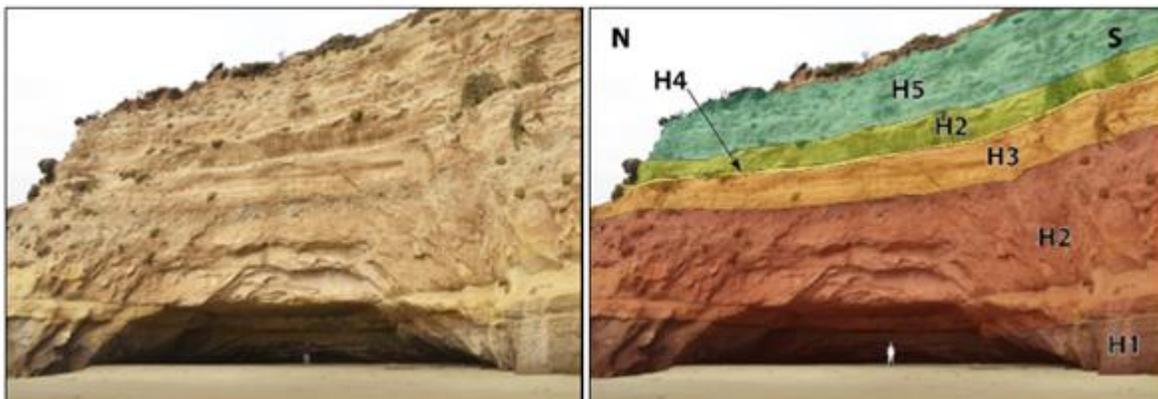


Figura 10: Foto acantilado y Esquematzación de la separación de facies de la Formación de Caleta Horcón (López 2016).

Sobreyaciendo a los depósitos de la Formación Horcón se encuentran rocas carbonáticas formando terrazas marinas del Cuaternario. Siendo el último nivel de importancia arqueológica con conchales presumiblemente del periodo Alfarero (300 años D.C aproximadamente) (SGCH, 2013).

4.4.2.2 Acantilado de playa larga de Horcón.

Coordenadas: 268232 m E- 6377852 m S



Figura 11: Playa larga de Horcón encajada entre los acantilados y el mar. Como dice su nombre se caracteriza por ser una playa larga y estrecha dependiendo del nivel del mar.

Geosítio ubicado en el borde costero de la localidad de Horcón (Figura 11), la playa cuenta con libre acceso para todo visitante. El geosítio expone en sus acantilados rocas sedimentarias asociadas a la Formación Horcón con abundante contenido fósil con distinto grado de preservación. También se forma una cueva en el extremo norte de la playa producto de la abrasión que deja expuesto en el techo fósiles de invertebrados en su mayoría (SGCH, 2013).

En cuanto a la evolución del geosítio según el método utilizado por López (2016), lo resume como un lugar cuyo valor científico es de mediano interés para las áreas de geomorfología, paleontología y estratigrafía. Además, según su criterio define siete facies litológicas de las cuales interpreta que la base corresponde a un ambiente marino somero, con posible indicación de mezcla de agua dulce y salada producto de la masividad de arenas y concreciones. Por su parte la presencia de laminación convoluta sugiere una rápida depositación de los niveles. Mientras que del centro hacia el techo se interpretó como un aporte creciente de depósitos aluviales y fluviales con estructuras lenticulares y estratificaciones cruzadas. Finalmente, en el techo de la Formación se observa el contacto con depósitos eólicos.

Toda la estratigrafía está casi horizontal y los fósiles conocidos datan de edad del Mioceno hasta el Plioceno superior, con un catastro de López, 2016:

- Artrópodos (balanidos y cancridos)
- Braquiópodos

- 20 especies bivalvos
- 20 especies de gastropodos
- 3 especies de escafópodos
- 11 géneros de peces cartilaginosos
- 13 peces óseos
- 2 géneros de aves marinas
- 4 familia de mamíferos marinos

4.4.2.3 Yacimiento paleontológico Los Maitenes.

Coordenadas: 272632.19 m E – 6369115.56 m S



Figura 12: Geositio Yacimiento Paleontológico Los Maitenes. Paisaje altamente erosionado con morfologías tipo Badlands

Geositio ubicado en la localidad Los Maitenes al interior de la comuna de Puchuncaví (SGCH, 2013). En esta se observa una topografía marcada por un intenso sistema de drenaje dendrítico, generando morfologías tipo *badlands* (Figura 12), cuya rápida erosión sobre el suelo producen que año a año van aumentando en profundidad y extensión. Son estas mismas estructuras que deja expuesta parte de la Formación Horcón (Plioceno), de base a techo arena fina y limo con fósiles de invertebrados marinos, seguido de una capa de conglomerados. El nivel superior se compone de arena fina a gruesa limosas con restos óseos de cetáceo misticeto y en su techo restos de conchales (J, P., Pontarelli, S., Andrade, V., 2009).

Dada las características de las mandíbulas de los fósiles de cetáceos indicarían que podría pertenecer a tres posibles familias diferentes, pero se concluye que dada la baja robusticidad de

la mandíbula es más semejante a la familia de Balaenidae (J, P., Pontarelli, S., Andrade, V., 2009).

4.4.2.4 Arco de roca Las Ventanas.

Coordenadas: 266073 m E – 6374384 m S

Geositio ubicado en la localidad de Ventana de la comuna de Puchuncaví (SGCH, 2013), cuyo nombre nace por dos morfologías similares unas ventanas que se generaron en las rocas adyacentes al puerto (Figura 13a), de las cuales actualmente solo queda una denominada por la prensa como “Zona de Sacrificio” de la región, por ser un área altamente industrializada (Figura 13b) que incluyen cuatro termoeléctricas a carbón, fundición de cobre, cementos, concentrado de cobre, petróleo entre otros.

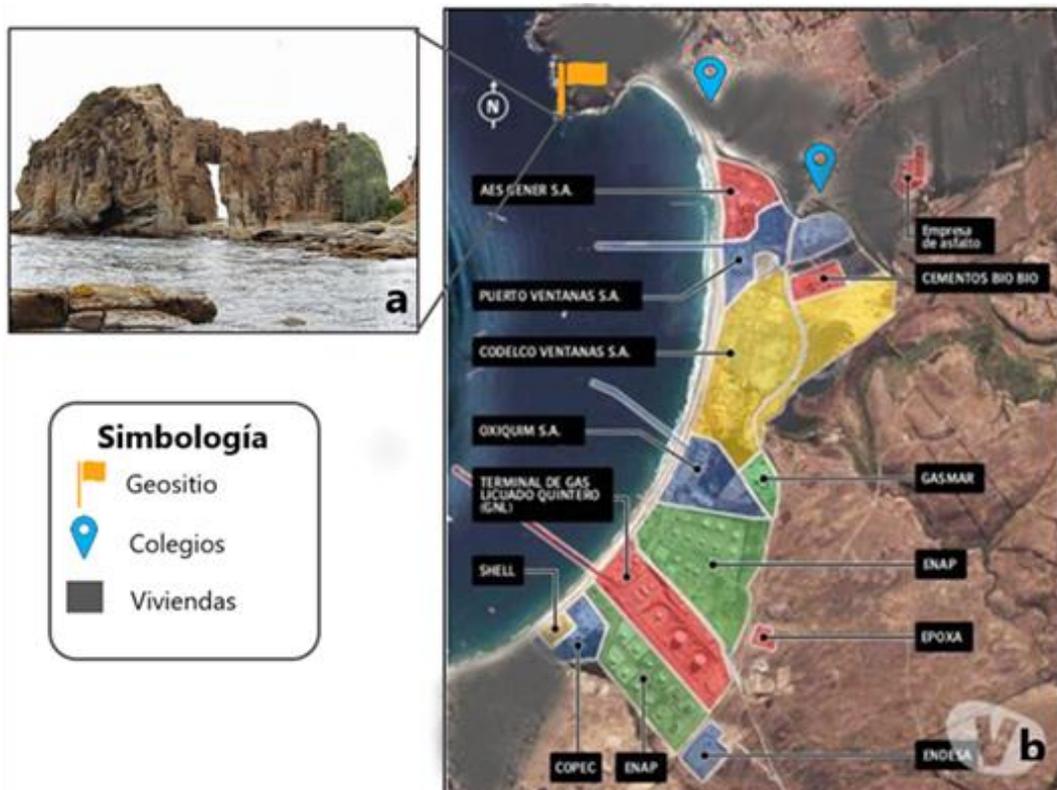


Figura 13: a) Geositio Arco de Roca formada por la erosión del agua y viento. b) Zona Industrializada entre la costa de Quintero y Ventana (Balcazar, 2016). Las escuelas cercanas son el complejo industrial son Educativo Sargento Aldea (norte) y la escuela básica La Greda (sur).

El geositio se ubica justo en plena playa de Ventanas en el límite norte, como se muestra en la figura 9. el contraste visual es muy alto en un mismo punto de observación. Según la evaluación de López (2016), señala un elevado valor científico del lugar en las áreas de geomorfología,

mineralogía, petrografía y litoral. En cuanto a la conservación del geositio solo se puede limitar a la educación de los visitantes al lugar, ya que, por el momento no existen evidencias que avalen o descarten una reacción química entre la roca y los residuos industriales (sobre todo de origen minero) que altere la meteorización natural del lugar.

Las rocas del lugar se describen petrográficamente como roca plutónica perteneciente a la Superunidad Minchas, específicamente a la subunidad cuarzdiorita de Chachagua (SGCH, 2013). Descrita por López (2016) como una roca de composición granodiorítica con biotita y hornblenda como accesorios, diaclasado y con abundantes enclaves máficos. Los enclaves según López son de granodiorita con tamaño de grano menor a 0,1 mm compuesta por hornblenda, biotita y opacos, asimilando en los bordes fragmentos de la roca caja. Sin embargo, la Sociedad Geológica de Chile (SGCH, 2013) los denomina xenolitos originados por la mezcla de magma de diferente composición química.

Otras estructuras presentes son diques aplíticos verticales de orientación E-W (Figura 14), numerosas fallas subverticales de carácter dextral y orientación NW-SE, y el arco de rocas producto de la erosión eólica y marina.



Figura 14: Dique aplíticos de aproximadamente 20 cm de espesor (color amarillo) cortando la granodiorita (roca de caja) y los enclaves en negro. (López, 2016)

4.4.2.5 Jurásico de San Antonio.

Coordenadas: 277772 m E - 6378733 m S



Figura 15: Geositio Jurásico de San Antonio. Afloramiento expuesto por una ex- cantera de extracción industrial.

Geositio ubicado en la localidad de San Antonio, popular en la comuna por la festividad religiosa de San Antonio que se celebra cada 13 de julio (SGCH, 2016). Geológicamente el sitio representa la Formación Ajial (no metamorfizada), con secuencia fosilífera turbidíticas marina-continental, con restos de invertebrados, corales y variedad de estructuras sedimentarias (Figura 15). A diferencia del resto de los afloramientos de los otros geositios, los estratos mantean 45°SW (López, 2016).

López (2016) describe el afloramiento de base a techo en cuatro facies, las dos primeras son de turbiditas con sedimentos de origen aluvial. La facie tres la describe como el resultado de un ambiente marino somero que producto de la disminución del nivel eustático, de la cual solo quedan fósiles de invertebrados marinos y corales. Finalmente, la Facies cuatro y techo del afloramiento están compuesto de fragmentos en su mayoría de origen volcanoclásticos como son piroclásticos, andesítico y cuarzodiorita.

4.4.3 Vulnerabilidad de los Geositios de Puchuncaví.

La Vulnerabilidad o fragilidad en este caso se refieren a *“la susceptibilidad de un recurso geológico a sufrir cambios o degradación por causas antrópicas”* (Carcavilla et al, 2007; p 180). Concepto que en el uso diario se liga al riesgo de degradación por la probabilidad que tengan los recursos geológicos de perder su calidad o valor al sufrir modificaciones por acción del

hombre, detonando en la mayoría de las ocasiones en acciones de protección según las necesidades y características del geosítio.

Dentro de la literatura si bien existen métodos de medición de la vulnerabilidad cuyos enfoques varían según las prioridades de los autores que lo proponen, para el caso de la utilización didáctica y turística de los LIG (Lugares de Interés Geológicos) Villalobos *et al* (2003) propone una clasificación de la vulnerabilidad en tres categorías (Carcavilla *et al*, 2007).

- i. *“Rasgos geomorfológicos, estructurales o sucesiones estratigráficas de dimensiones kilométricas o hectométricas difícilmente deteriorables por actividades de uso público”* (Carcavilla *et al* 2007, p 186).
- ii. *“Rasgos geomorfológicos, estructurales o sucesiones estratigráficas de dimensiones hectométricas a decimétricas difícilmente deteriorables por actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos con posibilidad de extraer mineral o fósiles”* (Carcavilla *et al* 2007, p 186).
- iii. *“Rasgos geomorfológicos, estructurales o sucesiones estratigráficas de dimensiones decamétricas a métricas con alta fragilidad para actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos de fácil depredación”* (Carcavilla *et al* 2007, p 186).

Para el caso de los cinco geosítios de la comuna de Puchuncavi sus características geológicas y, en algunos casos la localización cercana a centros urbanos, lo asemejan a la tercera categoría descrita por Villalobos *et al* (2003) puesto que la mayoría de las riquezas de estos geosítios es paleontológico, inmersos en un ambiente netamente sedimentario, y por consiguiente haciéndolo más susceptible a degradación ante cualquier factor no controlado. Por otro lado, las evaluaciones realizadas por López (2016) en el ítem de fragilidad sobre los geosítios (Tabla 4) determina que Los Maitenes, Playa larga de Horcón y los acantilados costeros de Quirilluca son frágiles ante intervenciones no muy intensas (puntaje 3), mientras el geosítio de San Antonio ubicado a solo metros de propiedades rurales obtuvo la peor calificación (con un puntaje 1) al determinarlo frágil a pequeñas intervenciones. Por el contrario, el complejo intrusivo de Ventana dada sus condiciones reológicas fue el mejor calificado (con un puntaje 4) al catalogarlo “poco probable de destrucción”, sin embargo, está expuesto constantemente a la erosión natural producida por el oleaje y los posibles residuos químicos liberados por las zonas industriales aledañas (Figura 16).

Tabla 4: Evaluación cuantitativa de la fragilidad sobre los geositios realizada por López (2016). Evaluado del 1: más frágil al desgaste por acción humana, al 5: Menor fragilidad por su envergadura. Descripción detallada de cada valor numérico en el anexo B

		Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
Fragilidad	5					
	4				4	
	3	3	3	3		
	2					
	1					1

Conocida la vulnerabilidad de los geositios y los factores a los que se expone natural/no natural cada uno de ellos periódicamente, se pueden realizar proyecciones futuras sobre los factores externos del riesgo a degradación. Para realizar este cálculo se podrían clasificar en dos categorías en función del origen: 1) modificaciones del estado del lugar a causa del desarrollo local, como por ejemplo el cambio de rol de la propiedad a urbana y 2) sitios condicionados para la visita de público, ejemplo visita a los yacimientos paleontológicos (Carcavilla *et al* 2007). Siendo ambas situaciones sobre el geopatrimonio de Puchuncavi, pero principalmente el crecimiento inmobiliario, mayor enemigo para la conservación actual, es que se propone un modelo (Figura 16) con las fuentes de degradación o amenaza a la que se encontrarían expuestos los geositios.

Considerando la ubicación de los geositios y el estado actual que rodea estos lugares, es que se establece generar un Mapa de Vulnerabilidad entorno a 2km a la redonda de cada geositio. Cuya área de influencia fue seleccionada en base a las descripciones de los parámetros de vulnerabilidad del método utilizado en España para los LIG propuesto por García y Carcavilla (2009). Considerando como foco de este mapa los parámetros de amenaza antrópica, amenaza natural y riesgo de acciones mineras. Dentro de los detalles los geositios cumplen con estar a menos de 500 m de una playa y a menos de 2km de zonas urbanizadas.

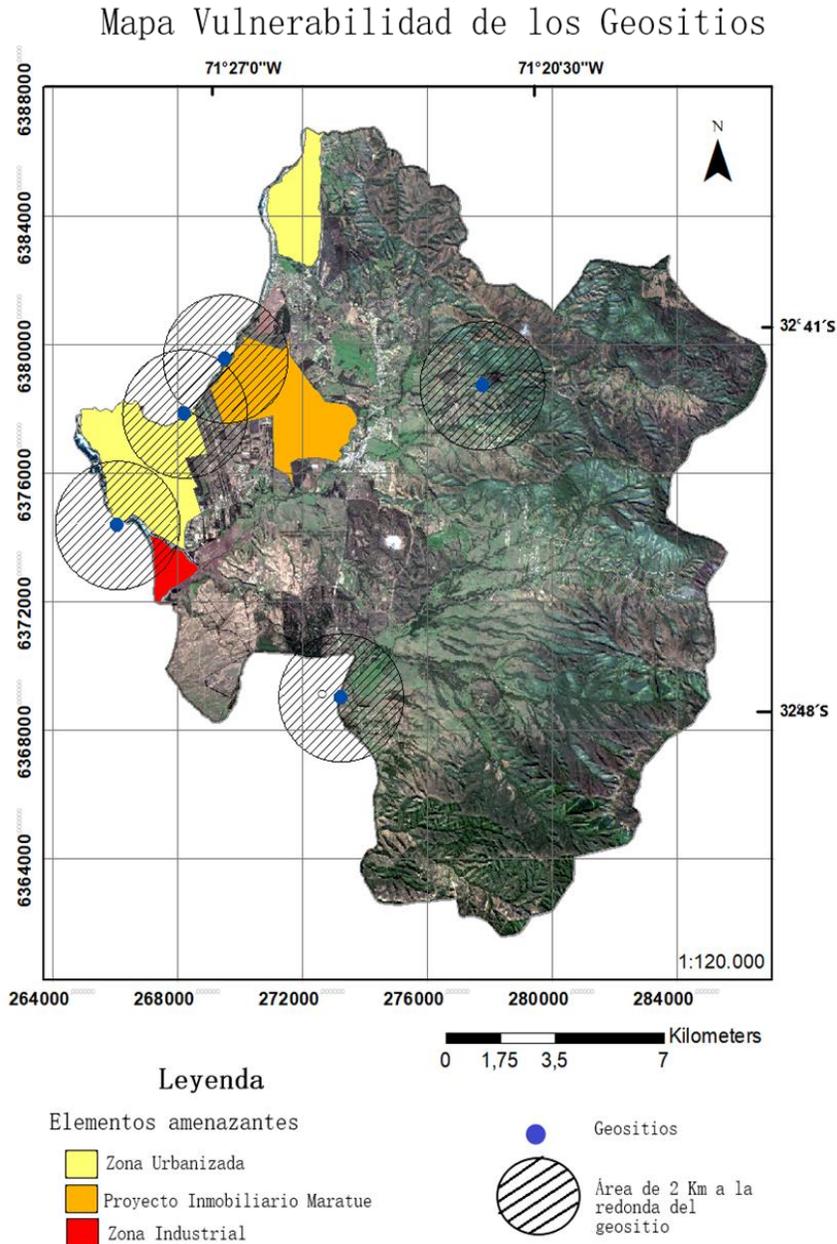


Figura 16: Identificación de amenazas en un área de 2km a la redonda para la conservación de los geositios. Elaboración propia

4.5 El Antropoceno: la huella del hombre sobre la Tierra

Termino que alude un nuevo tiempo geológico marcado por la presencia del ser humano y sus actividades. Popularizado inicialmente por Crutzen y Stoermer en el año 2000, a modo de discusión sobre el fin del Holoceno y el surgimiento de una nueva edad geológica influenciada por la conducta humana sobre la atmosfera de la Tierra. Si bien, el Antropoceno aún no se encuentra reconocido por la Comisión Internacional de Estratigrafía y, por lo tanto, no forma

parte de la tabla cronoestratigráfica internacional, pese a que variados estudios de geocientistas durante la última época deja entre ver que el evidente cambio global contemporáneo se traduce en un futuro registro geológico (Cearreta, 2015; Zalasiewicz et al., 2012b; Moreno & Conversi, 2016).

En cuanto al límite entre el Holoceno- Antropoceno, la mayoría de las discusiones planteaba que los primeros registros del Antropoceno serian aquellos que marcaron un cambio a nivel atmosférico. Concretamente se trazan dos posibles eventos, el primero a partir de 1945 con la exposición nuclear (bomba nuclear Trinity y otras pruebas nucleares) respaldado por las primeras desintegraciones de isotopos radioactivos artificiales sobre la superficie terrestre. Mientras que la segunda alternativa se centra en la teoría de los cambios en el nivel de dióxido de carbono y metano en la atmosfera asociados al crecimiento de las civilizaciones (Cearreta, 2015.; Trischler, 2017.). Sin embargo, ambas situaciones coinciden que el verdadero cambio en el planeta fue dentro del siglo XX, marcando una división de la evolución humana en dos épocas geológicas.

En síntesis, el Antropoceno además de su connotación científica (antropológica, geológica, entre otras) como un marcador del punto de inflexión histórico del hombre sobre la Tierra (Cearreta, 2015). Fue un término adoptado por la humanidad a escala cultural que ayuda para expresar los resientes eventos asociados principalmente al cambio climático y sus repercusiones sobre los seres vivos, ecosistemas, atmosfera, etc. (Moreno & Conversi, 2016), como una forma generar una conciencia social en los individuos sobre las problemáticas socioambientales. Por esta razón y para efectos de este trabajo se caracterizará los eventos del Antropoceno según la magnitud, intensidad y duración del cambio provocado por nuestra especie de manera directa o indirecta sobre el planeta (Cearreta, 2015). Como por ejemplo la contaminación atmosférica, actividad minera, los cambios en el uso de los suelos (urbano/agrícola), cambios en la vegetación nativa por exótica, etc (El Antropoceno en Chile, 2019)

5 Marco Geológico

5.1 Antecedentes Generales

La zona de estudio cuenta con afloramientos de rocas estratificadas del Jurásico al Cuaternario con una orientación predominantemente NS, mientras que las unidades intrusivas se limitan a edades del Jurásico Superior. En la Figura 17 se observa la distribución de las unidades geológicas limitadas por Rivano *et al.* (1993).

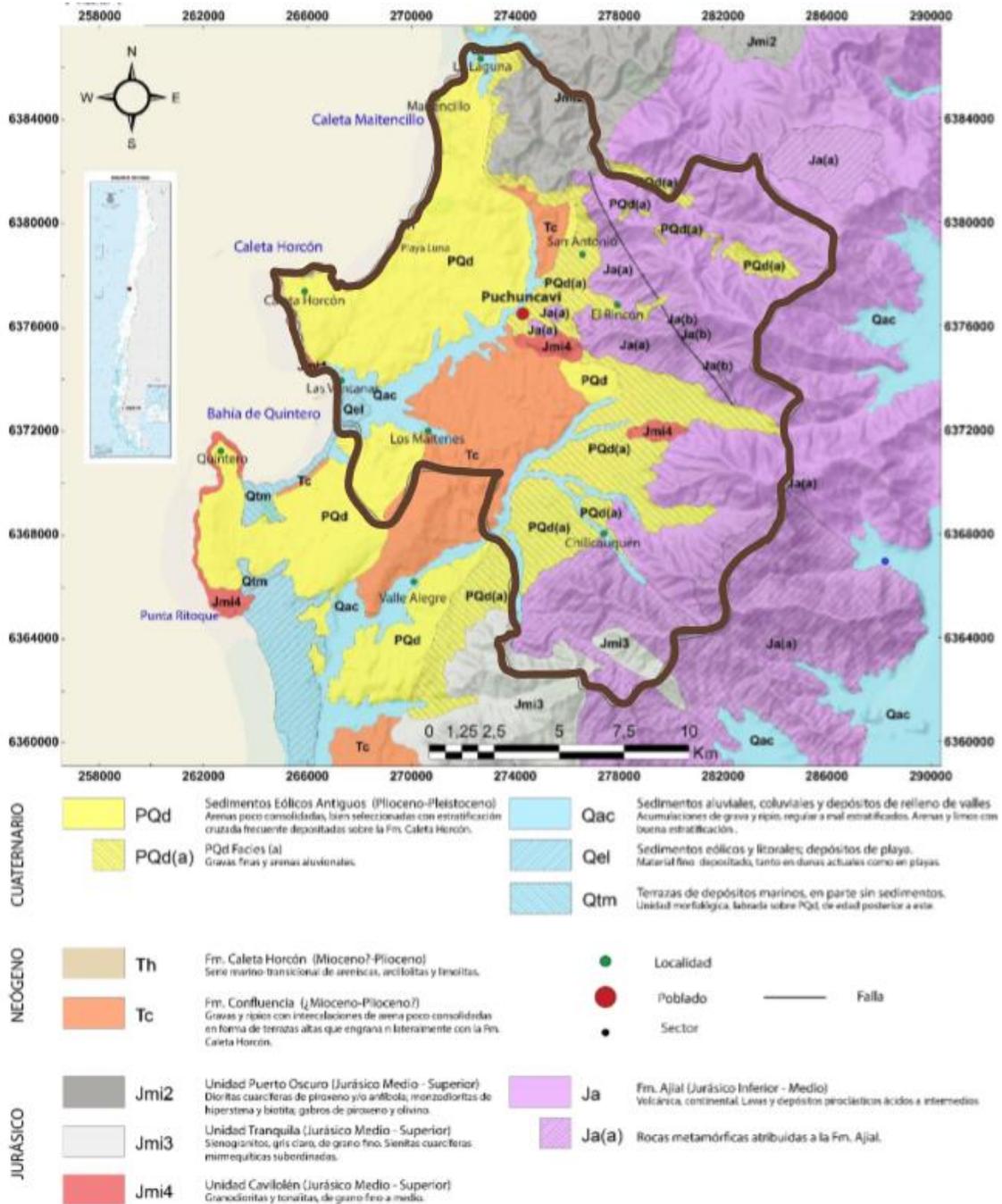


Figura 17: Mapa geológico con la zona de estudio limitada por la línea color café. Modificado de López (2016) de la Carta Geológica Quillota-Potrerrillo, SERNAGEOMIN (Rivano *et al.* 1993). Escala 1: 50.000

5.1.1 Unidades Estratificadas

Se conforman en su mayoría por rocas sedimentarias subhorizontales de origen marino-transicional del Bajoniano, y otros depósitos eólicos del Pleistoceno, dispuestas en orientación N-S predominantemente. Además de depósitos menores de origen fluvio- aluvial en los bordes de los esteros. Dado que la evolución del terreno posterior al Jurásico fue migrando hacia el Este (escala regional) sobresale de los límites del área de estudio, haciendo que el contacto entre las unidades estratificadas locales sea discordante (Figura 18) entre la Formación Ajjal y Formación Caleta Horcón.

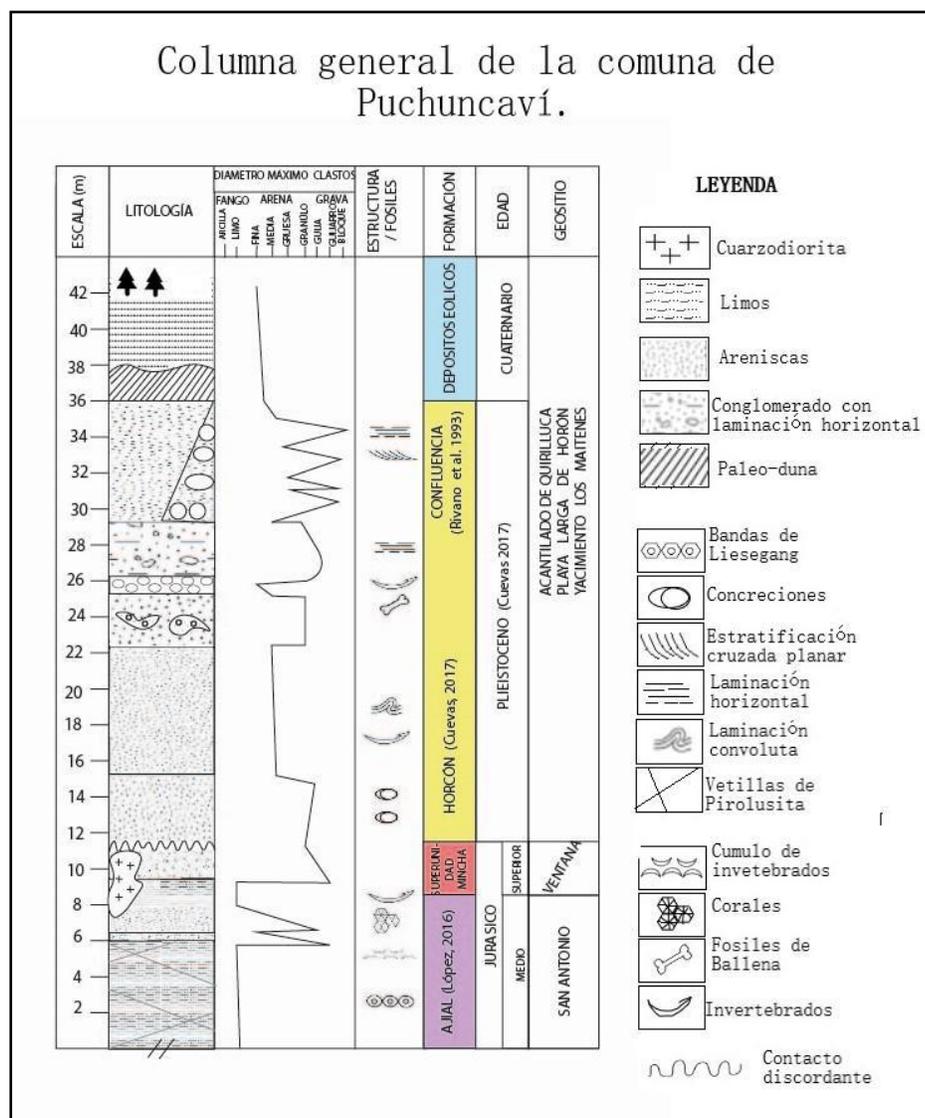


Figura 18: Columna estratigráfica genérica de la zona de estudio creada en base a las columnas de López (2016) principalmente, y a Carrillo-Briceño (2013). Además de las descripciones de otros autores. Elaboración propia.

5.1.1.1 Formación Ajjal (Ja)

Afloramiento ubicado al E de la zona de estudio (Figura 17), cuya extensión se prolonga dirección N-S, sobre las faldas de la actual Cordillera de la costa.

Correspondiente a la Formación base del Grupo Melón definido por Rivano *et al.* (1993), con cambios o acñamientos laterales de las facies, que dificultan su reconocimiento y continuidad con las Formaciones sobreyacentes del mismo grupo (Formación Cerro Caleta y Horqueta).

Thomas (1958) define como una secuencia de lavas “queratofíricas” con intercalaciones de tobas y brechas; y en ciertas zonas también presenta rocas sedimentarias lenticulares en la intercalación, por lo general son areniscas provenientes del techo de la Formación Melón. Finalizando con un techo de calizas, las cuales no siempre están visibles lo que dificulta la separación estratigráfica con otras Formaciones jurásicas similares. Intruída por granitoides jurásicos de Superunidad Mincha (Rivano *et al.*, 1985; Rivano y Sepúlveda, 1986).

Rivano *et al.* (1993) concluye que la Formación Ajjal se compone de tobas, brechas volcánicas y lavas andesítico-dacíticos, con escasas intercalaciones de rocas sedimentarias como areniscas, conglomerados y pelitas calcáreas. Además, propone una elongación Norte-Sur paralela a la Cordillera de la costa. Los niveles sedimentarios a menudo presentan estructuras internas de pliegues syn-sedimentarios de orientación irregular, figura de carga y estratificación cruzada.

El espesor de la Formación Ajjal se estima en 1405 m (Piraces, 1976) incluyendo las rocas metamorfizadas, sin embargo, de este total solo 705 m corresponderían solo a la roca sin metamorfismo asociado como las expuestas en la geositio de la localidad de San Antonio.

Por su parte, la edad de la Formación se determina por las especies fósiles de invertebrados marinos que comprenden entre el Pliensbachiano y el Bajociano inferior. Es bajo los antecedentes estratigráficos y paleontológicos que se interpreta el origen en ambiente de plataforma marino-profunda con aporte continental (Rivano *et al.*, 1993).

5.1.1.2 Formación Caleta Horcón (Th)

Definido por Thomas (1958) como sedimentos poco consolidados compuestos principalmente de areniscas, arcillolitas y limolitas. Mientras que en zonas cercanas a la localidad de La Laguna se presentan con intercalación de coquinas expuesto en los acantilados costeros entre Maitencillo y Horcón alcanzando potencias de entre 80 a 90 m. Por su parte, afloramientos similares se observan hacia el sur del borde costero llegando hasta Concón. En la zona de estudio, aflora en los acantilados del borde costero (Figura 17).

Esta formación se encuentra en discordancia con las estratificaciones más antiguas e intrusiones que afloran a lo largo de la Cordillera de la Costa dentro de la comuna de Puchuncaví. El techo de la formación se conforma de depósitos eólicos Cuaternarios y/o Pleistocenos de origen fluvio-aluvial (Rivano *et al.*, 1993)

Presenta abundante contenido fósil descrito por Tavera (1960) a los cuales le atribuyen edades de Mioceno- Plioceno.

5.1.1.3 Formación Confluencia (Tc)

Espiñeira (1989) define como una secuencia de gravas y ripios con intercalaciones de arena poco consolidada, en algunos afloramientos las gravas presentan imbricaciones. Los sedimentos se depositaron discordantemente sobre rocas jurásicas y paleozoicas que afloran en el borde costero, alcanzando espesores estimados de 50 a 100 m, con engranes laterales a la Formación Caleta Horcón. En el área de estudio se encuentran expuestos con orientación N-S a la entre las localidades los Maitenes y Estancilla (Figura 17).

Dada la falta de marcadores eventos o dataciones radiométrica es que se le estima una edad relativa a la Formación solo por la relación de contacto con la Formación Caleta Horcón, asignando al Plioceno.

5.1.1.4 Sedimentos eólicos antiguos (PQd)

Depósitos asociados a las paleodunas expuestos a lo largo del borde costero por medio de los acantilados, cubriendo aproximadamente tres cuartas partes del área de estudio (López, 2016). Se presentan como superficies suavemente onduladas envolviendo las terrazas costeras sobre los depósitos de la Fm. Caleta Horcón y sobre unidades antiguas como los granitoides de la superunidad Mincha (Rivano *et al.*, 1993)

Los depósitos corresponden a arenas poco consolidadas, bien seleccionados y estratificación entrecruzada, cuyo espesor varía de centímetros hasta los 10 m. Por su parte, las paleodunas (PQd(a)) contienen gravas finas y arenas aluviales. La acumulación de estos sedimentos apunta que las condiciones a sotavento, lo que permite inferir que las condiciones del viento fueron muy similares a la actual, esto es predominantemente vientos en dirección NNE (Rivano *et al.*, 1993).

La edad de las paleodunas se atribuye a la relación de contacto y dispersión sobre las Formaciones Caleta Horcón y Confluencia al Plioceno-Pleistoceno (Rivano *et al.*, 1993).

5.1.2 Unidades Intrusivas

El área de estudio se compone por intrusivos de la superunidad Mincha definida por Rivano *et al.*, 1985 como franjas discontinuas de intrusivos distribuidas en gran parte de la Cordillera de la Costa y Planicies litorales. En el interior de la comuna solo se reconocen tres unidades.

5.1.2.1 Unidad Puerto Oscuro

Batolitos irregulares de colores oscuros a gris verdoso con extensión desde el río La liguá, hasta el norte de estero la Canela. Se reconocen tres subunidades correspondientes a Cuarzodiorita de Chachagua, el gabro de Las Cujas y cuarzodiorita de La Laguna.

Subunidad Cuarzodiorita de Chachagua

Se ubican en el Plutón de Papudo y en el borde costero entre Caleta Horcón y Ventana. Se compone principalmente de cuarzodiorita, diorita (borde costero) y cuarzomonzodiorita de coloración gris oscuro a negro, de manera subordinada tonalitas.

Espiñeira (1989) las describe petrográficamente como cuarzodioritas, cuarzomonzodioritas, dioritas y tonalitas de clinopiroxeno, biotita, hornblenda y, en menor contenido clinopiroxeno. Comúnmente presenta cumulo máficos, opacos y accesorios. Contiene plagioclasa An_{35-40} con remplazo parcial por feldespato potásico ocasionalmente, cuarzo como pequeños cristales xenomorfos y biotita con fuerte pleocroísmo en tonos pardo a rojas.

Ocasionalmente se observan inclusiones máficas de forma elipsoidales y subcirculares con bordes definidos. Las rocas son intruidas por vetillas de granodiorita de hornblenda, las que según Espiñeira (1989) corresponderían a fluidos residuales de la cristalización y ricos en álcalis y alúmina.

La edad determinada por los métodos Plomo- α (Levi et al., 1960, Drake, Munizaga y Vicente, 1982) y K-Ar en biotita y anfibola (Espiñeira, 1989), dan rangos entre los 160 y 167 Ma.

Subunidad Gabro de las Cujas

Espiñeira (1989) describe dos cuerpos pequeños que afloran al norte de Caleta Las Cujas, en donde uno de ellos está en contacto con las cuarzodioritas de Chachagua. El autor describe la subunidad como gabros de hornblenda de color gris negro de grano grueso a muy grueso.

Subunidad Cuarzodiorita de La Laguna

Rivano *et al.* (1993) indica un solo plutón de carácter batolítico, de forma irregular compuestos por cuarzodioritas, cuarzomonzodiorita y subordinadamente, tonalitas y monzonitas cuarcíferas de anfíbolos verdes y clinopiroxeno. Posee escasa inclusiones máficas, con fluctuaciones entre cuarzodiorita a diorita de anfibola.

El plutón de La Laguna se ubica frente a la Caleta Maitencillo, en el extremo norte de la comuna de Puchuncaví.

Unidad Tranquilla

Rivano *et al.* (1985) presenta como el plutón Mauco con forma ovoide. Las rocas intruyen a rocas metamórficas de protolito en rocas volcánicas asignadas a la Formación Ajial, y en su mayoría cubiertas por depósitos Neógenos y Cuaternarios en el borde costero.

Espiñeira (1989) la describe como una unidad leucotonalitas amarillentas a rosáceas intruidas por numerosos stocks y filones de composición diorítica, correspondiente a cuerpos pequeños de la Unidad Puerto Oscuro. Mientras que en sectores cercanos al borde del plutón se evidencian cataclasis, tales como deformación y molienda de cristales a lo largo de las bandas (Rivano *et al.*, 1993).

La edad no se ha determinado por métodos radiométricos, ni por relación de contacto con los cuerpos menores, pero se asume que debe ser mayor que la Unidad Puerto Oscuro puesto que la intruye (Rivano *et al.*, 1993).

Unidad Cavilolén

Rivano *et al.* (1985) define como una de las más extensas unidades intrusivas jurásicas, compuesta por grandes batolitos y cuerpos más pequeños asociados, dentro de los cuales se encuentran el plutón Petorca-Quilimari, plutón de Guaquen, plutón de La Ligua, plutón de Las Salinas, Plutón de El Melon-Catopilco, Plutón Zapallar, Plutón Quintero, Plutón Santa Teresa y Plutón de Limache.

Son rocas de color gris claro mayoritariamente, con un notorio bandeamiento mineralógico destacado por la presencia de inclusiones máficas paralelas al bandeamiento. Estas rocas se encuentran intruyendo todas las unidades estratificadas del Triásico- Jurásico, y a su vez estas son intruidas por diminutos cuerpos graníticos y por filones dioríticos. Se describen como granodioritas, tonalitas y escasamente monzogranitos de biotita, hornblenda y poco clinopiroxeno. Comúnmente se encuentran evidencias de cataclasis, tales como la deformación

y/o doblamiento de los cristales en el plutón de Limache, plutón de Santa Teresa y Plutón de Quintero.

Las inclusiones máficas son elipsoidales y alargadas con bordes definidos, y algunas de estas se presentan con zonación de color con facies más melanocráticas hacia el centro. En los sectores de Ventana y Quintero estas mismas inclusiones alcanzan dimensiones de hasta 1,7 m de largo, además se presentan alineados sugiriendo que se trata de filones sinplutónicos (Españeira, 1989).

Edades radiométricas determinada en la Cuesta Zapata y en Quintero por métodos de Pb- α (Munizaga, 1972), 7 edades K-Ar en biotita (Españeira, 1989; Rivano *et al.*, 1993), K-Ar en anfibola (Españeira, 1989), 2 K-Ar por biotita/anfibola (Españeira, 1989) y dos isócronas. De las dataciones se obtuvo una edad de entre los 156 y 166 Ma.

5.2 Geomorfología

A escala regional el relieve se caracteriza por dos cordones montañosos principales de orientación EW y NS, separados entre sí por valle profundos y amplios (Cuevas, 2017). Según lo definido por Börgel (1965), la geomorfología del área entre Coquimbo hasta Valparaíso está dominada por terrazas marinas y planicies fluviales en toda la zona litoral (Figura 19). Se expresa principalmente en morfologías de acantilado activos en el borde costero, predominantemente entre las playas de Maitencillo hasta Horcón dejando al descubierto afloramientos de la Formación Horcón (Carrillo-Briceño, González-Barba, Landaeta, Nielsen., 2013). Mientras que a escala local se señala la presencia de paleodunas de tipo barján y parabólicas sobreyaciendo a la Formación Horcón. En cuanto al contexto general de depositación y formación de las terrazas es que Cuevas (2017) determinó que eventos de alzamiento y/o erosión transcurrida entre Plioceno al Holoceno, son los responsables de la topografía actual.



Figura 19: Mapa geomorfología de la Región de Valparaíso, modificado del modelo original de Börgel (1983) por el Instituto Geográfico Militar (IGM).

5.3 Variabilidad geológica de la Comuna

Si bien el presente trabajo trata sobre la investigación desde el punto de vista Patrimonial de la geología sobre la comuna, no quiere decir, que las características de la zona de estudio no sean interesantes para otras áreas de la geología. Como por ejemplo las recientes tesis sobre el origen y caracterización de la Formación Horcón por Fernández (2020), cuyo trabajo sobre una de las formaciones geológicas más extensas en área sobre la comuna buscaba aportar los conocimientos necesarios para entender el origen. Y el estudio de hidroquímica aplicada los Humedales de Campiche y Los Maitenes de Cabrera (2020) generado por la necesidad de establecer una línea base sobre las condiciones de los humedales, sobre todo por las posibles influencias antrópicas sobre el sitio en base a los problemas socioambientales sobre la comuna, entre otros. Siendo esta variabilidad en las áreas geológicas la que aumenta el valor científico, turístico y educativo de la comuna. No obstante, el principal objetivo posterior a la publicación de cualquier tipo de investigación será acercar los resultados obtenidos a la población, es ahí donde proyectos como este toman valor.

En el caso el levantamiento sedimentológico detallado realizado por Fernández (2020) se traduce en una explicación de un contexto geológico sobre la comuna en el Pleistoceno. Mientras que, del estudio a los Humedales, que se aleja en primera instancia al contexto geológico por su principal componente son asociados a la biodiversidad, por su función como reservorio de agua dulce y almacenadores de CO₂ lo hacen un importante foco de investigación hidrogeológica. Del cual se obtuvieron como resultados que el agua de los Humedales Campiche y Maitenes no son aptos para uso agrícola, ganadero o de consumo humano, debido a las altas concentración de cobre, molibdeno, bromo, sulfatos, magnesio, manganeso, hierro, arsénico, plomo y cloro disueltos en el agua.

6 Resultados

6.1 Contexto Geológico Local

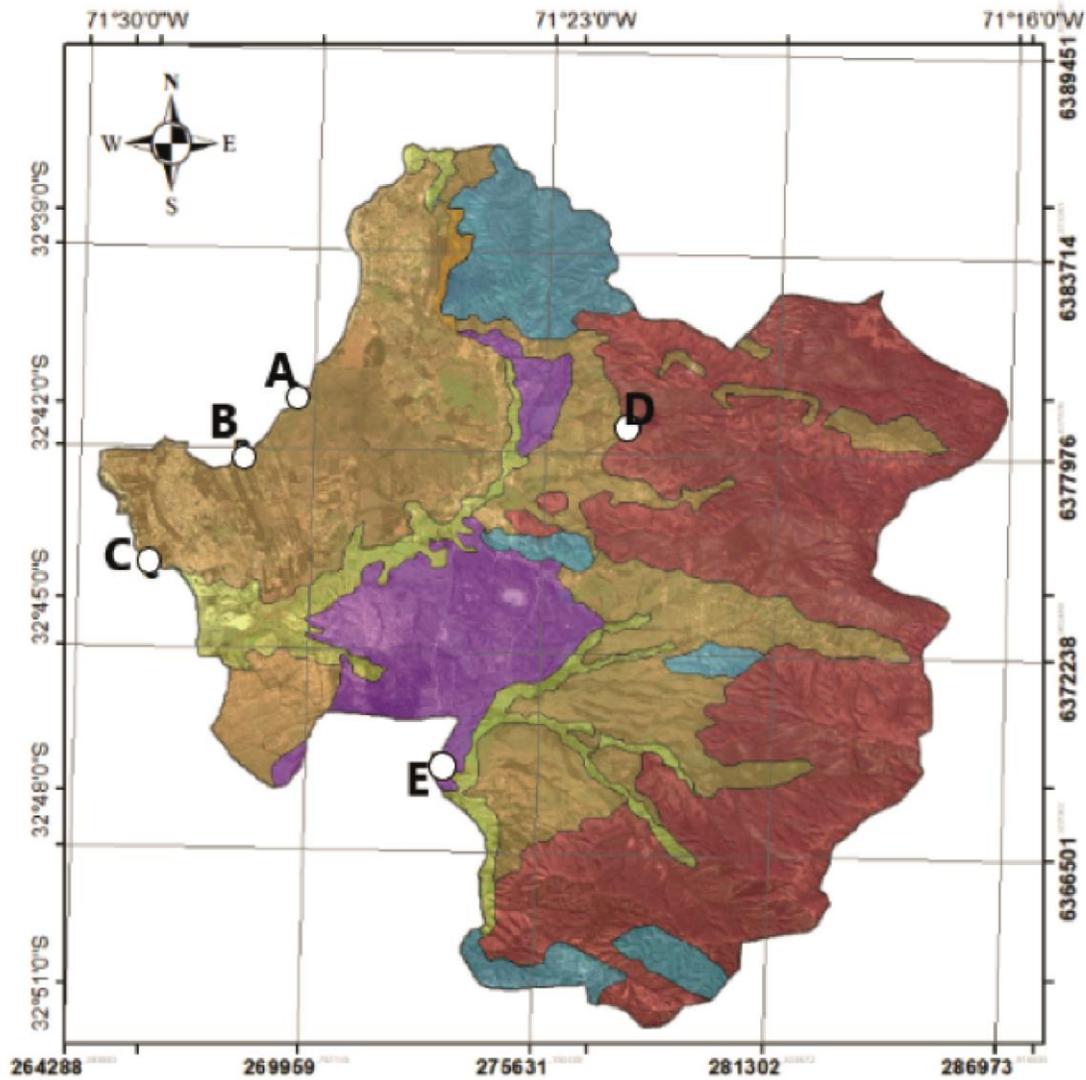
En base a las unidades geológicas locales y su geomorfología, se definen para la comuna de Puchuncaví 5 Contextos Geológicos Locales (Figura 20). Estos CGL, definidos en base a la evolución geológica del terreno, dan cuenta de la actividad del arco volcánico durante el Jurásico y procesos sedimentarios marinos y continentales del Cenozoico.

La relevancia de los CGL radica en que constituyen la base para seleccionar y subdividir los geositorios en temáticas particulares, las cuales son posteriormente abordadas en el relato geoesoeducativo.

La georeferenciación de los geositorios sobre el CGL indico que existen al menos un geositorio representante para cada contexto geológico definido.

Distribución del Contexto Geológico Local para la comuna de Puchuncaví

Escala 1: 150.000



LEYENDA

- Sedimentos Fluvio-Aluviales del Cuaternario
- Serie Sedimentaria del Pleistoceno
- Serie Sedimentaria del Neogeno
- Magmatismo del Jurásico Tardío
- Arco Volcánico del Jurásico Temprano

2,5 1,25 0 2,5 Kilometers

○ Geositios

- A:** Acontilado Costero de Quirilluca
- B:** Acontilado Costero Playa Larga de Horcón
- C:** Arco de Roca Ventana
- D:** Jurásico de San Antonio
- E:** Yacimiento Paleontológico Los Maitenes

Figura 20: Distribución del contexto geológico local de la comuna de Puchuncaví y superposición de los 5 geositios existentes en la comuna.

6.2 Relato escrito de la “Evolución geológica de Puchuncavi”

Dada la información recopilada expresada en la Figura 20, se desarrolló un relato breve y democratizado sobre los eventos precursores que modificaron la geografía de la comuna de Puchuncavi. Adicionalmente, para apoyar el proceso de democratización del relato, se desarrollan ilustraciones en sección transversal que muestran la evolución geológica del territorio desde el Jurásico temprano hasta la actualidad. De esta manera, se obtiene el siguiente relato como resultado de su proceso de democratización.

“Hace 200 Ma, en el jurásico, el arco de volcanes (Figura 21) se encontraba en lo que hoy es la cordillera de la costa, por lo que el mar estaba más cerca de los volcanes que hoy en día. Esto ocasiono que, en la zona en la que actualmente se ubica la comuna de Puchuncavi, se depositaran capas de tierra con contenido de fondo marino, moluscos, rocas volcánicas y sedimentos del borde costero. Posteriormente, también en la era jurásica, aparecen cuerpos rocosos (Figura 22) provenientes de bolsones de lava ocultos en las profundidades de la tierra, que al ascender hacia la superficie se enfrían dejando rocas duras cortando otras rocas a su alrededor.”

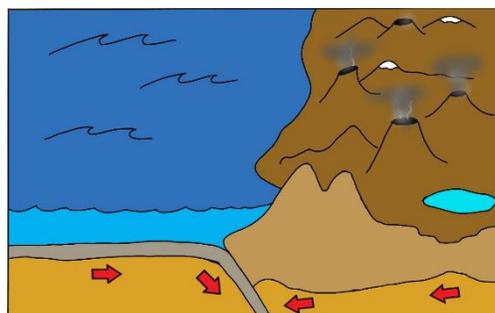


Figura 21: Arco volcánico de Chile durante el período Jurásico, con subducción tipo Mariana (alto ángulo)

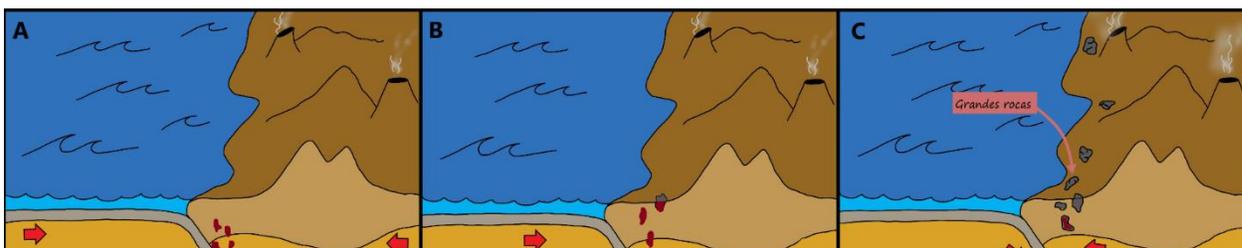


Figura 22: Secuencia de generación de los cuerpos intrusivos. A y B) Fusión de la corteza oceánica y ascenso de magma como batolitos o plutones a la superficie. C) exhumación de las rocas plutónicas resultantes del enfriamiento.

Luego, 55 Ma después en la edad Cretácica, nuestra historia como tierra migra hacia el Este en la zona precordillerana, en donde cambios en el mecanismo de movimiento de la corteza, producto del cambio en el ángulo de subducción,

generaron el levantamiento, plegamiento y ruptura de algunas capas de terreno, además, de la migración de lava a la zona de la cordillera de los Andes (Figura 23).

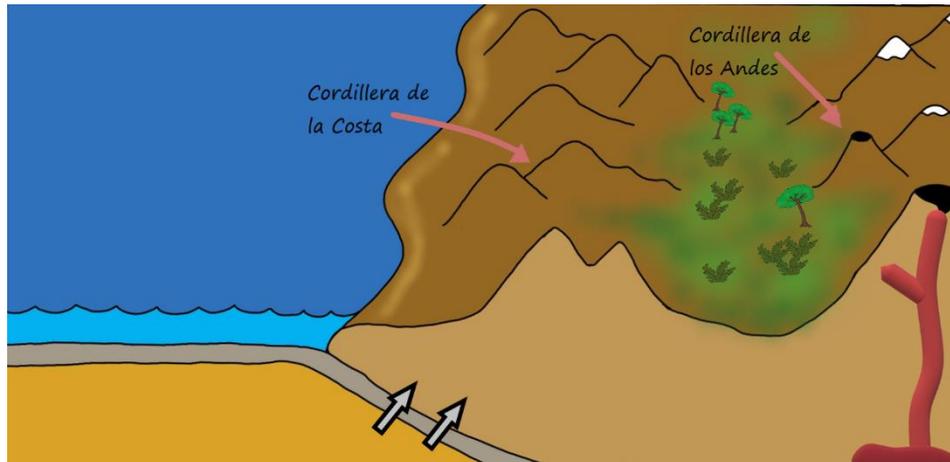


Figura 23: Disminución en el ángulo de subducción (flechas grises) de tipo Mariana a chilena. Plegamientos y fracturamiento que da inicio al ciclo Andino, además de establecer la morfoestructura principal del país (de Oeste a Este): litoral, cordillera de la Costa, depresión intermedia y Cordillera de los Andes.

Regresando a nuestra comuna, después de muchos cambios en la superficie de la tierra generados por el ambiente y climas que invadieron la región en su momento, hace solo 23 Ma se logró el mayor cambio como región, en donde producto de la subducción de la Dorsal de Juan Fernández con nuestra placa sudamericana (Figura 24) no se desarrolló una depresión intermedia en esta zona. Es decir, esta interacción entre las placas contribuyo a que geográficamente solo exista un litoral (donde nos ubicamos), Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes, lo que hace a la región de Valparaíso especial en comparación con el resto del país.

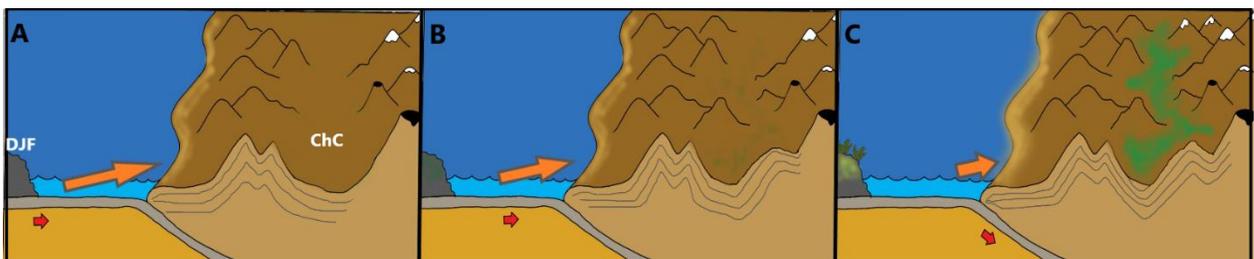


Figura 24: Presión (flecha naranja) de la dorsal de Juan Fernández (dirección 20°E) sobre la Placa de Nazca. Modificación de la morfoestructuras a nivel regional (quinta región mayoritariamente) eliminando prácticamente por completo la Depresión intermedia. DJF: dorsal de Juan Fernández. ChC: Chile Continental.

Por último, nuestra historia termina en el litoral donde los aportes de sedimentos son de origen eólico (paleodunas), aluviales y fluviales siendo estos últimos originados

por el transporte de fragmentos de rocas desde diferentes distancias hacia la costa (Figura 25). No obstante, no debemos olvidar nunca que pese a toda la evolución que ha sufrido la tierra, el mar siempre ha estado aquí y ha ayudado de diferentes maneras a construir y destruir lo que hoy tenemos frente a nuestros ojos (Ejemplo con los acantilados y niveles aterrizados).”

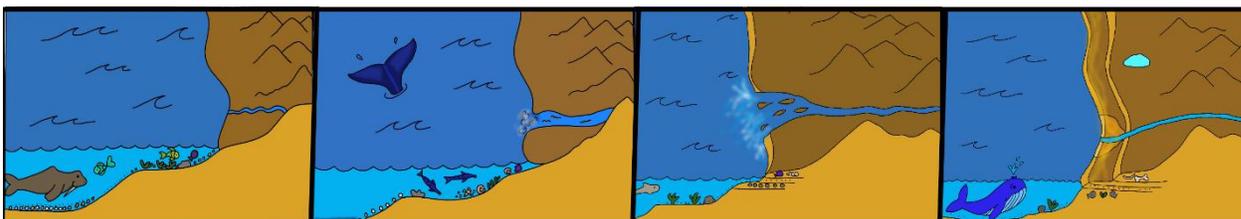


Figura 25: Ejemplo de modificaciones topográficas que puede generar los cambios energéticos de un río que termina en un estero.

6.3 Categorización de los geositos

La distribución espacial de los Contextos Geológicos Locales sobre la comuna de Puchuncavi y la georreferenciación de los geositos (Figura 20) sobre estos, determino que existe representatividad para 4 de los 5 Contextos Geológicos con un geosito como ejemplo (Tabla 5). Excepto el caso “serie sedimentaria del Pleistoceno” el cual se encuentra representado por dos geositos cuya proximidad entre ambos en el borde costero e igual litología se comprende que son continuidad lateral de la Formación Horcón. Sin embargo, para fines de uso educativos en el cortometraje se utilizaron ambos geositos: Acantilado Costero de Quirilluca por el ecosistema y biodiversidad que rodea el acantilado, mientras que la Playa Larga de Horcón es un ejemplo de la interacción directa del Geosito con un ambiente urbano activo.

Tabla 5: Contextos Geológicos Locales representados por los Geositos existentes en la comuna de Puchuncavi.

C. GEOLÓGICO LOCAL	GEOSITIO(S)
Arco volcánico del Jurásico Temprano	Jurásico de San Antonio
Magmatismo del Jurásico tardío	Arco de Rocas de Ventana
Serie sedimentaria del Pleistoceno	P.L. Horcón y Quirilluca
Serie sedimentaria del Neógeno	Los Maitenes

Además de representar los contextos geológicos, los geositos también incorporan diversas temáticas. Principalmente el eje temático de las Ciencias de la Tierra, lo cual en el caso de estos geositos se identificaron en total siete categorías (Tabla 6). Adicionalmente se

correlacionan las categorías con los objetivos de aprendizaje del currículum formal del MINEDUC en la asignatura de Ciencias Naturales, estableciéndose que de las siete categorías solo cuatro coinciden con las temáticas entorno al programa escolar (Tabla 6).

Tabla 6: Categorías geológicas que representa los geositos de Puchuncavi. Destacado en naranja las categorías que calzan con las temáticas en Ciencias de la Tierra según base curricular MINEDUC

Categorías Geológicas	Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
Paleontología (fósiles)	X	X	X		X
Estratigrafía	X	X	X		X
Geomorfología	X				
Formación de Suelo (incluye erosión)	X	X	X		X
Petrografía				X	
Estructuras (macro y micro)				X	
Mineralogía				X	

En cuanto al valor cuantitativo que representan los geositos para los asuntos educacionales se puede extraer de la evaluación realizada por López (2016) seis ítems (Tabla 7) cuya información de valor permitiría de manera rápida comprender los elementos geológicos que ofrece el lugar (ítems A), las posibilidades que ofrece el sitio para realizar actividades en él (ítems B) y temas de accesibilidad (ítems C) para la planificación de visitas a terreno en caso de ser posible. Si bien la comparación de tipo numérico entre los geositos tiene una mínima diferencia, del tipo de uso que se le pueda dar está limitado principalmente a la situación de la propiedad donde yacen (privado/publico). No obstante, su uso como material digital de apoyo para ejemplificación de temáticas como las mencionada en la tabla 6 u otras aparte de Ciencias de la Tierra queda de libre disposición.

Tabla 7: Ítems seleccionados de la evaluación de López (2016) para desarrollo simple de catálogo educativos para cada Geosito. Los significados numéricos para cada ítem se encuentran expresados en el Anexo B

Criterios seleccionados para evaluación cuantitativa de Martínez (2010)		Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
A	Diversidad de elementos geológicos	5	5	5	5	4
	Utilidad didáctica	4	5	5	5	4
	Asociación con elementos culturales	1	1	2	1	2

	Asociación con elementos naturales	1	3	3	5	3
	Posibilidad de realizar actividades	1	3	3	5	5
B	Accesibilidad	4	4	4	5	4
	uso actual	5	5	5	5	1
C	Amenazas actuales o potenciales	5	3	3	1	5
	Régimen de propiedad	3	5	5	5	5
	Fragilidad	3	3	3	4	1
Puntaje total:		32	37	38	41	34

6.4 Curso Objetivo

Partiendo con la declaración en el artículo 19 de la ley 20370, donde define que la Educación Básica está orientada a la formación integral de los alumnos en todas sus dimensiones de conocimiento y habilidades. Y contrastándola con la Educación Media (art 20, Ley 20370) se orienta a la profundización de la formación general, se escogió trabajar con el primer grupo de Educación (1º a 8º Básico). Sin embargo, en función de los conocimientos adquiridos de años anteriores y las temáticas abordadas, se opta por desarrollar la actividad para alumnos entre 6º y 7º básico, en cualquiera de las 14 escuelas de la comuna de Puchuncaví.

6.5 Producto educativo

6.5.1 ETAPA 1

Se crea una clase cuya principal función será la de introducir los conceptos y procesos geológicos básicos asociados al patrimonio geológico. Para la integración de los conceptos se utilizaron como principales herramientas de democratización el uso de símil entre elementos cotidianos con movimientos o estructuras de la Tierra (Figura 26). Por su parte, la dirección en la que fluye la clase se base en una seguidilla de preguntas (estructura presente figura 1) cuyas respuestas se apoyan con ilustraciones personalizadas extraídas del grupo Pellukura, y otras imágenes para facilitar el autoaprendizaje del lector (Figura 26).



Figura 26: Estructura principal de presentación de las páginas de la clase

No obstante, si bien los contenidos son explicaciones generales de los conceptos y procesos a nivel global, siempre se acompañan de una ejemplificación del caso en Chile. Por consiguiente, mediante avanzan las páginas de la clase se acercan a los conceptos de patrimonio geológico, geoconservación, geoparque y como estos se presentan en el país en la actualidad. Y así es como resulta una clase (Figura 27) disponible en formatos Prezi y Power Point (ANEXO E) cuya duración de lectura no debería superar los 10 min, siendo una herramienta de apoyo para profesores o directamente alumnos en la nivelación de los términos que se escucharan y trataran durante los cortometrajes.



Figura 27: Imágenes resumen de la clase "Introducción a conceptos y Procesos Geológicos asociados al Patrimonio Geológico" disponible en formato PowerPoint y Prezi con el link <https://prezi.com/view/xzeMoUtyRAq6k69gFom5/>

6.5.2 ETAPA 2

La segunda Etapa, trata del relato del Contexto Geológico Local por medio de dos cortometrajes, creados mayoritariamente con ilustraciones originales para el video, y apoyada con videos, fichas y efectos. En estas cintas tituladas “LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE PUCHUNCAVÍ” (Figura 28), en cuyo capítulo I se relata todos los eventos y cambios ocurridos del periodo Jurásico al Cretácico y como los geositos Jurásico de San Antonio y Arco de Roca Ventana encajan en la historia, terminando con la última extinción masiva que cierra el Mesozoico. Mientras que el capítulo II aborda principalmente el Neógeno y los eventos que llevaron a la formación de los geositos Los Maitenes, Acantilado Costero de Quirilluca y Playa Larga de Horcón. Finalizando el video con un resumen del CGL plasmado en un mapa (Figura 20), la recomendación del uso de instalaciones de Museo de Historia Natural de Puchuncavi para complementar información y observación de los fósiles de manera segura, a modo de no alterar los existentes en los geositos aún. Y por último una reflexión sobre nuestra influencia como parte de la historia de la Tierra.



Figura 28: Fotografías de la portada del video y las fichas de presentación para los geositos en cada capítulo

Los criterios que llevaron a la realización de dos cortometrajes en lugar de sólo uno, fueron el considerar: el tiempo de concentración teórico que tienen los niños de 11-12 años (Caraballo, 2018), la continuidad de los eventos en el tiempo geológico y la densidad de los temas contenidos en cada capítulo. De esta manera, la narrativa en torno a la evolución del territorio se subdividió en dos videos, uno de la Era Mesozoica y otro de la Era Cenozoica (Figura 29).



Figura 29: Esquema con detallado de las características de cada cortometraje

7 Discusiones

Conforme a los resultados obtenidos en el presente trabajo que colaboraron con la construcción de dos cortometrajes de uso educativo, se generaron durante el proceso las siguientes discusiones:

i. Utilización de los Geositios:

Los geositios en Chile se caracterizan por tener una gran diversidad de orígenes y valor, tanto para la ciencia como para el patrimonio. En el caso de los 5 geositios existentes en la comuna de Puchuncavi representan 3 escenarios geológicos diferentes, lo cual considerando la superficie de la comuna presenta una alta geodiversidad y densidad de elementos de interés. De acuerdo con los contextos geológicos (Figura 17) definidos en este trabajo para la localidad se concluyó un geositorio de origen magmático (Arco de roca de Ventana), uno de origen volcanosedimentario (San Antonio) y los tres restantes de origen sedimentario (Los Maitenes, Quirilluca y Horcón). Si esta información la contrastamos con los conocimientos mínimos que debe adquirir un estudiante en su vida escolar sobre Ciencias de la Tierra según lo establecido en el curriculum del MINEDUC (2018), se puede inferir que cualquier persona que haya cursado 7° básico en adelante puede comprender al menos una de las temáticas de cada geositorio. No

obstante, si bien los procesos geológicos que dieron origen a los geositios no son de gran complejidad, durante las visitas guiadas que se han efectuado, por personal del Museo de la comuna, indican al entrevistarlos que a los visitantes realizan varias preguntas sobre temas geológicos específicos y conceptos relacionados, de los cuales carecen de información complementaria para responder estas incógnitas

Por su parte el valor que tiene cada geositio en función de un elemento educativo y geoturístico (Tabla 7) determina cuantitativamente el geositio de Ventana como un lugar propicio para visitas y con baja afectación por el impacto de carga sobre el sitio. Mientras que los geositios sedimentarios que por génesis son más vulnerables al desgaste, presentan un entorno más enriquecedor y visible para contemplar los elementos geológicos y su biodiversidad.

Si bien cada geositio tiene su característica propia y distintiva a nivel comunal no existía una jerarquización en función de la evolución geológica. En este contexto, la metodología empleada en este trabajo permite subsanar la problemática de contextualización geológica de los geositios, permitiendo el desarrollo de una narrativa que otorga temporalidad a los procesos.

ii. Narración “Evolución Geológica”

Si se analiza la evolución geológica de la comuna, desde los afloramientos más antiguos a los más recientes, la historia comenzaría en pleno periodo Jurásico y finalizaría en el Pleistoceno con los últimos eventos que marcaron la región. Como es normal la cronología de los eventos geológicos que transcurrieron en este lapso dejaron en su mayoría huellas visibles en diferentes partes de la comuna, sin embargo, existe un lapsus de tiempo entre el Cretácico-Mioceno que no dejó registro. Este gap de información puede haberse debido a una Paraconformidad o disconformidad estratigráfica, por lo que no existe tampoco un geositio o lugar de interés geológico que lo represente. Bajo estas circunstancias, al desarrollar el relato democratizado que explica como a través de los geositios los procesos geológicos conforman el actual paisaje se debe, de igual manera, considerar los sucesos ocurridos en el espacio de tiempo del Cretácico-Mioceno.

Para efectos de continuidad en el relato sobre la evolución de la comuna, fue de vital importancia considerar al menos tres sucesos influyentes sobre la Tierra en esos 44 Ma (cretácico al mioceno) sin registro en la comuna. Estos fueron la separación definitiva de

América- África, el último episodio de extinción masiva sobre la Tierra y la subducción de la Dorsal de Juan Fernández bajo la placa Sudamericana. Como consecuencia del primer evento se cambió el ángulo de subducción entre las placas de nazca y sudamericana formando las 4 morfoestructuras definidas en a lo largo del país (Cordillera de los Andes, Depresión intermedia, Cordillera de la costa y Litoral), que posteriormente sería modificado a escala regional por el impacto de la Dorsal JF sobre el continente, dotando de esta especial característica geográfica a la quinta región. Ambos sucesos explicados durante el relato por medio de la temática de “tectónica de placas”, tratada dentro de los conceptos básicos dentro del curriculum del MINEDUC. Mientras que la mención de la extinción masiva sobre el planeta ayuda a marcar un cambio en la evolución de los seres vivos sobre la Tierra, con el fin del periodo Cretácica con la extinción de los dinosaurios dando comienzo a un nuevo periodo donde los mamíferos son los protagonistas de la evolución. Dada la magnitud e intensidad de estos cambios geológicos y biológicos es que no se pueden representar por un solo sitio para cada caso, sino que se debe tener en cuenta toda un área geográfica y como interactúan los paisajes.

En conclusión, la narración de la evolución geológica de la comuna tiene como principal respaldo los geositos existentes como evidencias tangibles de los acontecimientos ocurridos. Lo que debiese facilitar y generar mayor sensación de arraigo hacia el público, pese a estar expuesto en formato digital. No obstante, hay que considerar que dada la simplificación de los hechos ocurridos y la democratización de la información es que se pudiesen haber omitido mayor detalle de los procesos geológicos descritos o de eventos de menor influencia sobre la comuna.

iii. Público objetivo

Como se indicó en el capítulo “Curriculum Escolar MINEDUC”, durante la enseñanza básica se tiene como objetivo de aprendizaje las Ciencias de la Tierra y el Universo dentro de la asignatura Ciencia Naturales. Durante que en la enseñanza Media las ciencias se dividen en Química, Física y Biología, presentándose en las dos últimas temáticas ambientales y gravitacionales que pueden ser respaldadas por elementos geológicos secundarios, no obstante, la geología deja de tener un espacio de relevancia. Para la elección del curso se consideró la enseñanza básica como la mejor opción por ser la etapa donde más se enseña ciencias de la tierra. En los cursos de sexto y séptimo básico se aborda como temática principal

en el currículum del MINEDUC la paleontología, siendo relevante para las características paleontológicas de la comuna, por lo que le será más útil al alumno apoyar los contenidos escolares con los cortometrajes u otra materia asociada a los geositios. Pese a esta situación, existe la posibilidad de adaptar los contenidos para ser abordados por alumnos de enseñanza media, mediante un cambio en los puntos de vista de estos geositios o de sitios nuevos, al tocar temáticas como cambio climático, contaminación, manejo de recursos y medio ambiente. Temáticas también presentes dentro de la malla curricular de los alumnos de enseñanza media según el MINEDUC, lo que permitiría abordar de mejor manera planes de conservación sobre el patrimonio geológico, cultural y natural.

iv. Productos Geoeducativos Digital

En la actualidad si bien se han creados variadas propuestas de enseñanza sobre las Ciencias de la Tierra y reconocimiento del patrimonio Geológico existentes. Los más comunes involucran la exposición de los alumnos al medio bajo el concepto del “planeta como un gran laboratorio...” y “hacer del exterior las nuevas salas de clase...”, ha logrado respuestas positivas en la enseñanza (siempre que la planificada y metodología fueran las correctas). Por ejemplo, el uso de georutas apoyadas de un experto o complementada con infografías, es una herramienta utilizada en la mayoría de los geoparques para enseñar sus geositios. Sin embargo, este tipo de actividad presenta limitaciones como el depender de una visita física al lugar, lo cual tiene sus pros- (enriquecimiento del geoturismo) y contras- (carga de visitas) para el sitio y sus alrededores. Además, las rutas geológicas restringen la comprensión al visitante dependiendo de la capacidad explicativa del guía, la infografía y principalmente la imaginación de cada individuo para comprender los procesos/movimientos de las rocas u otros eventos geológicos que llevaron a modificar el paisaje, lo cual al no ser un público experto suele dificultar la completa comprensión y, por lo tanto, no lograr el máximo aprendizaje posible.

No obstante, el uso de nuevas tecnologías se ha convertido en una herramienta poderosa que permite acercar los conocimientos a todo público con acceso a una red de internet o dispositivos móviles, facilitando la comprensión de eventos complejos de imaginar. En la actualidad el uso de las Apps y redes sociales han resultado ser útiles herramientas de divulgación de las geociencias, sobre todo entre personas jóvenes y adolescentes, donde el uso de ilustraciones explicativas y videos simplifican procesos al ojo humano. Por ejemplo, el proyecto “Exploradores del Volcán Llaima”, realizado por el geoparque Kuttralkura, utilizó

animaciones digitales que explican los procesos geológicos centrados en el volcanismo y sus peligros, todo esto guiado por su anfitrión Rocko. Este material fue recibido positivamente por más de 100 alumnos de colegios de la zona con lo cual se logró acercar los conocimientos sobre peligros geológicos a la comunidad lo que, a su vez, permitió generar un acercamiento entre la comunidad y su entorno por medio de la educación e interacción con el ambiente. Desde este punto de vista, los cortometrajes generados en este trabajo solo estarían aportando en la mitad de la misión para conectar a la población más joven con su patrimonio, puesto que, solo es una propuesta de carácter digital que sería recomendable utilizar como una primera instancia de acercamiento de los geositos a modo de introducción potenciando, posteriormente, su valor por medio de visitas guiadas a modo de complemento y como una manera de fortalecer el arraigo y significancia del sitio para el entorno del patrimonio en general. Siendo clave para esto el poder contar con un equipo multidisciplinario y el contar con el trabajo colaborativo entre las agrupaciones internas de la comuna como miembros del equipo del geoparque Puchuncavi, departamento educación municipal, departamento medioambiental y el MHNP

Por último, se debe considerar que el geoproducto obtenido en este trabajo no ha sido validado, lo que no se puede tener certeza de su funcionalidad frente al público objetivo.

v. Contribución del cortometraje en la educación actual

Si bien este trabajo fue creado con el propósito de convertirse en una herramienta de acercamiento del Patrimonio Geológico a los alumnos de las escuelas locales de la comuna de Puchuncavi. Dada la actual pandemia, a nivel mundial, que restringe la movilidad de las personas en el país, hace que este producto cobre mayor valor más allá de los pobladores, ya que ofrece acercar el patrimonio geológico de manera unificada en el tiempo geológico de manera segura y cómoda a cualquier persona con acceso a una red de internet. Además de integrar parte de las nuevas metodologías de enseñanza de las ciencias de la Tierra en esta nueva era tecnológica.

vi. Puesta en valor del Patrimonio Geológico

Con la finalidad de incentivar el interés por el patrimonio geológico en una comuna donde la comunidad local lucha día a día con conflictos socioambientales, se propone que a nivel

comunal se integren geositorios de carácter mixto, cuyo enfoque principal sea vincular las actuales situaciones y necesidades de la comuna con los elementos de la geología urbana existente. Además, complementar o suplir las temáticas escolares que no son abordadas o visibilizadas con los actuales geositorios, otorgando así al MINEDUC mayores herramientas de apoyo para el cumplimiento de su curriculum académico. Una propuesta de geositorio de carácter mixto podría ser el reconocimiento de los humedales Campiche y los Maitenes dentro del geopatrimonio de la comuna de Puchuncaví, aparte del patrimonio natural. De acuerdo con el levantamiento generado en base a análisis hidroquímica presentados en el trabajo de Cabrera (2020), se evidenciaron altos niveles de metales pesados disueltos en el agua de estos humedales y las consecuencias que esta contaminación produce en la comuna ya que estas aguas no son aptas para uso recreativo, consumo ni riego agrícola. El mismo estudio apunta como posible responsable de dicha contaminación a la fundición Ventana a la cual, además, se le atribuyen diversos incidentes de intoxicación masiva en la población (Cabrera & Inostroza, 2020) dejando al descubierto, diversos problemas socioambientales al interior de la comuna. En base a lo anteriormente expuesto es que se estima que la postulación de este geositorio ayudaría a la aproximación de la población de Puchuncaví con el patrimonio de su comuna, de igual manera, siguiendo la metodología de este trabajo, se propone integrar a los CGL el Antropoceno, lo que permitiría añadir temáticas de cambio climático, medio ambiente y contaminación, a los tópicos existentes en el curriculum del MINEDUC para alumnos de enseñanza media.

Una propuesta interesante sería realizar un cortometraje en el cual se agreguen estos humedales a la narración evolutiva de la comuna, en el cual se ligue la comparación de los afloramientos geológicos existentes, con los nuevos depósitos del Antropoceno a modo de visualizar la huella que estamos dejando en el Planeta, incentivando al trabajo de planes de conservación para minimizar el impacto de esta marca.

8 Conclusiones

El presente trabajo logró con éxito contextualizar los geositorios de la comuna con las temáticas de enseñanza formal sugeridas por el MINEDUC, permitiendo la jerarquización de los geositorios de manera provechosa para el geoeducación local. Esto fue posible de comprobar con el cumplimiento del objetivo principal al unificar los geositorios de la comuna de Puchuncaví, por

medio de la narración de la evolución geológica en dos cortometrajes. Este resultado fue posible siguiendo la metodología aplicada a partir de lo cual se pudo concluir que:

Durante la primera etapa de investigación se definieron los Contextos Geológicos Locales los que resultaron ser un insumo fundamental para la construcción de un material educativo, puesto que a partir de esta información se pudo generar un relato continuo de los eventos geológicos que llevaron a la evolución del terreno, dejando a su paso hitos geológicos preservados en el tiempo, hoy denominados geositios. Además, los CGL definidos resultan también ser una herramienta para potenciar cualquier tipo de trabajo relacionado con el geopatrimonio para la zona.

Si bien se propuso inicialmente la jerarquización de los geositios por divulgar, las óptimas condiciones de los 5 geositios considerados, como su potencial de aprovechamiento educativo, las temáticas abordadas en cada uno y su relevancia en la representatividad de CGL, hicieron que estos presentaran la misma relevancia. Como resultado de esto, los 5 geositios fueron considerados en la construcción del programa educativo.

La selección del curso se sustenta en los conocimientos mínimos que debiese manejar un estudiante en etapa escolar a lo largo de su proceso de formación, según los estándares de la última actualización curricular del MINEDUC. Al correlacionar las temáticas del MINEDUC con las de los geositios, se observa que, además de abordar la totalidad de objetivos de aprendizaje estipulados en la malla escolar, los geositios pueden ofrecer conocimientos más allá de lo requerido para una educación escolar. De esta manera, los productos desarrollados en la presente investigación permitirán el uso de la información para todo público.

Finalmente, los dos cortometrajes animados permitieron visualizar de una manera didáctica, y sencilla los eventos geológicos ocurridos a lo largo de la historia evolutiva del territorio ocupado por la actual comuna de Puchuncavi, complementados con guion cuyo lenguaje democratizado facilite su comprensión. Además, fue posible la integración de los geositios existentes en la comuna de manera completa a la educación existente a modo de acercar el Patrimonio Geológico a las personas.

Por último, solo queda dejar de recomendaciones para futura continuidad a este trabajo el generar algún texto, aplicación o sitio web que recopile la información obtenida de todo el patrimonio geológico de Puchuncavi (incluido el proyecto Geoparque), en el cual los profesores o personal de turismo pueda encontrar la información suficiente para la correcta utilización de los patrimonios. Se propone que aparte de las temáticas propias del geosito debería incluir apartados sobre el estado de conservación, métodos de preservación y planes de visita. Y, por último, el complementar con nuevos geositos que ayuden a representar otros contextos geológicos que no representan las temáticas restantes del MINEDUC

Bibliografía

- Araneda, A., Bustos, M., Gallardo, P. (2017). Percepciones de padres, apoderados y docentes sobre la efectividad del tratamiento farmacológico con Metilfenidato del trastorno de déficit atencional en estudiantes de segundo año básico del colegio San Carlos de Aragón durante el 2017. Tesina para optar al grado académico de Licenciado en psicopedagogía. Universidad Mayor. Santiago.
- Arenas, M., (2020). "SERNAGEOMIN y Patrimonio cultural: Desafíos y avances de la institucionalidad Geológica". Ciclo de Charlas de Geoparques de Chile: Patrimonio e institucionalidad legal.
- Balcázar, S. (17 de octubre de 2016). "Cómo les envenenaron la vida: metales pesados amenazan la salud de la población de Puchuncaví-Quintero de Chile". MONGABAY. <https://es.mongabay.com/2016/10/les-envenenaron-la-vida-metales-pesados-amenazan-la-salud-la-poblacion-puchuncavi-quintero-chile/>
- Belloch, C. (2012) Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje. Material docente [on-line]. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. Disponible en <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA1.pdf>
- Belmonte, A. (2011). Apadrina un P. I. G.: El patrimonio geológico como recurso didáctico, 2011, 2007–2011.
- Belmonte, A. (2018). Aprender geología en un geoparque de montañas: Sobrarbe-Pirineos (Huesca). *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 26(1), 92–98.
- Benado, J., Hervé, F., Schilling, M., & Brilha, J. (2019). Geoconservation in Chile: State of the Art and Analysis. *Geoheritage*, 11(3), 793–807. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0330-z>
- Börguel, R. (1965). Mapa geomorfológico de Chile, descripción geomorfológica del territorio. Universidad de Chile. Instituto de Geografía. 107p
- Brilha, J. (2005). Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage Editores, 190 p.
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Cabrera, M., Inostroza, M. (21 de agosto de 2020). *Quintero y Puchuncavi: a 2 años de masiva intoxicación, vecinos dicen sentirse aun desprotegidos*. Biobío Chile.
- Cabrera, R. (2020). Caracterización hidroquímica del agua superficial en los humedales Campiche y Maitenes, comuna de Puchuncaví. Tesis para optar al título de geólogo. Universidad Mayor. Santiago. Chile
- Caraballo, A. (17 de Octubre de 2018). *Guía Infantil*. Obtenido de <https://www.guiainfantil.com/blog/educacion/aprendizaje/el-tiempo-de-concentracion-de-los-ninos-segun-su-edad/>
- Carcavilla, L. López, J. Duran, J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación* con los espacios naturales protegidos. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Carcavilla, L. (2014). Guía práctica para entender el patrimonio geológico., 22(1), 5.
- Carcavilla, L. García, A. (2014). Geoparques: significado y funcionamiento. Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Geológico y Minero de España.
- Carri, E. (2018). El uso de la Gamificación y los recursos digitales en el aprendizaje de las Ciencias Sociales en la Educación Superior. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (36).

- Carrillo-Briceño, J. D., González-Barba, G., Landaeta, M. F., & Nielsen, S. N. (2013). Condrictios fósiles del Plioceno Superior de la Formación Horcón, Región de Valparaíso, Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86(2), 191–206. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000200008>
- Cearreta, A. (2015). La definición geológica del Antropoceno según el Anthropocene Working Group (AWG). *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*. 23 (3). 263- 271.
- Cendrero, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. MOPTMA. En: El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid. 17-38.
- Charrier, R., Farías, M., & Maksaev, V. (2009). Evolución tectónica, paleogeográfica y metalogénica durante el cenozoico en los Andes de Chile Norte y Central e implicaciones para las regiones adyacentes de Bolivia y Argentina. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 65(1), 5–35.
- Cornejo, M (2019). Metodología de evaluación cuantitativa del patrimonio educativo geológico: Aplicación en el Parque Nacional Lauca, Región Arica y Parinacota. Memoria de pregrado al título de geólogo. Universidad Mayor, Santiago, Chile.
- Crutzen, P. Stoermer, E. (2000). The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41: 17-18
- Cuevas, R. (2017). Análisis de los depósitos sedimentarios terciarios-cuaternarios en el área de Quintero-Placilla (33°S) y sus implicancias paleontológicas.
- Delbury, P., Azua, P., Chávez, A., Riquelme, J., Bravo, M. (2018). Primera Olimpiada Chilena de Geología. *XV Congreso Geológico Chileno "Geociencias Hacia La Comunidad"*, p.21.
- Díaz, Y. and Bravo, M. (2018). Los Andes en acción: Buscando generar aprendizajes significativos en niños, niñas y jóvenes a través de métodos de educación no formales. *XV Congreso Geológico Chileno Geociencias hacia la comunidad*. Concepción, p.25.
- El Antropoceno en Chile. (21 de marzo de 2019). [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=CpGcAGoMMJg>
- Espiñeira, D. J. (1989). Geología del Complejo Plutónico Papudo-Quintero: Aspectos cronológicos y geoquímicos. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile. p.146
- Fernández, D. (2020). Estratigrafía, petrografía y sedimentología de la Formación Horcón (Mioceno superior-Pleistoceno inferior) en su localidad tipo, Región de Valparaíso, Chile. Tesis para optar al título de geólogo. Universidad Mayor. Santiago. Chile
- García Cortés, Á. y Carcavilla, L. (2009). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, 61pp. Consultado el 27 de junio de 2011. En: <http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V12.pdf>
- García-Cortés, A y Carcavilla, L. (2013): Documento Metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés Geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, p 64
- García, F. and Muñoz, M. (2018). Metodologías de aprendizaje activo en la carrera de geología: un caso exitoso de Gamificación. *XV Congreso Geológico Chileno Geociencias hacia la comunidad*. Concepción, p.22.
- Goso, C. Facultad de Ciencias - Universidad de la República. <http://www.geoparque.uy/index.php/geoparque-grutas-del-palacio/geoconservacion.html>
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*.

- GGN (s.f.). *What is a UNESCO Global Geopark*. Obtenido de GLOBAL GEOPARKS NETWORK Web Site: <http://www.globalgeopark.org/>
- GGN. (Abril de 2019). *Distribution of GGN Members*. Obtenido de GLOBAL GEOPARKS NETWORK Web Site: <http://www.globalgeopark.org/>
- Gonggrijp, G. P. (2000). Planificación y Gestión para la Geoconservación. In E. Baretino, D., Wimbledon, W A P., Baretino, D., Gallego (Ed.), *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión* (pp. 31–49). Madrid.
- Guerrero, M. (2014). *Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Las TIC y la Educación*. Marpadal Interactive Media, S.L. ISBN: 978-84-15878-15-5.
- Henriques, M. H., dos Reis, R. P., Brilha, J., & Mota, T. (2011). Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*, 3(2), 117–128. <https://doi.org/10.1007/s12371-011-0039-8>
- Instituto Geográfico Militar (1983). Mapa Geomorfológico. Colección Geográfica de Chile: Reinaldo Börgel. Santiago.
- J, P., Pontarelli, S., Andrade, V. (2009). Hallazgo de un yacimiento paleontológico de cetáceos fósiles e invertebrados del Plioceno en la localidad Los Maitenes, Región de Valparaíso. *XII Congreso Geológico Chileno*, 1–3.
- Jesús, M., Bravo, P., & Fernandoy, F. (2013). Proyecto de Educación de la Geología: 1 ra Olimpiada de Geología en Chile, 997–998.
- Ley N° 20370. 2009. Ley General de Educación. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- López, N. (2016). Patrimonio Geológico De La Comuna De Puchuncaví, Para La Creación Del Geoparque Puchuncaví, V Región De Valparaíso. Santiago: Memoria para optar al título de Geólogo, Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Mansur, K. L., De Oliveira Ponciano, L. C. M., De Castro, A. R. S. F., & De Souza Carvalho, I. (2013). Conservação e restauro do patrimônio geológico e sua relevância para a geoconservação. *Boletim Paranaense de Geociencias*, 70(70), 137–155.
- Martín, R. (2008). Contextos de Aprendizaje: formales, no formales e informales Lic. Rocío Belén Martín. *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*, 1–13. Obtenido de: http://www.ehu.eus/ikastorratza/12_alea/contextos.pdf
- Martínez Z, P. 2010. Identificación, caracterización y cuantificación de geositios, para la creación del I Geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillío. Memoria para optar al título de Geóloga, Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- MINEDUC. (s.f.). *Curriculum Nacional*. Obtenido de <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Ciencias-naturales/>
- Ministerio de Educación, C. (2018). Bases Curriculares Primero a Sexto Básico. *Bases Curriculares Primero a Sexto Básico*, 414. Obtenido de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394_bases.pdf
- Ministerio de Educacion de Chile. (1927). *MINEDUC: Mision*. Obtenido de <https://www.mineduc.cl/ministerio/mision/>
- Montero, C., (2020). "Proyecto Geoparque Valle de Petorca. Lineamientos y legislación del patrimonio arqueológico". Ciclo de Charlas de Geoparques de Chile: Patrimonio e institucionalidad legal.
- Moreno, L. Conversi, D. (2016). Antropoceno, cambio climático y modelo social. *Documentación Social*. 183. 13-30.
- Mourgues, F. A., Schilling, M., & Castro, C. (2012). Propuesta de definición de los Contextos Geológicos Chilenos para la caracterización del patrimonio geológico nacional. *13va. Congreso Geológico Chileno*, 890–892. Obtenido de <http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/geositios/Geopatrimonio.pdf>

- Munizaga, F. (1972). Edades radiométricas de rocas chilenas. Instituto de Investigaciones Geológicas. 2.132-145
- National Geographic org, (s.f). *Geo-education: Essential preparation for an interconnected World*. Obtenido de National Geographic. Web site: <https://www.nationalgeographic.org/education/geo-education-essential-preparation-interconnected-world/>
- Nieto, L. M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora, 112.
- Pagès, J.-S. (2009). The GeoPark of Haute-Provence, France - Geology and palaeontology protected for sustainable development. *PaleoParks-The Protection and Conservation of Fossil Sites Worldwide.-Carnets de Géologie/Notebooks on Geology, Brest, Book 2009/03, 03, 29–34*. Retrieved from http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2009_BOOK_03/CG2009_BOOK_03_Chapter03.pdf
- Palacio Prieto, J.L (coord.), Sánchez Cortez, J. L y Schilling, M. E. (Eds) (2016). Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México. México.81-121 DOI 10.14350/rig.59719.
- 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, 117.
- Rebello, D., Marques, L., & Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad., 2011, 15–25.
- Rivano, S. (1996). Geología de las Hojas Quillota y Portillo. *Servicio Nacional de Geología y Minería.*, 202.
- Rivano, S., Sepúlveda, P., Boric, R., & Espiñeira, D. 1993. Hojas Quillota y Portillo, V Región Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, 73(1).
- Salmerón, A. (2012). Los TICs en la Educación. *MEDAC Instituto Oficial de Formación Profesional*. Obtenido de: [https://medac.es/blogs/educacion-infantil/las-herramientas-tic-en-la-educacion/#:~:text=Las%20Tecnolog%C3%ADas%20de%20la%20Informaci%C3%B3n,inform%C3%A1ticos%20\(Belloch%2C%202012\).](https://medac.es/blogs/educacion-infantil/las-herramientas-tic-en-la-educacion/#:~:text=Las%20Tecnolog%C3%ADas%20de%20la%20Informaci%C3%B3n,inform%C3%A1ticos%20(Belloch%2C%202012).)
- Sánchez, L., Arredondo-García, M. (2011). Los Geoparques como entes de conservación vinculante: geodiversidad, biodiversidad y patrimonio cultural, 12.
- Schilling, M., Mourgues, A., Contreras, K., Benado, J., & Partarrieu, D. (2012). *Patrimonio geológico y su conservación en Chile: avances y perspectivas*. XIV Congreso Geológico Chileno pp 416-419.
- Schilling, M., Toro, K., Contreras, P., Levy, C., & Moreno, H. (2012). Geoparque Kütralkura: Patrimonio geológico para el desarrollo sustentable de la Región de la Araucanía. XIII Congreso Geológico Chileno, pp 893- 895.
- Schilling, M., (2020). “El grupo de especialistas en Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de Chile”. Ciclo de Charlas de Geoparques de Chile: Geopatrimonio y Geoconservación
- Sociedad Geológico de Chile. (2013). Geositios. <https://www.sociedadgeologica.cl/geositios/>
- Sociedad Geológico de Chile. (2016). Geositios. <https://www.sociedadgeologica.cl/geositios>
- Thomas, H. (1958). Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Boletín No. 2, Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, p 86.
- Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos?. *Desacatos*. 54. 40-57
- Vergara, M., Levi, B., Nystrom, J. O., & Cancino, A. (1995). Jurassic and early Cretaceous island arc volcanism, extension, and subsidence in the Coast Range of central Chile. *Geological Society of America Bulletin*, 107(12), 1427–1440. <https://doi.org/10.1130/0016-76062>

Vergara, C., (2020). "*Patrimonio Geológico Del Geoparque Cajón Del Maipo, Aspirante a La UNESCO*". Ciclo de Charlas de Geoparques de Chile: Geopatrimonio y Geoconservación

Zalasiewicz, J., Crutzen, P. J., Steffen, W., (2012). The Anthropocene: Chapter 32. In: Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M., Ogg G. (Eds.), *The Geological Time Scale 2012*. 1033–1040.

Zora, J., & Andrade, V. (2015). Avances de un catastro de lugares de interés geológico y biológico del Geoparque aspirante de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile Central. *XIV Congreso Geológico Chileno*, 400–403.

ANEXOS

ANEXO A: Tablas con evaluación cuantitativa realizada por López (2016) a los geositos de la comuna de Puchuncaví.

	Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
A1 Abundancia Regional	5				
	4	4	4	4	
	3				3
	2				2
A2 Grado de conocimiento científico	5		5	5	5
	4	4			
	3				
	2				
A3 Lugar Tipo	5	5	5	5	
	3				3
	1			1	
	1				
A4 Extensión superficial	5	5			
	4		4	4	4
	3				3
	2				
A5 Diversidad de elementos geológicos	5	5	5	5	5
	4				4
	3				
	2				
A6 Utilidad didáctica	5		5	5	
	4	4			4
	3				
	2				
A7 Asociación con elementos culturales	5				
	4				
	3				
	2			2	2
A8 Asociación con elementos naturales	5				5
	3		3	3	3
	1	1			
	1				
A9 Estado de conservación	5	5	5	5	5
	4				4
	3				
	2				
A10 Vulnerabilidad a los procesos	5			5	5
	3	3	3		3
	1				
	1				

	Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
B1 Posibilidad de realizar actividades	5			5	5
	3		3	3	
	1	1			
B2 Condiciones de Observación	5			5	5
	4				
	3		3	3	
	2	2			
B3 Posibilidad de recolección de objetos	5			5	
	4				
	3				
	2	2	2		2
B4a Accesibilidad	5			5	
	4	4	4	4	4
	3				
	2				
B4b Accesibilidad estacional	5	5	5	5	5
	4				
	3				
	2				
B5 Grado de dificultad de acceso	5	5	5	5	5
	4				
	3				
	2				
B6 Proximidad a centro poblado	5	5	5	5	5
	4				
	3				
	2				
B7 Número de habitantes de la comuna	5				
	4				
	3				
	2	2	2	2	2
B8 Condiciones socio-	5				
	3	3	3	3	3
	1				
	1				
B9 Uso actual	5	5	5	5	
	4				
	3				
	2				
B10 Peligro volcánico	5	5	5	5	5
	4				
	3				
	2				
	1				1
	1				
	1				
	1				

	Los Maitenes	Quirilluca	Horcón	Ventana	San Antonio
C1 Amenazas actuales o	5				5
	3	3	3	3	
	1				1
C2 Situación legal actual	5	5			5
	3		3	3	
	1				
C3 Interés por la extracción minera	5	5	5	5	5
	4				
	3				
	2				
C4 Régimen de propiedad	5		5	5	5
	4				
	3	3			
	2				
C5 Fragilidad	5				
	4				4
	3	3	3	3	
	2				
	1				1

Geositos de ambiente internacional o nacional

$$Q = \frac{2A+B+1.5C}{3}$$

Geositos de ambito regional o local

$$Q = \frac{A+B+C}{3}$$

ANEXO B: Tablas detalladas para aplicar las evaluaciones cuantitativas de los geositios según la metodología de Martínez (2010).

CRITERIOS INTRINSECOS DEL GEOSITIO

A1 Abundancia Regional	5	Solo existe un ejemplo
	4	Uno de los 3 mejores ejemplos
	3	Existen entre 4 a 10 ejemplos
	2	Existen entre 11 a 20 ejemplos
	1	Existen más de 20 ejemplos
A2 Grado de conocimiento científico	5	Citado en más de una tesis académica, capítulo de libro o artículo de revistas científicas
	4	Citado en tesis u otro tipo de publicación técnico-científica
	3	Citado en artículo de revista nacional e informes o planes de manejo
	2	Citado en relatos técnicos o planes de manejo
	1	No existen alguna referencia sobre el geositio
A3 Lugar Tipo	5	Reconocido como lugar tipo
	3	Lugar tipo "secundario"
	1	No es reconocido como lugar tipo
A4 Extensión superficial	5	Superior a 1.000.000 m ² = 1km ²
	4	100.000 - 1.000.000 m ²
	3	10.000 - 100.000 m ²
	2	1.000 - 10.000 m ²
	1	Menos de 1.000 m ²
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 un elemento geológico
	1	No se aprecia ningún elemento geológico
A6 Utilidad didáctica	5	Muy útil e ilustrativo. Es posible usarlo para fines didácticos para cualquier tipo de publico
	4	Buena utilidad pedagógica para personas con conocimientos básicos
	3	Puede ser utilizado para fines didácticos para un público de perfil especializado
	2	Baja utilidad pedagógica
	1	Sin interés pedagógico
A7 Asociación con elementos culturales	5	Existen en el lugar o en las inmediaciones evidencias de interés arqueológico o de otros tipos
	4	Existen evidencias arqueológicas o de otro tipo
	3	Existen vestigios arqueológicos
	2	Existen elementos de interés no arqueológico
	1	No existen elementos de interés cultural
A8	5	Fauna y flora importantes por su abundancia, o presencia de especies de

Asociación con elementos naturales		especial interés
	3	Presencia de fauna y flora de interés moderado
	1	Ausencia de elementos naturales de interés
A9 Estado de conservación	5	No hay daño visible, bien conservado
	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 deteriorado como resultado de actividad humana
A10 Vulnerabilidad a los procesos naturales	5	La evolución natural del lugar no afecto al geositio
	3	La evolución de los procesos naturales puede afectar, más sin perder la importancia
	1	La evolución de los procesos naturales causa daños graves

CRITERIOS RELACIONADOS CON EL USO POTENCIAL DEL LUGAR

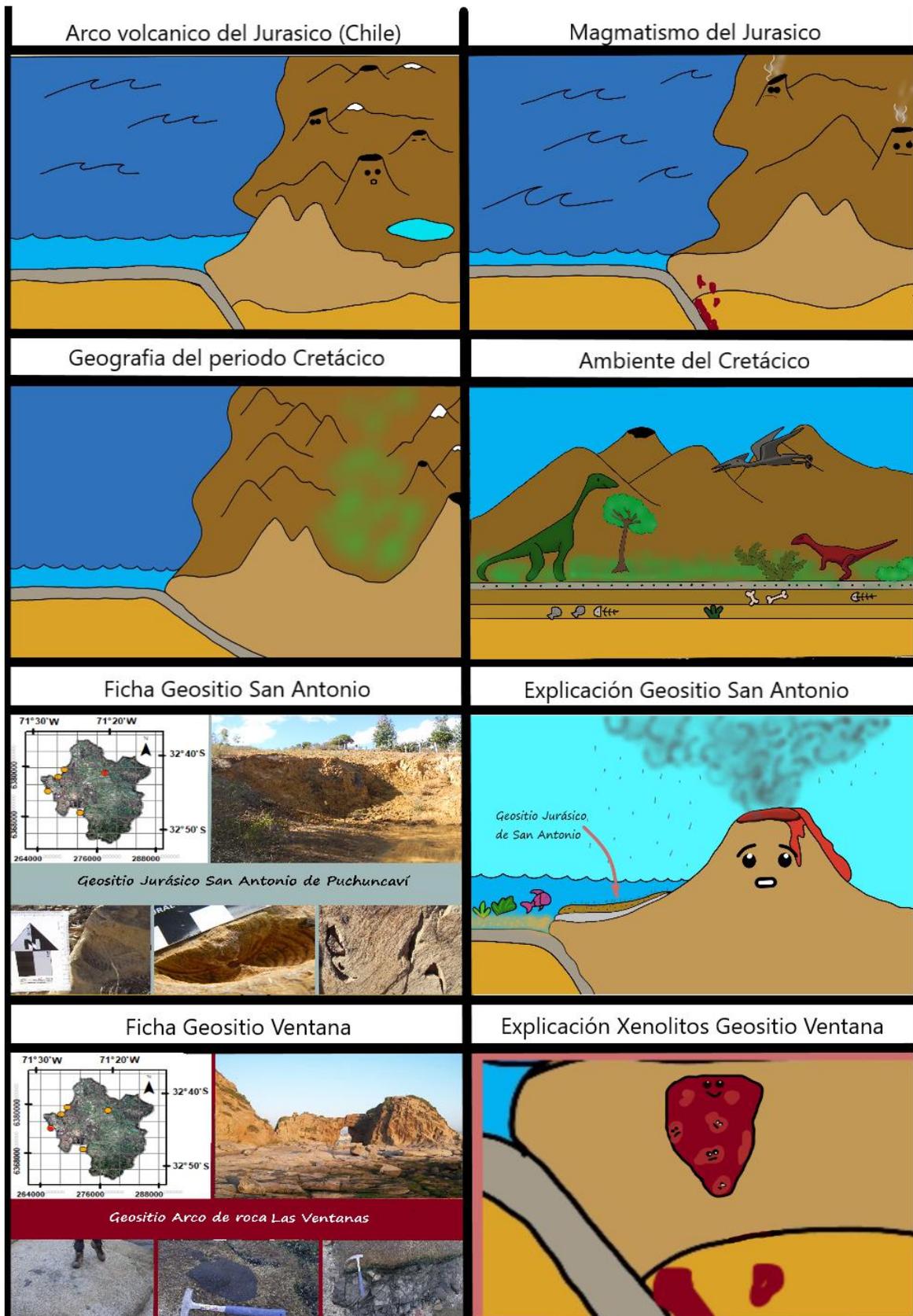
B1 Posibilidad de realizar actividades	5	Es posible realizar actividades científicas y pedagógicas
	3	Es posible realizar actividades científicas o pedagógicas
	1	Es posible realizar otros tipos de actividades
B2 Condiciones de Observación	5	Óptimas, pueden ser observadas e identificadas sin dificultad
	4	Buena para todas las características geológicas relevantes
	3	Razonables, buena visibilidad para hay que moverse alrededor para una observación completa
	2	Limitada por árboles o vegetación baja
	1	Deficientes
B3 Posibilidad de recolección de objetos	5	Posible la recolección de rocas, fósiles y minerales sin dañar al geositio
	4	Posible la recolección de rocas o minerales sin dañar al geositio
	3	Posible la recolección de algunas muestras, pero perjudicando al geositio
	2	Posible recolección de algunas muestras, pero perjudicando el geositio
	1	No es posible recolección de muestras
B4a 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 m desde el vehículo
	1	Acceso a pie a más de 1 km desde el vehículo
B4b Accesibilidad estacional	5	Se puede visitar durante todo el año
	4	Se puede visitar durante tres estaciones del año
	3	Se puede visitar durante dos estaciones del año
	2	Se puede visitar durante una estación al año
	1	Difícil acceso en cualquier estación

B5 Grado de dificultad de acceso	5	Bajo, para cualquier persona
	4	Mediano-Bajo, para personas afines a caminatas largas
	3	Medio, personas con buen estado físico y con cierta practica de montaña
	2	Difícil, personas con buen estado físico y con experiencia en caminatas de media montaña
	1	Muy difícil, para personas con experiencia en caminatas de alta exigencia y/o solo con equipo especiales
B6 Proximidad a centro poblado	5	Existe una población con más de 10.000 habitantes y ofertas de servicios variadas a menos de 5 km
	4	Existe una población con menos de 10.000 habitantes, oferta de servicio limitado, a menos de 5 km
	3	Existe una población con oferta de servicios entre 5 a 20 km
	2	Existe una población con oferta de servicios entre 20 a 40 km
	1	Solo existe una población con oferta de servicio a más de 40 km
B7 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
	1	Menos de 10.000 habitantes
B8 Condiciones socioeconómicas	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, de educación del área es equivalente a la media regional
	1	El nivel de rendimiento per cápita, de educación del área es menor con relación a la media regional
B9 Uso actual	5	Promovido y usado como lugar de interés geológico
	4	Promovido y usado como lugar de interés cultural o natural
	3	Promovido y usado como lugar de interés paisajístico
	2	Sin divulgación, pero es usado
	1	Sin divulgación ni uso
B10 Peligro volcánico	5	Nulo
	4	Bajo
	3	Moderado
	2	Alto
	1	Muy alto

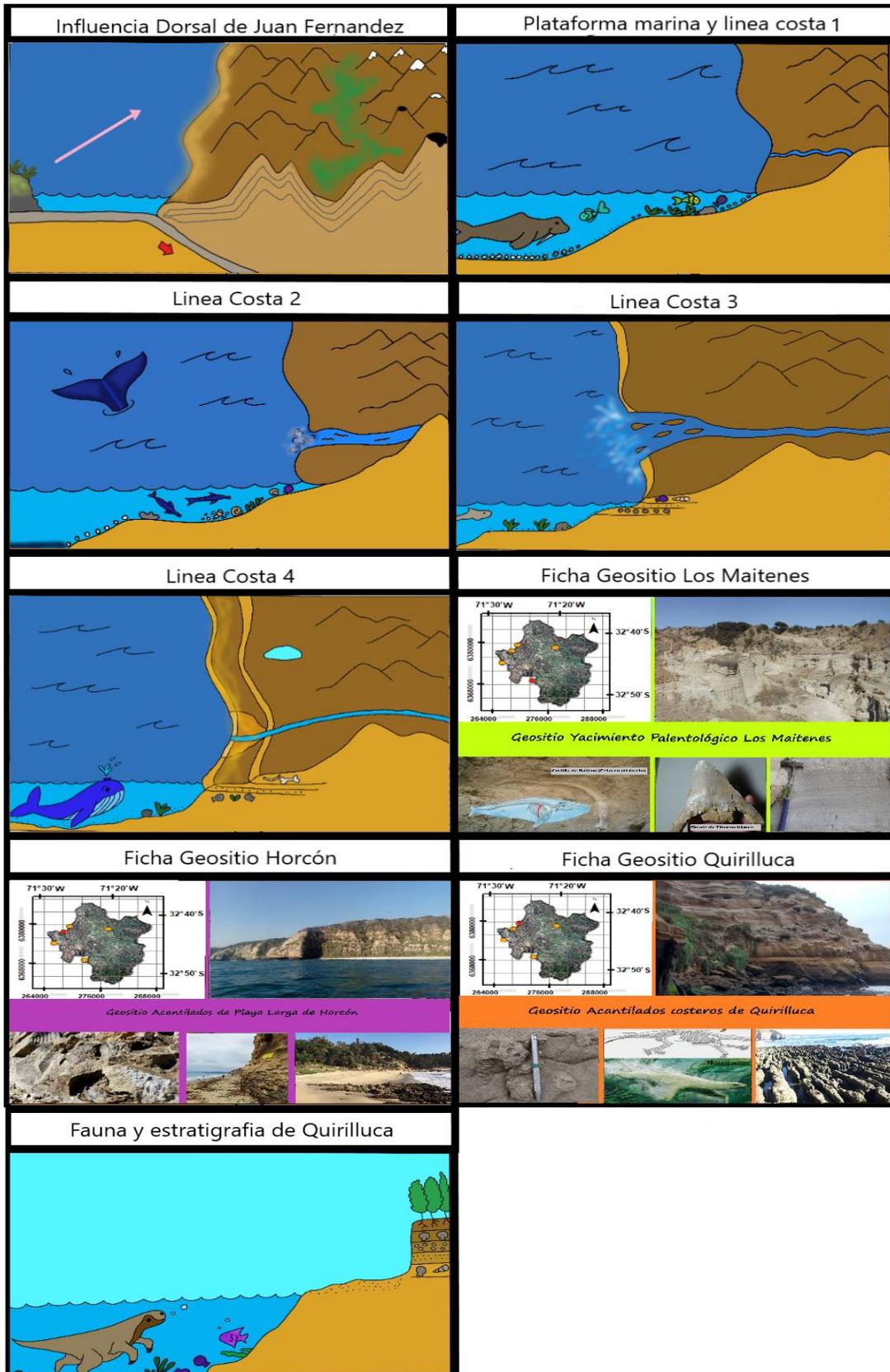
CRITERIOS RELACIONADOS CON LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN DEL GEOSITIO

C1 Amenazas actuales o potenciales	5	Zona rural, no sujeta a desarrollo urbano o industrial ni a construcciones de infraestructuras y sin perspectivas de estar sometida a tal
	3	Zona de carácter intermedio, no está previsto un desarrollo urbano o industrial concreto, pero tiene posibilidades en el futuro
	1	Zona incluida en área de expansión urbana o industrial
C2 Situación legal actual	5	Lugar sin ningún tipo de protección legal
	3	Lugar incluido en un área de protección legal
	1	Lugar dentro de un área protegida
C3 Interés por la extracción minera	5	Zona sin interés por la extracción
	4	Zona con potencial interés de excavación
	3	Zona con reserva importante de bajo valor, pero no está previsto se explotación inmediata
	2	Zona con interés para la extracción, en que está prevista la explotación
	1	Zona con interés para la extracción, con exploración y/o licencia activa
C4 Régimen de propiedad	5	Terreno del estado
	4	Terreno de propiedad municipal
	3	Terreno parcialmente público y privado
	2	Terreno privado perteneciente a un solo propietario
	1	Terreno privado perteneciente a varios propietarios
C5 Fragilidad	5	Aspecto geomorfológico que por su tamaño es difícilmente afectado de manera importante por actividades humanas
	4	Grandes estructuras geológicas afectadas por actividades humanas, pero por su magnitud su destrucción es poco probable
	3	Sitios que pueden ser destruidos en parte por intervenciones no muy intensas
	2	Sitios que pueden ser fácilmente destruidos por intervenciones humanas poco agresivas
	1	Sitios pequeños que pueden ser destruidos por pequeñas intervenciones o afloramientos minerales o fosilíferos de fácil depredación

ANEXO C: Ilustraciones básicas para cortometraje capítulo 1: "Mesozoico"



ANEXO D: Ilustraciones básicas para cortometraje capítulo 2: "Cenozoico"



ANEXO E: Diapositivas clase “Introducción a conceptos y Procesos Geológicos asociados al Patrimonio Geológico”

Material digital disponible en: <https://prezi.com/view/xzeMoUtyRAq6k69gFom5/>



La Tierra está viva y se mueve constantemente

Si viéramos el interior de nuestro planeta distinguiríamos tres capas diferentes (Núcleo, Manto y Corteza) separadas por los elementos químicos que le dan características propias a cada una. Sin embargo, es sobre la Corteza donde ocurrieron los grandes eventos que modificaron la Tierra, más específicamente en la litosfera, la que domina los sucesos a ocurrir..



Extraído de Ilustraciones Pellukura

Tectónica de Placas

Tectónica de Placas

¡Ahora imaginemos!!

La corteza del planeta se divide en muchas partes que, juntas forman algo si como un puzzle. Pero...¿Quién mueve estas piezas?

Este movimiento se produce en la litosfera donde el magma se mueve similar al ketchup, estos movimientos tipo remolinos, se producen al enfriarse y calentarse los fluidos. A esto último se llama "Convección"

¿Qué resulta de estos movimientos?

Magma: Masa de roca fundida mezclado con materiales líquidos y volátiles formados al interior de la Tierra.

TECTÓNICA DE PLACAS



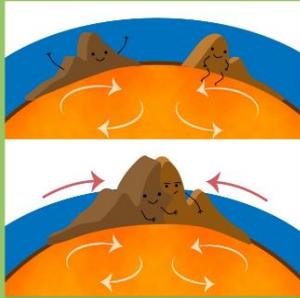
CONVECCIÓN INTERNA DE LA TIERRA



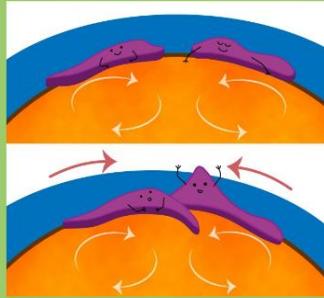
¿Qué resulta de estos movimientos?

Margen Convergente

Las piezas del puzzle se acercan



Convergencia entre Corteza Continental-Continental



Convergencia entre Corteza Oceánica-Oceánica

Así ocurrió:

- Formación de montañas, islas y volcanes
- Unión de continentes

EN EL CASO DE CHILE



EN EL CASO DE CHILE

Margen Divergente

Las piezas del puzzle se separan

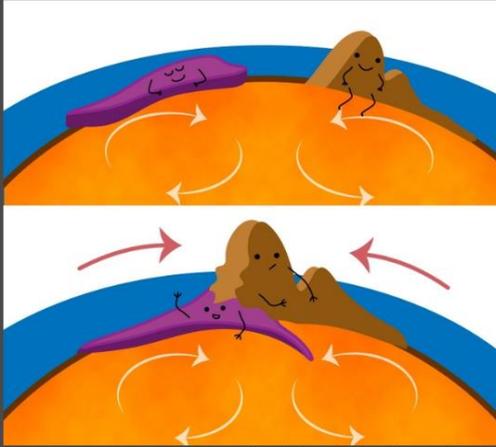


Extraído de Ilustraciones Pellukura

Así ocurrió:

- Separación de Continentes
- Generación de Océanos
- Formación de nueva corteza

Convergencia entre Corteza Oceánica-Continental



Extraído de Ilustraciones Pellukura

La geografía y volcanismo de Chile se deben a los efectos producidos por la "Subducción" o hundimiento de la Placa de Nazca (corteza oceánica) bajo la Placa Sudamericana (corteza continental).

Este movimiento es tan lento que no lo podemos sentir, pero de vez en cuando pequeños acomodamientos entre las placas remecen la tierra y mar provocando "Terremotos" y "Tsunamis"

INTRODUCCIÓN A CONCEPTOS Y PROCESOS GEOLÓGICOS ASOCIADOS AL PATRIMONIO GEOLÓGICO

¿Qué debo
saber..?

¿Dónde lo
puedo ver?

¿Cómo lo sé?

¿Por qué es
importante?

¿Cómo lo sé?

La Tierra cuenta su propia historia

En todo el planeta existen lugares donde fragmentos de la historia del planeta se quedaron plasmados en muros, rocas, montañas, suelo e incluso ocultos bajo el océano. Los registros más conocidos son los "Fósiles", los cuales fueron en algún momento, animales o plantas que se petrificaron como rocas. Estos fósiles permiten saber, por ejemplo, que tipos de seres vivos habitaron el lugar donde fueron encontrados y en que época vivieron.

Más evidencias!!

Por ejemplo:
Encontrar fósiles de conchitas en la cima de la Cordillera



Bivalvo de <https://www.fossilera.com/fossils>

¿Cómo ocurrió?



<https://www.youtube.com/watch?v=3UWQpabV7tc>

Más evidencias!!

Estratigrafía

El suelo que conocemos se formó por una serie de capas, y cada una de ellas puede variar físicamente en dureza, color, tamaño de los granos o rocas. Similar a lo que sería una torta con rellenos de diferentes sabores.

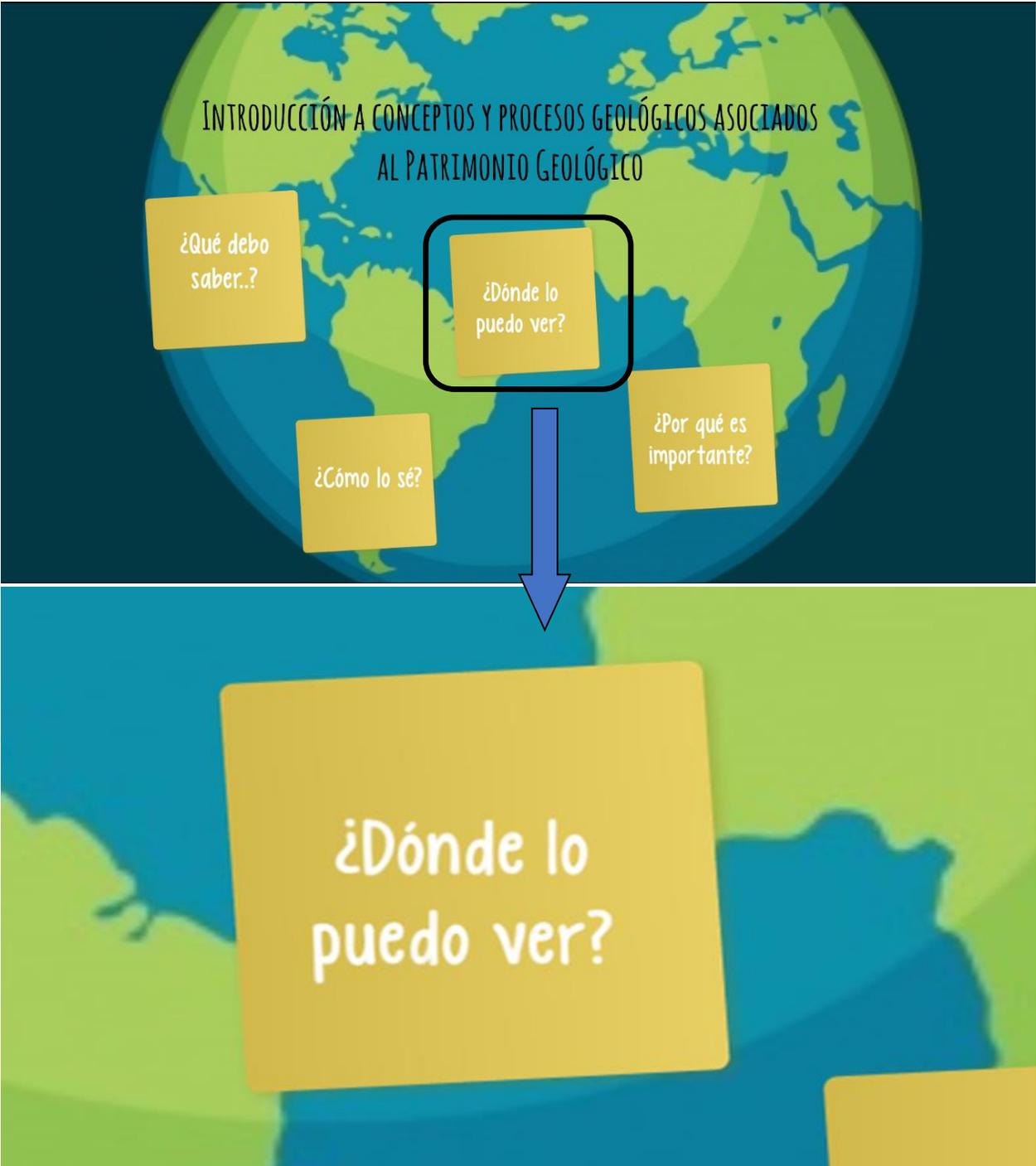
Estas capas llamadas "Estratos" pueden formar verdades muros donde el tiempo queda detenido y, si se observan con cuidado nos pueden decir:

- por donde pasaron ríos
- hasta donde llegaba el mar
- si algún volcán hizo erupción
- el clima del lugar



Estratos





INTRODUCCIÓN A CONCEPTOS Y PROCESOS GEOLÓGICOS ASOCIADOS
AL PATRIMONIO GEOLÓGICO

¿Qué debo
saber..?

¿Dónde lo
puedo ver?

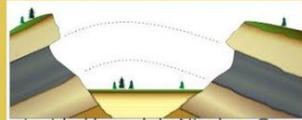
¿Cómo lo sé?

¿Por qué es
importante?

¿Dónde lo
puedo ver?

En todas partes..

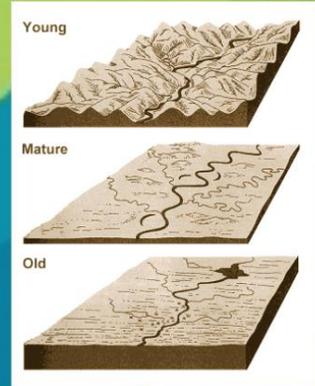
Si recordamos la comparación de los estratos con las capas de una torta, podríamos decir que en cada una de estas capas se fueron "guardando" animales, plantas, insectos, etc. propias de cada edad. Por lo general, siempre lo más antiguo estará más abajo de la tierra y lo nuevo más cerca de la superficie. Sin embargo, existen elementos erosivos (agua, aire, viento) que en conjunto rompen las rocas y el suelo dejando expuesto estos grandes murales frente a nuestros ojos.



Esquema del principio de la continuidad lateral de Nicolaus Steno

Por ejemplo:

Los ríos son uno de los más grandes agentes erosivos al cortar todo lo que interfiera en su camino, creando modificaciones el paisaje.



Ciclo de Davis

¿TODOS LOS LUGARES SON ESPECIALES?

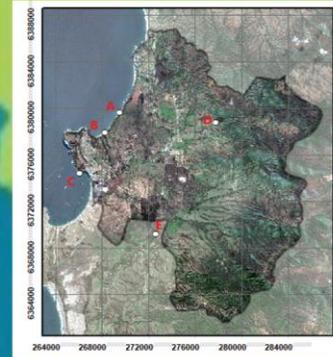
Si bien cada lugar del mundo tiene una historia diferente que contar de como evolucionó a lo largo de su vida, no todo tiene el mismo valor para la ciencia, la cultura y la sociedad. Es por esta razón que a todos los lugares que cumplieran con poseer una característica particular o que presentaran alguna contribución de valor geológico se les llamo "Geositios".

¿QUÉ APORTE TIENE
POSEER GEOSITIOS?



Por ejemplo:

La comuna de Puchuncavi tiene 5 Geositios de los 93 que se registran en Chile.



- A Acantilado costero playa Quirilluca
- B Acantilado Playa Larga de Horcón
- C Arco de rocas de Ventana
- D Jurásico de San Antonio
- E Yacimiento paleontológico Los Maitenes

¿QUÉ APORTE TIENE POSEER GEOSITIOS?

Patrimonio Geológico

Se define como "el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y educativo... que permitan conocer, estudiar e interpretar:

- el origen y evolución de la Tierra
- Procesos que la modelaron
- Clima y paisajes
- El origen y la evolución de la vida"⁽¹⁾

El patrimonio geológico puede ser de carácter local o regional, lo que lo hace muy propio de la población que convive con él. Son los geositios los que nos permiten acercarnos a nuestro patrimonio y conocerlo.

(1) Ramos et al., 2004



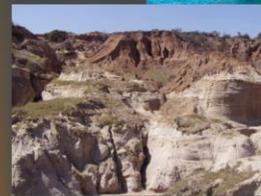
GEISERS DEL TATIO,
CALAMA

(Extraído de Chile Travel)

CAPILLAS DE MARMOL,
AYSEN



(Extraído de Chile
Travel)



YACIMIENTO LOS MAITENES, PUCHUNCAVÍ
(Extraído de la Sociedad Geológica de Chile)

INTRODUCCIÓN A CONCEPTOS Y PROCESOS GEOLÓGICOS ASOCIADOS
AL PATRIMONIO GEOLÓGICO

¿Qué debo
saber..?

¿Dónde lo
puedo ver?

¿Cómo lo sé?

¿Por qué es
importante?

¿Por qué es
importante?

Conservación

La falta o pérdida del patrimonio geológico, así como la de Parques nacionales sería similar a perder parte de la identidad de una localidad o región, algo así como remplazar las playas por empresas industriales o un bosque por un estacionamiento de camiones.

Si bien a nivel nacional no existe una ley que proteja el patrimonio geológico y los lugares que lo conforman, existe la iniciativa internacional de los "Geoparque" guiadas por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), cuyo fin es conservar la geodiversidad(*) de estos sitios con apoyo de las comunidades locales.

Geoparques reconocidos por la UNESCO



¿QUE PASA EN CHILE?

(*)Geodiversidad: variedad de elementos geológicos que constituyen una región.

¿QUE PASA EN CHILE?

Geoparques

Se definen como "un área geográfica única, con sitios y paisajes de significado geológico internacionales, que se gestiona por conceptos holísticos de protección, educación y desarrollo sustentable" (UNESCO). La principal función del geoparque es crear una atmósfera colaborativa entre comunidades y profesionales de diversas áreas para potenciar la riqueza patrimonial propia de cada sitio por medio de la educación/divulgación y el geoturismo.

En el caso concreto de Chile, el año 2019 se reconoció el geoparque Kutralkura como el primero del país en ser aceptado por la UNESCO. Sin embargo, existen otros 5 proyectos a geoparque en el país.



Uno de ellos es el Geoparque Puchuncaví, el cual se extendería por toda la comuna.

Si el geoparque de Puchuncaví lograra el reconocimiento de la UNESCO se podría promover la geoconservación(*) y divulgación de la historia de este lugar, lo que podría favorecer, además, el desarrollo turístico y cultural de la comuna.

(*)Geoconservación: conjunto de acciones tendientes a la preservación de afloramientos por su importancia geológica, paleontológica o arqueológica.

¿Te gustaría que tu comuna fuera parte de un geoparque?

¿Que te parece si trabajamos juntos para lograr esto?





Para más información puedes visita:

- Ciclo de las Rocas- <https://www.youtube.com/watch?v=WJQ3ycgGov4> o <https://www.youtube.com/watch?v=nUFugQPBAk4>
 - ¿Por qué se mueven las placas tectónicas- <https://www.youtube.com/watch?v=q5TpFOMpL4>
 - Proceso erosivo (Ciclo de Davis)- <https://www.youtube.com/watch?v=5eR2aDcDJ9U>
 - Erosión, transporte y Sedimentación- <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/08/15/98822>
-
- Red de Geoparques de América Latina- <http://www.redgeolac.org/>
 - Catastro de Geositos de Chile- <https://sociedadgeologica.cl/geositos/>
 - Geoparque Kutralkura- <http://geachile.sernageomin.cl/>
 - Proyecto Geoparque Puchuncaví- <https://www.facebook.com/geoparquepuchuncavi/>

ANEXO F: Material digital cortometrajes “evolución Geológica de la comuna de Puchuncavi” en la plataforma de internet YouTube.

Capítulo I. Mesozoico: <https://youtu.be/YRStHQmag5c>

Capítulo II. Cenozoico: <https://youtu.be/JLUABH44Gsl>

YouTube

Geokids
Sin suscriptores

PERSONALIZAR CANAL GESTIONAR VÍDEOS

INICIO VÍDEOS LISTAS DE REPRODUCCIÓN CANALES COMENTARIOS MÁS INFORMACIÓN

Subidas ▶ REPRODUCIR TODO



5:25

Evolución Geológica de la comuna de Pucuncavi-...
2 visualizaciones · hace 2 minutos



4:14

Evolución Geológica de la comuna de Puchuncavi-...
0 visualizaciones · hace 2 minutos