



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza
Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

**CARACTERIZACIÓN GLACIOLÓGICA DE CHILE Y VALORACIÓN DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS DE GLACIARES EN BASE A MERCADOS REALES (ESTUDIO DE
CASO DEL MONUMENTO NATURAL EL MORADO)**

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza.

ALEXIS ANDRÉS SEGOVIA ROCHA

Geógrafo

FINANCIADO POR CONICYT: Beca de Magíster para Funcionarios Públicos

SANTIAGO - CHILE.

JUNIO, 2014

HOJA DE APROBACION DE PROYECTO DE GRADO

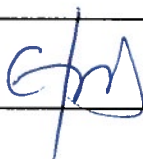
Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

Profesor(a) Guía

Nombre Claudia Loreto Cerda Jiménez

Nota 7,0 (siete coma cero)

Firma

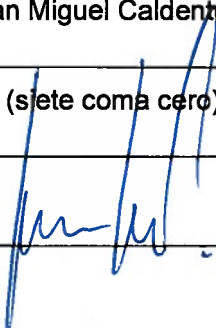


Profesor(a) Consejero(a)

Nombre Juan Miguel Caldentey Pont

Nota 7,0 (siete coma cero)

Firma

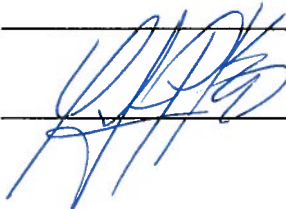


Profesor(a) Consejero(a)

Nombre Juan Pablo Fuentes Espoz

Nota 6,8 (seis coma ocho)

Firma



Profesor(a) Consejero(a)

Nombre

Nota

Firma

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que de una u otra manera tienen su nombre escrito dentro de las páginas de este estudio, por ende, siento la necesidad de plasmar sus nombres y entregarles mi más sincera gratitud.

En primer lugar, a mi compañera de vida Javiera Herrera, por estar presente y contar con su valioso y fundamental apoyo durante todo el proceso de magister, al igual que a toda mi familia y a la suya.

A mi profesora guía Claudia Cerda, por su buena disposición, consejos, orientación, apoyo y férreo compromiso en todo el proceso de este estudio.

A Juan Antonio Garcés, por su gran ayuda y orientación en facetas importantes de este estudio.

A la profesora María Victoria Castro y Gonzalo Barcaza, a ambos por recomendarme ante CONICYT para la obtención de la beca. Además a este último (como jefe de la Unidad de Glaciología de la DGA) por facilitarme la compatibilización del trabajo y el estudio.

A Rolando Berti y Guillermo Tapia de la DGA, por ayudarme con datos, y a Susan Silva por ayudarme con la parte estadística de este estudio.

A las personas de CONAF señores: Fernando Elorza y Jorge Naranjo, por autorizar el ingreso al Monumento Natural El Morado. Asimismo, extendiendo también mis agradecimientos a los guardaparques, señores: Luis Pizarro, Antonio González, Juan Bruna, Fernando Gallardo y Luis Cortés, por su amabilidad cuando debí concurrir al sitio protegido antes mencionado.

A las personas del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Chile, James Mcphee, Yuri Castillo y Yohann Videla, por prestarme su ayuda y datos del M.N. El Morado.

Y por último, a mis compañeros de magister, los cuales hicieron agradable y más llevaderas las largas jornadas de estudio, y que sin duda forman parte importante de todas las cosas buenas que me deja esta etapa.

Muchas gracias

Alexis Segovia Rocha

RESUMEN

Los glaciares son elementos naturales relevantes para la sociedad y para los ecosistemas en los cuales están inmersos, puesto que prestan importantes servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales. Por lo anterior, es de suma relevancia poner de manifiesto su valor, para así propender a una adecuada conservación de estos cuerpos de hielo.

En este estudio se realizó una caracterización glaciológica de Chile, la cual incluyó la determinación del número, superficie y el equivalente en agua contenida en los glaciares a nivel nacional. Además se determinó el número y la superficie de hielo dentro de las distintas categorías de áreas protegidas que operan en el país. Por último, se estimó una valoración económica de los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y flujo hídrico continuo provistos por los glaciares del Monumento Natural El Morado, el cual es un sitio protegido que se ubica en la cordillera de la Región Metropolitana.

La caracterización glaciológica de Chile se realizó mediante datos extraídos del Inventario Nacional de Glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA), e información bibliográfica. La determinación del número y la superficie de glaciares dentro de áreas protegidas, se realizó mediante el cruce de los datos del inventario nacional de glaciares, con los polígonos de las áreas protegidas disponibles en el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). La valoración de los servicios ecosistémicos de los glaciares del M.N. El Morado, se realizó en base a mercados y precios reales, determinando el servicio ecosistémico de turismo y recreación mediante el precio de la entrada al sitio protegido, y haciendo una relación directa entre el costo de entrada y las preferencias personales de los visitantes. Para determinar el valor económico del servicio ecosistémico de almacenaje de agua, se utilizaron los costos de inversión en infraestructura de almacenamiento hídrico (embalses), para luego asimilar ese valor al total de agua contenida en los glaciares. Por último, para estimar el servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo, se utilizaron los precios de los mercados de agua, asumiendo que el precio del agua (expresado en clp\$/l/s)¹, equivale al flujo continuo de aporte hídrico entregado por los glaciares del sitio protegido.

¹ clp\$/l/s = pesos chilenos/litros/segundos.

Dentro de los resultados, se pudo establecer que Chile posee un total estimado de 24.114 glaciares con una superficie de 23.641 km². No obstante lo anterior, esta cantidad de hielo se manifiesta con grandes diferencias regionales a lo largo del país, aumentando la cantidad de hielo de norte a sur. El equivalente en agua contenida de todos los cuerpos de hielo a nivel nacional corresponde a un total estimado de 3.175 km³, lo que equivale a aproximadamente 4.234 veces la capacidad máxima del embalse La Paloma el cual posee una capacidad máxima de 0,75 km³. En cuanto a protección de glaciares se refiere, a nivel nacional, se puede decir que el 54% de los glaciares chilenos y el 87% de la superficie glaciar están dentro de algún sitio con alguna categoría de protección. Sin embargo, también existen grandes diferencias regionales, donde la zona norte y sobre todo la zona centro parecieran estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica.

En cuanto a los resultados de la valoración económica de servicios ecosistémicos de los glaciares del Monumento Natural El Morado, se pudo determinar que la sumatoria total de los valores monetarios de los servicios analizados, resultó en un beneficio económico en valor presente (VP) de clp\$65.091.150.895.-, y un beneficio económico anual de clp\$3.905.469.054.-. De este total, además se pudo establecer que el servicio ecosistémico que presenta el más alto valor, es el de almacenaje de agua con un 96,6%, luego el servicio de flujo hídrico continuo con un 3,6%, y por último el servicio de turismo y recreación con un 0,2%. Luego, a modo de comparación, se llegó a la reflexión que el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos de los glaciares valorados en este estudio llega a representar el 30,1% del presupuesto anual de inversión para todo el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) el año 2014, y supera en 173,5 veces el total presupuestario del mismo Monumento Natural El Morado para el año 2013.

Palabras clave: Chile, Glaciares, Servicios ecosistémicos, Valoración económica, Monumento Natural El Morado.

ABSTRACT

Glaciers are natural elements relevant to society and ecosystems in which they are immersed, as they provide important provisioning, regulation and cultural ecosystem services. Therefore, it is of utmost importance to show its value, thus to provide appropriate conservation of these ice bodies.

A description of Chilean glaciers was performed, which included determining the number, surface and water equivalent in glaciers across the country. Furthermore, the ice quantity and surface included in all the different protected areas in Chile was also determined. Finally, it was estimated an economic valuation for tourism and recreation, water storage and continuous water flow supply for El Morado Natural Monument glaciers, which is a protected site located in the mountain of the Region Metropolitana.

The Chilean glaciological description was performed with data obtained from the National Inventory of Glaciers of the Dirección General de Aguas (DGA) and bibliographic information. The determination of the number and area of glaciers within protected sites, was performed by crossing data from the National Inventory of Glaciers with polygons of protected areas available on the Ministerio de Medio Ambiente (MMA). The valuation of ecosystem services of glaciers at M.N El Morado was performed according to actual market and prices, establishing tourism and recreation ecosystem service with the ticket price to the protected site and making a direct relationship between the ticket price and the personal preferences of the visitors.

To determine the economic value of the ecosystem service of water storage, investments costs in water storage infrastructure (dams) where used, and then assimilate that value to the total water in glacier. Finally, to estimate the ecosystem service of continuous water flow, the market prices of water was used assuming that the price of water (in clp \$/l/s) is equivalent to continuous flow of water intake adduced by glaciers from the protected site.

Among the results, it was established that Chile has an estimated total of 24.114 glaciers with a surface of 23.641 km². Nevertheless, this amount of ice has great regional differences across the country, increasing the amount of ice from north to south. The amount of water equivalent of all ice bodies in the country has been estimated in 3.175 km³, equivalent to about 4.234 times the maximum capacity of the dam La Paloma which has a maximum capacity of 0.75km³. Regarding to national glacier protection, results show that 54% Chilean glaciers and 87% of

glacier surface is inside a protected area. However, it also exists great regional differences, where the northern and, especially, in the whole central zone the glacial conservation seems to be underrepresented in terms of glaciological conservation.

Regarding the results of the economic valuation of El Morado Natural Monument glacier ecosystem services, it was determined that the total monetary value of the services analyzed reaches a clp\$65.091.150.895 present value (PV) economic benefit and a clp\$3.905.469.054 economic annual benefit. From this total it was established that the ecosystem service with the highest value is the water storage with 96,6%, second the continuous water flow service with 3,6%, and last the tourism and recreation service with 0,2%. Finally, by comparing them it was established that the annual economic benefit of the glacier ecosystem services valued in this study comes to represent 30,1% of the annual investment budget for all the *Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)* (Protected Wild Areas of the Government National System) in 2014, and exceeds 173,5 time the total budget for El Morado Natural Monument in 2013.

Key words: Chile, Glaciers, Ecosystem Services, Economic Valuation, El Morado Natural Monument.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Objetivos del Estudio	16
1.1.1. Objetivo General	16
1.1.2. Objetivos Específicos.....	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Objetivo 1 (Caracterización glaciológica de Chile)	18
2.2. Objetivo 2 (Glaciares dentro de áreas protegidas)	19
2.3. Objetivo 3 (Valoración de servicios ecosistémicos de los glaciares del Monumento Natural El Morado).....	20
2.3.1. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Turismo y Recreación"	21
2.3.2. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Almacenaje de Agua"	25
2.3.3. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Flujo Hídrico Continuo"	26
III. MARCO TEÓRICO.....	28
3.1. Marco Normativo de Glaciares	28
3.1.1. Normativa y Acuerdos Internacionales	28
3.1.2. Normativa Chilena en torno a los Glaciares.....	29
3.1.3. Proyectos de Ley Sobre Glaciares.....	30
3.1.4. Instituciones Públicas.....	33
3.1.5. Estrategia Nacional de Glaciares.....	33
3.1.6. Política para la Protección y Conservación de Glaciares	34
3.1.7. Cronología Normativa de Glaciares	35
3.2. Definición, Clasificación y Formación de Glaciares.....	37
3.2.1. Definición de Glaciar	37
3.2.2. Clasificación de glaciares presentes dentro del Inventario Nacional de Glaciares....	38
3.2.3. Formación de Glaciares y Dinámica de Glaciares	41
3.3. Derechos de Aprovechamientos de Aguas (DAA).....	44
3.3.1. Código de Aguas.....	44
3.3.2. Modificaciones Introducidas al Código de Aguas	47
3.3.3. Valor Económico del Agua y Mercados de Aguas	48
3.4. Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos	49
3.4.1. Definición de Servicios Ecosistémicos.....	49

3.4.2. Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos.....	52
3.4.3. Métodos para la estimación del valor económico del medio ambiente.....	56
3.4.4. Métodos de Valoración de Servicios Ecosistémicos utilizados en este estudio	60
3.5. Servicios Ecosistémicos de los Glaciares	62
3.5.1. Servicios de Provisión.....	62
3.5.2. Servicios de Regulación.....	64
3.5.3. Servicios Culturales	73
3.6. Áreas Silvestres Protegidas y Glaciares.....	76
3.6.1. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE).....	77
3.6.2. Otras Categorías de Sitios Protegidos con Glaciares.....	78
3.7. Glaciares y Turismo de Naturaleza	79
3.8. Valoración de Servicios Ecosistémicos de Glaciares como Herramienta de Gestión para la Conservación.....	80
IV. RESULTADOS.....	83
4.1. Caracterización Glaciológica de Chile (Objetivo 1)	83
4.1.1. Contexto Glaciológico Mundial.....	83
4.1.2. Contexto Glaciológico Nacional	84
4.1.3. Clasificación Morfológica de Glaciares en Chile	85
4.1.4. Exposición y Altitud de los Glaciares Chilenos	88
4.1.5. Zonas Glaciológicas de Chile.....	89
4.1.6. Comparación de las Zonas Glaciológicas.....	93
4.1.7. Equivalente en Agua de los Glaciares a Nivel Nacional	96
4.1.8. Resumen de Resultados (Objetivo 1)	99
4.2. Glaciares Insertos en Áreas Protegidas (Objetivo 2).....	100
4.2.1. Glaciares dentro el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)	101
4.2.2. Glaciares dentro de otras Categorías de Áreas Protegidas.....	107
4.2.3. Glaciares dentro de algún tipo de Área Protegida	109
4.2.4. Resumen de Resultados (Objetivo 2)	109
4.3. Estudio de Caso: Valoración de los Servicios Ecosistémicos de "Turismo y Recreación", "Almacenaje de Agua" y "Flujo Hídrico Continuo", provistos por los glaciares del Monumento Natural El Morado (Objetivo 3)	110
4.3.1. Descripción del Área de Estudio	110

4.3.2. Valoración del Servicio Ecosistémico de Turismo y Recreación	120
4.3.3. Valoración del Servicio Ecosistémico de Almacenaje de Agua	127
4.3.4. Valoración del Servicio Ecosistémico de Flujo Hídrico Continuo.....	128
4.3.5. Estimación de la Sumatoria de los Servicios Ecosistémicos de Turismo y Recreación, Almacenaje de Agua y Flujo Hídrico Continuo.....	131
4.3.6. Resumen de Resultados (Objetivo 3)	133
V. CONCLUSIONES	136
VI. BIBLIOGRAFÍA	141
VII. ANEXOS	150
7.1. Anexo 1. Modelo de encuesta aplicada a visitantes del Monumento Natural El Morado	151
7.2. Anexo 2. Planilla de encuestas válidas	153
7.3. Anexo 3. Estadísticas para la caracterización Sociodemográfica de los encuestados del Monumento Natural El Morado.....	166
7.4. Anexo 4. Montos de inversión para proyectos de infraestructura hídrica.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los niveles de observación de la Estrategia Nacional de Glaciares.....	34
Figura 2. Ejemplo de categoría de "Glaciar de montaña".	39
Figura 3. Ejemplo de categoría de "Glaciar de Valle".	40
Figura 4. Ejemplo de categoría de "Glaciar Efluente (Campo de Hielo)".	40
Figura 5. Ejemplo de categoría de "Glaciar Rocoso".	41
Figura 6. Esquema de proceso de transformación de nieve a hielo glaciar.	42
Figura 7. Esquema de glaciares rocosos.	43
Figura 8. Esquema de dinámica glaciar.	44
Figura 9. Clasificación de las Aguas según su origen.	47
Figura 10. Regulación del Nivel de los Océanos.	66
Figura 11. Esquema de equilibrio isostático y de rebote isostático.	68
Figura 12. Glaciar Colgante del Morado, San José de Maipo, Región Metropolitana.	69
Figura 13. Fenómenos de erosión glaciar: Nunataks y Cuernos.	70
Figura 14. Formación de Drumlins.	71
Figura 15. Biodiversidad en áreas glaciales.	72
Figura 16. Distribución del porcentaje de superficie de hielo de Sudamérica.	84
Figura 17. Cambios en el frente del glaciar Pio XI.	85
Figura 18. Número de glaciares y superficie (km ²) por clasificación morfológica a nivel nacional.	86
Figura 19. Distribución de glaciares por división Político-Administrativa.	87
Figura 20. Número (izquierda) y superficie (derecha) de glaciares clasificados por exposición.	88
Figura 21. Frecuencia acumulada y superficie acumulada de glaciares bajo la curva hipsométrica.	89
Figura 22. Distribución de glaciares a lo largo de Chile.	90
Figura 23. Porcentaje de la superficie total de glaciares por zona glaciológica.	91
Figura 24. Exposición del número y superficie de glaciares por zona glaciológica.	95
Figura 25. Porcentaje de superficie de glaciares bajo la curva hipsométrica según zonas glaciológicas.	96
Figura 26. Comparación de fórmulas para estimar equivalente en agua de glaciares.	97
Figura 27. Porcentaje del equivalente en agua de los glaciares por zona glaciológica.	98

Figura 28. Porcentaje de glaciares (izquierda) y porcentaje de superficie (derecha) con y sin protección por el SNASPE a nivel nacional.	104
Figura 29. Superficie de hielo con y sin protección por el SNASPE por zona glaciológica.	106
Figura 30. Número de glaciares con y sin protección por el SNASPE por zona glaciológica. ..	106
Figura 31. Ubicación del Monumento Natural El Morado dentro de la Región Metropolitana de Santiago.	113
Figura 32. Puntos de interés paisajístico dentro del Monumento Natural El Morado.	116
Figura 33. Glaciares dentro del Monumento Natural El Morado.	119
Figura 34. Porcentaje de superficie de glaciares dentro del Monumento Natural El Morado. ..	120
Figura 35. Unidades paisajísticas demarcadas dentro del Monumento Natural El Morado.....	123
Figura 36. División del precio de la entrada al Monumento Natural El Morado entre sus unidades paisajísticas.....	124
Figura 37. Porcentaje por servicio ecosistémico valorado sobre la sumatoria total.....	132

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cronología de los hitos más relevantes en cuanto a normativa y gestión de glaciares en Chile.	36
Cuadro 2. Clasificación de la valoración de servicios ecosistémicos.....	55
Cuadro 3. Valores porcentuales de albedo de la nieve y el hielo.	65
Cuadro 4. Categorías de sitios protegidos con glaciares, reconocidas legalmente en Chile y servicios fiscalizadores y administradores.	77
Cuadro 5. Distribución mundial de las masas de hielo.	83
Cuadro 6. Número de glaciares y superficie (km ²) por clasificación morfológica a nivel nacional.	86
Cuadro 7. Distribución de glaciares por división Político-Administrativa.....	87
Cuadro 8. Número y superficie de glaciares clasificados por exposición.	88
Cuadro 9. Número y superficie total de glaciares por zona glaciológica.....	91
Cuadro 10. Número y superficie de glaciares por zona glaciológica según clasificación morfológica.....	94
Cuadro 11. Equivalente en agua (km ³) de los glaciares por zona glaciológica.....	97

Cuadro 12. Equivalente en agua (km ³) de los glaciares por regiones.	98
Cuadro 13. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Parques Nacionales.	102
Cuadro 14. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Reservas Nacionales.....	103
Cuadro 15. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Monumentos Naturales.	104
Cuadro 16. Número de glaciares y superficie con protección por el SNASPE a nivel nacional.	105
Cuadro 17. Número de glaciares y superficie con protección por el SNASPE por zona glaciológica.....	106
Cuadro 18. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Bienes Nacionales Protegidos.	108
Cuadro 19. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Santuarios de la Naturaleza. ...	108
Cuadro 20. Número y superficie (km ²) de glaciares dentro de Áreas Protegidas Privadas.	109
Cuadro 21. Estimación del equivalente en agua de los glaciares del Monumento Natural El Morado.	118
Cuadro 22. Total equivalente en agua para los glaciares del Monumento Natural El Morado.	118
Cuadro 23. Valor monetario anual y valor presente del servicio ecosistémico de turismo y Recreación, para los glaciares del M.N. EL Morado.	121
Cuadro 24. División del precio de la entrada al M.N. El Morado entre sus unidades paisajísticas.	124
Cuadro 25. Valor monetario anual y valor presente del servicio ecosistémico de turismo y Recreación, para los glaciares del M.N. EL Morado.	125
Cuadro 26. Comparación del valor monetario obtenido con ambos métodos.	127
Cuadro 27. Estimación del valor monetario del servicio ecosistémico de almacenaje de agua.	128
Cuadro 28. Valoración monetaria del servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo.....	130
Cuadro 29. Sumatoria de los valores de los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y flujo hídrico continuo.	131

I. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los glaciares juegan un rol esencial en la dinámica natural, especialmente en la continuidad de los cursos de agua, por lo tanto también influyen en los ciclos ecológicos de los ecosistemas bajo su influencia, además de representar un bienestar general para la población, dado que estos cuerpos de hielo ofrecen variados beneficios tanto de provisión, de regulación y culturales. Estos beneficios se denominan servicios ecosistémicos, y toman cada vez más relevancia debido a la merma ambiental acelerada que los glaciares han sufrido en las últimas décadas, presumiblemente debido a los cambios atmosféricos, como el aumento de las temperaturas y la baja en las precipitaciones (factores claves en la mantención de los cuerpos de hielo). En este sentido, un estudio el año 2011² logró establecer para Chile una tendencia generalizada de retroceso frontal y reducción de áreas glaciares.

Chile posee gran cantidad de glaciares a lo largo de toda la cordillera andina, por lo que se hace necesario establecer una caracterización glaciológica nacional que se enfoque en conocer la cantidad de hielo presente en el país y el potencial de agua retenida en ellos.

En Chile los glaciares no tienen un reglamento jurídico y no gozan de protección específica, siendo la única forma de resguardo el estar insertos dentro de los límites de algún sitio protegido, esto debido a que los planes de manejo hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englaciadas dentro de las zonas protegidas. Debido a esto, se hace necesario también contar con información que determine la cantidad de glaciares y la superficie de hielo que se encuentra dentro de las distintas categorías de sitios protegidos.

Respecto a lo anteriormente expuesto, se hace relevante poner de manifiesto la importancia de los glaciares para los ecosistemas y para la sociedad en su conjunto a través de la identificación y la valoración de los servicios ecosistémicos que estos entregan, de modo de exponer en términos económicos la magnitud de los beneficios percibidos, y de esta manera manejar un lenguaje común de interlocución entre los actores relevantes y los tomadores de decisiones, además de lograr generar herramientas de gestión para la protección y conservación de los ecosistemas glaciares.

² DGA-CECs, 2011.

El concepto de "Servicios Ecosistémicos" se puede definir de manera simple como los servicios que obtienen las personas de los ecosistemas"³, y se pueden utilizar en un esfuerzo por vincular a los tomadores de decisiones y al público en general, de modo de encontrar un lenguaje común acerca de la estrecha relación entre el bienestar humano y la conservación del metabolismo de los sistemas naturales, ya que mediante su análisis de valoración se pueden extraer flujos económicos que proveen los ecosistemas.

En relación a la valoración económica de los servicios ecosistémicos, existen múltiples visiones, por un lado se piensa que es una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones incorporando valores habitualmente no considerados, lo que derivaría en una justificación para la conservación de ecosistemas en algunas ocasiones altamente presionados por las actividades humanas. Pero está también la visión de que valorizar monetariamente algunos de estos servicios provistos por los ecosistemas, deja abierta la posibilidad de que estos valores puedan ser sujeto de especulaciones para estimarlos como bienes transables en los análisis costo-beneficio.

Según lo anteriormente expuesto, y según la clasificación de servicios ecosistémicos catalogados en servicios de provisión, regulación y culturales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), es posible plantear que dentro de los servicios de provisión-regulación de los glaciares se puede destacar la entrega de estabilidad hídrica a los ecosistemas naturales, pero también de seguridad al abastecimiento humano de recursos hídricos para desarrollar todo tipo de actividades. La relevancia del aporte glaciar en las cuencas de Chile central llega a tal nivel que Peña y Nazarala en 1987 estimaron que representó alrededor del 67% del caudal medio mensual del año hidrológico 1968-1969 en la cuenca del Río Maipo. Además, muy relevante también es el servicio ecosistémico de almacenaje de agua, el cual se configura como un buen capital natural que otorga tranquilidad para los periodos de sequía. Asimismo dentro de los servicios culturales, el servicio ecosistémico de turismo y recreación, se configura como una de los más relevantes, puesto que mueve a grandes masas de personas a visitar sitios de dominio glaciar.

Chile es un país meridional, cuyo principal aporte hídrico en gran parte del territorio es basado en cuencas con dominio nivoglaciar, a su vez, el 63,8% (477.671 km²) del territorio continental corresponde a zonas de montaña (FAO, 2012), lo que hace de Chile un país montaño-

³ UICN, 2006.

dependiente en términos de provisión de agua. En este sentido, si se pudiese hacer una valoración de algunos de los servicios ecosistémicos de los glaciares en base a mercados reales, se podría establecer una estimación del valor económico base, para poner en relevancia la importancia de su conservación y a su vez, mostrar la importancia que implica adoptar medidas severas de mitigación ambiental cuando pudieren haber actividades que amenacen con dañarlos, además de establecer la relación de cuantos beneficios económicos percibimos versus cuanto se invierte en su conservación.

En base a todo lo anteriormente expuesto, este estudio pretende dar cuenta de la situación glaciológica de Chile y aproximarse a obtener un valor base de los servicios ecosistémicos de: turismo y recreación, almacenaje de agua y provisión de flujo hídrico continuo, utilizando para ello mercados reales. Para este propósito se seleccionó los glaciares de la cuenca del Monumento Natural El Morado, ubicada en la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana de Santiago. No obstante lo anterior, y por ser este un estudio que sólo utilizará mercados y precios reales, en ningún caso el valor que se obtenga corresponderá a un beneficio económico total de dichos glaciares o del territorio donde se insertan.

1.1. Objetivos del Estudio

1.1.1. Objetivo General

Realizar una caracterización glaciológica de Chile, y una valoración económica base de servicios ecosistémicos de glaciares a través de un estudio de caso.

1.1.2. Objetivos Específicos

- 1) Realizar una caracterización glaciológica para Chile, en base al total de glaciares, superficie de hielo y el potencial de agua retenida.
- 2) Determinar la situación de los glaciares chilenos respecto del número y superficie dentro de alguna categoría de Áreas Protegidas.

- 3) Determinar el valor económico base de los servicios ecosistémicos de "Turismo y recreación", "Almacenaje de agua" y "Flujo hídrico continuo", en relación a mercados reales, para los glaciares de una cuenca piloto de Chile central, en este caso, la cuenca del Monumento Natural El Morado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Objetivo 1 (Caracterización glaciológica de Chile)

El nivel análisis para este objetivo fue nacional, regional y por zonas glaciológicas.

Para conseguir el objetivo 1, se utilizó la información provista por el inventario nacional de glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA), con actualización a febrero de 2014 en formato ".Shp" para ser trabajado en un software de Sistema de Información Geográfico (SIG).

Con esta información se logró determinar información relevante en cuanto a establecer el número de glaciares, la superficie y otras características particulares que denotan rasgos similares por zonas glaciológicas, como la exposición de los glaciares, los rangos altitudinales entre los cuales están insertos y las diferencias regionales del país en cuanto a su número, superficie y equivalente en agua. Además, se realizó una revisión de información bibliográfica para conocer el estado general de los glaciares a nivel nacional.

Para el cálculo del equivalente en agua de los glaciares, primeramente se estimó el espesor medido de cada cuerpo de hielo, para esto se utilizó la fórmula de Chen & Ohmura (1990), la cual basa su estimación del espesor relacionando la superficie del glaciar. Este método es un derivado estadístico validado en la observación de 67 glaciares de los Alpes, medidos con técnicas de radar de penetración o sondeos sísmicos:

$$\text{Espesor (m)} = 28,5 (\text{superficie km}^2)^{0,357}$$

La utilización de esta fórmula se utilizó para todos los glaciares del país, a su vez, luego de calcular el espesor medio de cada glaciar, se multiplicó por la superficie para obtener el volumen, para luego aplicar el factor de $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$ definida para la densidad del hielo en Paterson (1994).

Para los glaciares rocosos el tratamiento fue levemente diferente, en el sentido de que primero a su volumen total se le aplicó un factor de 0,5, equivalente al porcentaje de hielo que se estima contienen los glaciares rocosos según Barsch (1996), para luego aplicar el factor de densidad del hielo de $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$.

De esta manera, el cálculo para la estimación del equivalente en agua se traduce de la siguiente manera:

Glaciares descubiertos:

$$\text{Eq agua (km}^3\text{)} = (\text{Área}_{\text{km}^2} \times \text{Espesor}_{\text{km}}) \times 0,9$$

Glaciares rocosos:

$$\text{Eq agua (km}^3\text{)} = [(\text{Área}_{\text{km}^2} \times \text{Espesor}_{\text{km}}) \times 0,5] \times 0,9$$

2.2. Objetivo 2 (Glaciares dentro de áreas protegidas)

El nivel de análisis para este objetivo fue nacional, regional y por zonas glaciológicas.

Para conseguir el objetivo 2, se utilizó la información provista por el inventario nacional de glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA), con actualización a febrero de 2014 en formato ".Shp" para ser trabajado en un software de Sistema de Información Geográfico (SIG).

Además se trabajó con la información de los sitios protegidos descargados del sistema de información territorial del Ministerio del Medio ambiente (MMA), con actualización al año 2011, también en formato ".Shp".

En base al cruce de información entre ambos inventarios (Inventario de glaciares e inventario de sitios protegidos), se logró establecer la cantidad y superficie de glaciares que se encuentra dentro de alguna categoría de área protegida. Para esto se analizó en primer lugar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) en su conjunto y dividido en Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales. Luego se realizó un análisis de otras categorías de conservación como Santuarios de la Naturaleza, Áreas Protegidas Privadas, Sitios Ramsar, Bienes Nacionales Protegidos, Sitios Prioritarios de Conservación y Reservas de la Biósfera.

2.3. Objetivo 3 (Valoración de servicios ecosistémicos de los glaciares del Monumento Natural El Morado)

Se estimó el valor monetario en base precios reales de los servicios ecosistémicos de “Turismo y Recreación”, “Almacenaje de Agua” y “Flujo Hídrico Continuo” de los glaciares del Monumento Natural el Morado. Para esto, se calcularon los valores anuales (beneficios económicos anuales) y valores presentes proyectados al infinito (beneficio económico total), esto último asumiendo que por estar dentro de un sitio protegido, los servicios ecosistémicos valorados de los glaciares mantendrán dichos servicios por un periodo de tiempo indefinido. Además, para obtener el valor presente (VP) de los servicios ecosistémicos valorados se utilizó una tasa de descuento del 6%, que es la considerada para proyectos sociales del Ministerio de Desarrollo Social y proyectado a un horizonte de tiempo infinito (metodología utilizada también en Figueroa, 2010).

- La fórmula utilizada para determinar el beneficio económico anual es la siguiente:

$$F_i = VP_i * r$$

Donde:

F_i = Valor inicial del flujo de dicho servicio i (beneficio económico anual)

VP_i = Valor presente de los flujos, el valor de stock del servicio i

r = Tasa de descuento constante de todo el período (6%)

- La fórmula utilizada para determinar el beneficio económico total (Valor Presente) es la siguiente:

$$VP_i = \frac{F_i}{r}$$

Donde:

VP_i = Valor presente de los flujos, el valor de stock del servicio i . (beneficio económico total)

F_i = Valor inicial del flujo de dicho servicio i .

r = Tasa de descuento constante de todo el período (6%).

2.3.1. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Turismo y Recreación"

El servicio ecosistémico de turismo y recreación fue valorado con dos métodos diferentes, el primero guarda relación con el "Método de valoración por relación de precio de entrada-superficies", y el segundo con el "Método de valoración de preferencias personales en base a precios reales". Esta doble estimación se realizó con el objetivo de comparar ambos métodos, el primero adaptado de Figueroa (2010), y el segundo el cual corresponde a un planteamiento propio desarrollado en este estudio. Lo anterior, con el fin de encontrar el planteamiento metodológico más apropiado para el sitio seleccionado para el estudio de caso. Sin embargo, para los efectos de la sumatoria final de los valores obtenidos de los tres servicios ecosistémicos valorados, (Turismo y Recreación, Almacenaje de Agua y Flujo Hídrico Continuo), se consideró solo el valor obtenido por el método propio desarrollado para este estudio (método de valoración de preferencias personales en base a precios reales).

2.3.1.1. Método 1, valoración por relación de Precio de entrada y superficies

Bajo la mirada conceptual de este método en que la productividad de un Área Protegida para proveer servicios ecosistémicos de turismo y recreación, debe entenderse de modo general de acuerdo a todos los ecosistemas presentes dentro de la misma, y la valoración económica base utilizando mercados reales para establecer el servicio de "Turismo y Recreación" debe ser al menos igual al valor en que incurren en visitarlas, puesto que este es un precio que el turista está dispuesto a pagar para el disfrute del área, ya que de no ser así, podría optar por otras formas de recrearse con los mismos recursos de tiempo y dinero (Figueroa, 2010). El valor monetario se calculó en base a una relación entre el precio de entrada al sitio protegido (Monumento Natural El Morado) y la superficie de los glaciares con respecto a la superficie total del sitio protegido.

Por lo tanto, uno de los supuestos sería:

$$\left(\begin{array}{l} \% \text{ de superficie (km}^2\text{) glaciar} \\ \text{dentro del sitio protegido} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \% \text{ equivalente en el precio de cada} \\ \text{entrada al Sitio Protegido} \end{array} \right)$$

En donde el porcentaje de la superficie de glaciares dentro del sitio protegido, sería un fiel reflejo del mismo porcentaje en el precio de cada entrada al sitio protegido.

De esta manera, la fórmula final de cálculo del valor del servicio ecosistémico de Turismo y Recreación (VES_T) es:

$$VES_T = \left(\begin{array}{l} \% \text{ de la Superficie equivalente en el} \\ \text{precio de cada entrada al Sitio} \\ \text{Protegido} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{N}^{\circ} \text{ total de visitantes de un} \\ \text{año al sitio protegido} \end{array} \right)$$

Para obtener los datos necesarios se calculó el promedio de visitantes de 9 años (2004-2013), al sitio de estudio, en base a información de estadísticas de visitas a las áreas del SNASPE proporcionadas en la página web de CONAF. Además se necesitó estimar la superficie total del Monumento Natural El Morado y la superficie total correspondiente a los glaciares dentro del sitio de estudio, lo cual se realizó en base a la información de los polígonos de las áreas SNASPE y los polígonos de los glaciares del Monumento Natural El Morado, trabajados en un software SIG. En base a estos datos se determinó el porcentaje de superficie glaciar correspondiente al total de superficie del sitio de estudio, número con el cual se estimó el porcentaje del valor monetario de los glaciares correspondiente a cada entrada, valor que se multiplicó por el promedio de visitantes de un año.

2.3.1.2. Método 2, Valoración de preferencias personales en base a precios reales

Para estudios de casos particulares, se puede inferir que las áreas protegidas tienen insertos atractivos singulares que sobresalen por sobre otros para el interés turístico dentro de sus límites, e inclusive puede que en ciertos sitios protegidos el menor porcentaje de superficie de algún ecosistema sea el más interesante para la gran masa de turistas justamente por su singularidad y dificultad de encontrarlo en otros lugares. De este modo, el peso en la ponderación total de los distintos ecosistemas y/o atractivos turísticos dentro de un sitio protegido, varían según las preferencias y la percepción de los visitantes.

Por lo tanto, para determinar el valor monetario del elemento de análisis de este estudio (los glaciares), en base también a mercados reales, se encontró pertinente proponer una metodología que se centre en las preferencias de las personas que visitan el sitio protegido, a

modo de estimar lo más fielmente posible el porcentaje que le corresponde a cada elemento dentro en la división del precio de la entrada.

Por lo tanto, se diseñó y aplicó una encuesta en terreno, en donde los visitantes consultados realizaron una división del precio de entrada (clp\$2.000.-) al Monumento Natural El Morado entre las distintas unidades naturales que están demarcadas en el sendero del sitio protegido, estas son: Aguas Panimávidas, Laguna Morales, y Glaciar San Francisco. Además se entregó la posibilidad de agregar otro atractivo relativo al interés personal de cada encuestado. Luego se asimilaron esos montos al precio que cada encuestado le asignó a cada unidad paisajística del sitio protegido. Además como forma de validación in situ de las respuestas, la encuesta preguntó por elección de prioridades en pares de unidades, con esto se verificó si la división del precio referencial de clp\$2.000.- de la primera parte de la encuesta era congruente con las prioridades de elecciones (ver Anexo1: Modelo de encuesta).

Finalmente, los resultados de las encuestas se extrapolaron al total de visitantes adultos por año (puesto que este fue el público a consultar), con el fin de obtener el valor monetario base anual del servicio ecosistémico de "turismo y recreación" de los glaciares de la cuenca del Monumento Natural El Morado.

Para determinar el tamaño de la muestra a encuestar se utilizó la siguiente fórmula (Suarez, 2012):

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (promedio de visitantes adultos por año)

σ = Desviación estándar de la población valor constante⁴ de 0,5

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante en relación al 95% de confianza, equivalente a 1,96

e = Límite de error muestral⁵ 9% (0,09)

⁴ A pesar de que la desviación estándar para la serie de datos utilizada represento un número menor a 0,5, se decidió utilizar la recomendación del 0,5 constante de Suarez (2012).

Primeramente se realizó una encuesta piloto el día 15 de febrero de 2014, en la cual se encuestó a 23 personas. Con este ejercicio se logró refinar las preguntas del cuestionario tendientes a la caracterización del encuestado. A su vez se logró determinar que el método de división del precio de la entrada al sitio protegido y su posterior validación, funcionaba correctamente y era bien recibido por los encuestados, por lo que esa sección de la encuesta no sufrió modificación alguna.

De acuerdo a la fórmula para determinar el tamaño de la muestra en base a la población total (9.251), esta arrojó un resultado de 117 encuestados.

Una vez que se tuvo listo el diseño final de la encuesta (Anexo 1), se realizó el proceso final de consulta directa a los turistas del Monumento Natural El Morado, a los cuales se les encuestó a la salida del sitio protegido. Para esto se debió acudir al sitio de estudio los fines de semana de los meses de febrero y marzo de 2014. Con esto se consiguió un número de 139 encuestas válidas y 22 inválidas. Por lo tanto, si bien el número buscado era de 117, se trabajó con el total de encuestas válidas (Anexo 2).

Los resultados obtenidos se procesaron en una planilla de cálculo Excel. La valoración de los glaciares se extrapoló al número total promedio de turistas adultos por año, obteniendo de esta manera el valor monetario anual del servicio ecosistémico de turismo y recreación.

La fórmula final de cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de Turismo y Recreación (VES_T) es:

$$VES_T = \begin{matrix} \text{División del precio de cada} \\ \text{entrada al Sitio Protegido por} \\ \text{cada unidad paisajística} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{N}^\circ \text{ de visitantes de un año} \\ \text{promedio al Sitio Protegido} \end{matrix}$$

Además, en la encuesta se preguntó de modo abierto a cada visitante consultado: ¿Podría mencionar por qué son importantes los glaciares?, de modo de conocer si los turistas del sitio protegido manejan conceptos básicos de información ambiental sobre servicios ecosistémicos de los glaciares.

⁵ Se decidió utilizar la recomendación de Suarez (2012), respecto del límite de error muestral aceptable de 9%. Esto debido a que también se utilizó la recomendación de la desviación estándar constante de 0,5. Además, el número de personas a encuestar con el 9% de error resultó acorde a los plazos y presupuesto para realizar el estudio.

2.3.2. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Almacenaje de Agua"

El rol de acumulación y retención de agua de los glaciares, se puede asimilar a las inversiones en infraestructura hídrica (embalses), obras que precisamente sirven para enfrentar los períodos secos. De esta manera, conceptualmente, el valor monetario de la retención de agua por los glaciares se puede estimar a través de los costos no incurridos (o costos evitados) en la construcción de embalses que cumplirían el mismo rol.

En este sentido, la pregunta que se debiera hacer es: ¿Si los glaciares no almacenaran agua?, entonces, ¿Cuánto dinero costaría construir una obra de infraestructura que cumpla ese rol?

De este modo, se estimó el precio referencial del m³ embalsado, el cual se obtuvo del documento "Chile 2020" del MOP (2010), en donde aparecen los proyectos de infraestructura hídrica realizados y proyectados para Chile entre los años 1990 y el 2020. En términos metodológicos, como en la Región Metropolitana no existen embalses construidos en el período 1990-2014, ni tampoco embalses proyectados entre el 2015 y el 2020, para estimar el valor del m³ embalsado se ocuparon solo los proyectos de inversión de las regiones de Valparaíso y O'Higgins, puesto que también pertenecen a la denominada zona central de Chile, por lo tanto comparten características climáticas y geomorfológicas, lo que hace que los valores obtenidos de estas regiones sean más acordes a lo que se podría esperar para un proyecto de infraestructura hídrica en la Región Metropolitana. Por último, los valores de inversión obtenidos se reactualizaron al 2013 con la variación del IPC de diciembre de 2009 a diciembre de 2013, la cual corresponde al 12,4%.

A su vez, se debió estimar la cantidad de m³ equivalente en agua contenida en los glaciares del Monumento Natural El Morado, lo cual se realizó con datos de estudios de Radioeco-Sondaje realizados por DGA-CECs el año 2012 para el glaciar San Francisco, y datos del estudio de "Modelación del Balance de Masa y Descarga de Agua en Glaciares de Chile Central" de la DGA-UChile del 2012, también con datos para el glaciar San Francisco. La estimación del equivalente en agua de los demás glaciares del sitio de estudio se obtuvo mediante la aplicación de la fórmula de Chen & Ohmura (1990), ampliamente detallada en la metodología del objetivo 1.

Por lo tanto, la fórmula de cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de "Almacenaje de Agua" (VSE_{aa}) es:

$$VSE_{aa} = Pe \times EQag$$

Donde:

VSE_{aa} = Valor servicio ecosistémico de almacenaje de agua

Pe = Precio del m^3 embalsado

$EQag$ = Equivalente en agua almacenada en los glaciares (m^3)

2.3.3. Valoración del Servicio Ecosistémico de "Flujo Hídrico Continuo"

El cálculo del valor monetario del servicio ecosistémico de "flujo hídrico continuo", se estimó en base al caudal medio anual expresado en litros por segundo (l/s) que aportan los glaciares del Monumento Natural El Morado y el precio de los mercados de derechos de agua no consuntivos y los consuntivos de la Región Metropolitana, expresados en pesos chilenos por litro por segundo (clp\$/l/s).

Como los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) consuntivos y no consuntivos son bienes distintos, por lo que constituyen mercados distintos (CNR-AyCDL, 2013), la valoración monetaria del servicio ecosistémico del flujo hídrico continuo aportado por los glaciares, se estimó primeramente por el mercado de DAA no consuntivo y luego en un segundo conteo con los valores de los mercados de DAA consuntivos.

Los precios de los DAA no consuntivos y consuntivos utilizados para este estudio fueron los estimados por la Comisión Nacional de Riego (CNR), en su estudio "Análisis Estimación del Precio Privado de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas" el año 2013.

El cálculo del flujo hídrico continuo aportado por los glaciares del Monumento Natural El Morado, se estimó en base al aporte del glaciar San Francisco con mediciones de balance de masa de la DGA. Estas mediciones se estructuraron en relación a una comparación de cotas de elevación entre el levantamiento de topografía superficial aerotransportado "Light Detection and Ranging" (LIDAR)⁶ en abril de 2009, con una resolución espacial de 1 metro, y mediciones en siete puntos sobre el glaciar San Francisco con "Differential Global Positioning System"

⁶ Sistema de teledetección activa que emite pulsos láser en el espectro electromagnético, para capturar la señal reflejada (eco) por la superficie topográfica barrida, obteniendo de esta forma las elevaciones del terreno mediante el sistema escaneo laser aéreo.

(DGPS)⁷ en abril del año 2013. Con esto se obtuvo una columna de hielo de ablación de cuatro años, la cual se dividió por 4 para estimar la ablación media anual y luego se multiplicó por 0,9 para estimar el equivalente en agua (método explicado en detalle en la metodología del objetivo 1), este valor se asimiló al área total de los glaciares del M. N. El Morado, con lo cual se obtuvo el dato de aporte hídrico total anual de los glaciares, valor que por último se dividió por la cantidad de segundos que tiene un año a modo de obtener un caudal expresado en volumen por unidad de tiempo (l/s), lo que representa un flujo hídrico continuo medio anual.

Una vez obtenido el caudal medio anual del flujo hídrico continuo de aporte glaciar, y los precios de los mercados de derechos de agua no consuntivo y consuntivo, la fórmula de cálculo final es:

$$VSE_{FHC} = (P_{DAANC} + P_{DAAC}) \times Q_{MAAG}$$

Donde:

VSE_{FHC} = Valor servicio ecosistémico de Flujo Hídrico Continuo

P_{DAANC} = Precio DAA no consuntivo

P_{DAAC} = Precio DAA consuntivo

Q_{MAAG} = Caudal medio anual de aporte glaciar (l/s)

⁷ Sistema de posicionamiento que permite obtener errores menores a 0,5 cm en los ejes "x" e "y", y precisiones bajo 1 cm en el eje "z".

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco Normativo de Glaciares

3.1.1. Normativa y Acuerdos Internacionales

En términos generales los glaciares no han sido considerados como bienes jurídicos objeto de protección específica. Sin embargo, según UICN (2006), existen algunos instrumentos internacionales con aplicación a los ecosistemas de montaña en donde por consiguiente los glaciares estarían incluidos:

a) Conservación de ecosistemas:

- Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América (1940) (Convención de Washington)⁸. La cual busca proteger y conservar los ambientes naturales, a las especies y géneros de flora y fauna en regiones lo bastante vastas para evitar su extinción, proteger y conservar los paisajes, las formaciones geológicas, las regiones y los objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico, y los lugares donde existen condiciones primitivas. A su vez, esta convención insta a los estados a generar sitios de conservación, por lo que se entiende que los glaciares que forman parte de estos sitios como un elemento integrante de algún ecosistema particular, también gozan de la protección que emana de la convención de Washington.
- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático⁹ señala en su preámbulo la especial vulnerabilidad de los ecosistemas de montaña al cambio climático (UICN, 2006).
- La Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos¹⁰, reconoce a los glaciares como parte integrante de los sistemas de humedales, dentro de la clasificación de los humedales RAMSAR (UICN, 2006).

⁸ Ratificado por Chile en 1967.

⁹ Adoptada el 9 de mayo de 1992; texto disponible en 31 ILM (International Legal Materials) 1992.

¹⁰ Ramsar, 2005, COP9 DOC. 26. Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos.

- La Convención de los Cárpatos¹¹ también se refiere a la conservación de los ecosistemas de montaña. Resalta la importancia de las regiones de montaña y recuerda cómo estos valores impulsaron a la Asamblea General de Naciones Unidas a declarar el año 2002 como el Año Internacional de las Montañas (UICN, 2006).

b) Economía y cambio climático:

- El Capítulo 18 de la *Agenda 21*¹², indica la necesidad de entender y cuantificar la amenaza del impacto del cambio climático sobre los recursos de agua dulce (UICN, 2006). Entrega un capítulo completo al tema de desarrollo sostenible de las zonas de montaña, indicando la relevancia de las montañas como “fuente importante de agua, energía y diversidad biológica”, agregando además que “el medio montano es esencial para la sobrevivencia del ecosistema mundial” (Bórquez, 2007).
- La Convención Alpina¹³ protege la región Alpina y sus funciones ecológicas, económicas, culturales y recreativas.

No obstante todo lo anterior, el único ejemplo hasta la fecha de cooperación real y efectiva entre países en la conservación de glaciares es el Tratado sobre la Antártida¹⁴, que ha eliminado fronteras y se constituye meramente como un espacio de cooperación internacional de investigación científica (UICN, 2006).

3.1.2. Normativa Chilena en torno a los Glaciares

En Chile, los glaciares no poseen un estatuto jurídico, tampoco existe una definición legal de “glaciar”, aunque en el ámbito científico se manejan varias definiciones con ciertos matices de diferencia. La protección más explícita de los glaciares es a través del sistema de áreas protegidas, esto debido a que los planes de manejo como instrumentos de gestión hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englaciadas dentro de las zonas protegidas. Además, la Ley N°20.417 (que modifica la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente), estipula que los glaciares situados al interior de las áreas protegidas forman

¹¹ Adoptada en Kiev el 22 de mayo de 2003. Texto disponible en: <http://www.carpathianconvention.org/text.htm>.

¹² La Agenda 21 se adoptó en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) en Río de Janeiro, Brasil, el 14 de junio 1992.

¹³ Adoptada en Salzburgo el 7 de noviembre de 1991. Texto disponible en: <http://www.conventionalpine.org>.

¹⁴ El Tratado Antártico se firmó el 1° de diciembre de 1959 en Washington y entró en vigencia el 23 de junio de 1961.

parte de éstas y siguen su régimen. No obstante lo anterior, la gran parte de los tipos de áreas protegidas permiten aprovechamientos sostenibles, además, el artículo 10, letra p de la misma Ley N°19.300 estipula que las obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental si Los proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental (Ley 19.300). Esto último contraviene el artículo III de la Convención de Washington (firmada por Chile en 1967), el cual estipula que "los límites de los parques nacionales no serán alterados ni enajenada parte alguna de ellos sino por acción de la autoridad legislativa competente. Las riquezas existentes en ellos no se explotarán con fines comerciales"¹⁵.

3.1.3. Proyectos de Ley Sobre Glaciares

En Chile, la primera iniciativa en torno a la protección de glaciares data del año 2005, en donde el ex Diputado Leopoldo Sánchez¹⁶, (argumentando una preocupación por los escenarios futuros de cambio climático y posible estrés hídrico), propone un proyecto de ley que constaba de un único artículo el cual pretendía introducir una modificación al Artículo 11 de la ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, con lo cual se estipularía lo siguiente: "*Con todo, ni aún sometiéndose al sistema de evaluación de impacto ambiental podrán desarrollarse actividades o ejecutarse proyectos en las zonas glaciares, salvo que estas tengan exclusivamente finalidades de investigación científica o de aprovechamiento ecoturístico o de aprovechamiento del derretimiento natural del hielo y el escurrimiento de las aguas. En estos casos, los proyectos deberán ser sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental*"¹⁷. Como puede apreciarse este proyecto manifestaba de manera tajante la prohibición de toda acción de uso consuntivo y/o intervención de glaciares para algún fin económico anexo, exceptuando los usos no consuntivos. Este proyecto fue archivado el año 2009, vale decir, ceso su discusión sin convertirse en normativa.

¹⁵ Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmado en Washington el 12 de Octubre de 1940 y ratificado por Chile el 23 de Agosto de 1967, por el presidente Eduardo Frei Montalva según decreto número 531. <http://www.leychile.cl/Navegar/?idNorma=125338&idVersion=1967-10-04&idParte>.

¹⁶ Junto a Roberto Delmastro, Antonio Leal y Arturo Longton.

¹⁷ Establece la prohibición de ejecutar proyectos de inversión en glaciares boletín N° 3947-12. <http://sil.senado.cl>

Actualmente (año 2014) existe la iniciativa de un Proyecto de Ley sobre "Valoración y Protección de los Glaciares"¹⁸, el cual pretende normar todo lo relativo a glaciares. Dentro de las características de este proyecto se señala que los glaciares se consideran parte del ciclo hidrológico, detalla las condiciones de las actividades permitidas en los glaciares, y establece sanciones para el caso de infracciones, más reembolso de los gastos que suponga la reposición del glaciar, sin perjuicio de responsabilidades civiles derivadas de los daños causados. No obstante lo anterior, se puede desprender que el proyecto de ley apunta a permitir solo actividades de uso no consuntivo sobre los glaciares (turismo, recreación, actividad científica, etc.) y en caso que se afectaran glaciares por actividades económicas estos daños deben ser remediados y pagar multas. Sin embargo, según el mismo texto del proyecto se establece que se permitirá la intervención directa de glaciares cuando el proyecto cuente con un estudio de impacto ambiental (EIA) aprobado.

La moción de ley cuenta con 9 artículos dentro de los cuales establece ciertas sentencias que se analizarán a continuación:

- *"En cuanto a las obras que por algún motivo estén afectando glaciares, la ley establecerá que deberán monitorearse, efectuar un plan definiendo un plazo de no intervención del glaciar y la realización de obras y planes piloto para reconstituir los glaciares en la medida y donde sea posible".*

Se puede desprender que esto versa sobre hacer remediación, restauración o compensación ambiental cuando se haya afectado un área donde había un glaciar, no obstante, *"reconstituir los glaciares en la medida y donde sea posible"* no resulta del todo claro, toda vez que en ninguna parte del documento se cita o se hace alusión de algún protocolo, metodología, artículo o estudio que permita reconstruir glaciares de forma artificial como parte de una restauración ambiental. Es más, si eventualmente se pudiera reconstruir glaciares, no queda claro qué servicios ecosistémicos se pretenden restablecer, ni hasta qué punto se extendería el monitoreo de modo de asegurar el restablecimiento mínimo del servicio ecosistémico más básico de los glaciares que sería el de regulación y suministro hídrico estacional e interanual.

¹⁸ Presentado el año 2006 por los Senadores Carlos Bianchi, Guido Girardi, Antonio Horvath, Carlos Ignacio Kuschel y Alejandro Navarro. Boletín N°4.205-12, 2006. Proyecto de Ley sobre valoración y protección de los glaciares. Congreso Nacional de Chile. 9p

- Artículo 7°: *“Cualquier infracción en lo que atañe a intervención de glaciares será sancionado con una multa de 10 a 500 UTM más los gastos que signifique la reposición del glaciar”.*

El establecer rangos predeterminados de multas podría convertirse en un "incentivo perverso", vale decir, que en el análisis costo-beneficio para la operación de alguna actividad que ponga en riesgo algún glaciar, puede resultar más rentable pagar las multas que se le apliquen, al costo alternativo de incorporar tecnologías e implementar procesos que resulten inocuos a los ecosistemas glaciares. En este sentido, resultaría ser más lógico que la multa debiera estar determinada según el daño caso a caso y la compensación debería estimarse en base al valor económico total (VET) de la valoración de los servicios ecosistémicos afectados más el costo de la restauración ambiental.

En conclusión, como comentario global del proyecto de ley, se puede establecer que no queda claro el real propósito de la ley, en vista y considerando que no se establece tácitamente la calidad jurídica en que quedarán los glaciares, ¿seguirán siendo bienes de uso común?, o ¿se establecerán derechos de propiedad?. Según lo expuesto en el texto del proyecto de ley, este apunta a permitir solo actividades de uso no consuntivo sobre los glaciares (turismo, recreación, actividad científica, etc.), y en caso que se afectaran glaciares por actividades económicas, estos daños deben ser remediados y pagar multas por él. No obstante lo anterior, efectivamente según la letra "f" del artículo 2°, se permitirá la intervención directa de glaciares cuando el proyecto cuente con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado. En este sentido, lo anterior entonces implica que ¿en ciertos casos cuando el país o el interés público así lo requiera se podrá intervenir glaciares si es que el benéfico económico menos el costo ambiental resulta positivo?, por último, tanto en el título como en el texto se menciona la palabra "**Valor**" y "**Valoración**", pero no especifica si está referida a la toma de conciencia de la importancia de los glaciares (aspecto social y cualitativo), o bien se fundamenta en la valoración ecológica de los servicios y funciones ambientales esenciales que prestan los glaciares para la vida de las poblaciones y ecosistemas tanto circundantes como aguas abajo, lo que puede ser un aspecto cuantitativo para constatar el beneficio que le reporta a la sociedad y cuanto pierde esta por desprotegerlos.

3.1.4. Instituciones Públicas

Si bien en la legislación chilena no hay antecedentes explícitos que establezcan instituciones encargadas de velar por los glaciares, se establece el deber de la Dirección General de Aguas (DGA)¹⁹ de llevar un catastro de los glaciares del país²⁰. Por lo anteriormente expuesto, el año 2008, la DGA creó la Unidad de Glaciología y Nieves, con el objetivo de monitorear los glaciares del país y estudiar su comportamiento. Esta unidad es el primer órgano del Estado dedicado al estudio glaciológico y en adelante será el encargado de gestionar el cumplimiento de la Estrategia Nacional de Glaciares.

3.1.5. Estrategia Nacional de Glaciares

Debido a la necesidad de tratar el tema glaciológico nacional de una manera integrada y coordinada, se materializó como respuesta el año 2009 la "Estrategia Nacional de Glaciares", con el fin de enfrentar informadamente las posibles respuestas glaciares y sus consecuencias futuras frente a los escenarios de cambio climático. Además, la Estrategia Nacional de Glaciares se constituye en la hoja de ruta para el estudio de los glaciares en el largo plazo, definiendo metodologías y modelos básicos aplicables a vastas zonas climáticas del país.

La Estrategia Nacional de Glaciares propone la implementación de un modelo de observación jerárquico de todos los glaciares del país, que se basa en el principio de un sistema integrado de estudios desglosado en niveles, donde en su conjunto se tiene un grupo pequeño de glaciares que se estudian con gran detalle, y a la inversa, un volumen grande de glaciares que se estudian con baja intensidad. Cada nivel tiene una intensidad, frecuencia, representatividad, número de estudios y número de glaciares a estudiar determinados, lo que permite tener una visión glaciológica general de todo Chile sin necesidad de monitorear todos los glaciares del país al mismo nivel de detalle, (Zona Norte, Zona Centro, Zona Sur y Zona Austral) de manera de lograr obtener la visión glaciológica general y no una idea particular de glaciares específicos (Figura 1). Este método de observación es tomado del "*World Glacier Monitoring Service*"

¹⁹ La DGA del Ministerio de Obras Públicas, es el organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, y proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica (DGA, 2008. Balance de Gestión Integral año 2008, Dirección General de Aguas. 42p.).

²⁰ El decreto supremo N°365 de 30 de mayo de 2008, modificó el decreto supremo N°1.220 de 30 de diciembre de 1997, del Ministerio de Obras Públicas, sobre el Reglamento del Catastro Público de Aguas, por lo que la DGA debe realizar un "Inventario Público de Glaciares".

(WGMS), organismo encargado de administrar el inventario mundial de glaciares y ha desarrollado una estrategia de observación aplicable a cualquier región del mundo en base al aprovechamiento de las últimas tecnologías y la aplicación de sistemas escalonados de estudio o "niveles", los que varían en complejidad y extensión espacial pasando desde las fases sencillas de monitoreo (Nivel 5) hasta estudios locales de gran detalle (Nivel 1) (DGA-CECs, 2009).

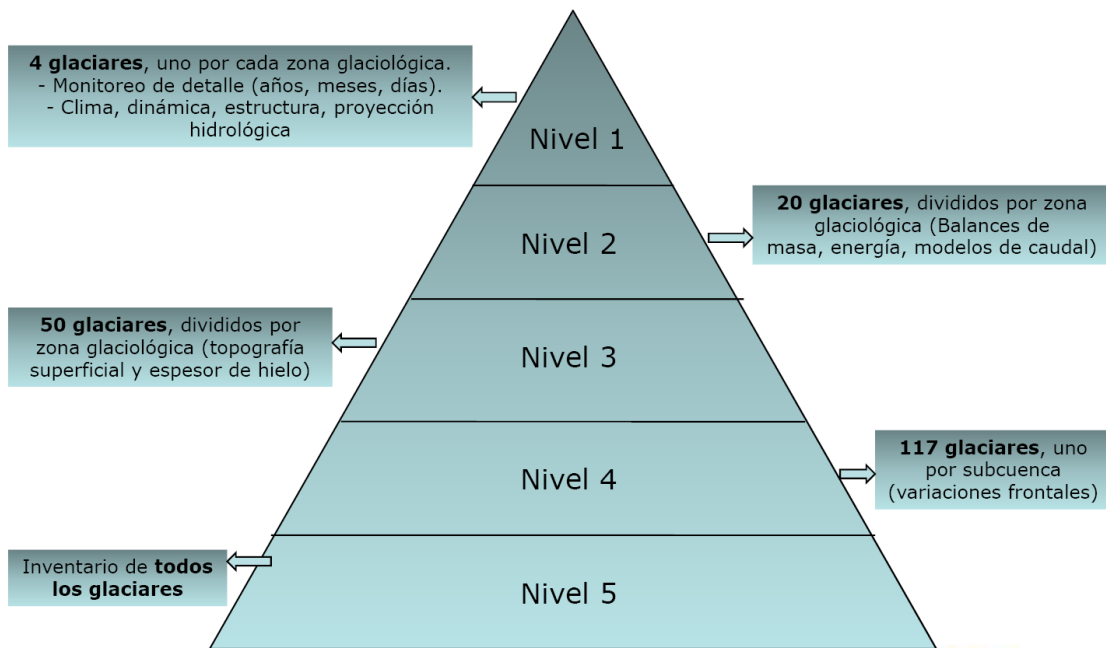


Figura 1. Esquema de los niveles de observación de la Estrategia Nacional de Glaciares.
Fuente: Elaboración propia en base a DGA-CECs (2009).

3.1.6. Política para la Protección y Conservación de Glaciares

La "Política para la Protección y Conservación de Glaciares" entrega los principales objetivos y lineamientos del Estado en materia de glaciares, entre estos, reconoce la importancia estratégica de estos ecosistemas para el país y establece las principales acciones que se deben llevar a cabo para asegurar una adecuada conservación, destaca la importancia de conocer y valorar los glaciares y la creación de un registro nacional de glaciares, el establecimiento de medidas de preservación y conservación que aseguren la continuidad de los procesos naturales y productivos que sustentan y la generación de servicios ambientales, la

necesidad de clarificar el número y superficie de glaciares que en la actualidad se encuentran dentro de áreas protegidas y diseñar e implementar gestiones eficaces respecto de las figuras de protección que deben ser usadas en el caso de los glaciares que no cuentan en la actualidad con una protección oficial o efectiva (CONAMA, 2009).

No obstante lo anterior, la "Política para la Protección y Conservación de Glaciares" también manifiesta que se debe contemplar el manejo adecuado e intervenciones de glaciares cuando la necesidad específica de la cuenca y/o los intereses superiores de la Nación así lo exijan. Asimismo, establece que la DGA y CONAMA velarán por el cumplimiento de los objetivos de la política (CONAMA, 2009).

En base a lo anteriormente expuesto, se puede desprender que la "Política para la Protección y Conservación de Glaciares", corresponde a una declaración de intenciones de cómo puede o debería llevarse el proceso global en materia de glaciares en el país, sin embargo esta política no tiene fuerza obligatoria (fuerza de ley), por lo que no puede obligar acciones ni emitir sanciones. De todos modos resulta ser un interesante ejercicio para acordar lineamientos futuros en la materia.

3.1.7. Cronología Normativa de Glaciares

En conclusión, Chile al año 2014 no cuenta con una ley o estatuto jurídico propio sobre glaciares. Lo anterior ha sido medianamente solventado por la reciente "Política para la Conservación y Protección de Glaciares" de 2009, sin embargo esta no tiene fuerza de ley, por lo que no puede obligar acciones ni emitir sanciones. De este modo, la legislación actual no protege a los glaciares como un componente particular del medio ambiente. Sólo gracias a modificaciones decretadas a finales del año 2008, se garantiza su identificación a través de un Inventario público de glaciares y exige que actividades que puedan alterar a los glaciares inventariados se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. A continuación (Cuadro 1) se detallan los hitos más relevantes en cuanto a normativa y gestión de glaciares en Chile:

Cuadro 1. Cronología de los hitos más relevantes en cuanto a normativa y gestión de glaciares en Chile.

Fuente: Elaboración propia.

Año	Instrumento	Responsable
2005	Proyecto de ley que Establece la Prohibición de Ejecutar Proyectos de Inversión en Glaciares. Archivado el 2009	Diputados: L. Sanchez, R. Delmastro, A. Leal y A. Longton.
2006	Proyecto de Ley sobre Protección y Valoración de Glaciares (en 2013 aún en discusión)	Senadores: A. Horvath C. Bianchi, G. Girardi, C. Kuschel y A. Navarro.
2008	Resolución 1220, que crea Unidad de Glaciología de la DGA	Dirección General de Aguas (DGA)
	Decreto supremo N°365, modificó el decreto supremo N°1.220, del Ministerio de Obras Públicas, sobre el Reglamento del Catastro Público de Aguas, por lo que la DGA debe realizar un "Inventario Público de Glaciares"	Ministerio de Obras Públicas (MOP)
	Modificación SEIA, en el cual deben entrar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental todas las obras susceptibles de alterar las características de un glaciar, superficie o volumen del mismo, para tales efectos, la lista oficial de glaciares corresponde a los incorporados en el catastro público de glaciares	Ministerio Secretaría General de la Presidencia
2009	Estrategia Nacional de Glaciares	Dirección General de Aguas (DGA)
	Política para la protección y Conservación de Glaciares	Comité de Ministros de CONAMA
	Resolución 1851, que Establece información relativa al inventario público de glaciares de la DGA	Ministerio de Obras Públicas (MOP)
2010	Ley 20.417, crea el MMA, el SEA y la SMA ²¹ , y modifica ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Incluye la palabra "glaciares" en el artículo 11, letra d de la ley 19.300; Indicando que los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en localizaciones próximas a glaciares requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental. E incluye la palabra "glaciares" en el artículo 36 de la ley 19.300; Indicando que los glaciares ubicados dentro del perímetro de las áreas protegidas formarán parte de estas mismas	Ministerio Secretaría General de la Presidencia
2013	Caso Pascua Lama: se multa con \$8.000 millones de pesos y se decreta la paralización de faena a la Minera Nevada SpA, subsidiaria de Barrick y titular del proyecto en Chile. Se logró determinar 23 incumplimientos ambientales de la Resolución de Calificación Medioambiental N°24 del año 2006. Los motivos principales son el inadecuado manejo de aguas e incumplimientos en el plan de monitoreo de los glaciares Toro 1, Toro 2 y Esperanza ²²	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)
2014	Se lanza la campaña de creación de una República Glaciar con el fin de hacer notar a la población la importancia de contar con una normativa que proteja los glaciares y a su vez presionar al gobierno para que se pronuncie frente a este tema.	Greenpeace
	La presidenta de la República Michelle Bachelet anuncia en su cuenta pública el 21 de mayo, la creación de un proyecto de ley que dará protección a los glaciares.	Presidenta de la República

²¹ MMA (Ministerio de Medio Ambiente), SEA (Servicio de evaluación Ambiental) y SMA (Superintendencia de Medio Ambiente).

²² La Tercera, 15/07/2013, (<http://www.latercera.com/noticia/negocios/2013/06/655-530329-9-presidenta-de-corte-de-apelaciones-de-copiapo-inspeccionara-pascua-lama.shtml>).

3.2. Definición, Clasificación y Formación de Glaciares

3.2.1. Definición de Glaciar

Varios autores han ensayado distintas definiciones del término glaciar a lo largo del tiempo, como por ejemplo Holmes (1952), los define como "masas de hielo que, bajo la influencia de la gravedad, corren a partir de los campos de neviza de la cuenca de alimentación donde se originan". Lliboutry (1956) los define en como "Toda masa de hielo perenne, formada por acumulación de nieve, cualquiera que sean sus dimensiones y su forma, cuando el glaciar adquiere cierto espesor, fluye bajo su propio peso hacia alturas inferiores". Kotlyakov y Komarova (2007) lo definen en su diccionario de geografía como "Un extenso cuerpo de hielo terrestre que se forma por la recristalización de la neviza y se mueve lentamente pendiente abajo, bajo la influencia de la gravedad de la zona de acumulación²³ a la zona de ablación²⁴".

Por lo tanto, y según lo anteriormente expuesto, podemos establecer varias características que definen la presencia de glaciares; como que son masas de hielo que perduran por varias temporadas (perennes), que se producen por depositación y acumulación de nieve, la cual al compactarse va perdiendo volumen y ganando densidad hasta convertirse en hielo, y que el peso de la masa glaciar hace que estos cuerpos presenten movimientos por gravedad en dirección al flujo de los mismos. Además, un glaciar se mantiene por la acumulación de nieve en altitudes altas, y se equilibra por la fusión de nieve en altitudes bajas o la descarga en el mar (IPCC, 2012).

No obstante lo anterior la Estrategia Nacional de Glaciares del año 2009, plantea una "definición operativa de glaciar", toda vez que es necesario emplear una terminología que permita incluir, desestimar y clasificar los cuerpos de hielo presentes en el territorio nacional de manera práctica y rápida, por lo que bajo este punto de vista se establece que glaciar es:

"Toda superficie de hielo y nieve permanente generada sobre suelo, que sea visible por períodos de al menos 2 años y de un área igual o superior a 0,01 km² (una hectárea). O cualquier superficie rocosa con evidencia superficial de flujo viscoso, producto de un alto contenido de hielo actual o pasado en el subsuelo (DGA-CECs, 2009)".

²³ Zona en la que el glaciar gana masa por acumulación del aporte nival.

²⁴ Zona en la que el glaciar pierde masa por sublimación, fusión o colapso de bloques de hielo.

Esta última es la definición que se utilizó para realizar el inventario nacional de glaciares, por lo que en cuanto a normativa se refiere, todo cuerpo de hielo que esté incluido en ese inventario se debe considerar como un glaciar. Por lo tanto, para este estudio, se utilizará esta definición de glaciar y sus categorías de clasificación establecidas en la Estrategia Nacional de Glaciares del año 2009 en conjunto con las categorías definidas por el *World Glacier Inventory* (WGI), debido a que se utilizarán los datos del mencionado inventario de glaciares.

3.2.2. Clasificación de glaciares presentes dentro del Inventario Nacional de Glaciares

Dentro de los tipos de glaciares que incluye el inventario nacional se pueden encontrar los siguientes:

- a) Glaciaretes: son pequeñas superficies de hielo que no poseen una clara delimitación de zonas de acumulación ni de ablación (DGA-CECs, 2009). Dentro del inventario nacional de glaciares corresponden a los que presentan una superficie en el rango entre 0,01 y 0,1 km².
- b) Glaciares de montaña: Están localizados en las partes altas de la cordillera, con formas variables, y donde la evacuación desde las zonas de acumulación se da por medio de una lengua glaciar pequeña (en comparación con un glaciar de valle) (Müller *et al.* 1977, en DGA-CECs, 2009) (Figura 2).
- c) Glaciares de valle: Se caracterizan por tener una o más zonas de acumulación, ubicadas en subcuencas o circos, las cuales confluyen en un valle, el cual permite el flujo de hielo aguas abajo. No poseen lóbulo de derrame y su frente queda circunscrito al valle (Benn & Evans, 1998, en DGA-CECs, 2009). Un ejemplo es el glaciar Universidad en la Región de O'Higgins (Figura 3).
- a) Glaciares Efluentes (Campo de Hielo): Son grandes superficies de hielo que exhiben una zona de acumulación compleja compuesta por una planicie en altura o "plateau" y zonas escarpadas que la rodean. Todo el hielo de estas zonas de alimentación es evacuado por medio de varias lenguas efluentes las cuales son controladas por la topografía subyacente (DGA-CESc, 2009). Ejemplos de estos glaciares son los efluentes del Campo de Hielo Norte y Campo de Hielo Sur (Figura 4).

- b) Glaciares Rocosos: son cuerpos de hielo y rocas, que evidencian flujo, a tasas muy inferiores en comparación con glaciares descubiertos, debido a que la proporción de hielo, versus volumen total, puede ser inferior al 50%. Poseen una geometría en forma de lengua o lóbulo, cuya estructura interna está constituida por una mezcla de hielo estimada entre un 40-60%, (Azócar y Brenning, 2008 & 2009 en DGA-CECs, 2009) (Figura 5).

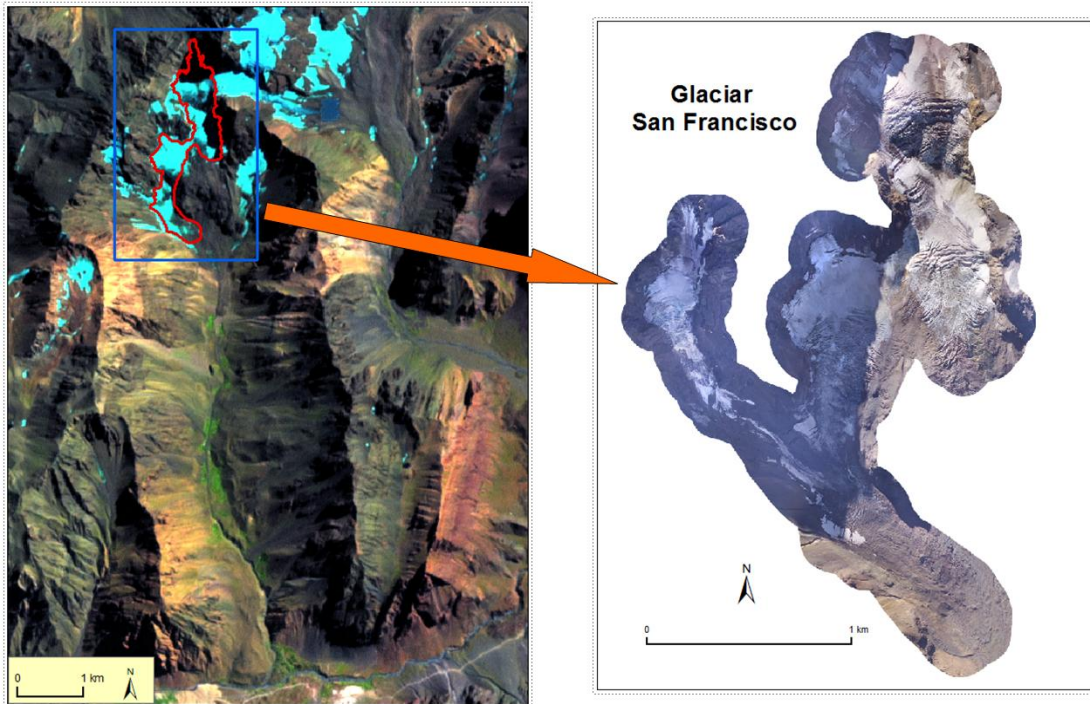


Figura 2. Ejemplo de categoría de "Glaciar de montaña".

(A la izquierda), glaciar San Francisco dentro del Monumento Natural el Morado, Comuna de San José de Maipo. Elaboración propia en base a imagen Landsat ETM+ 2002, composición R:1,G:2,B:3. (A la derecha), glaciar San Francisco en imagen Lidar 2011 de alta resolución. Elaboración propia.

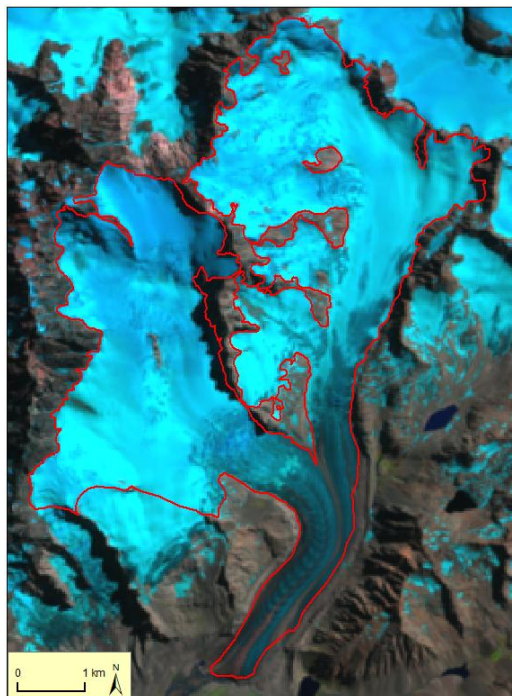


Figura 3. Ejemplo de categoría de "Glaciar de Valle".

Glaciar Universidad, Cuenca del río Tinguiririca, Región de O'Higgins. Elaboración propia en base a Imagen Landsat ETM+ 2001, composición R:1, G:2, B:3.

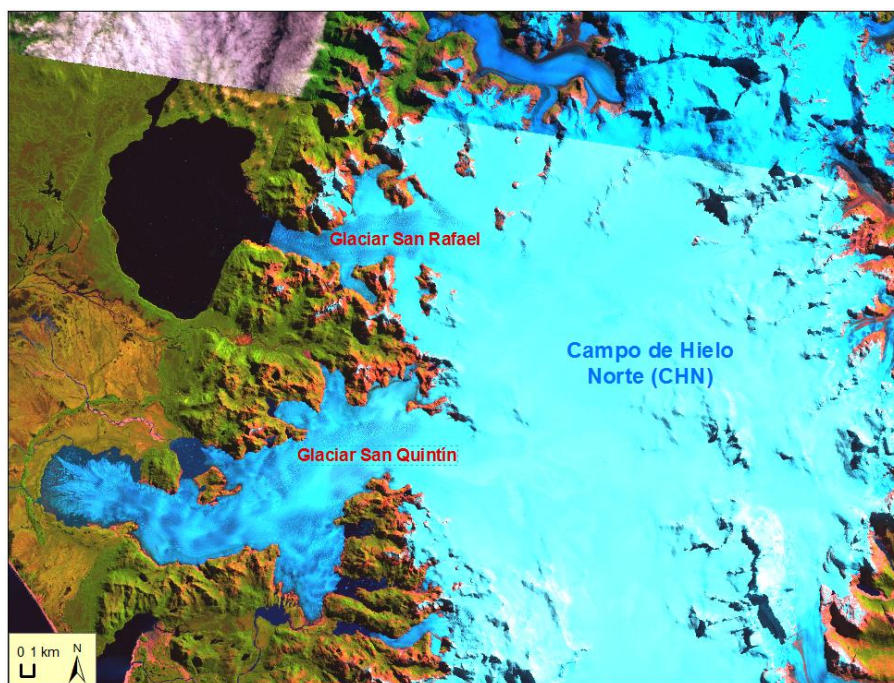


Figura 4. Ejemplo de categoría de "Glaciar Efluente (Campo de Hielo)".

Glaciar San Rafael y glaciar San Quintín, efluentes de Campo de Hielo Norte. Elaboración propia en base a imagen Landsat ETM+ 2001, composición R:1,G:2,B:3.

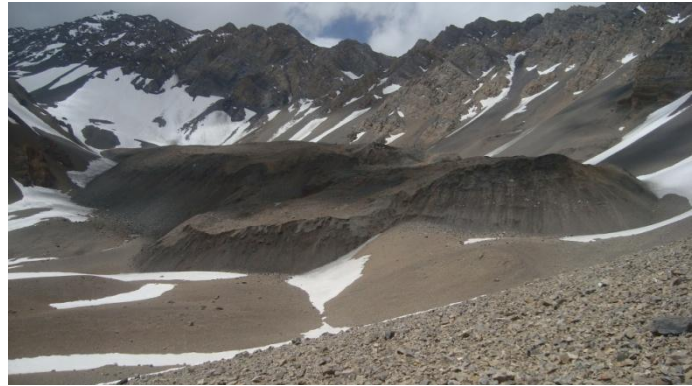
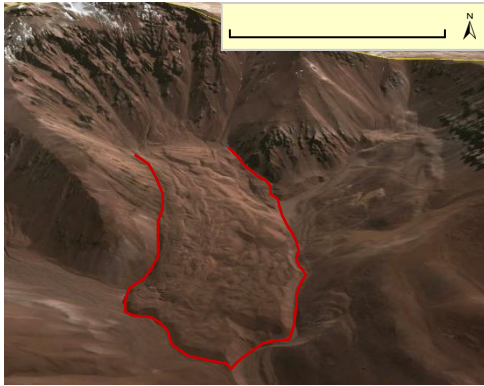


Figura 5. Ejemplo de categoría de "Glaciar Rocoso".

(A la izquierda), glaciar rocoso en la cuenca alta del río Elqui, Región de Coquimbo. Elaboración propia en base a Imagen Google Earth (spot 5, 2011). (A la derecha) glaciar rocoso del Pirámide, cuenca alta del río Yeso. Fotografía: Vergara, 2011.

3.2.3. Formación de Glaciares y Dinámica de Glaciares

El proceso de formación de un glaciar se denomina "diagénesis", el cual implica un proceso de compactación, pérdida de aire y recrystalización de la nieve. El tamaño medio de los granos de nieve aumenta debido a que los granos más pequeños tienden a fundirse antes que los más grandes (Paterson, 1994). Este proceso de compactación modifica las características físicas de los cristales de nieve, agrupándolos y aumentando la densidad de los granos. Luego la percolación del agua de fusión puede llenar los espacios de aire y se vuelve a congelar (Hooke, 1998), pasando a formar una capa denominada neviza la cual representa un estado intermedio en la transformación de la nieve a hielo²⁵.

La condición necesaria para que se produzca la acumulación de hielo glacial es que la cantidad de nieve caída durante la temporada alta en precipitaciones exceda a la ablación²⁶ producida en la época de bajas precipitaciones. De este modo, cada año se va superponiendo una masa de nieve a la ya acumulada (Strahler y Strahler, 1989).

Por último, el hielo se define como moléculas de agua en estado sólido, con densidades superiores a 800 kg/m^3 , la cual puede variar por las impurezas existentes. La densidad del hielo

²⁵ www.glaciologia.cl

²⁶ Evaporación y fusión de la nieve y el hielo.

puro es de 910 kg/m^3 , lo que implica el bloque de hielo sin impurezas, azul cristalino²⁷ (Figura 6).

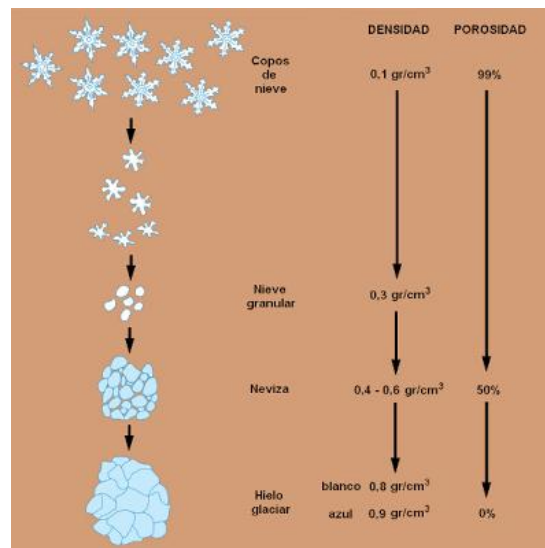


Figura 6. Esquema de proceso de transformación de nieve a hielo glaciar.
Fuente: <http://delectaciones.blogspot.com/2008/03/el-azul-del-hielo-glaciar.html>

3.2.3.1. Glaciares Rocosos

Los glaciares rocosos pueden definirse como un cuerpo en forma de lengua con rocas angulares, en su mayoría presentan crestas, surcos y lóbulos en su superficie y terminan con un frente abrupto (Washburn, 1979). Se componen de fragmentos de roca y otros materiales más finos que contienen hielo intersticial o un núcleo de hielo, además, estos cuerpos evidencian movimiento actual o pasado (Kotlyakov y Komarova, 2007).

En cuanto a la formación de los glaciares rocosos, se manejan las siguientes hipótesis: a) modelo de permafrost; dice que los glaciares rocosos se forman a partir de la congelación del agua de precipitaciones o de fusión de nieve que infiltra entre los depósitos de detritos no consolidados, cohesionando la mezcla (Whalley, 2003). b) Modelo Glacial; se forman por el cubrimiento de detritos de los entornos glaciales que se depositan sobre la superficie de hielo, formando una capa aislante de restos de roca erosionada. Los escombros sobre la superficie de hielo conservan al glaciar en un ambiente de ablación diferente al del entorno dominante, estando relacionado el espesor de la cubierta detrítica directamente con el mantenimiento del

²⁷ www.glaciologia.cl

hielo (Whalley,2003). Respecto a esto último, Brening (2003), plantea que una superficie cubierta de clastos de entre 1 a 5 m de espesor sirve como capa aislante para la ablación e impide el descongelamiento del permafrost subyacente. Por último, Barsch (1996), estipula que en promedio el contenido de hielo estimado de un glaciar rocoso oscila alrededor del 40% al 60% (Figura 7).

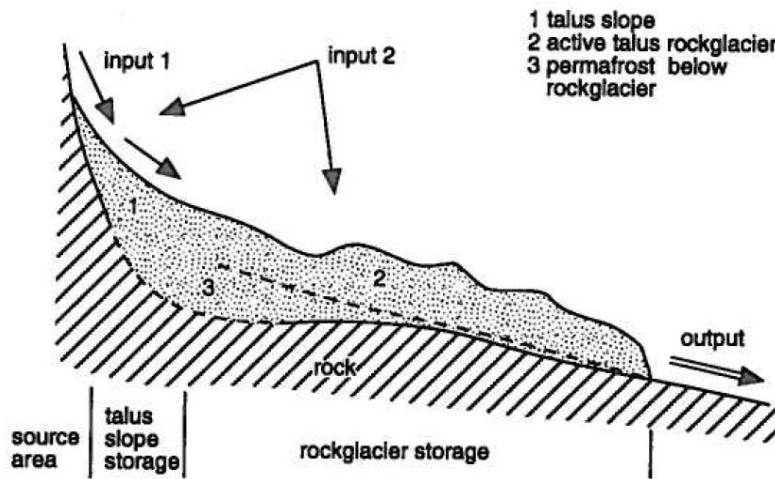


Figura 7. Esquema de glaciares rocosos.
Fuente: Barsch, 1996 (modificado de Vitek and Giardino, 1987).

3.2.3.2. Dinámica de Glaciares

Entre los investigadores de la dinámica glacial existe un consenso general en que cuando el hielo glacial llega a un punto en que se vuelve plástico, comienza a moverse en dirección del flujo por gravedad. La velocidad del movimiento tiene relación con las características propias del glaciar como con las condiciones climáticas y topográficas del entorno glacial en donde se encuentra cada masa de hielo. De este modo, una mayor masa de hielo escurrirá más rápidamente por efecto de la gravedad que una menor acumulación de hielo, estas características propias de cada glaciar también están supeditadas a las condiciones topográficas, de esta manera, la pendiente que posea una masa de hielo será determinante en la velocidad de desplazamiento de este, siendo más rápido el movimiento mientras más pronunciada sea su inclinación con respecto al plano. También, todas las resistencias de fricción (formaciones rocosas, anchos de valles, etc.) actuarán limitando la velocidad del movimiento de flujo.

Los glaciares se presentan como cuerpos de hielo perennes puesto que no solo presentan derretimiento permanente, sino que están envueltos en una dinámica estacional de ganancia y pérdida de masa cíclica. De este modo, cuando un glaciar se encuentra en equilibrio (acumulación = ablación), entonces significa que gana tanta masa en la temporada de altas precipitaciones como la que pierde en la temporada seca, por lo que mantiene su volumen (DGA-Geoestudios, 2008). Por ende, cuando los glaciares crecen (acumulación > ablación), su balance de masa es positivo, por el contrario, cuando decrecen (acumulación < ablación), entonces su balance de masa resulta negativo producto del estrés hídrico que produjo el desequilibrio (Figura 8).

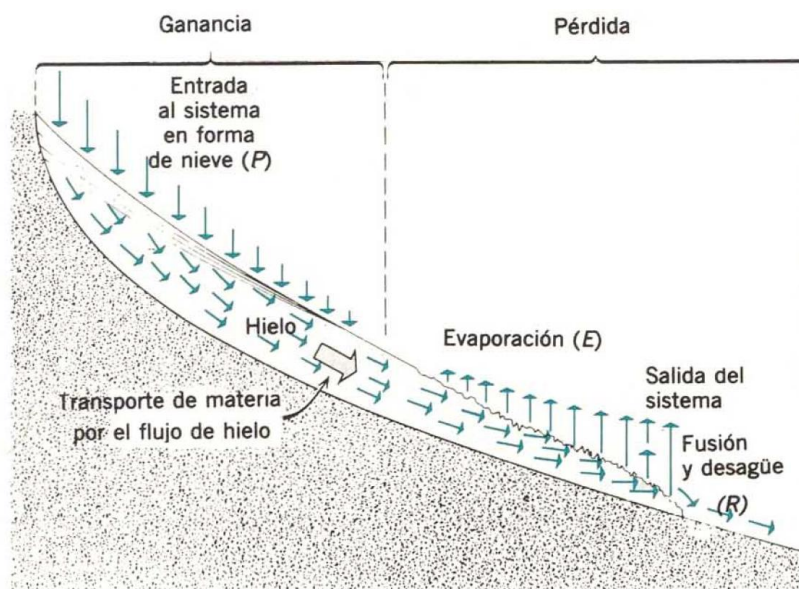


Figura 8. Esquema de dinámica glaciar.
Fuente: Strahler & Strahler (1989).

3.3. Derechos de Aprovechamientos de Aguas (DAA)

3.3.1. Código de Aguas

El actual Código de Aguas de Chile fue oficializado por el Decreto con Fuerza de ley N°1.122, del 29 de Octubre de 1981 y contiene disposiciones referidas a las aguas terrestres. Sus normas se refieren a los derechos de aprovechamiento de aguas, las Comunidades de Aguas,

Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia, como organizaciones de usuarios de aguas, y establece las condiciones para la construcción de ciertas obras hidráulicas y las funciones de la Dirección General de Aguas (DGA), institución encargada de aplicar el código de aguas (DFL 1.122).

Conjuntamente, con la promulgación de la Constitución de 1980 y la derogación de la Reforma Agraria, con el actual Código de Aguas se modifica todo el sistema de gestión hídrica nacional, modelo que hasta ese momento (período 1951-1973) consideraba que todas las aguas eran bienes nacionales de uso público y se encontraban incorporadas al dominio nacional de uso público. Dicho modelo permitía el otorgamiento de derechos de aprovechamiento, pero éstos no podían ser cedidos o comercializados. Además en dicho período, el agua con la tierra estaban íntimamente ligadas.

En la actualidad, aún cuando se mantiene el principio de que las aguas son bienes nacionales de uso público y existe un otorgamiento de derechos de aprovechamiento sobre ellas, este derecho ya no es considerado como una concesión o merced, sino que el otorgamiento es de propiedad (sobre ese derecho) por acto de administración, con todos los elementos que el dominio otorga: uso, goce y disposición.

En Chile, desde la vigencia del código de aguas de 1981, las aguas legalmente son bienes nacionales de uso público, lo que significa que son bienes cuyo dominio pertenece a la nación y su uso corresponde a todos los habitantes de la nación, no obstante, la forma de regulación de ese derecho se realiza mediante la concesión a los particulares de derechos de aprovechamiento sobre las mismas. En la legislación, dicho derecho es un bien jurídico definido, cuyo titular puede usar, gozar y disponer de él, como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada y tiene una protección jurídica similar. Además, el derecho de aprovechamiento es un bien principal y ya no accesorio a la tierra o industria para los cuales hubiera estado destinada, de modo que se puede transferir libremente (Peña *et al.*, 2004). Este enfoque que considera la propiedad sobre el derecho de aprovechamiento de agua, permite al titular la comercialización de ese derecho (enajenar, hipotecar, arrendar, etc.), lo que da origen a un “mercado del agua”. La Constitución Política del Estado garantiza este derecho de acuerdo al artículo 19 N°24, donde se señala que corresponde a la ley determinar las limitaciones y obligaciones que corresponda al ejercicio de los derechos de propiedad de acuerdo a su función social, la que incluye los intereses generales de la nación, la seguridad nacional, la

utilidad y la salubridad pública y la conservación del patrimonio ambiental. Incluso, cuando la utilidad pública o interés social lo exigen, procede la expropiación (Constitución Política del Estado, 1980). Este mismo artículo hace explícito el otorgamiento de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento: “Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos” (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

Los derechos de aprovechamiento se expresan en volumen por unidad de tiempo (generalmente en l/s), y pueden ser de tipo consuntivo y no consuntivo; de ejercicio permanente o eventual; y continuo, discontinuo o alternados, de acuerdo con las siguientes definiciones contenidas en el Código de Aguas (DFL 1.122).

- a) Derecho de aprovechamiento consuntivo: es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad.
- b) Derecho de aprovechamiento no consuntivo: es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla.

En la legislación chilena no existen prioridades entre los diversos usos para el otorgamiento de nuevos derechos, de modo que, existiendo disponibilidad de agua se asignan los derechos en orden de solicitud, y si hubiera más de un interesado se procede a su remate. (Peña *et al.*, 2004).

El código de aguas solo regula las aguas terrestres en estado líquido de acuerdo a la siguiente clasificación:



Figura 9. Clasificación de las Aguas según su origen.
Fuente: Elaboración propia en base al Código de Aguas (1981).

Tal como se puede observar en la figura precedente, en el Código de aguas no existe una mención explícita al agua en estado sólido, como lo son los glaciares, los que son fundamentales para el abastecimiento hídrico de gran parte de las cuencas del país.

3.3.2. Modificaciones Introducidas al Código de Aguas

Mediante la Ley 20.017 se introdujeron algunas modificaciones al Código de Aguas. Esta modificación pretende “consagrar la disponibilidad de las aguas solo para quienes efectivamente pretendan desarrollar un proyecto, favoreciendo la competencia entre ellos, restringiendo los derechos de aprovechamiento y que en definitiva se constituyan los caudales efectivamente requeridos” (ODEPA, 2010). Entre las principales modificaciones se cuentan el establecimiento de caudales mínimos ecológicos, la facultad de la DGA para declarar áreas de restricción, establecimiento de nuevos requisitos para la solicitud de nuevos derechos y el pago de una patente por "no uso" de los derechos de aprovechamiento de agua. Modificaciones que a continuación se detallan (ODEPA, 2010).

Si bien, el objetivo de las modificaciones introducidas por la Ley N° 20.017 fue el de regular e incluir limitaciones al ejercicio de los derechos de aprovechamiento como un bien económico privado en pro de su calidad de bien nacional de uso público, estas modificaciones han sido insuficientes y carecen de eficiencia, principalmente atribuibles a la no retroactividad, ya que muchas de sus modificaciones (caudales ecológicos y establecimiento de nuevos requisitos para la solicitud de derechos) aplican únicamente respecto de los nuevos derechos, lo que

reduce el ámbito de aplicación a niveles bajísimos puesto que en la zona norte y centro de Chile, casi no existe disponibilidad para otorgar nuevos derechos. Por otra parte, el pago de la patente por no utilización, claramente no constituye una medida apropiada para velar por un uso racional y sustentable, debido a que alienta el gasto excesivo y superfluo de las aguas y desconoce el valor de los usos no productivos (Saavedra, 2009).

3.3.3. Valor Económico del Agua y Mercados de Aguas

El código de aguas chileno corresponde al otorgamiento de la calidad de bien económico del agua en su nivel máximo. La idea inicial en la concepción del Código de Aguas de 1981, fue que al crear un marco regulatorio para el desenvolvimiento del mercado, se generaría las condiciones para lograr un desarrollo de un mercado de aguas que se encargaría de llegar al óptimo social del uso del recurso hídrico, siendo el criterio económico el que llevaría finalmente al uso eficiente y beneficioso (Saavedra, 2009).

Un mercado de aguas es conformado por la interacción entre vendedores y compradores (además de arrendatarios, permutadores, etc.) que intercambian derechos de aprovechamiento de recursos hídricos. Cuando existe un mercado de derechos de aprovechamiento, los usuarios cuentan con los incentivos para realizar compras y/o ventas, que posibilitan la reasignación de los derechos de aprovechamiento, si es que los usos alternativos le entregan al recurso hídrico un mayor valor que los usos actuales. Así por ejemplo, un agricultor se beneficiará al vender su derecho de aprovechamiento cuando el valor del agua para la agricultura, dado por la utilidad esperada de su uso agrícola, es menor al precio ofrecido por el comprador (ODEPA, 2010).

Se estima que los beneficios de contar con un mercado de aguas para la reasignación de derechos de aprovechamiento de agua se basan en la eficiencia otorgada por las fuerzas del mercado, ya que inducen a los usuarios a considerar el costo de oportunidad de poseer derechos de aguas, estimulan un ajuste más rápido en la asignación del agua entre diversos usos, ahorran inversión global en nueva infraestructura y reducen la inversión pública al ser parcialmente reemplazada por inversión privada a cargo de los propios usuarios (ODEPA, 2010).

No obstante lo anterior, también se pueden mencionar bastantes desventajas del sistema de mercados de agua, entre los cuales se puede destacar que el concepto de ecosistema no está

presente en el modelo de gestión, por lo que se desconoce la existencia de los servicios ecosistémicos prestados por la cuenca hidrográfica en su conjunto. El agua se maneja de manera desvinculada del suelo, lo que dificulta la gestión integral de la cuenca como espacio físico. Los cursos de agua se dividen en secciones, permitiendo extraer toda el agua en cada sección, lo que ocasiona la interrupción en la continuidad de los caudales. Al entregarle al mercado el rol de administración del recurso, el Estado queda limitado para ejercer funciones de planificación y regulación (Garcés, 2005).

En definitiva, a pesar de que la gestión actual del agua (bajo el código actual) permite la formación de mercados de agua, este presenta grandes distorsiones puesto que el recurso no es ubicuo en términos de disponibilidad en todo el territorio, y pese a que el recurso hídrico se concibe como desconectado del territorio, igualmente las presiones locales de abundancia o escasez hídrica distorsionan los precios de transacción y sobre todo de especulación.

3.4. Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos

3.4.1. Definición de Servicios Ecosistémicos

El concepto de "Servicios Ecosistémicos" surge a consecuencia del movimiento ambientalista de finales de los años 60, época en que comienza a hacerse patente la actual crisis ambiental y se inician cuestionamientos acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas. Esto se transforma en un esfuerzo por vincular a los tomadores de decisiones y al público en general acerca de la estrecha relación entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones básicas del planeta (Mooney y Ehrlich 1987, Balvanera y Cotler, 2007).

Este concepto de "Servicios Ecosistémicos" mantiene una perspectiva antropocéntrica, en la cual los ecosistemas y la biodiversidad que albergan son vinculados directamente con la vida y bienestar humanos, siendo entendidos como un capital natural (Martín-López y Montes, 2010) que podría ser incorporado a los costos de producción.

El concepto de "Servicio Ecosistémico" entonces se establece como un puente que conecta la ecología y la economía, al hacer referencia a la capacidad ecológica para sustentar la actividad

económica y ser una herramienta conceptual para el desarrollo de la teoría del capital natural con fundamentos ecológicos (Gómez-Baggenhun y De Groot, 2007).

En efecto, Figueroa (2008), plantea que los ecosistemas proveen un gran número de bienes que son parte de la economía de las familias, tales como alimentos, fibras y productos farmacéuticos. Y que además aportan servicios fundamentales para el soporte de la vida, tales como la regulación de los gases de la atmósfera, regulación del clima, de los ciclos hidrológicos y la productividad y estabilidad de los suelos. De esta forma, los bienes y servicios provistos por los ecosistemas tienen tal nivel de importancia en el bienestar humano, que en ausencia de ellos la vida en el planeta tal cual la conocemos no sería posible.

Entre las múltiples definiciones existentes sobre servicios ecosistémicos, destacan las siguientes:

- “Son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sostienen y nutren a la vida humana” (Daily *et al.*, 1997).
- “Flujos de materiales, energía e información procedentes de las existencias de capital natural que se combinan con los servicios de capital manufacturados y humanos para producir el bienestar humano” (Constanza *et al.*, 1997).
- "Servicios ecosistémicos es el flujo de los bienes naturales que nos proporcionan beneficios financieros, ecológicos y culturales" (Binning *et al.*, 2001).
- “Aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, estos incluyen servicios de provisión como comida, agua, madera y fibra; servicios de regulación tales como regulación de ciclos climáticos, regulación de inundaciones, residuos, pestes y calidad de aguas; servicios culturales de tipo recreacional, estéticos y espirituales; y servicios de soporte como formación de suelos, fotosíntesis y circulación de nutrientes” (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).
- “Propiedades ecológicas que se incorporan en la producción y la distribución de beneficios materiales e inmateriales para los seres humanos” (Quétier *et al.*, 2007).

La definición de servicio ecosistémico dada por el "Millenium Ecosystem Assessment" (2005) (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio) es una de las más difundidas y aceptadas, por presentar la ventaja de ser muy simple y permitir su utilización a tomadores de decisión, aunque según algunos autores presenta el inconveniente de no distinguir entre el funcionamiento de los ecosistemas de lo que beneficia a las poblaciones humanas (Balvanera y Cotler, 2007).

Tal como se observa en algunas de las definiciones presentadas, los servicios ecosistémicos pueden ser clasificados de acuerdo al beneficio que tienen para las personas, presentándose habitualmente las siguientes clasificaciones (Gómez-Baggenhun y De Groot, 2007; De Groot *et al*, 2002 en Martín-López y Montes, 2010):

1. Funciones de Regulación: Regulación atmosférica, regulación climática, amortiguación de perturbaciones, regulación hídrica, formación y sujeción del suelo, polinización, entre otros.
2. Funciones de Hábitat: Función de refugio y criadero,
3. Funciones de Producción o Provisión: Comida, materias primas, recursos genéticos, recursos medicinales, elementos decorativos,
4. Funciones de Información: Información estética, función recreativa, información artística y cultural, información histórica, ciencia y educación,
5. Funciones de Sustrato: Agricultura, vivienda, conversión energética, minería, transporte, vertedero, facilidades turísticas,
6. Servicios de soporte: procesos ecológicos que subyacen al mantenimiento del resto de servicios, como es la formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes.

El presente estudio tiene entre sus objetivos el identificar y poner en valor algunos servicios ecosistémicos de los glaciares, y a través de esto servir de herramienta para la futura toma de decisiones y gestión para la conservación de zonas englaciadas, por lo que en el desarrollo de esta investigación se utilizará la clasificación aportada por el Millennium Ecosystem Assessment (2005), por ser la más difundida y abordada por tomadores de decisión, la que los clasifica en:

- **Servicios de provisión o abastecimiento:** son los productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como el alimento, la madera, el agua potable, etc.
- **Servicios de regulación:** son los beneficios obtenidos de manera indirecta de los ecosistemas, como la purificación del agua, el control de erosión del suelo, control climático, etc.
- **Servicios culturales:** son los beneficios no materiales que las personas obtienen a través de las experiencias estéticas, turismo o el enriquecimiento espiritual.

3.4.2. Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos

La economía neoclásica, sistema dominante durante el siglo XX, no incorpora el papel de la naturaleza, ni sus límites físicos dentro de su marco analítico (Gómez-Baggenhun y De Groot, 2007), por lo que si bien el concepto de servicio ecosistémico se define como parte del capital natural, muchos de estos servicios directos e indirectos que son provistos desde los ecosistemas hacia la sociedad no tienen precio en el mercado, lo que se explica en parte por su naturaleza de bienes públicos (García *et al.*, 2013).

Los conceptos de valor y precio han sido ampliamente discutidos a través de la historia de la economía y en las diferentes corrientes económicas. Ya Platón distinguía la diferencia entre valor y precio en la siguiente afirmación “sólo lo que es raro tiene valor, y el agua que es la mejor cosa de todas, es también la más barata”, Aristóteles distinguía entre el verdadero valor de algo para las personas y el valor de intercambio (precio). Esta idea es retomada por Adam Smith, quien añade a esta diferencia el valor concedido a la capacidad de trabajo añadida a un bien, y explica esta diferencia mediante la famosa paradoja del agua y el diamante: El agua es un bien necesario para la supervivencia del hombre por lo que su valor de uso es muy alto, pero la capacidad de trabajo necesaria para conseguir agua es escasa ya que es facilitado por la propia naturaleza, el agua, por tanto, no tiene la capacidad de comprar nada ni de ser intercambiada por nada; un diamante en cambio tiene un valor de uso escaso, pero requiere de un proceso de trabajo complejo y una gran cantidad de bienes pueden ser intercambiados por éste (Riera *et al.*, 2008).

De acuerdo a esto, la palabra valor tiene dos significados: el “valor de uso” que expresa la utilidad de un objeto particular y el “valor de cambio o precio” que expresa el poder de compra de otros bienes (Smith, 1776). En determinadas ocasiones, valor y precio coinciden, por lo que numéricamente pueden tender a la confusión, aunque conceptualmente sean diferentes. Si el valor de una unidad se interpreta como la máxima disposición a pagar por ella y observamos el “precio” de ella en un mercado competitivo, entonces para una unidad adicional del bien, valor y precio coinciden (Riera *et al.*, 2008). Esta es la forma habitual de medir el valor de las cosas en el mercado. Sin embargo, la ausencia de precio de mercado no significa la ausencia de valor, pero su medida no es tan inmediata, y por esto existen múltiples metodologías desarrolladas y en desarrollo, cuyo objetivo es medir el valor económico de los bienes y servicios que se

encuentran fuera del mercado, ya sea a través de la asignación de precios o de otros mecanismos.

Los problemas de valoración e incorporación de los costos de uso de los bienes públicos se encuentran profundamente desarrollados por Hardin (1968), donde señala que uno de los problemas está en la libertad de uso de los bienes públicos o comunes, ya que cada usuario tratará de maximizar su ganancia incrementando el uso de los recursos naturales, sean estos agua, tierra, madera, praderas, recursos marinos, etc., lo que puede sobrepasar la capacidad de carga y regeneración de los ecosistemas. Por otra parte, la otra arista del problema de los bienes comunes o públicos está en la disposición de residuos y contaminación, ya que si no existen límites a cada uno de los usuarios y un límite total en el sitio, también se pone en riesgo la capacidad de resiliencia de los ecosistemas, como la capacidad de dilución de un río o del mar. Este tipo de bienes públicos no poseen un valor en el mercado por lo que no se incorporan a los flujos de costos ni de disposición de un bien, lo que repercute en la presión que la sociedad en su conjunto ejerce sobre éstos.

Como el sistema económico mundial no asigna valor ni precio a las materias primas con las que se construyen todas o la mayor parte de los elementos utilizados en la vida cotidiana y todos los servicios indirectos que nos proveen los ecosistemas, se presenta una situación en la que los recursos asignados no aseguran un nivel de provisión adecuado de los bienes y servicios (García *et al.*, 2013). Desde otro punto de vista, la degradación o pérdida de recursos ambientales también constituye un problema económico, ya que conlleva la desaparición de valores importantes, a veces de forma irreversible. Esto plantea la necesidad de analizar detenidamente todos los valores susceptibles de ganarse o perderse destinando el recurso a los distintos usos: conservarlo en su estado natural, dejar que se degrade o convertirlo para destinarlo a otro uso (Barbier *et al.*, 1997).

Barbier *et al.* (1997) definen la valoración económica como todo intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos ambientales, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo, y aclara que cuando un recurso ambiental nos proporciona bienes y servicios sin costo alguno, lo único que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es nuestra disposición a pagar por ellos, independientemente de si realmente pagamos algo o no, por lo que el valor económico de

cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él menos lo que cuesta proveerlo.

Esta situación ha planteado la necesidad de desarrollar metodologías y modelos para poder valorar los servicios y bienes ambientales provistos por los ecosistemas e impulsó a los economistas a desarrollar modelos para este fin (García *et al.*, 2013). De este modo, se plantea que la valoración económica de los servicios prestados por los ecosistemas permite conversar con los tomadores de decisiones en un lenguaje común y concreto acerca de la importancia de la conservación de los sistemas naturales, ya que si bien, como indica (Barbier *et al.*, 1997) sabemos intuitivamente que dichos recursos pueden ser importantes, esto tal vez no baste para garantizar su uso racional.

Uno de los aspectos que sin duda ha contribuido a la consolidación del concepto de servicios ecosistémicos como campo de investigación, ha sido el desarrollo y aplicación de metodologías de valoración monetaria de los servicios ecosistémicos asociados al capital natural, para su posterior incorporación en los procesos de toma de decisiones en diversas formas: para llamar la atención de los decisores y la sociedad sobre los costes de la inacción (Ferrer *et al.*, 2012).

Entre los estudios desarrollados para valorar servicios ecosistémicos, uno de los más conocidos y discutidos es el desarrollado por Constanza *et al.* (1997). En él se estima el valor económico de 17 servicios ecosistémicos de 16 biomas en un valor que fluctúa entre los 16 a 54 trillones de dólares por año, con un promedio de 33 trillones de dólares anuales, lo que es casi el doble del producto bruto global del planeta (estimado en 18 trillones de dólares). Entre los servicios ecosistémicos considerados en este análisis se encuentra regulación hídrica, suministro de agua, regulación climática, recreación y valores culturales, entre otros.

Los bienes y servicios ambientales pueden clasificarse en valores de uso y valores de no uso, tal como se presenta en el cuadro 2. El valor de uso se deriva del uso que hace la sociedad del medio ambiente, por ejemplo: los visitantes a los espacios naturales tienen un valor por la experiencia recreativa del día de la visita. Por su parte, el valor de no uso, se deriva de las motivaciones de existencia, herencia y altruismo que pueden tener las personas (Labandeira *et al.*, 2007).

Los valores de uso, a su vez se subdividen en valor de uso directo, indirecto, y de opción. El valor de uso directo se refiere al valor por el uso de un recurso en un lugar específico. Este uso

puede ser consuntivo o no consuntivo. En el primero, el recurso es consumido por la actividad que se desarrolla en él, por ejemplo la extracción de leña y frutos, la caza y la pesca. En el uso no consuntivo el recurso se usa de manera contemplativa, tal es el caso de visitas a un lugar recreativo o paisajístico. Por su parte, el valor de uso indirecto, surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aún así el individuo se beneficia de él. Este es el caso de las funciones ecológicas o ecosistémicas como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, entre otros. El valor de opción se refiere al valor de uso potencial de un recurso en el futuro. Adicionalmente, algunos autores han desarrollado el concepto de valor de cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de tener mayor información (García *et al.* 2013).

Los valores de no uso o valores intrínsecos se refieren a valores que están en la propia naturaleza de las cosas, pero a la vez están dissociados del uso o incluso de la opción de usarlas. El valor de no uso incluye el valor de legado y el valor de existencia. El primero se refiere al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro. El segundo es el valor que se le asigna a un recurso simplemente porque existe, aún cuando los individuos no entren en contacto con él, ni lo hagan en el futuro (García *et al.*, 2013).

El Valor Económico Total es el valor total de los bienes y servicios de un ecosistema, es decir, la sumatoria de los valores de uso y de no uso (VET = Valor de uso + Valor de no uso) (García *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Clasificación de la valoración de servicios ecosistémicos.
Fuente: Vásquez *et al.* (2007).

Valor de uso			Valor de no uso	
Directo	Indirecto	Opción	Legado	Existencia
Productos de consumo directo	Funciones ecosistémicas	Valor futuro de uso directo o indirecto	Valor para futuras generaciones	Valor derivado de la existencia del recurso
Alimentos, recreación, aire	Regulación de cambios climáticos, formación de suelos	Biodiversidad, hábitats conservados	Hábitats, evitar cambios irreversibles	Hábitats, especies en vías de extinción

3.4.3. Métodos para la estimación del valor económico del medio ambiente

El desarrollo de métodos de medición empírica del valor económico para los bienes públicos y ambientales ha supuesto un gran desafío para los economistas, ya que inicialmente se pensaba que dicha valoración económica solo representaba un concepto teórico, puesto que por una parte, no existen mercados para este tipo de bienes, con lo que no es posible observar precios y cantidades, y por otra parte, se trata de bienes habitualmente de tipo colectivos y públicos, lo que representa un problema de revelación de preferencias (Labandeira *et al.*, 2007).

Las metodologías y aproximaciones para estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos no siempre tienen como objetivo la determinación de un valor monetario, pero si hay algunas, (principalmente desarrolladas en el marco de la economía ambiental), que permiten obtener valores monetarios para algunos bienes ambientales (Labandeira *et al.*, 2007), pero es importante señalar que no se pretende valorar el ambiente en su acepción más amplia, como lo asumen algunos detractores de los métodos de valoración económica (Vásquez *et al.*, 2007), sino que muchas veces se busca solo estimar valores económicos base, para luego dar paso a la estimación de los valores totales. Las metodologías tradicionales se suelen clasificar en tres tipos principales (Labandeira *et al.*, 2007):

- a) Métodos directos de Mercado: Se basan en la utilización de precios y cantidades observadas en los mercados, y estiman los impactos ambientales a través de los impactos físicos en esas magnitudes.
- b) Métodos indirectos de mercado o "métodos de preferencias reveladas": También se utilizan precios de mercado pero de forma indirecta, o sea a través de un bien de mercado que esté relacionado con el bien ambiental que se quiere estudiar.
- c) Métodos directos de no mercado o "métodos de preferencias declaradas": Se basan en la construcción de mercados hipotéticos para los bienes ambientales o políticas relacionadas con los mismos.

3.4.3.1. Métodos Directos de Mercado

- a) Método de Valor de uso directo en base a precios de mercado: Valor derivado de la utilización directa de los recursos y servicios ecosistémicos, como por ejemplo el valor de las capturas de peces, extracción de leña, o para el caso de los glaciares, el valor del agua aportado por estos. En una economía competitiva con un mecanismo de precios no distorsionado se puede suponer que los precios de mercado reflejan la disposición a pagar por los bienes y servicios. Por tanto, dichos precios deberían representar una medida fiel del valor de uso directo de los recursos que se explotan. No obstante, el uso de los precios de mercado con esa finalidad se puede complicar si es posible que los precios de mercado estén distorsionados por una competencia imperfecta o intervenciones deliberadas, tales como controles cambiarios, precios máximos o ayudas, subvenciones o impuestos, condiciones monopolísticas, etc. (Barbier *et al.*, 1997.). Para este estudio se valorará el servicio de provisión de flujo hídrico continuo de los glaciares a través de los precios referenciales de los mercados chilenos de aprovechamiento de agua consuntivos y no consuntivos.
- b) Método de valor de uso directo no consuntivo en base a precios de mercado: Un ejemplo es el servicio ecosistémico de Turismo y Recreación, que puede corresponder a un uso directo no consuntivo mediante la valoración de un método directo de mercado. El método propuesto en este estudio, toma el precio de la entrada al área silvestre protegida, y en relación a las preferencias de las personas otorga el valor monetario correspondiente al elemento turístico a valorar.
- c) Método basado en los costes de reposición: Este método consiste en calcular los costos necesarios para reponer a su estado original todos aquellos activos afectados negativamente por un cambio en la calidad de un recurso ambiental (Azqueta, 2002).
- d) Métodos basados en la función de producción: Estos mecanismos se pueden utilizar en casos donde el bien ambiental forma parte de una determinada función de producción, por lo que puede observarse la reacción de los afectados ante la calidad del bien ambiental. Por ejemplo el agua y el aire aparecen como insumos en la función de producción de muchos bienes que se verían alterados al afectarse la calidad inicial de estos insumos (Azqueta, 2002).

3.4.3.2. Métodos indirectos de mercado o "métodos de preferencias reveladas"

- a) Método de costo evitado: Este método corresponde al típico caso en que el bien o servicio ambiental bajo análisis no se comercia en el mercado, pero está relacionado con un bien que sí lo es, o sea, que posee un precio; y que el vínculo entre ambos radica en ser sustitutos en el marco de una determinada función de producción (Cristeche y Penna, 2008). En este sentido, conceptualmente, el valor monetario del servicio de almacenaje de agua de los glaciares se puede estimar a través de los costos no incurridos (evitados) en la construcción de obras de infraestructura hídrica (embalses), que tuvieran la capacidad de cumplir con dicho rol. Para este estudio se asimilara al servicio de almacenaje de agua que poseen los glaciares, al costo evitado de construir embalses, que tuvieran la capacidad de cumplir con el servicio ecosistémico antes descrito.

- b) Método del Costo de Viaje: Este método se usa para valorar los servicios recreativos que proporciona la naturaleza considerando el costo del viaje que debe realizarse para este disfrute. Este método considera el costo que implica el traslado (gasolina, pasajes de avión/bus/tren, estacionamiento y entrada) (Azqueta, 2002). Este método está basado en un modelo de elección del consumidor en el que se persigue el objetivo de maximizar la utilidad sujeto a una o varias restricciones, pero el elemento común es la consideración del costo de desplazamiento como una variable que permite aproximar el costo de visitar los espacios naturales (Labandeira *et al.*, 2007).

- c) Método de los Precios Hedónicos: Muchos bienes no tienen un único valor de uso, sino que son bienes multiatributo, es decir que satisfacen varias necesidades al mismo tiempo, o la misma necesidad de formas diferentes. Los denominados precios hedónicos intentan descubrir todos los atributos que expresan el precio de un bien y averiguar su importancia cuantitativa dentro del precio. El ejemplo más habitual para entender los precios hedónicos es el de la vivienda, ya que al escoger una casa determinada no sólo se está pensando en adquirir una serie de metros cuadrados de determinada calidad, sino también se está escogiendo un entorno respecto del barrio, calidad del medio ambiente, etc. En términos prácticos, si se encontrasen dos casas idénticas en todos sus atributos excepto en uno, la diferencia de precio reflejaría el valor de dicho atributo (Azqueta, 2002). En efecto, Segovia (2006) estimó una diferencia de precios comerciales

en torno al 48% entre los sitios ubicados en primera línea de playa y los ubicados en segunda línea de playa para las comunas de Zapallar y Papudo, poniendo en relevancia entonces el valor paisajístico-ambiental de la costa a través de los precios comerciales de los terrenos en venta respecto de su ubicación y perspectiva visual.

3.4.3.3. Métodos directos de no mercado o "métodos de preferencias declaradas"

Cuando no existe relación de complementariedad o sustitución entre los bienes ambientales y los bienes normales en la producción o el consumo, como en los casos anteriores, no es posible que el comportamiento de las personas revele un valor de los bienes y servicios ambientales, tal es el caso de los valores de no uso. Estos métodos (métodos de preferencias declaradas) buscan simular un mercado para estos bienes y como buscan indagar principalmente sobre valores de no uso y valores de opción, pueden utilizarse de forma complementaria a los otros métodos incluso sobre un mismo bien o servicio (Azqueta, 2002).

- a) Valoración Contingente: Estos métodos buscan averiguar la valoración que otorgan las personas a un determinado recurso ambiental preguntándolo directamente. Esto se hace a través de una entrevista, encuesta o cuestionario específicamente diseñado para la población objetivo y distribuido aleatoriamente. El método más tradicional de valoración contingente tiene como objetivo la obtención del excedente del consumidor por un bien ambiental correctamente definido, o por una política que lo afecte, a través de una pregunta directa de disposición a pagar (DAP) o a aceptar (DAA) compensación, expresada en términos monetarios (Labandeira *et al.*, 2007).
- b) Experimentos de Elección: Otros métodos directos relacionados con la valoración contingente son los experimentos de elección, en los que se le presentan al encuestado distintas alternativas de calidad o política ambiental con su correspondiente precio, para que él pueda elegir entre ellas (Labandeira *et al.*, 2007). A su vez, Cerda (2012) agrega que estas decisiones son un componente importante en la gestión de los recursos naturales, por lo que un experimento de elección ofrece un contexto estructurado en el que las preferencias del público para la gestión de los ecosistemas puede medirse cuantitativamente. Además, los experimentos de elección, han mostrado ser un método

apropiado para la investigación de las preferencias del público acerca de los valores directos y de no de uso vinculados a la conservación de las áreas protegidas.

Los métodos "directos de no mercado" de valoración ambiental presentan una serie de ventajas respecto de los otros métodos (métodos de mercado), las cuales son principalmente la capacidad de indagar sobre bienes y servicios de mercados inexistentes y la posibilidad de establecer valores de existencia, de legado y de opción, tarea imposible de realizar con los métodos de mercado. Pero estos métodos (directos de no mercado) presentan a su vez múltiples inconvenientes y fuentes de error, entre los que destacan el posible comportamiento estratégico de los entrevistados, el carácter hipotético del mercado, y la definición de los parámetros que definen el diseño del mercado como el medio de pago y el conjunto de información (Labandeira *et al.*, 2007).

3.4.4. Métodos de Valoración de Servicios Ecosistémicos utilizados en este estudio

En relación a la valoración económica de los servicios ambientales, existen múltiples visiones, por un lado están quienes la defienden como una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones incorporando valores habitualmente no considerados, lo que derivaría en un aliciente para la conservación de ecosistemas o bienes ambientales específicos altamente presionados por las actividades humanas. Pero están también aquellas visiones que ven cierto nivel de riesgo en valorizar monetariamente algunos de estos servicios provistos por los ecosistemas, al dejar abierta la posibilidad de que estos valores puedan ser menores que los potenciales beneficios de sustituirlos o eliminarlos.

La mayoría de los autores de economía ambiental que utilizan este tipo de herramientas para la valoración de algún tipo de servicio ecosistémico en un determinado espacio físico, declara que dicho ejercicio sólo corresponde a una aproximación del valor monetario de un subconjunto de sus servicios ecosistémicos y que en ningún caso corresponde al valor monetario total que dicho espacio físico debiera tener.

La valoración de servicios ecosistémicos en relación a mercados reales y precios reales, corresponde a métodos un tanto conservadores, toda vez, que solo detectan el valor monetario en base a los precios de mercado (transacciones), o de costo evitado, costo de sustitución y/o reposición. Sin embargo, son sumamente relevantes puesto que entregan una primera

aproximación o un valor mínimo del servicio ecosistémico a valorar, por ende se constituyen como un buen punto de partida para la obtención de una valoración económica total (VET).

El presente ejercicio de valoración de servicios ecosistémicos provistos por los glaciares presentes en el Monumento Natural El Morado en la Región Metropolitana de Santiago de Chile, se rige esencialmente por la valoración de servicios ecosistémicos en relación a mercados reales y precios reales y tiene la expectativa de poner de manifiesto la importancia que tienen algunos de los servicios ecosistémicos que proveen dichos glaciares mediante la estimación del valor económico base de cada servicio ecosistémico analizado. Por lo tanto, en ningún caso el valor que se obtenga corresponderá a un valor total de dichos glaciares o del territorio donde se insertan.

Para este estudio, los servicios ecosistémicos valorados serán:

- a) Servicio ecosistémico de Turismo y Recreación: en base al método propuesto en este estudio denominado como "método de preferencias personales en base a precios reales". Servicio ecosistémico que corresponde a un uso directo no consuntivo mediante la valoración de un método directo de mercado. Este método considera el precio de la entrada al área silvestre protegida, y en relación a las preferencias de las personas otorga el valor correspondiente dentro del valor total de la entrada al elemento turístico a valorar.
- b) Servicio ecosistémico de Almacenaje de Agua: en base al método de costo evitado (método indirecto de mercado), asimilando el valor monetario del servicio de almacenaje de agua de los glaciares a través de los costos no incurridos (evitados) en la construcción de obras de infraestructura hídrica (embalses), que tuvieran la capacidad de cumplir con dicho rol.
- c) Servicio Ecosistémico de Flujo Hídrico Continuo: en base al método de valor de uso directo en base a precios de mercado (método directo de mercado). Se valorará el servicio de provisión de flujo hídrico continuo de los glaciares a través de los precios referenciales de los mercados chilenos de derechos de aprovechamiento de agua consuntivos y no consuntivos.

3.5. Servicios Ecosistémicos de los Glaciares

3.5.1. Servicios de Provisión

3.5.1.1. Provisión de Flujo Hídrico Continuo y Almacenaje de Agua

Los glaciares ejercen un efecto regulador del régimen hídrico debido a su dinámica estacional de retención-liberación de agua. Cuando un glaciar se encuentra en equilibrio (acumulación = ablación), entonces significa que gana tanta masa en la temporada de altas precipitaciones como la que pierde en la temporada seca, por lo que mantiene su volumen (DGA-Geoestudios, 2008). Por ende, cuando los glaciares crecen (acumulación > ablación), su balance de masa es positivo y retienen agua para próximas temporadas. Por el contrario, cuando decrecen (acumulación < ablación), entonces su balance de masa resulta negativo y entregan más agua a los caudales que alimentan producto del estrés hídrico que produjo el desequilibrio. Debido a esta importante dinámica, los glaciares mantienen el balance hídrico de las cuencas, aportan aguas a los ríos, lagos y napas subterráneas, son reservas estratégicas de agua dulce, y representan casi la única fuente de agua en periodos de sequía. En ese sentido, los glaciares no solo cumplen un rol de provisión continua de agua, sino también uno de regulación de la entrega hídrica en los períodos secos prolongados al actuar como un reservorio que hace entrega gradual de su contenido. Este comportamiento entrega estabilidad a los ecosistemas naturales, pero también entrega seguridad al abastecimiento humano, las actividades industriales y el riego agrícola (Chile Sustentable, 2011), por lo tanto con este comportamiento homogenizan la disponibilidad de agua en el tiempo, disminuyendo el riesgo de encontrar caudales excesivamente grandes en la época lluviosa o excesivamente pequeños en los períodos secos. Asimismo, las cuencas con glaciares pierden menos agua debido a que el solo hecho de contar con una masa de hielo limita la entrega de agua hacia la atmósfera por evaporación y sublimación, debido a que éstos preservan eficientemente el agua producto de su baja temperatura y elevado albedo en relación a superficies rocosas, comportándose como un refrigerador.

Por su parte los glaciares rocosos, según Brenning (2003), también deben ser considerados como sumideros de agua en el sistema hidrológico, debido a que la mayor parte del agua

almacenada presenta mayor resistencia a las variaciones climáticas producto de que el hielo de un glaciar rocoso se encuentra eliminado del ciclo hidrológico del agua líquida durante un largo tiempo, probablemente milenios. Al igual que en los glaciares descubiertos, en invierno el cuerpo del “*permafrost*” crece y retiene agua adicional en forma de hielo subterráneo, la que principalmente corresponde a agua infiltrada de la fusión diurna que proviene de campos de nieve, avalanchas y precipitaciones (casi exclusivamente sólidas). El hielo subterráneo formado en la capa activa (zona más superficial del glaciar de rocoso) se descongela en el verano siguiente.

Por último, la gran importancia de los glaciares en el sistema hídrico de Chile central queda de manifiesto en el estudio de Peña y Nazarala (1987), en donde estipulan que los glaciares cobran mayor importancia mientras más seca es la temporada especialmente al final del periodo de deshielo (llegando a un 34% de la escorrentía en febrero de 1982 para el río Maipo), y representando hasta un 67% del caudal medio mensual del año más seco controlado en la cuenca del Río Maipo entre (1968-1969).

3.5.1.2. Provisión de Hielo y Áridos

Según Hambrey y Jürg (2004), antes de que se inventaran los refrigeradores, en Noruega el hielo de glaciar era un recurso de exportación, puesto que extraían hielo con el fin de mantener la carne fría y así conservarla. En la Cordillera Blanca de Perú algunas personas trabajan recolectando hielo glaciar y mezclándolo con aromatizante para luego venderlo al mercado como una versión local de helado. Además, algunos científicos postulan la posibilidad de transportar hielo antártico (icebergs) a regiones áridas como Australia, el norte de África y la Península Arábiga, con el fin de proveer agua limpia para bebida. También durante los continuos avances y retrocesos, los glaciares dejan sedimentos poco ordenados, estas acumulaciones de material morrénico son ricas en minerales para la agricultura y materiales para la construcción como gravas y arcillas.

3.5.2. Servicios de Regulación

Si bien es cierto el servicio de provisión y mantención del flujo hídrico continuo se trató en el apartado de "Servicios de Provisión", no es menos cierto que también podría tratarse dentro de los servicios de regulación dada la importancia de contar con un agente natural (como son los glaciares) que cumplan el rol de mantener el caudal hídrico de manera estable durante todo el año. No obstante lo anterior, al momento de hablar el tema de provisión de agua por parte de los glaciares, es indisociable que esa provisión está dada por una dinámica de regulación del caudal, por lo que para los propósitos de este trabajo este servicio fue tratado más en extenso en lo referente a los servicios de provisión.

3.5.2.1. Regulación Climática y Balance de Radiación

Los glaciares modifican las condiciones atmosféricas locales de su entorno, ya que las montañas nevadas enfrían las masas de aire y aumentan su humedad relativa, favoreciendo la precipitación. A su vez, esas masas de aire circulan por los valles glaciares en sentido valle-montaña durante el día y en sentido inverso durante la noche (IDEAM, 2012).

Por su parte, la criósfera juega en su conjunto un rol fundamental en la regulación del sistema climático global. La nieve y el hielo tienen un alto albedo (entendido como una medida de reflectividad que indica qué cantidad de radiación es reflejada o devuelta por un cuerpo), las superficies blancas como la nieve y el hielo fluctúan en un rango de albedo que va entre un 20% a un 85% (Cuadro 3) dependiendo de la cantidad de humedad y la cubierta de detritos sobre su superficie, comparado con el promedio global de 31% (Cuffey y Paterson, 2010). Por lo tanto, al reducirse la criósfera, el albedo global disminuye, de modo que el planeta absorbe más energía a nivel de la superficie terrestre y, consecuentemente la temperatura se eleva. Bamber y Payne (2004), entregan a modo de referencia otros valores de albedo para otras cubiertas naturales, determinando que el agua posee alrededor de un 1%, los bosques entre 10 y 25%, y el suelo desnudo entre 5 a 20%.

Cuadro 3. Valores porcentuales de albedo de la nieve y el hielo.
Fuente: Modificado de S.J. Marchall, en Cuffey y Paterson (2010).

Superficie	Valor Recomendado (%)	Valor Mínimo (%)	Valor Máximo (%)
Nieve fresca y seca	85	75	98
Nieve vieja limpia y seca	80	70	85
Nieve vieja húmeda y limpia	60	46	70
nieve vieja seca con detritos	50	30	60
nieve vieja húmeda con detritos	40	30	50
Neviza limpia	55	50	65
Neviza con detritos	30	15	40
Hielo superpuesto	65	63	66
Hielo azul	64	60	65
Hielo limpio	35	30	46
Hielo con detritos	20	6	30

Como se aprecia en el cuadro anterior, los niveles de albedo de la nieve y el hielo varían en relación a la humedad y a la cantidad de detritos que pueda contener la superficie, perdiendo la capacidad de reflectancia a medida que la superficie es más húmeda y tiene más impurezas. De esta manera, el aumento de la cubierta de nieve y hielo reduce la cantidad de radiación absorbida, produciendo un efecto de enfriamiento que conduce a un incremento de la cobertura de nieve. Por el contrario, el aumento de las temperaturas reducen la capa de nieve, lo que conduce a más radiación absorbida y a un aumento adicional de la temperatura (Bamber y Payne, 2004).

Por lo tanto, y según lo anteriormente expuesto, las masas de hielo cumplen un efecto regulador del sistema climático de la tierra, determinando a escala local las características del entorno y a escala planetaria interviniendo en el balance de radiación y los flujos de circulación de vientos.

3.5.2.2. Regulación del Nivel de los Océanos

Según el National Snow and Ice Data Center (NSIDC), el aumento del nivel del mar responde a un efecto combinado entre la expansión térmica de los océanos y el deshielo de los glaciares, donde estos últimos representarían aproximadamente la mitad del aumento del nivel del mar observado, y este efecto conjunto se debería a los recientes aumentos en la temperatura media global (Figura 10).

En cuanto a lo que la responsabilidad de los glaciares respecta en relación al aumento del nivel del mar, Bamber y Payne (2004) plantean que el balance de masa de hielo terrestre tiene un impacto directo sobre la elevación del nivel del mar, estimando que las capas de hielo de la Antártica y Groenlandia contienen suficiente hielo para elevar el nivel global del mar en alrededor de 65 m y 6 m, respectivamente. Incluso un desequilibrio relativamente pequeño en estas masas de hielo tendría un efecto significativo en el aumento del nivel del mar. Actualmente se cree que el aumento sería entre 1,5 y 2 mm por año. Por su parte, las masas de hielo pequeñas contribuyen a la elevación del nivel del mar a un ritmo cada vez mayor, estimándose actualmente en 0,41 mm por año (Bamber y Payne, 2004). En este mismo sentido, Meier *et al.* (2007), plantean que los glaciares ubicados a bajas latitudes, a pesar de que sólo constituyen el 4% del área de hielo total de la tierra (aproximadamente 760.000 km²), pueden haber proporcionado hasta en un 60% de la contribución total de los glaciares con el cambio del nivel del mar desde 1990.

De esta manera, los glaciares son agentes reguladores del equilibrio de los niveles del océano, por lo que un desajuste o una tendencia marcada durante el tiempo (de ganancia o pérdida de masa glaciar) afectará el equilibrio del sistema oceánico.

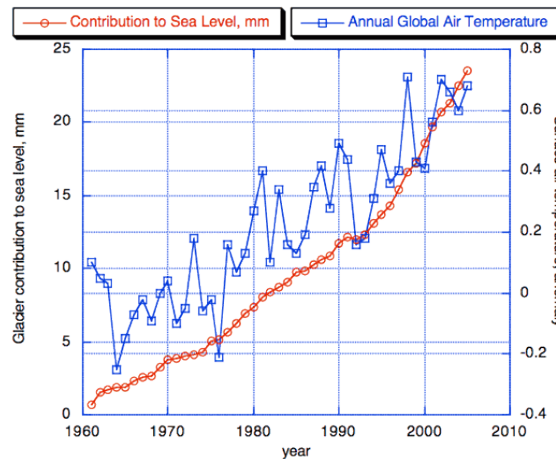


Figura 10. Regulación del Nivel de los Océanos.

Contribución acumulativa al nivel del mar de pequeños glaciares y casquetes de hielo (rojo) y anomalía anual global de la superficie de la temperatura del aire (azul). Cortesía de Marcos Dyrgerov, en NSIDC (2009).

3.5.2.3. Regulación del Equilibrio Isostático

Las porciones de tierra que se encuentran bajo grandes masas de hielo como la Antártica, Groenlandia, y los campos de hielo Norte y Sur en la patagonia Chilena, se encuentran hundidas por el peso y la presión ejercida por la cubierta de hielo, inclusive, algunas porciones de terreno se encuentran bajo el nivel del mar. Por lo tanto, según como plantea Strahler y Strahler (1989), con la desaparición de los hielos, sucedería entonces el proceso contrario, levantándose el territorio a medida que la gruesa capa de hielo pierde espesor, este proceso se podría denominar como "levantamiento postglacial". Este fenómeno conocido como "isostasia", guarda relación con una suerte de equilibrio entre la magnitud de las porciones emergidas del territorio (litósfera) y su porción hundida en el manto (asténósfera).

Puesto que la corteza es menos densa que el manto, esta flota sobre el manto, pero deja un porcentaje hundido, por lo tanto si la parte emergida pierde masa (por erosión o por derretimiento de una gran masa de hielo) esto se compensará con un movimiento vertical ascendente, por el contrario, si la zona emergida gana masa, entonces esto se compensará con un movimiento vertical descendente producto de la mayor presión ejercida sobre el manto (Figura 11).

Respecto de este fenómeno, según Dietrich *et al.* (2009), se han medido movimientos verticales ascendentes de la corteza en regiones del hemisferio norte actualmente cubiertas de hielo, como en Alaska y Groenlandia. Para el caso de Chile, se logró medir en el borde noreste del Campo de Hielo Sur (CHS) a una tasa de levantamiento vertical de la corteza de hasta 39 mm año⁻¹ entre los años 2003 y 2006. Esto debido a la pérdida de masa glaciar debido a los aumentos de las temperaturas.

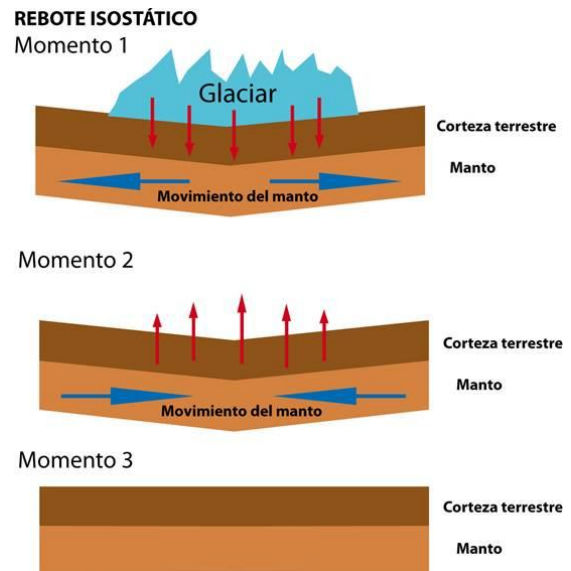
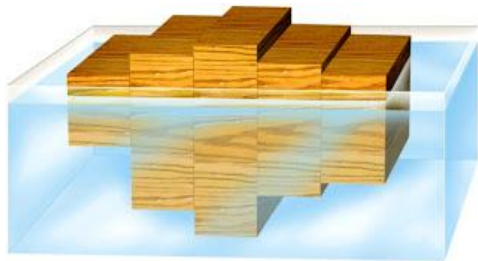


Figura 11. Esquema de equilibrio isostático y de rebote isostático.

(A la izquierda)²⁸ Esquema de equilibrio isostático, Mientras mayor masa emergida, tanto mayor masa sumergida. (A la derecha)²⁹ Esquema de rebote isostático, mientras la masa de hielo presiona la corteza esta se hunde en el manto, pero cuando se pierde masa de hielo, al liberar peso el continente vuelve a levantarse.

3.5.2.4. Regulación en el Transporte de Detritos

Brenning (2003), describe un rol regulador de los glaciares rocosos el cual guarda relación con los trayectos del movimiento de detritos de las zonas englacadas, producto de los procesos de desplazamiento rápidos del detrito criogénico, estos flujos de detritos son atenuados hacia abajo por la presencia de glaciares rocosos, (exceptuando eventos circunstanciales de tamaño catastrófico). En este sentido según Brenning (2003), el permafrost da seguridad y estabilidad a la parte de las superficies detríticas de los Andes de Santiago ubicadas por sobre los 3.500 m.s.n.m. frente a los procesos de desplazamiento rápidos.

3.5.2.5. Formación y Modelación del Territorio

Los glaciares son responsables de la geomorfología actual de muchas zonas del planeta, el paso de estos y sus continuos avances y retrocesos han generado marcas indelebles en el territorio que dan cuenta de los máximos glaciares y sus variaciones a lo largo de los siglos.

²⁸ Fuente: <http://4esoiesvilladevallecas09-10.blogspot.com/2009/10/isostasia.html>

²⁹ Fuente: <http://www.lu23.com.ar/noticias/locales/5511-temblores-1>

Además, las formas resultantes de la presencia de glaciares resultan muchas veces en unidades naturales con alto valor paisajístico y ricos en biodiversidad.

Dentro de las geformas de las cuales los glaciares son responsables, se pueden destacar la formación de lagos proglaciares, los cuales se producen durante los continuos avances y retrocesos de los glaciares, ya que estos arrastran materiales formando morrenas y socavando el lecho rocoso, y cuando el glaciar retrocede, entonces el agua que entrega a su cuenca de drenaje llena la hondonada resultante y queda represada entre las morrenas y el mismo glaciar, en estos casos por lo general se producen frentes con desprendimiento de témpanos (proceso conocido como Calving), estos bloques de hielo quedan flotando a la deriva en los lagos hasta que terminan por derretirse, ejemplos de estas formas son los glaciares de Patagonia como el glaciar San Rafael en Campo de Hielo Norte y el glaciar Grey en campo de Hielo Sur, en la zona central un ejemplo de este proceso es el glaciar Colgante del Morado en la comuna de San José de Maipo (Figura 12).



Figura 12. Glaciar Colgante del Morado, San José de Maipo, Región Metropolitana.
Fotografía: Abarca (2012).

Los glaciares también son responsables de la creación de fiordos, formaciones que se encuentran en las altas latitudes, donde los glaciares han disectado el continente hasta alcanzar el mar, dejando a su paso un territorio compuesto por numerosas islas continentales entre los brazos de agua, ejemplo de esto es la geomorfología de la zona austral de Chile al sur de Puerto Montt, en donde el continente se encuentra desmembrado en innumerables islas insertas en una matriz de fiordos resultantes de la acción de la erosión glacial que desgastó los

valles a cotas por debajo del nivel del mar, lo cual hizo que el agua marina entrara por presión hacia el continente.

En regiones montañosas los procesos de meteorización y erosión glacial producen valles en forma de "U", a diferencia del proceso de erosión fluvial que origina valles de fondo estrecho en forma de "V". Los valles de origen glacial son de amplios fondos, abruptas paredes alisadas y de trayectoria más bien poco sinuosa. También es común encontrar en zonas montañosas afectadas por la meteorización y erosión glacial, crestas sinuosas de bordes agudos y picos piramidales y agudos llamados cuernos (como los Cuernos del Paine en el Parque Nacional Torres del Paine). Para que se origine una arista es preciso que fluyan dos glaciares cercanos en la misma dirección, lo que origina que el terreno entre ellos se desgaste (DGA-Geoestudios, 2008) (Figura 13).



Figura 13. Fenómenos de erosión glacial: Nunataks y Cuernos.

(Izquierda) Nunataks³⁰ del glaciar Tyndall en Parque Nacional Torres del Paine, en donde el hielo a medida que avanza erosiona estas salientes rocosas. (Derecha) Cuernos del Paine en Parque Nacional Torres del Paine, donde se ven los picos afilados producto de la erosión glacial. Fotografía: Elaboración propia.

Otra forma resultante de los máximos glaciares son los "*drumlins*", los cuales son definidos por Paskoff (1996) como colinas asimétricas constituidas por morrenas de fondo que fueron perfiladas por el movimiento del hielo, de formas preferentemente elongadas, de perfil aerodinámico, y en dirección al flujo de hielo que las originó. Sus alturas suelen oscilar entre algo más de 10 metros y aproximadamente 50 metros. Sus longitudes varían normalmente entre dimensiones de 100 metros hasta unos pocos kilómetros. El lado empinado de la colina mira la dirección desde la cual avanzó el hielo, mientras que la pendiente más suave y larga sigue la dirección de desplazamiento del hielo (DGA-Geoestudios, 2008) (Figura 14).

³⁰ Saliente rocosa rodeada por hielo.

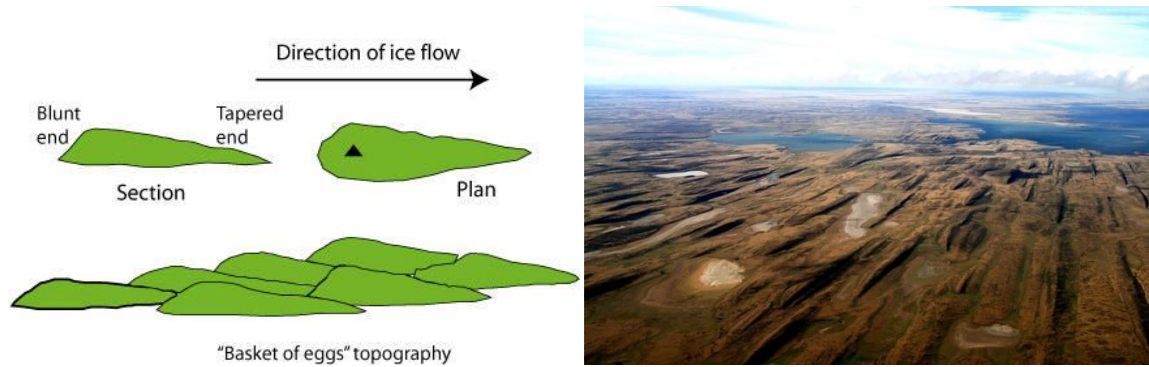


Figura 14. Formación de Drumlins.

(Izquierda)³¹ Esquema de formación de Drumlins según dirección del flujo de hielo. (Derecha)³² Campo de Drumlins de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

3.5.2.6. Soporte para Biodiversidad

En base a las hostiles condiciones ambientales de las áreas con glaciares, se podría inferir que la biodiversidad es mínima o inexistente, ya que las bajas temperaturas, la alta radiación y la limitación de nutrientes, entre otros factores adversos, constituyen obstáculos adicionales a la supervivencia de especies. Sin embargo, se han reportado varios organismos vivos en los glaciares, como microorganismos fotosintéticos, algas y cianobacterias que crecen en la superficie de glaciares y sostienen organismos heterótrofos, como insectos, gusanos de hielo, rotíferos, tardígrados, hongos y bacterias (Vijay *et al.*, 2011).

Otra de las especies de las que habita en el hielo es la "Perla de los Andes o Dragón de la Patagonia" (*Andiperla willinkii*), la cual es una especie de plecóptero que habita en los glaciares de la Patagonia Chileno-Argentina, y que mide aproximadamente 15 mm (Vera *et al.*, 2012). La importancia de este insecto radica en el hecho de convertirse en un recurso potencial para obtener productos biotecnológicos asociados a procesos enzimáticos efectuados en ambientes congelados (Vera *et al.*, 2012) (Figura 15). Los insectos desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas de montaña, ya que algunos de estos organismos cumplen el rol de bioindicadores de calidad de agua, por lo que pueden ser utilizados como herramienta por los administradores del recurso hídrico³³.

³¹ Fuente: <http://www.landforms.eu/Lothian/drumlin.htm>

³² Fuente: <http://www.alestuariodelplata.com.ar/riosc.html>.

³³ IRD, Institut de Recherche pour le Développement. (<http://es.ird.fr/la-mEDIATECA/fichas-cientificas/398-el-retroceso-de-los-glaciares-amenaza-a-la-biodiversidad#note1>).



Figura 15. Biodiversidad en áreas glaciales.

(Izquierda) Hembra de "*Andiperla willinki*" proveniente del glaciar Alemania en Tierra del Fuego (Chile), (Derecha) Ninfas de "*Andiperla willinki*" recolectadas en el Glaciar Bernal (Chile). Fuente: Vera et al., (2012).

Por su parte, glaciares rocosos en los Alpes mostraron una relación entre la abundancia de vegetación y la dinámica del permafrost (temperatura del aire, radiación y la cubierta de nieve), demostrando que una cubierta vegetal con especies pioneras y gran abundancia de musgos implica una presencia de permafrost, todo esto propiciado por el material detrítico fino (arcilla / limo y arena fina), abastecimiento de agua y microclima favorable en sitios protegidos de movimientos repentinos (Conradin *et al.*, 2004).

Los glaciares en su conjunto también aportan agua a los denominados caudales ecológicos mínimos³⁴, cuya fuente de agua sirve para mantener la estructura, función y salud de los ecosistemas asociados a cursos de agua, como los lagos y humedales alto andinos, los cuales proveen de hábitat para mantener la biodiversidad de gran variedad de especies acuáticas, anfibios, aves y mamíferos. El caudal ecológico mínimo en Chile es definido según el artículo 3° del Reglamento para la determinación de caudal ecológico del año 2012 como "El caudal equivalente al veinte por ciento del caudal medio mensual de la respectiva fuente superficial con el límite máximo del veinte por ciento del caudal medio anual establecido en el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas" (MMA, 2012).

En las regiones montañosas, la riqueza y abundancia de especies decrece con la altitud, en gran medida atribuible por la menor proporción de terreno disponible, no obstante lo anterior, el endemismo a menudo aumenta, debido al aislamiento topográfico y rápida generación y pérdida de corredores que permiten la migración y dispersión de las especies (SAG, 2011). Los ecosistemas de montañas son frágiles ya que su biodiversidad debe adaptarse a condiciones

³⁴ El caudal ecológico mínimo es entendido como el que se impone a los nuevos derechos de aprovechamiento de aguas que se constituyen en cauces naturales de agua, teniendo por objetivo evitar que los efectos abióticos, tales como la disminución del perímetro mojado, la profundidad, la velocidad de la corriente y los incrementos en la concentración de nutrientes producidos por la reducción del caudal, alteren significativamente las condiciones naturales pertinentes del cauce, impidiendo o limitando el desarrollo de los componentes bióticos y abióticos del sistema, o alterando significativamente la dinámica y funciones del ecosistema. Ministerio de Medio ambiente, Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, Acuerdo N°4/2012 Titulo I Artículo 2.

difíciles de pendiente, temperatura, radiación, suelos delgados y continuas perturbaciones, poniendo en jaque las recuperaciones ecológicas.

En Antártica, a pesar de las hostiles condiciones climáticas que se presentan, el mar ecológicamente rico en alimento hace que se puedan desarrollar comunidades de Pingüinos emperador, albatros y ballenas azules (el animal más grande del mundo). También hay varias especies de algas, líquenes, musgos y hongos, las que han desarrollado una fuerte resistencia a las heladas y a la deshidratación, adquiriendo la capacidad de crecer rápidamente en los breves períodos de condiciones favorables. Por su parte, en el Ártico se puede encontrar gran número de especies de mamíferos terrestres, los que comprenden: musarañas, liebres, lobos, ciervos, roedores, osos y zorros. No obstante lo anterior, la mayoría de estas especies basan su adaptación en las migraciones invernales hacia el sur para enfrentar los crudos inviernos. Otros animales entran en estado de hibernación, como la marmota de Alaska (Hambrey and Jurg, 2004).

Por último, y según lo anteriormente expuesto, los glaciares constituyen un contexto ecológico que se basa en todo un sistema que restringe pero que a su vez permite la existencia de biodiversidad (en ocasiones con altos niveles de endemismo). Además, los glaciares en su rol de modeladores del territorio, como formadores de lagunas, morrenas, anchos valles, entre otras formas asociadas, ofrecen también importantes espacios para la colonización y posterior desarrollos de especies.

3.5.3. Servicios Culturales

3.5.3.1. *Turismo y Recreación*

Gran número de glaciares presentan un potencial turístico desde el punto de vista del disfrute de percepción paisajística por sus atributos morfológicos de carácter estético (tamaño, forma, color, etc). Es así como los glaciares sustentan parte de la industria del turismo con actividades del denominado turismo aventura o de intereses especiales, como escalada en hielo, caminatas, travesías, ski, fotografía, vuelos charter, avistamiento de caída de témpanos, navegación por fiordos y lagunas proglaciares, entre otros. Además, la sola majestuosidad de

estos cuerpos de hielo ofrece un buen complemento para varias zonas que agrupan distintos intereses turísticos, como es el caso de gran cantidad de parques nacionales y reservas naturales, en donde los glaciares son un elemento más de las riquezas turístico-ambientales, además, la gran importancia de los glaciares como indicadores de cambio climático, sumado a su tendencia mundial de retroceso los hacen cada vez más cotizados para conocerlos.

Se han hecho libros enteros dedicados a fotografías de regiones englaciadas, en donde se immortalizan sus formas, colores, composición de paisajes y biodiversidad entre otras. Conocidos son en Chile por su singular valor paisajístico los glaciares: La Paloma, San Francisco y Colgante del Morado en la Región Metropolitana, Universidad y Cipreses en la Región del Libertados Bernardo O'Higgins, La Sierra Nevada dentro del Parque Nacional Conguillío en la región de la Araucanía, los glaciares ubicados sobre los conos volcánicos del Volcán Villarrica en la Región de la Araucanía y Volcán Osorno en la Región de los Lagos, y en la Patagonia, los glaciares Exploradores y San Rafael en Campo de Hielo Norte y el glaciar Grey dentro del Parque Nacional Torres del Paine, solo por nombrar algunos.

3.5.3.2. *Misticismo y Culto*

Las zonas montañosas en su conjunto suelen ser objeto de admiración, culto y misticismo para algunas culturas, dado lo complejo de acceder a ellas, a su intrínseca hostilidad y a los grandes procesos naturales que se desarrollan en aquellas áreas. Es así como Grebe (1991), plantea que en las culturas indígenas andinas Quechua, Aymará, Atacameña y Mapuche, se reconoce la existencia de espíritus de la naturaleza silvestre, quienes en su calidad de guardianes de ciertos fenómenos naturales, regulan, controlan y velan por el equilibrio y bienestar, en donde cada elemento de la naturaleza pertenece a quien la ha generado, por lo tanto, al hombre solo le pertenece lo que ha plantado. En este sentido y puesto que, en la actualidad, la mayoría de las reservas de naturaleza virgen se ubican por lo general en las altas montañas, estas son vistas como un lugar cargado de potencia y densamente poblada por espíritus de la naturaleza, entre los cuales, los espíritus del agua, la tierra, las piedras, el viento, etc., interactúan entre sí, generando una red simbiótica de complejas conexiones.

Según Grebe (1991), en la cultura Aymara, los *Uywiri* son espíritus de la montaña que protegen el bienestar y la fertilidad. En la cultura Atacameña, los *Tata-Mayllkus* o *Tata-Cerros* son

venerados por ser espíritus que moran en cerros, montañas y volcanes, dueños de las fuentes de aguas generadas en sus cumbres, proporcionando agua para cultivos, por lo tanto permitiendo la vida del hombre y su ganado. Por su parte, en la cultura Mapuche, los *Negen-Winkul* representan a los espíritus de las grandes montañas y volcanes y el *Ngen-Ko* es el espíritu que controla las aguas velando por la limpieza y mantención de su flujo.

Como es posible notar, según lo anteriormente expuesto, la mitología andina ya reconoce el importante rol de las montañas en la supervivencia de los pueblos originarios, mediante la provisión y regulación continua de los flujos hídricos que bajan de la cordillera, pudiendo con esto mantener cultivos, animales y todo el sistema de vida.

3.5.3.3. Laboratorios Naturales para Educación y Estudios Científicos

Por sus características de gran dinamismo e interacción con variables meteorológicas, topográficas, latitudinales, etc., los glaciares se constituyen como laboratorios naturales para el desarrollo de la ciencia, permitiendo un gran número de posibilidades de monitoreo tanto en terreno como en gabinete. Dentro de los estudios científicos que más se desarrollan en los glaciares, están los relacionados con los paleoclimas, ya que los glaciares son buenos indicadores de cambios climáticos, puesto que reaccionan a dichas anomalías atmosféricas entregando o acumulando mayor cantidad de agua a las cuencas donde drenan sus aguas, esto se ve reflejado directamente en las variaciones de la superficie y en el volumen de los glaciares. Además, en algunos glaciares se puede describir situaciones pasadas del clima y eventos volcánicos entre otros, mediante testigos de hielo, calicatas y observaciones de frentes abruptos.

Los glaciares conservan atrapadas pequeñas burbujas de aire entre los cristales de hielo, las cuales son remanentes del pasado de la atmósfera en el momento de la precipitación de la nieve que luego se transformó en hielo, el análisis de estas burbujas de aire junto con las partículas de polen, permiten reconstruir las características de la atmósfera de tiempos pasados (DGA-Geoestudios, 2008). La información obtenida de los núcleos de hielo ha tenido un papel importante en la caracterización de los cambios pasados en escalas de tiempo que van desde décadas a las edades de hielo (Bamber y Payne, 2004).

3.6. Áreas Silvestres Protegidas y Glaciares

Como ya se ha explicitado en este estudio, la única instancia de protección y conservación de glaciares en Chile es a través de su inclusión en un área protegida, puesto que los glaciares forman parte integrante de ellas y se rigen bajo sus planes de manejo.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2008) define Área Protegida como “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza, de sus servicios sistémicos y sus valores culturales asociados”.

En Chile, la legislación contempla una definición de área protegida en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo N° 95, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia como “cualquier porción del territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental”.

En 1984, se dicta la ley 18.362, que crearía el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), y pese a que nunca ha entrado en vigencia, se encuentra operativo como práctica consuetudinaria para la gestión y administración del patrimonio natural de Chile, y en este sentido también para la gestión y conservación de ecosistemas de áreas englaciadas.

En el cuadro siguiente se presentan las categorías de áreas protegidas legalmente reconocidas en Chile y que cuentan con glaciares dentro de sus límites.

Cuadro 4. Categorías de sitios protegidos con glaciares, reconocidas legalmente en Chile y servicios fiscalizadores y administradores.

Categorías de conservación	Servicio o Entidad que administra	Cuerpo normativo
Parques Nacionales (SNASPE)	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Los proyectos o actividades desarrollados en estas áreas deberán someterse al Sistema de Evaluación de impacto Ambiental (Artículo 3, letra p Decreto 30/1997, modificado por Decreto 95/2002, y Decreto 40/2013)
Reservas Nacionales (SNASPE)	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	
Monumentos Naturales (SNASPE)	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	
Santuarios de la Naturaleza	Ministerio del Medio Ambiente. Anteriormente Consejo de Monumentos Nacionales	
Sitios prioritarios	Ministerio del Medio Ambiente	OF.ORD.D.E. N°100143 de 2010 del Ministerio del Medio Ambiente
Humedales de Importancia Internacional (Sitios RAMSAR)	Ministerio de Relaciones Exteriores	Ley 20.417 incorpora los humedales protegidos (letra d, artículo 11 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417)
Bienes Nacionales Protegidos o Inmuebles Fiscales Destinados para Fines de Conservación Ambiental	Ministerio de Bienes Nacionales	
Reservas de la Biosfera	CONAF	
Áreas Protegidas Privadas		

3.6.1. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

El SNASPE corresponde a aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. El sistema está formado por 3 categorías operativas de manejo, las cuales fueron analizadas en este estudio para determinar el número y la superficie de glaciares que se encuentra bajo su tutela, además de incluir un estudio de caso mediante la valoración de algunos de los servicios ecosistémicos de los glaciares del Monumento Natural El Morado.

En la actualidad el SNASPE tiene 100 unidades, distribuidas en 36 Parques Nacionales, 49 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, todas ellas administradas por CONAF:

- a) Parque Nacional: Área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de auto perpetuarse.

- b) Reserva Nacional: Área de conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna.
- c) Monumento Natural: Área destinada a la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y, en la medida que sea compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación y/o recreación.

3.6.2. Otras Categorías de Sitios Protegidos con Glaciares

- a) Santuarios de la Naturaleza: Son todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado (MMA, 2011).
- b) Sitios Prioritarios para Conservar de la Biodiversidad: Constituyen áreas terrestres, marinas o costero-marinas de alto valor para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, identificada por su aporte a la representatividad ecosistémica, por su singularidad ecológica o por constituir un hábitat de especies amenazadas (MMA, 2011).
- c) Sitios Ramsar (Humedales Oficiales): Es un tratado intergubernamental del año 1971, cuya misión es la conservación y uso racional de los humedales. En Chile hay 12 humedales Ramsar (MMA, 2011).
- d) Reservas de la Biósfera: Corresponden a áreas geográficas representativas de los diferentes hábitats del planeta. Estas áreas deben cumplir con tres funciones complementarias: una función de conservación para proteger los recursos genéticos, los ecosistemas y los paisajes; una función de desarrollo, a fin de promover un desarrollo económico sostenible; y una función de apoyo logístico, para respaldar actividades de investigación y educación (MMA, 2011).

- e) Bienes Nacionales Protegidos (BNP): Constituyen un subsistema del Sistema de Áreas Protegidas de Chile, cuyo instrumento de protección consiste en la autodesignación y posterior concesión a terceros para proyectos con fines de conservación y desarrollo sustentable (MMA, 2011).
- f) Áreas Protegidas Privadas (APP): Corresponden a iniciativas de protección de carácter privado que han surgido por parte de diversas instituciones, organizaciones no gubernamentales o ciudadanos organizados (MMA, 2011).

3.7. Glaciares y Turismo de Naturaleza

Los glaciares se han constituido como objeto de admiración paisajística, al punto de que en Chile son varios los destinos turísticos que incluyen glaciares como atractivos de gran importancia. A modo de ejemplo y solo por mencionar algunos, está el glaciar San Rafael (dentro del Parque Nacional San Rafael), el cual es el punto de termino de los tour a la Laguna del mismo nombre, los glaciares del Parque Nacional Torres del Paine, los tour por los fiordos patagónicos en donde los glaciares muestran su majestuosidad y los glaciares de montaña en la zona central como el glaciar Colgante del Morado, el glaciar San Francisco y el glaciar la Paloma, entre otros.

De este modo, el turismo en glaciares corresponde al tipo de turismo de naturaleza, el cual por lo general se desarrolla en territorios con áreas protegidas y por tanto la puesta en valor de estas actividades tienen un importante papel en la conservación de los recursos.

El viaje turístico radica en la necesidad del ser humano por lograr un cambio del paisaje que lo circunda, en este sentido, el desplazarse hacia otros sectores responde a una necesidad de desconexión momentánea del ritmo de vida cotidiano, que en definitiva busca un disfrute de la naturaleza a través de la percepción, interpretación y conservación de la misma. Estas motivaciones de alejarse del lugar cotidiano para acercarse a otro que brinda una alternativa de paisaje, Dann (1981) los denominó como factores de atracción y factores de expulsión.

En cuanto a la definición del concepto de turismo, Burkart y Medlik (1981), lo definen como "los desplazamientos cortos y temporales de la gente hacia destinos fuera del lugar de residencia y de trabajo, y las actividades emprendidas durante la estancia en esos destinos". Por su parte, la

Organización Mundial del Turismo (OMT, 1996), plantea que turismo son "las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio y otros.

En este estudio se valoró el servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares dentro del Monumento Natural El Morado, el cual según lo aquí expuesto, es un sitio protegido en el que se practica principalmente el turismo de naturaleza, y sus visitantes corresponden al tipo de turista de turismo interior (doméstico y receptivo), puesto que recibe visitantes chilenos y extranjeros en Chile.

3.8. Valoración de Servicios Ecosistémicos de Glaciares como Herramienta de Gestión para la Conservación

Los glaciares en Chile juegan un rol esencial en la dinámica natural, en los ciclos ecológicos y en el bienestar general de la población, dado que estos cuerpos de hielo prestan variados servicios ecosistémicos, entre los cuales se pueden mencionar: que son reservorios estratégicos de agua dulce, regulan el régimen hídrico de las cuencas reteniendo agua en periodos de alta pluviosidad y liberando agua en periodos secos, generan microclimas que permiten el desarrollo de biodiversidad y endemismos, son objeto de admiración y contribuyen a la belleza escénica de los paisajes, se presentan como aulas al aire libre para la investigación científica de la dinámica natural y se manifiestan como indicadores sensibles al cambio climático.

La provisión y mantención de estos servicios ecosistémicos, toma cada vez más relevancia debido a la merma ambiental acelerada que los glaciares han sufrido en las últimas décadas y las demandas crecientes de agua por parte de la población y por actividades económicas. De ahí que poner de manifiesto su importancia es crucial para valorar los beneficios que entregan para los ecosistemas y para la sociedad en su conjunto.

Los glaciares, a pesar de estar ubicados mayoritariamente en lugares poco accesibles y presentar frecuentemente condiciones climáticas hostiles, estas condiciones no constituyen un obstáculo para el establecimiento de actividades económicas no necesariamente compatibles con la conservación de los mismos. Por ejemplo algunos proyectos mineros (principal actividad

económica de Chile) han realizado acciones, tales como cubrir zonas de glaciares con materiales de desecho, extirpar secciones con el fin de despejar las vetas y construir caminos, e incluso han propuesto removerlos y trasladarlos. En este sentido, es relevante plantear herramientas de gestión para conservar estas reservas estratégicas de agua, y mantenerlas libres de impactos que pudieren afectar la provisión hídrica para la población, la agricultura, los humedales, la recarga de acuíferos y los caudales ecológicos que mantienen la biodiversidad de los ecosistemas aguas abajo.

Como herramientas de conservación del abastecimiento hídrico, países como Ecuador tienen un sistema de pago por servicio ambiental (PSA), mediante el cual se cobra un 20% adicional en la tarifa por abastecimiento de agua, mas tarde estos ingresos son invertidos en la conservación de la cabecera de la cuenca, donde propietarios privados reciben un pago condicional para la protección (Cabrera, 2010). En Chile un esquema de las características antes mencionadas resultaría en la actualidad casi imposible de implementar, puesto que el código de aguas chileno al separar el agua del territorio, no permite establecer una gestión integrada efectiva de las cuencas, lo que implica que puede haber dueños del agua, los cuales no necesariamente son los dueños del terreno por donde fluye ese caudal, produciendo una desterritorialización del recurso hídrico con el medio físico que lo sustenta.

En Chile gran parte del territorio es abastecido hídricamente por el aporte de cuencas con dominio nivoglaciario, en este sentido, el realizar una valoración de los servicios ecosistémicos o parte de los servicios ecosistémicos provistos por los glaciares, ayudaría sin duda a demostrar la relevancia que implica adoptar medidas de conservación para los glaciares e implementar severos planes de mitigación ambiental cuando proyectos económicos que resulten viables, amenacen en alguna forma el comportamiento ecosistémico natural de los glaciares. Además, este mecanismo serviría para establecer un valor efectivo de recaudación para invertir en la mantención y conservación de estos ecosistemas. En este sentido, la valoración de servicios ecosistémicos, se transforma en una herramienta de gestión en pos de un esfuerzo por vincular a los tomadores de decisiones y al público en general acerca de la importancia de la mantención de los ciclos naturales de los glaciares en relación al bienestar humano. Sin duda que este es un momento en el que el tema de la valoración de los servicios ecosistémicos de glaciares debe abordarse aún con más ímpetu, puesto que la sociedad chilena está consciente de que en el país los glaciares no cuentan con una normativa específica que asegure su protección, y a su vez está al tanto de que es importante tratar a nivel país esta temática, lo que

ha propiciado un debate público entre diferentes actores políticos y sociales que buscan proponer y acordar maneras de establecer normativas que aseguren la continuidad de los ecosistemas glaciares. Y en este contexto, la inclusión masiva de conceptos como el de "servicios ecosistémicos" y "métodos de valoración de beneficios ecosistémicos" tiene un rol importante que jugar en el delineamiento de propuestas de conservación.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización Glaciológica de Chile (Objetivo 1)

Antes de comenzar con el análisis específico de los glaciares chilenos, es necesario entregar una visión global de la criósfera, con el fin de contextualizar a Chile en el ámbito mundial y regional.

4.1.1. Contexto Glaciológico Mundial

La cantidad mundial de hielo estimada por macroregiones, se aproxima a lo siguiente:

Cuadro 5. Distribución mundial de las masas de hielo.
Fuente: Modificado de WGI (1989), en Hambrey and Jürg (2004).

Región	Superficie de hielo km ²	% de superficie de Hielo
África	10	0,0001%
Antártica	13.593.310	85,7%
Asia y Europa del Este	185.211	1,17%
Australasia (Nueva Zelanda)	860	0,01%
Europa (oeste)	53.967	0,34%
Groenlandia	1.726.400	10,88%
Norte América	276.100	1,74%
América del Sur	25.908	0,16%
Total Mundo	15.861.766	100%

Lo anterior denota que las mayores masas de hielo se encuentran en la Antártica y Groenlandia, sumando entre ambas un 96,5% del total del hielo estimado a nivel mundial. No obstante lo anterior, las masas de hielo continentales que se encuentran en las montañas de Norteamérica, Sudamérica y Europa, juegan también un importante rol en el desarrollo de estas regiones.

Para el caso de Sudamérica, si bien el cuadro anterior estima un total de hielo de 25.908 km², con una representación del 0,16% a nivel mundial, el informe 2013 del IPCC³⁵ entrega una

³⁵ Intergovernmental Panel on Climate Change.

estimación de 29.361 km². Chile posee un total de 24.114 glaciares con una superficie de 23.641 km² (según el Inventario Nacional de Glaciares concluido por la DGA el año 2014), lo que lo convertiría en el país con la mayor cobertura de hielo de la Región, concentrando un 80,5% del total de superficie englaciada (Figura 16).

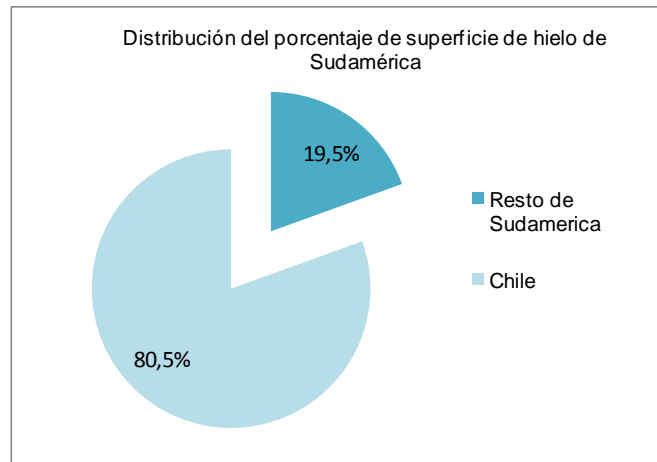


Figura 16. Distribución del porcentaje de superficie de hielo de Sudamérica.
Fuente. Elaboración propia.

4.1.2. Contexto Glaciológico Nacional

Los glaciares presentes en el territorio nacional se manifiestan con una amplia distribución latitudinal, abarcando todo el largo del país desde los 17°38' de latitud sur en la región de Arica y Parinacota, hasta los 55°27' de latitud sur en el Cabo de Hornos (Región de Magallanes y Antártica Chilena). La magnitud de tamaños de los glaciares también es amplia, variando entre los más pequeños con alrededor de 0,01 km², los cuales esencialmente corresponden a los denominados glaciaretos y glaciares rocosos, y por el contrario, los glaciares con tamaños por sobre los 100 km² de superficie, correspondientes casi en su totalidad a los efluentes de los campos de Hielo Norte y Sur en las regiones de Aysén y Magallanes. En este último contexto, se puede establecer que el glaciar más grande de todo el territorio nacional es el Pío XI con 1.241 km² y corresponde a un efluente de la fachada occidental del Campo de Hielo Sur. Pero la relevancia de este glaciar también radica en que es uno de los dos glaciares en Chile (junto al glaciar Garibaldi, ubicado en Cordillera Darwin en la Región de Magallanes) que se ha detectado que aún avanza, contraviniendo la marcada tendencia hacia el retroceso del resto de los cuerpos de hielo. Según Rivera *et al.* (2000), ya se detectaba una variación positiva para el

glaciar Pío XI de 10,5 km en el periodo comprendido entre los años 1830-1925. Por último, un estudio reciente estableció una variación frontal positiva (avance del frente del glaciar) de aproximadamente 11,2 km entre los años 1830 y 2009 (Figura 17) (DGA-CECs, 2011). Por su parte, el mismo estudio de la DGA realizado el 2011 logró establecer (luego del análisis de alrededor de 140 glaciares distribuidos a lo largo de todo el país) una tendencia generalizada de retroceso frontal y reducción de áreas glaciares, destacando en forma particular los retrocesos de Chile central y de los glaciares sobre los volcanes de la zona centro-sur del país, además, se logró establecer en la zona sur y austral que los glaciares con frentes sobre agua generan caídas de témpanos (proceso conocido como Calving), lo que hace que puedan tener cambios frontales muy fuertes, aún así, se vincula la tendencia de retroceso y disminución generalizada de masa de hielo a los cambios de temperaturas y precipitaciones que afectan a Chile.

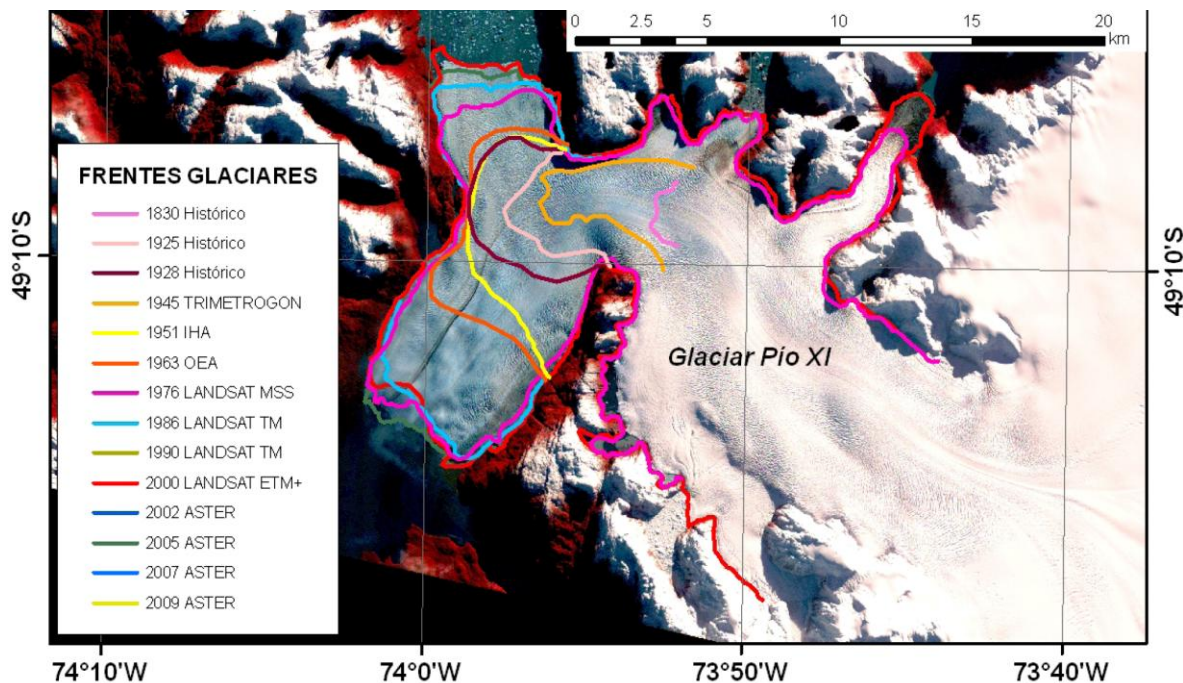


Figura 17. Cambios en el frente del glaciar Pío XI.
Fuente: DGA-CECs (2011).

4.1.3. Clasificación Morfológica de Glaciares en Chile³⁶

Dentro de la clasificación morfológica de glaciares se tiene que de los 24.114 glaciares, la gran mayoría corresponde a la categoría denominada como glaciaretos con una representación del

³⁶ Datos obtenidos del Inventario Nacional de Glaciares (DGA , 2014).

52,2%, sin embargo, esta categoría contiene a los glaciares cuyo tamaño varía entre los 0,01 y los 0,1 km², por lo que si bien es cierto en número representan la gran mayoría a nivel nacional, en cuanto a su superficie acumulada su aporte es escaso (solo un 1,9%) en comparación con otros tipos de glaciares como los definidos como efluentes de Campo de Hielo, los que representan el 58,6% del total de la superficie englaciada del país, debido al gran tamaño de cada uno de estos cuerpos de hielo, pese a que en número solo representan el 1,5% a nivel nacional, en conjunto el Campo de Hielo Norte más el Campo de Hielo Sur suman un total de 366 glaciares y una superficie total de de 13.851 km² (Cuadro 6 y Figura 18).

Cuadro 6. Número de glaciares y superficie (km²) por clasificación morfológica a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Clasificación Morfológica	N° de glaciares	Superficie km ²	% N° Glaciares	% Superficie de Glaciares
Glaciarete	12.597	445,8	52,2%	1,9%
Glaciar de Montaña	8.019	6.617,9	33,3%	28%
Glaciar Rocoso	2.831	369,9	11,7%	1,6%
Efluente Campo de Hielo	366	13.851,1	1,5%	58,6%
Glaciar de Valle	301	2.356,7	1,2%	10,0%
Total	24.114	23.641,4	100%	100%

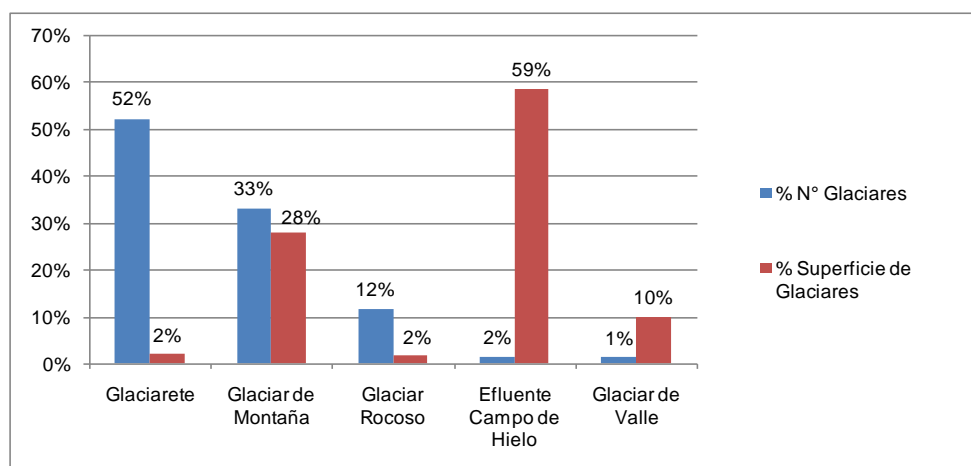


Figura 18. Número de glaciares y superficie (km²) por clasificación morfológica a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Dentro de la división político administrativa de Chile (15 regiones), se pueden percibir grandes diferencias en cuanto al número de glaciares y a la superficie englaciada presente en cada una de ellas, destacándose una tendencia notoria hacia el incremento en cantidad de glaciares y superficie en las regiones de Chile central (Valparaíso y Metropolitana) y austral (Aysén y Magallanes) (Cuadro 7 y Figura 19).

Cuadro 7. Distribución de glaciares por división Político-Administrativa.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Región	N° de glaciares	Superficie glaciar (km ²)
Arica y Parinacota	327	30,4
Tarapacá	91	6,4
Antofagasta	139	7,2
Atacama	749	87,9
Coquimbo	836	48,3
Valparaíso	715	135,8
Metropolitana	999	388,3
O'Higgins	683	292,3
Maule	218	38,2
Biobio	194	39,8
Araucanía	140	64,5
Los Ríos	50	36,8
Los Lagos	3.225	928,9
Aysén	8.943	10.214,7
Magallanes	6.805	11.321,9
Total	24.114	23.641,4

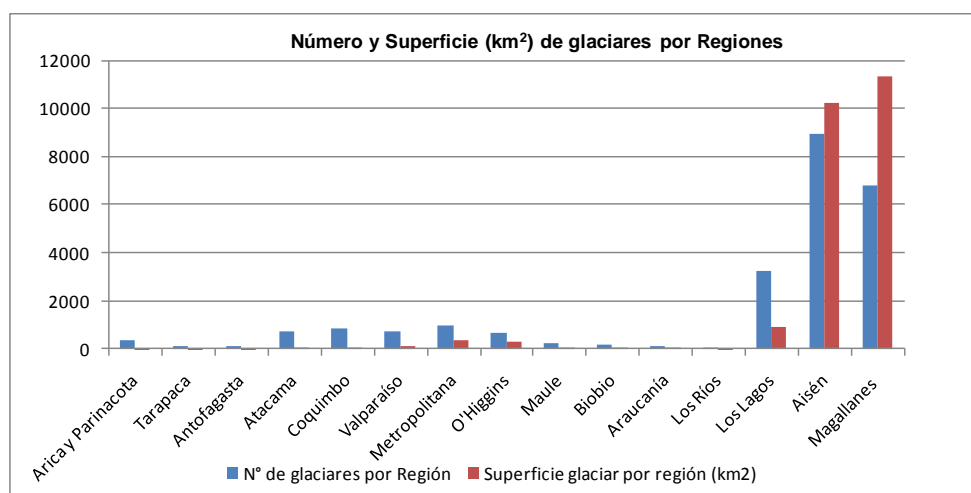


Figura 19. Distribución de glaciares por división Político-Administrativa.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

4.1.4. Exposición y Altitud de los Glaciares Chilenos

En cuanto a la exposición de los glaciares a nivel nacional, la gran mayoría de estos presenta una orientación sur-este (SE) con un total de 5.194 glaciares, lo que corresponde al 21,5% del total de glaciares, sin embargo, la mayor cantidad de superficie englaciada corresponde a la orientación oeste (W) con 7.475 km², correspondiente al 31,6% del total de superficie de hielo en el país, esto último influenciado por el gran tamaño de los glaciares que fluyen hacia la fachada occidental de los campos de Hielo Norte y Sur (Cuadro 8 y Figura 20).

Cuadro 8. Número y superficie de glaciares clasificados por exposición.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Exposición	N° de glaciares	Superficie (km ²)
N	1.883	2.134,5
NE	2.807	1.656,9
E	3.950	3.249,2
SE	5.194	3.153
S	4.125	1.742
SW	2.943	2.805,4
W	1.828	7.475,4
NW	1.384	1.425,1
Total	24.114	23.641,4

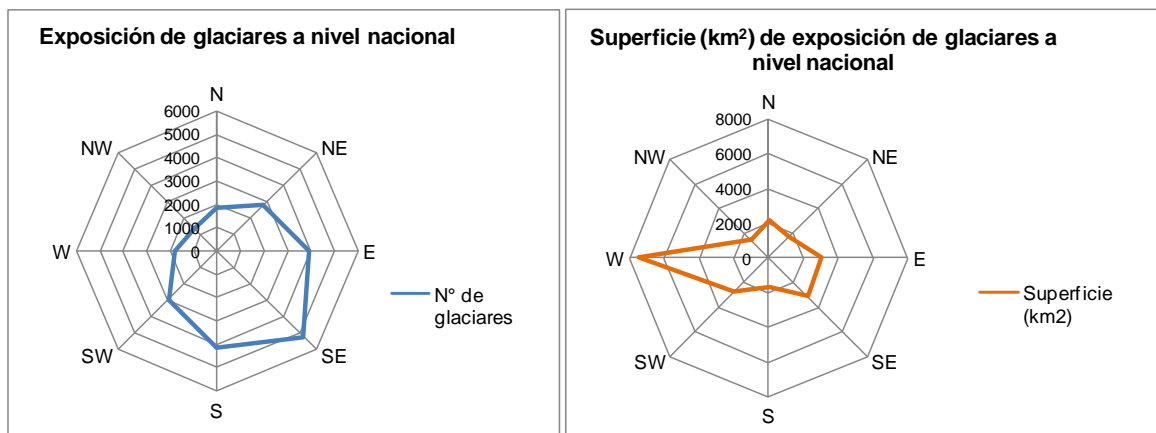


Figura 20. Número (izquierda) y superficie (derecha) de glaciares clasificados por exposición.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

En cuanto a la altitud de los glaciares sobre el nivel medio del mar a nivel nacional, aproximadamente el 57% de la superficie de hielo se ubica entre los 1.000 y los 2.000 m.s.n.m., muy similar a la tendencia que se aprecia en la frecuencia de glaciares por altitud media (Figura

21). Las altitudes extremas van desde unos pocos metros sobre el nivel del mar (0 - 500 m.s.n.m.) en las regiones de Aysén y Magallanes donde algunos de los glaciares efluentes de las fachadas occidentales de los campos de Hielo Norte y Sur terminan con su frente en los fiordos que se unen con el Océano Pacífico, como el caso de los glaciares San Rafael, San Quintín y Acodado en Campo de Hielo Norte y Bernardo, Occidental y Pío XI en Campo de Hielo Sur, solo por dar algunos ejemplos, hasta una altitud que va por sobre los 6.000 m.s.n.m. en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta y Atacama, como los glaciares sobre los volcanes Pomerape y Parinacota (ambos ubicados por sobre los 6.000 m.s.n.m. en la Región de Arica y Parinacota).

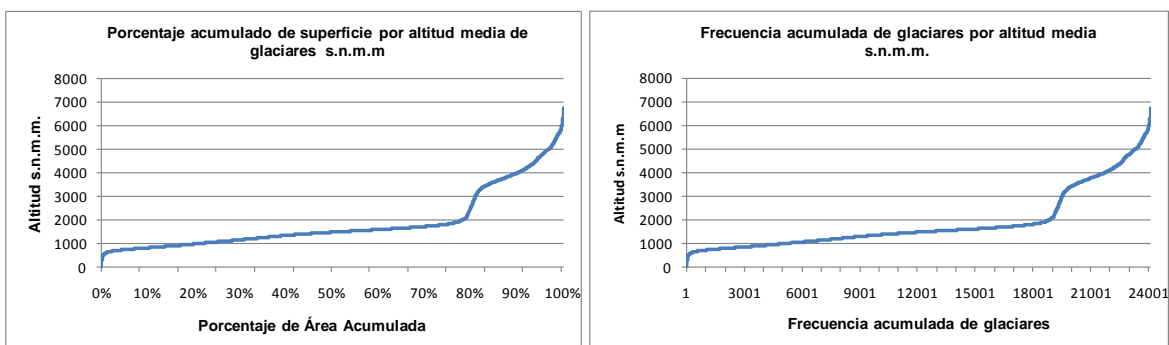


Figura 21. Frecuencia acumulada y superficie acumulada de glaciares bajo la curva hipsométrica.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

4.1.5. Zonas Glaciológicas de Chile

Debido a la variabilidad y diversidad geográfica, climática, geomorfológica, altitudinal y latitudinal del territorio chileno, la distribución del número de glaciares presenta grandes desigualdades regionales y de magnitud de las mismas masas de hielo presentes en cada zona. En este contexto, la Estrategia Nacional de Glaciares de la DGA realizada el año 2009 dividió al país en cuatro grandes zonas glaciológicas (Norte, Centro, Sur y Austral) de la siguiente manera (Figura 22):

- Zona Norte: Desde el límite con Perú hasta la cuenca del río Choapa.
- Zona Central: Desde la cuenca del río Aconcagua hasta la cuenca del río Maule
- Zona Sur: Desde la cuenca del río Itata hasta la cuenca del río Aysén.
- Zona Austral: Desde la cuenca del río Baker al extremo austral del país.

En el análisis por zonas glaciológicas, las disparidades son patentes, dado que la zona norte solo posee un 1% del total de superficie englaciada del país, la zona centro un 4%, la zona sur un 7% y la zona austral concentra el 88% de la superficie de hielo (Cuadro 9 y Figura 23).

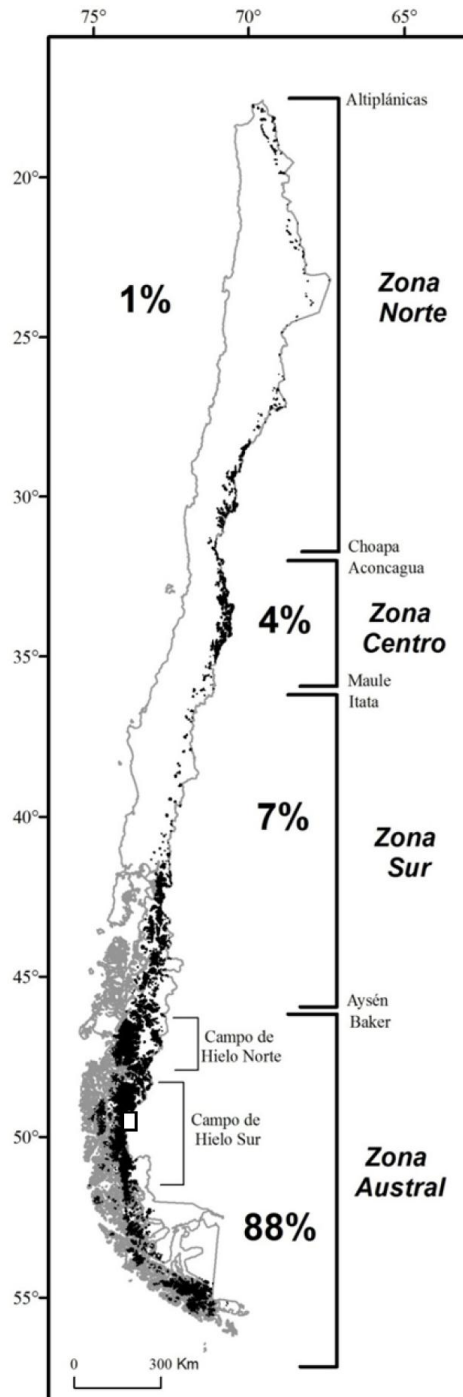


Figura 22. Distribución de glaciares a lo largo de Chile.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA, 2014.

Cuadro 9. Número y superficie total de glaciares por zona glaciológica.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Zona Glaciológica	Número de glaciares	Superficie glaciares (km ²)
Zona Norte	2.142	180,2
Zona Centro	2.615	854,7
Zona Sur	5.660	1.700,8
Zona Austral	13.697	20.905,8
Total	24.114	23.641,4

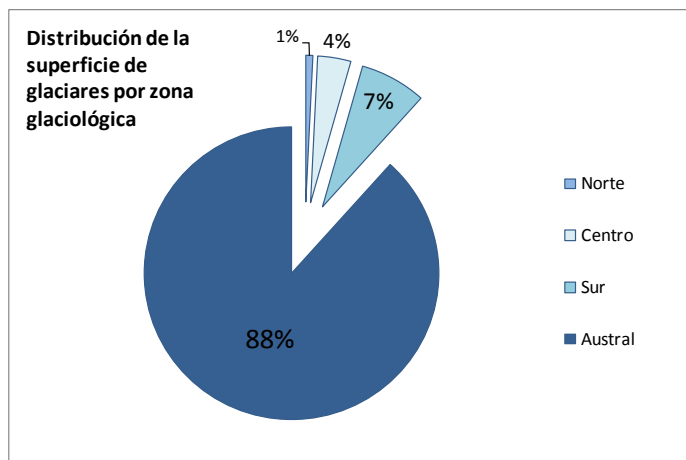


Figura 23. Porcentaje de la superficie total de glaciares por zona glaciológica.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

4.1.5.1. Zona Glaciológica Norte

La zona glaciológica Norte (desde el límite con Perú hasta la cuenca del río Choapa, 18° a 32° latitud sur), abarca desde la región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo. Es la zona más árida del país, presenta precipitaciones en el verano en la zona altiplánica producto del llamado “Invierno Altiplanico”, donde se generan algunos glaciares sobre conos volcánicos de gran altura que sobrepasan la línea de las nieves y donde las bajas temperaturas hacen posible la permanencia de cuerpos de hielo a pesar de las escasas precipitaciones (DGA-CECs, 2009).

Los glaciares presentes en esta zona, son de suma relevancia por su importante contribución a los caudales de escorrentía, además, los conflictos ambientales han sido frecuentes en los últimos años debido a proyectos mineros que no siempre resultan compatibles con la

conservación de los cuerpos de hielo y con la equidad hídrica del resto de la cuenca y sus usuarios.

4.1.5.2. Zona Glaciológica Centro

La zona glaciológica centro (desde la cuenca del río Aconcagua hasta la cuenca del río Maule, 32° a 36° latitud sur), abarca desde la región de Valparaíso hasta la Región del Maule, presenta cumbres de gran altitud y su línea de nieve se posiciona a más baja cota que en la zona norte, lo que hace posible la presencia de glaciares de mayores magnitudes (DGA-CECs, 2009). El clima dominante en la cordillera se caracteriza por una estación lluviosa extendida (por encima de 1.000 mm anuales y llegando hasta 2.500 mm en la alta cordillera del extremo sur de la zona) (DGA-CECs, 2009). La nieve estacional se funde en la estación seca producto del ascenso de la isoterma, aportando importantes volúmenes de agua a las cuencas.

La importancia de los glaciares en esta zona se relaciona principalmente con los recursos hídricos estratégicos, donde los glaciares pueden llegar a contribuir hasta con un 60-70% del caudal de escorrentía en los meses de verano de años secos (Peña y Nazarala, 1987), esto último toma especial relevancia puesto que entre las regiones de Valparaíso y el Maule, se localiza la mayor cantidad de población del país y gran parte de la actividad industrial.

4.1.5.3. Zona Glaciológica Sur

La zona glaciológica sur (desde la cuenca del río Itata hasta la cuenca del río Aysén, 36° a 46° latitud sur), abarca desde la Región del Bio-Bío hasta la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. La cordillera de los andes es más baja que en la zona central, y los glaciares se reducen a algunos conos volcánicos aislados. Las precipitaciones totales se intensifican llegando a cubrir prácticamente todo el año en su extremo más meridional. Al sur de esta zona se ubican lagos represados en su margen occidental por morrenas frontales y laterales. Más al sur, la cordillera es baja y desmembrada, con abundantes fiordos que fraccionan el territorio continental en gran cantidad de islas. Los glaciares son importantes en esta zona principalmente por los riesgos potenciales relacionados con la actividad volcánica,

pero también por el potencial para generar hidroelectricidad, y las actividades turísticas-recreacionales (DGA-CECs, 2009).

4.1.5.4. Zona Glaciológica Austral

La zona glaciológica Austral (desde la cuenca del río Baker al extremo austral del país, 46° a 56° latitud sur), abarca parte de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo hasta el extremo sur de Chile en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Se caracteriza por una mayor precipitación anual durante todo el año que el resto de las zonas glaciológicas, las temperaturas son bajas todo el año. Estas condiciones climáticas, junto a la presencia de una Cordillera andina con alturas culminantes sobre los 3.000 m.s.n.m., y a la menor altitud de la línea de nieves, permiten la existencia de grandes campos de hielo y numerosos glaciares que pueden llegar hasta el nivel del mar. La importancia de los glaciares de esta zona está relacionada con su contribución al aumento global del nivel del mar, la importancia geopolítica en zonas fronterizas, la generación de energía hidroeléctrica, los riesgos potenciales y las actividades turísticas y recreacionales que allí se realizan (DGA-CECs, 2009). Conocidos son los destinos turísticos de los glaciares San Rafael en el Parque Nacional Laguna San Rafael y los glaciares Grey y los Perros en el Parque Nacional Torres de Paine.

4.1.6. Comparación de las Zonas Glaciológicas

Dentro de las diferencias entre las distintas zonas glaciológicas se puede mencionar que en la zona norte se aprecia un fuerte predominio de los glaciares rocosos los cuales representan el 64% del número de glaciares y el 51% de la superficie total de hielo de la zona glaciológica. En importancia de superficie los siguen los glaciares de montaña y luego los glaciaretos. Cabe señalar que no hay presencia de glaciares de valle en la zona norte. Asimismo, en la zona centro la distribución de glaciares según la clasificación morfológica también muestra una preponderancia en el número de glaciares rocosos representando el 55%, siendo la zona glaciológica que contiene más glaciares de este tipo (1.456). No obstante lo anterior, el mayor aporte en superficie lo entregan los glaciares de montaña con el 33%. En esta zona ya se nota presencia de glaciares de Valle (79 glaciares) aportando el 30% de la superficie total englaciada de la Zona Centro. Por el contrario, en la Zona Sur ya no se detecta la presencia de glaciares

rocosos, en esta zona la mayor cantidad de glaciares corresponde a glaciaretos (3.467) con el 61%, no obstante lo anterior, el mayor tamaño de los glaciares de montaña hacen que este tipo de cuerpos de hielo aporten el 81% de la superficie de la zona sur. Por último en la zona austral se tiene la presencia de los dos grandes campos de hielo (Campo de Hielo Norte y Sur), los cuales representan el 66% de la superficie de la zona glaciológica y el 58% del total del hielo nacional, convirtiéndolos por ende, en los mayores cuerpos de hielo del país con 13.851 km² de superficie (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número y superficie de glaciares por zona glaciológica según clasificación morfológica.

Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Clasificación Morfológica	N° y Superficie	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Zona Austral
Glaciarete	N° de Glaciares	579	639	3.467	7.912
	Superficie (km ²)	19,7	25,7	124,3	276,1
Glaciar Rocoso	N° de Glaciares	1.375	1.456	s/r	s/r
	Superficie (km ²)	93,7	276,2	s/r	s/r
Glaciar de Montaña	N° de Glaciares	188	441	2.161	5.229
	Superficie (km ²)	66,8	288,9	1.391,5	4.870,7
Glaciar de Valle	N° de Glaciares	s/r	79	32	190
	Superficie (km ²)	s/r	263,8	185	1.907,9
Glaciar Efuyente de Campo Hielo	N° de Glaciares	s/r	s/r	s/r	366
	Superficie (km ²)	s/r	s/r	s/r	13.851,1
Total por Zona Glaciológica	N° de Glaciares	2.142	2.615	5.660	13.697
	Superficie (km ²)	180,2	854,7	1.700,8	20.905,8

*Sin registro según Inventario Nacional de Glaciares DGA (2014).

En cuanto a la exposición de los glaciares se aprecia que todas las zonas glaciológicas presentan orientaciones mayoritariamente hacia el S-E y el S, manteniendo en todas las zonas una tendencia similar al nivel nacional concatenado. Por el contrario, en cuanto a la orientación de la superficie expuesta, tanto la zona norte, centro y sur se comportan de manera congruente y similar a la exposición de total de glaciares por cada una de las zonas. No obstante lo anterior, la zona austral presenta una marcada orientación al oeste (w), producto de la magnitud de los glaciares efluentes de la fachada occidental de los campos de Hielo Norte y Sur. Cabe señalar que su importancia en cuanto a aporte de superficie es tal, que es capaz de influenciar todo el esquema nacional con la misma tendencia que la zona austral (Figura 24).

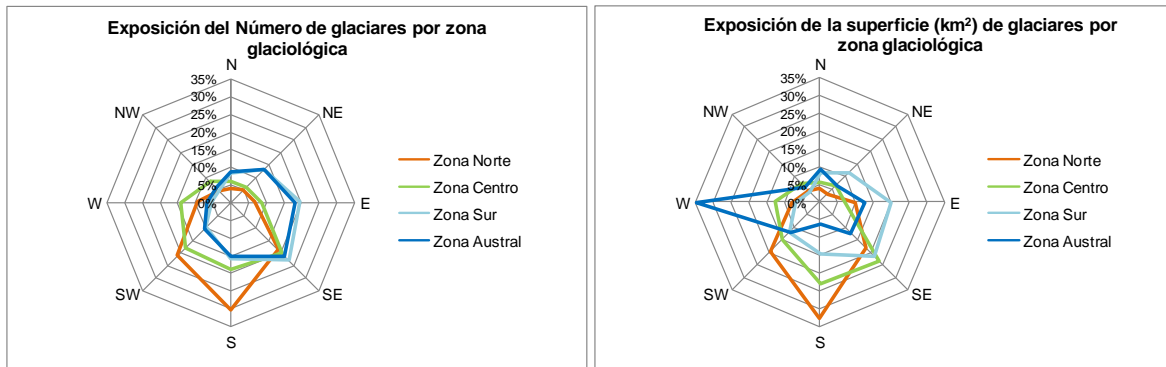


Figura 24. Exposición del número y superficie de glaciares por zona glaciológica.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

Para la altitud de los glaciares por zona glaciológica, se puede apreciar claramente una gradiente decreciente de altitud desde el norte hacia el sur, ya que los glaciares de la zona norte comienzan a aparecer desde los 3.400 m.s.n.m. y hasta casi los 6.800 m.s.n.m. Por su parte en la zona centro el desarrollo de glaciares comienza desde los 2.100 m.s.n.m y hasta los 6.100 m.s.n.m. Para la zona sur se pueden encontrar glaciares desde los 450 m.s.n.m y los más altos se encuentran a una altitud de 3.100 m.s.n.m. Por último, en la zona austral varios son los glaciares que tienen su frente desembocando en fiordos a nivel del mar como el caso del glaciar Bernardo y el Amalia (ambos en la fachada occidental de Campo de Hielo Sur), y las altitudes máximas se encuentran hasta cerca de los 2.700 m.s.n.m. Por lo tanto se puede decir que el efecto de latitud se hace patente en la distribución altitudinal de los glaciares, ya que a altas latitudes (más cerca del polo) serán zonas más frías debido al menor ángulo de incidencia de los rayos solares, mermando la disponibilidad de radiación (Espinoza *et al*, 1979), por lo que se podrán encontrar glaciares a más baja altura. Por el contrario, a latitudes bajas (más cerca del Ecuador) representan zonas más cálidas, entonces los glaciares tienen un desarrollo a mayores alturas donde las condiciones son más frías por gradiente térmico altitudinal, el cual estipula que la temperatura desciende alrededor de 6°C por cada 1.000 m de altura (Figura 25).

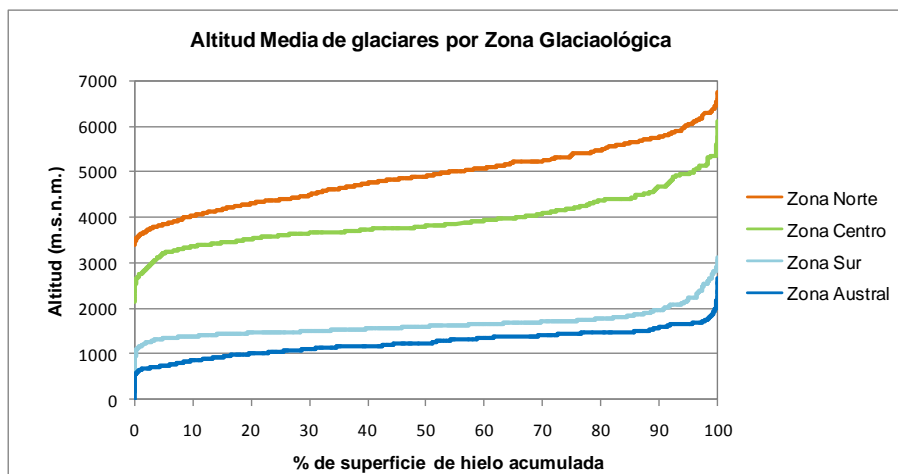


Figura 25. Porcentaje de superficie de glaciares bajo la curva hipsométrica según zonas glaciaológicas.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014).

4.1.7. Equivalente en Agua de los Glaciares a Nivel Nacional

Para el cálculo del equivalente en agua de todos los glaciares, se utilizó la fórmula para estimar el espesor medio de Chen y Ohmura (1990), puesto que Ohmura (2009), recomienda la utilización de esta para los glaciares con áreas superiores a 100 km², y a su vez, en la comparación entre los resultados de las mediciones de 18 radioeco-sondajes realizadas por la DGA en glaciares de menos de 100 km², y la aplicación de las fórmulas de Chen y Ohmura (1990) y Bahr *et al.* (1997), da como resultado una mayor coherencia aplicando Chen y Ohmura (1990) también (Figura 26).

Para los glaciares rocosos se estimó en un 50% el volumen total de hielo contenido (Barsch, 1996).

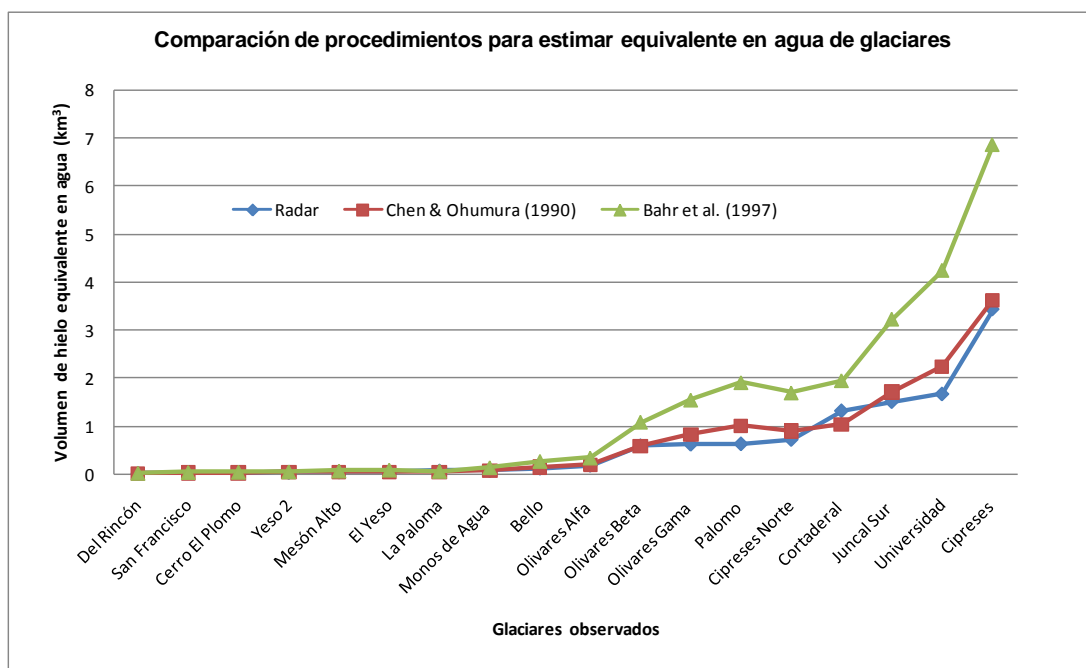


Figura 26. Comparación de fórmulas para estimar equivalente en agua de glaciares.
Fuente: Elaboración propia-DGA, 2014, en base radioeco-sondajes realizados por la DGA.

El equivalente en agua de todos los cuerpos de hielo catastrados en el inventario nacional de glaciares corresponde a un total de 3.175,6 km³, lo que equivale a aproximadamente 4.234,1 veces la capacidad máxima del embalse La Paloma ubicado en la Región de Coquimbo y el cual posee una capacidad máxima de 0,75 km³.

Por zona glaciológica, la Zona Norte posee solo el 0,1% del agua, lo que equivale a 3,1 embalses La Paloma, la Zona Centro el 0,8% (equivalente a 35,5 embalses), la Zona Sur 1,7% (equivalente a 73,8 embalses) y la Zona Austral el 97,3% (equivalente a 4.121,9 embalses) (Cuadro 11 y Figura 27).

Cuadro 11. Equivalente en agua (km³) de los glaciares por zona glaciológica.
Fuente: Elaboración propia, en base a superficies de inventario de glaciares DGA (2014) y fórmula de Chen y Ohmura (1990).

Zona Glaciológica	Número de glaciares	Superficie glaciares (km ²)	Equivalente en agua (km ³)	% de equivalente en agua	Equivalente en embalses la Paloma (0.75 km ³)
Zona Norte	2.142	180,2	2,3	0,1%	3,1
Zona Centro	2.615	854,7	26,6	0,8%	35,5
Zona Sur	5.660	1.700,8	55,3	1,7%	73,8
Zona Austral	13.697	20.905,8	3.091,4	97,3%	4.121,9
Total	24.114	23.641,4	3.175,7	100%	4.234,2

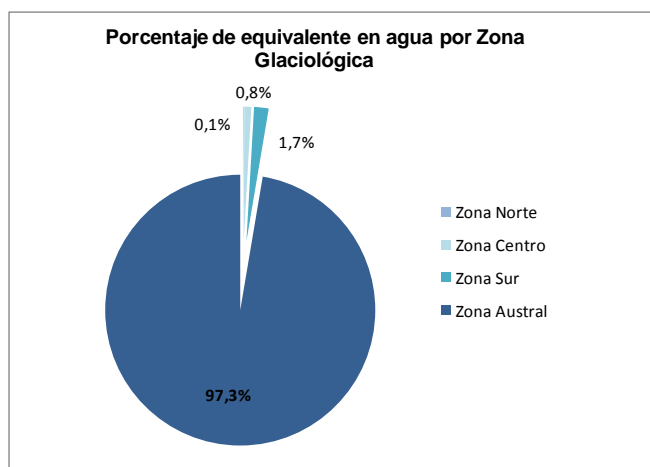


Figura 27. Porcentaje del equivalente en agua de los glaciares por zona glaciológica.
Fuente: Elaboración propia.

A nivel regional, entre las regiones de Aysén y Magallanes, concentran el 98% del equivalente en agua a nivel nacional, por ende, todas las demás regiones suman solo el 2%, aún así para las Región Metropolitana, su equivalente en agua es de 11,4 km³, correspondiente a un 0,3% a nivel nacional, equivale a 15,2 embalses La Paloma (Cuadro 12).

Cuadro 12. Equivalente en agua (km³) de los glaciares por regiones.
Fuente: Elaboración propia, en base a superficies de inventario de glaciares DGA (2014) y fórmula de Chen y Ohmura (1990).

Región	N° de glaciares por Región	Superficie glaciar por Región (km ²)	Equivalente en agua (km ³)	% de equivalente en agua	Equivalente en embalses la Paloma (0.75 km ³)
Arica y Parinacota	327	30,4	0,3	0,01%	0,4
Tarapacá	91	6,4	0,04	0,001%	0,1
Antofagasta	139	7,2	0,05	0,002%	0,1
Atacama	749	87,9	1,5	0,05%	2,0
Coquimbo	836	48,3	0,4	0,01%	0,6
Valparaíso	715	135,8	2,9	0,09%	3,9
Metropolitana	999	388,3	11,4	0,4%	15,2
O'Higgins	683	292,3	11,5	0,4%	15,4
Maule	218	38,2	0,8	0,02%	1,0
Biobio	194	39,8	1,3	0,04%	1,8
Araucanía	140	64,5	2,6	0,08%	3,4
Los Ríos	50	36,8	1,8	0,06%	2,3
Los Lagos	3.225	928,9	28,6	0,9%	38,2
Aysén	8.943	10.214,7	1.564,8	49,3%	2.086,3
Magallanes	6.805	11.321,9	1.547,7	48,7%	2.063,6
Total	24.114	23.641,4	3.175,7	100%	4.234,2

4.1.8. Resumen de Resultados (Objetivo 1)

Chile posee un total de 24.114 glaciares con una superficie de 23.641,4 km² (según el inventario Nacional de Glaciares concluido por la DGA el año 2014), lo que lo convierte en el país con la mayor cobertura de hielo de Sudamérica (cerca del 80,5%).

Los glaciares presentes en el territorio nacional se manifiestan con una amplia distribución a lo largo de todo el país, y se pueden percibir grandes diferencias en cuanto al número de glaciares y a la superficie englaciada, notándose una tendencia notoria hacia el incremento en cantidad de glaciares y superficie en las regiones de Chile central (Valparaíso y Metropolitana) y austral (Aysén y Magallanes). Esto último, debido a la variabilidad y diversidad geográfica, climática, geomorfológica, altitudinal y latitudinal del territorio chileno, lo que hace que la distribución del número de glaciares presente grandes desigualdades regionales y de magnitud de las mismas masas de hielo en cada zona. La zona norte solo posee un 1% del total de superficie englaciada del país, la zona centro un 4%, la zona austral un 7% y la zona austral concentra el 88% de la superficie de hielo.

En la zona norte se aprecia un fuerte predominio de los glaciares rocosos, los cuales van perdiendo representatividad más al sur, dando paso a la mayor importancia en términos de superficie a los glaciares de montaña en la zona centro y sur, en esta última ya no se detecta presencia de glaciares rocosos. Por último en la zona austral, la presencia de los dos grandes campos de hielo (Campo de Hielo Norte y Sur), representan el 58% del total del hielo nacional, convirtiéndolos por ende, en los mayores cuerpos de hielo del país con 13.851,1 km² de superficie.

Por último, El equivalente en agua de todos los cuerpos de hielo catastrados en el inventario nacional de glaciares corresponde a un total de 3.175,7 km³, lo que equivale a aproximadamente 4.234,2 veces la capacidad máxima del embalse La Paloma ubicado en la Región de Coquimbo y el cual posee una capacidad máxima de 0,75 km³. La Zona Norte posee solo el 0,1% del agua, lo que equivale a 3,1 embalses La Paloma, la Zona Centro el 0,8% (equivalente a 35,5 embalses), la Zona Sur 1,7% (equivalente a 73,8 embalses) y la Zona Austral el 97,3% (equivalente a 4.121,9 embalses).

4.2. Glaciares Insertos en Áreas Protegidas (Objetivo 2)

Como ya se mencionó anteriormente, Chile posee aproximadamente 24.114 glaciares con una superficie de 23.641,4 km². Estos cuerpos de hielo son relevantes en un amplio abanico de ámbitos, puesto que proveen importantes servicios ecosistémicos como el almacenaje de agua, la regulación y la provisión hídrica de las cuencas, además del disfrute paisajístico como forma de turismo y recreación, entre otros. En este sentido, como los glaciares forman parte de las cabeceras de los distintos ecosistemas desde el norte hasta la zona austral de Chile, es relevante que también se encuentren representados y contenidos dentro de las distintas figuras de protección de áreas silvestres.

La DGA, con el inventario nacional de glaciares provee de la información necesaria para conocer donde se encuentran todos los cuerpos de hielo del país, y a su vez, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), maneja mediante su plataforma de información ciudadana todos los polígonos pertenecientes a las figuras de protección de áreas silvestres (ASP), por lo que el cruce entre ambas bases de datos entregó resultados importantes respecto de conocer el número y la superficie de hielo inserto dentro de alguna ASP.

La protección más explícita de los glaciares es a través del sistema de áreas protegidas, esto debido a que los planes de manejo como instrumentos de gestión hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englaciadas dentro de las zonas protegidas. Además, la Ley N°20.417 (que modifica la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente), estipula que los glaciares situados al interior de las áreas protegidas forman parte de éstas y siguen su régimen.

4.2.1. Glaciares dentro el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

4.2.1.1. Glaciares dentro de Parques Nacionales

El SNASPE posee un total de 36 Parques Nacionales (91.403 km²), 49 Reservas Nacionales (54.291 km²) y 15 Monumentos Naturales (268 km²), con un total aproximado de 145.963 km² de superficie.

De los 36 Parques Nacionales, 16 presentan glaciares dentro de sus límites. La superficie de hielo dentro de los 16 parques mencionados llega a 18.767,5 km², lo que representa el 21,3% del total de superficie de los 16 Parques (87.952,5 km²). Además, seis de estos 16 Parques Nacionales comparten parte de su territorio con la categoría de Reserva de la Biósfera, correspondientes a los siguientes: Lauca, Laguna del Laja, Conguillio, Laguna San Rafael, Alberto de Agostini³⁷ y Torres del Paine.

Los Parques Nacionales que poseen más número de glaciares y superficie son los que se ubican en las regiones de Aysén y Magallanes, dentro de los cuales ordenados de mayor a menor área glaciar son: el Parque Nacional Bernardo O'Higgins con 9.817,6 km², Laguna San Rafael con 4.615,4 km², Alberto de Agostini con 2.831,7 km² y Torres del Paine con 787 km² (Cuadro 13).

³⁷ 9.668 km² de hielo, en 43 glaciares del P.N. Alberto de Agostini no son reserva de la Biósfera.

Cuadro 13. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Parques Nacionales.

Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

CATEGORIA SNASPE: PARQUES NACIONALES						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	N° de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	*P.N. Lauca	Arica y Parinacota	1.372,5	104	13,0	0,9%
2	P.N. Volcán Isluga	Tarapacá	1.662,3	13	0,8	0,1%
3	P.N. Lullailaco	Antofagasta	2.679,2	7	0,9	0,0%
4	*P.N. Laguna del Laja	Biobío	120,6	16	7,7	6,4%
5	*P.N. Conguillio	Araucanía	606,4	56	24,0	4,0%
6	P.N. Villarrica	Araucanía	600,0	38	36,7	6,1%
7	P.N. Corcovado	Los Lagos	2.928,0	509	243,3	8,3%
8	P.N. Hornopirén	Los Lagos	483,6	196	88,4	18,3%
9	P.N. Puyehue	Los Lagos	1.131,1	20	2,4	0,2%
10	P.N. Vicente Perez Rosales	Los Lagos	2.494,0	47	50,5	2,0%
11	P.N. Isla Magdalena	Aysén	1.568,4	10	3,4	0,2%
12	*P.N. Laguna San Rafael	Aysén	17.107,4	1.884	4.615,4	27,0%
13	P.N. Queulat	Aysén	1.572,2	342	244,8	15,6%
14	P.N. Bernardo O'Higgins	Aysén - Magallanes	36.738,4	3.141	9.817,6	26,7%
15	*P.N. Alberto Agostini	Magallanes	14.603,9	1.306	2.831,7	19,4%
16	*P.N. Torres del Paine	Magallanes	2.284,5	269	787,0	34,4%
Total			87.952,5	7.958	18.767,5	21,3%

* Además tienen la categoría de Reserva de la Biósfera.

4.2.1.2. Glaciares dentro de Reservas Nacionales

De las 49 Reservas Nacionales que integran el SNASPE, repartidas en 54.291 km², 18 presentan glaciares dentro de sus límites. La superficie de hielo dentro de las 18 reservas mencionadas llega a 963,1 km², lo que representa el 2,5% del total de superficie de las 18 Reservas (39.238 km²). Para el caso de las Reservas Nacionales, solo una con presencia de glaciares comparte además la categoría de Reserva de la Biósfera, la cual corresponde a la Reserva Nacional Ñuble en la Región del Biobío.

Las Reservas Nacionales que poseen más número de glaciares y superficie son las que se ubican en las regiones de Aysén y Magallanes, dentro de las cuales ordenadas de mayor a

menor área glaciar son: la Reserva Nacional Alacalufes con 629,6 km², Jeinimeni con 143,3 km² y Cerro Castillo con 61,1 km² (Cuadro 14).

Cuadro 14. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Reservas Nacionales.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

CATEGORIA SNASPE: RESERVAS NACIONALES						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	N° de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	R.N. Las Vicuñas	Arica y Parinacota	2.039,1	40	4,1	0,2%
2	R.N. Río Los Cipreses	O'Higgins	381,5	42	30,6	8,0%
3	*R.N. Ñuble	Biobío	785,8	17	1,2	0,2%
4	R.N. Ralco	Biobío	133,9	22	9,4	7,0%
5	R.N. Malalcahuello	Araucanía	117,5	4	0,6	0,5%
6	R.N. Nalcas	Araucanía	203,1	10	1,3	0,7%
7	R.N. Villarrica	Araucanía	691,5	34	16,3	2,4%
8	R.N. Mocho Choshuenco	Los Ríos	75,5	17	18,2	24,1%
9	R.N. Futaleufú	Los Lagos	118,8	6	1,3	1,1%
10	R.N. Llanquihue	Los Lagos	339,9	10	1,7	0,5%
11	R.N. Cerro Castillo	Aysén	1.388,8	268	61,1	4,4%
12	R.N. Katalalixar	Aysén	7.273,4	88	29,5	0,4%
13	R.N. Lago Jeinimeni	Aysén	1.599,3	636	143,3	9,0%
14	R.N. Lago Palena	Los Lagos	387,6	62	9,0	2,3%
15	R.N. Lago las Torres	Aysén	170,3	17	1,5	0,9%
16	R.N. Lago Rosselot	Aysén	123,3	1	0,1	0,1%
17	R.N. Río Simpson	Aysén	420,8	45	4,2	1,0%
18	R.N. Alacalufes	Magallanes	22.988,2	1.272	629,6	2,7%
Total			39.238,2	2.591	963.1	2,5%

* Además forma parte de una Reserva de la Biósfera.

4.2.1.3. Glaciares dentro de Monumentos Naturales

De los 15 Monumentos Naturales repartidos en 268 km² que integran el SNASPE, solo el Monumento Natural El Morado en la Región Metropolitana presenta glaciares dentro de sus

límites. Los cuatro glaciares presentes en el M.N. El Morado suman una superficie de hielo que alcanza los 1,76 km², lo que representa el 6,2% del total de superficie del Monumento (28,3 km²) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Monumentos Naturales.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

CATEGORIA SNASPE: MONUMENTOS NATURALES						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	N° de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	M.N. El Morado	Metropolitana	28,3	4	1,7	6,2%

4.2.1.4. Glaciares dentro del SNASPE a Nivel Nacional

A nivel nacional, el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43,8% de los glaciares y el 83,5% de la superficie de hielo del país (Figura 28). No obstante lo anterior, y pese a que los números enunciados anteriormente resultan alentadores, existen grandes diferencias regionales, presentando regiones sin glaciares dentro de alguna figura del SNASPE, como las de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y del Maule. Por el contrario, hay regiones que superan el 80% de superficie glaciar dentro de alguna figura de conservación, como la Araucanía, Los Ríos, Aysén y Magallanes (Cuadro 16).

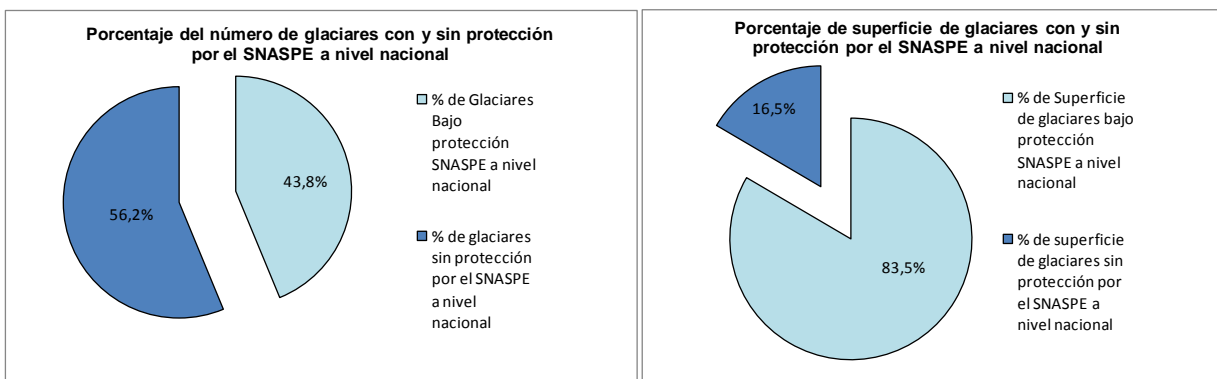


Figura 28. Porcentaje de glaciares (izquierda) y porcentaje de superficie (derecha) con y sin protección por el SNASPE a nivel nacional.
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16. Número de glaciares y superficie con protección por el SNASPE a nivel nacional.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

Región	N° de glaciares por Región	Superficie glaciar por Región (km ²)	N° de glaciares bajo SNASPE	Superficie glaciar bajo SNASPE (km ²)	% de glaciares Bajo protección SNASPE	% de Superficie de glaciares bajo SNASPE
Arica y Parinacota	327	30,4	144	17,1	44,0%	56,2%
Tarapacá	91	6,4	13	0,8	14,3%	13,0%
Antofagasta	139	7,2	7	0,9	5,0%	12,6%
Atacama	749	87,9	0	0	0%	0%
Coquimbo	836	48,3	0	0	0%	0%
Valparaíso	715	135,8	0	0	0%	0%
Metropolitana	999	388,3	4	1,8	0,4%	0,5%
O'Higgins	683	292,3	42	30,6	6,1%	10,5%
Maule	218	38,2	0	0	0%	0%
Bío-Bío	194	39,8	62	18,9	32,0%	47,5%
Araucanía	140	64,5	133	63,3	95,0%	98,2%
Los Ríos	50	36,8	34	35,5	68,0%	96,6%
Los Lagos	3.225	928,9	831	391,8	25,8%	42,2%
Aysén	8.943	10.214,7	3.915	8.411,7	43,8%	82,3%
Magallanes	6.805	11.321,9	5.368	10.760,1	78,9%	95,0%
Total	24.114	23.641,4	10.553	19.732,4	43,8%	83,5%

En un análisis por zona glaciológica, se puede notar que la Zona Austral tiene el 90,3% de la superficie glaciar bajo alguna categoría SNASPE, luego la sigue la Zona Sur con 47,1%, la Zona Norte con 10,4% y por último la Zona Centro con 3,8% (Cuadro 17 y figuras 29 y 30). Estos datos muestran grandes diferencias macrozonales puesto que la Zona Norte y sobre todo la Zona Centro parecieran estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica, asunto de gran relevancia, toda vez que la Zona Norte presenta conflictos permanentes de escasez de agua producto de las características climáticas de baja pluviosidad y la competencia entre las actividades mineras, industriales y agrícolas, y por su parte, la Zona Centro concentra casi el 65,9% de la población a nivel nacional³⁸, además de estar presentando desde el año 2012 conflictos con actividades mineras con planes de establecerse en la cabecera de algunas cuencas del Aconcagua y con influencia en la Cuenca del Maipo.

³⁸ INE, 2010. Censo Estadístico, Estadísticas Demográficas. 140p.

Cuadro 17. Número de glaciares y superficie con protección por el SNASPE por zona glaciológica.
 Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

Zona Glaciológica	N° de glaciares	Superficie glaciar (km ²)	N° de glaciares bajo SNASPE	Superficie (km ²) glaciar bajo SNASPE	% de glaciares Bajo protección SNASPE	% de Superficie de glaciares bajo protección SNASPE
Zona Norte	2.142	180,2	164	18,8	7,7%	10,4%
Zona Centro	2.615	854,7	46	32,4	1,8%	3,8%
Zona Sur	5.660	1.700,8	1.653	800,4	29,2%	47,1%
Zona Austral	13.697	20.905,8	8.690	18.880,9	63,4%	90,3%
Total	24.114	23.641,4	10.553	19.732,4	43,8%	83,5%

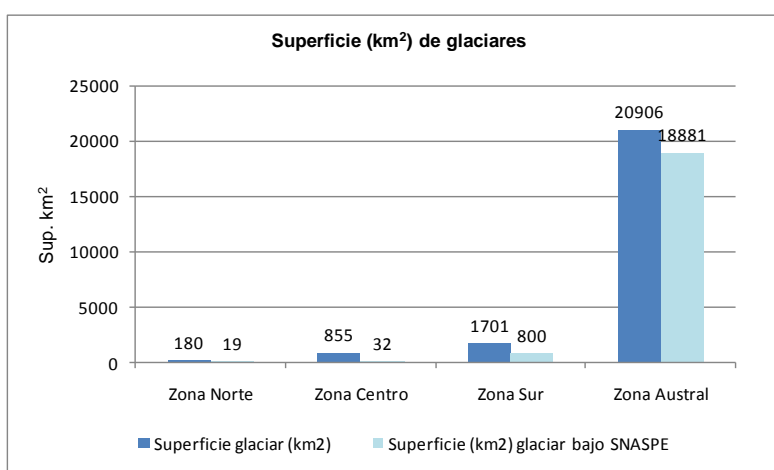


Figura 29. Superficie de hielo con y sin protección por el SNASPE por zona glaciológica.
 Fuente: Elaboración propia.

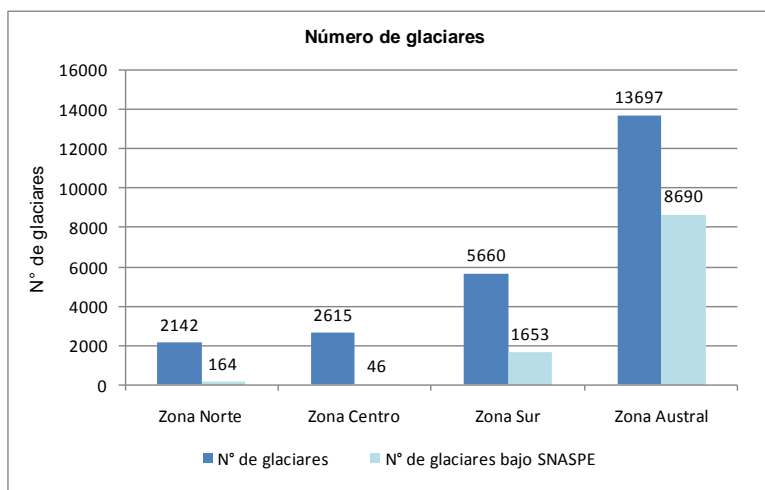


Figura 30. Número de glaciares con y sin protección por el SNASPE por zona glaciológica.
 Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Glaciares dentro de otras Categorías de Áreas Protegidas

Además del SNASPE, también existen otras categorías de áreas protegidas, como Santuarios de la Naturaleza, Áreas Protegidas Privadas, Sitios Ramsar, Bienes Nacionales Protegidos, Sitios Prioritarios de Conservación y Reservas de la Biósfera³⁹.

En este sentido:

- De 54 Bienes Nacionales Protegidos, 16 presentan glaciares dentro de sus límites, sumando una superficie total de 166 km² (Cuadro 18).
- De 41 Santuarios de la Naturaleza, cinco presentan glaciares dentro de sus límites, sumando una superficie total de 223 km² (Cuadro 19).
- De 377 Áreas Protegidas Privadas, solo siete presentan glaciares dentro de sus límites, sumando una superficie total de 73,5 km². Dentro de estas se encuentra el Parque Andino Juncal en la Región de Valparaíso, el cual además es un Sitio Ramsar, siendo el único sitio Ramsar en Chile que posee glaciares dentro de su territorio, con 67 glaciares y una superficie de hielo de 14,6 km² (Cuadro 20).

Muchas de las categorías de conservación antes mencionadas, además comparten área con Sitios Prioritarios de Conservación y Reservas de la Biósfera, por lo que la suma de los Sitios Prioritarios de Conservación más las Reservas de la Biósfera que no comparten superficie con las categorías antes mencionadas, suman 1.204 glaciares con una superficie de 587,4 km².

³⁹ Todas las categorías mencionadas, ya fueron definidas en el marco teórico de este estudio, en el apartado "Áreas Silvestres Protegidas".

Cuadro 18. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Bienes Nacionales Protegidos.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

BIEN NACIONAL PROTEGIDO						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad (km²)	N° de glaciares	Superficie de Glaciares (km²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad
1	Río Olivares	Metropolitana	251,2	42	15,2	6,0%
2	Valle El Frío	Los Lagos	59,7	3	0,2	0,3%
3	Ventisquero	Los Lagos	14,2	1	0,02	0,1%
4	Ventisquero Montt	Aysén	100,3	15	1,9	1,9%
5	Santa Lucía	Aysén	96,5	35	7,9	8,2%
6	Cerro Rosado	Aysén	18,4	7	0,4	2,3%
7	Cerro San Lorenzo	Aysén	194,9	61	80,0	41,0%
8	Cuenca del río Mosco	Aysén	103,2	52	24,9	24,1%
9	Lago Copa	Aysén	116,0	9	1,5	1,3%
10	Laguna Caiquenes	Aysén	81,8	45	6,4	7,9%
11	Laguna Vera	Aysén	36,2	13	4,4	12,1%
12	Palena Costa	Aysén	811,4	88	8,2	1,0%
13	Río Azul	Aysén	120,2	31	12,6	10,5%
14	Río Batchelor	Magallanes	249,7	15	0,8	0,3%
15	*Río Robalo-Navarino	Magallanes	53,8	2	0,04	0,08%
16	Río Serrano Milodón	Magallanes	5,9	3	1,7	29,7%
Total			2.313,4	422	166	7,2%

* Además forma parte de un Reserva de la Biósfera.

Cuadro 19. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Santuarios de la Naturaleza.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN: SANTUARIOS DE LA NATURALEZA						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad (km²)	N° de glaciares	Superficie de glaciares (km²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad
1	Predio los Nogales	Metropolitana	108,9	9	0,3	0,3%
2	Predio San Francisco de Lagunilla y Quillay	Metropolitana	143,6	2	0,2	0,1%
3	Yerba Loca	Metropolitana	438,5	60	14,0	3,2%
4	*Alto Huemul	O'Higgins	185,1	1	0,01	0,01%
5	*Pumalín	Los Lagos	2.926,4	513	208,4	7,1%
Total			3.802,6	585	223	5,9%

* Además forman parte de Áreas Protegidas Privadas.

Cuadro 20. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Áreas Protegidas Privadas.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN: ÁREAS PROTEGIDAS PRIVADAS						
N°	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad (km²)	N° de glaciares	Superficie de glaciares (km²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad
1	Huascoaltinos	Atacama	2.307,5	38	3,1	0.14%
2	*Parque Andino Juncal	Valparaíso	146,2	67	14,6	10.01%
3	San Ignacio del Huinay	Los Lagos	348,7	180	32,2	9.23%
4	Fundo Pocolhuen	Los Lagos	9,9	3	1,3	13.29%
5	Parque Patagonia (estancia valle Chacabuco)	Aysén	909,0	21	0,7	0.08%
6	Karukinka	Magallanes	2.596,2	66	8,3	0.32%
7	Yendegaia	Magallanes	400,8	52	13,3	3.31%
Total			6.718,3	427	73,5	1,09%

* Además tiene la categoría de Sitio Ramsar.

4.2.3. Glaciares dentro de algún tipo de Área Protegida

Sumando los sitios SNASPE, más las otras categorías de sitios protegidos mencionados en este capítulo, se puede decir que el 54,7% de los glaciares chilenos están dentro de algún sitio con alguna categoría de protección. Sin embargo, en cuanto a la superficie glaciar protegida, esta alcanza el 87,9%, esta diferencia está dada mayoritariamente por la gran cantidad de glaciares de pequeño tamaño (en su mayoría glaciaretas), que no gozan de protección alguna, al contrario de los grandes glaciares de los Campos de Hielo Norte y Sur, además de la Cordillera Darwin, los cuales están bajo la protección de grandes Parques Nacionales como el San Rafael, Bernardo O'Higgins, Torres del Paine y Alberto de Agostini.

4.2.4. Resumen de Resultados (Objetivo 2)

A nivel nacional, el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43% de los glaciares y el 83% de la superficie de hielo del país. No obstante lo anterior, existen grandes diferencias regionales, existiendo regiones sin glaciares dentro de alguna figura del SNASPE, como las de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y del Maule. Por el contrario, hay regiones que superan el 80% de

superficie glaciar dentro de alguna figura de conservación, como la Araucanía, Los Ríos, Aysén y Magallanes. Asimismo, en el análisis por zona glaciológica, también se pueden notar grandes diferencias macrozonales puesto que la Zona Norte y sobre todo la Zona Centro parecieran estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica, asunto de gran relevancia, toda vez que la Zona Norte presenta conflictos permanentes de escasez de agua producto de la competencia entre las actividades mineras, industriales y agrícolas, y por su parte, la Zona Centro concentra casi el 65,9% de la población a nivel nacional (INE, 2010), además de estar presentando desde el año 2012 conflictos con actividades mineras con planes de ampliarse en la cabecera de algunas cuencas del Aconcagua y con influencia en la Cuenca del Maipo.

Sumando los sitios SNASPE, más las otras categorías de sitios protegidos mencionados en este capítulo, se puede decir que el 54% de los glaciares chilenos y el 87% de la superficie glaciar están dentro de algún sitio con alguna categoría de protección.

Por último, sin duda, que el contar con el SNASPE y con otras categorías de áreas protegidas representa un beneficio para la conservación de los glaciares que se encuentran dentro de ellas, y en este sentido, es de suma relevancia propender a una representación regional y zonal eficaz de la cantidad de glaciares protegidos en relación al total. De modo de proteger y conservar la gran variedad de servicios ecosistémicos que estos proveen.

4.3. Estudio de Caso: Valoración de los Servicios Ecosistémicos de "Turismo y Recreación", "Almacenaje de Agua" y "Flujo Hídrico Continuo", provistos por los glaciares del Monumento Natural El Morado (Objetivo 3)

4.3.1. Descripción del Área de Estudio

El área definida para realizar el estudio de caso de valoración de servicios ecosistémicos, corresponde al Monumento Natural El Morado, el cual se ubica en la localidad de Baños Morales, comuna de San José de Maipo a aproximadamente 93 km de Santiago, en la Región Metropolitana. Las coordenadas dentro de las que se enmarca el área de estudio son los 33°43' y los 33°49' de latitud sur y los 70°02' y los 70°06' de longitud oeste (Figura 31).

EL Monumento Natural El Morado corresponde a un área silvestre protegida por el Estado, el cual primeramente se crea en el año 1974 como un Parque Nacional de Turismo mediante D.S. N°162 del Ministerio de Agricultura y es reclasificado a su actual categoría de Monumento por Decreto Supremo N°2.581 del Ministerio de Bienes Nacionales del 28 de diciembre de 1994 (CONAF, 1997).

El Monumento Natural el Morado pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Estero Morales, posee una superficie aproximada de 28,3 km², y está bajo la tuición y administración de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). La finalidad de esta área protegida es conservar la totalidad de la cuenca del Estero Morales por ser uno de los escasos exponentes del proceso de glaciación del sector andino central, además de su flora y fauna autóctona, su importancia científica, y su belleza escénica (CONAF, 1997).

Debido al prolongado periodo de protección del Monumento Natural El Morado, en la actualidad el ecosistema presenta una recuperación importante, manifestándose esto en una diversidad representada por 280 especies de flora descritas (CONAF, 1994). La fauna se concentra en verano cuando la nieve ya se ha derretido, la mayor cantidad de especies corresponde a aves, con 44 especies. Además, la unidad preserva los remanentes de los rasgos y procesos dejados por el movimiento del glaciar San Francisco, con todos sus estados y procesos ecológicos asociados.

La relativa cercanía a Santiago del Monumento Natural el Morado denota según CONAF (1994), una creciente demanda para realizar actividades al aire libre en sitios de montaña, además la extensión de superficie (abordable en una caminata pausada durante un solo día ida y vuelta) facilita el turismo y la investigación científica en toda su extensión.

4.3.1.1. Justificación de la Elección del Área de Estudio

La justificación para la elección de los glaciares del Monumento Natural El Morado, se fundamenta en varios ámbitos, los cuales se detallan a continuación:

- a) El Monumento Natural El Morado corresponde a un área protegida representativa de los ecosistemas de montaña, y es uno de los escasos exponentes de los procesos de glaciación en la zona central. Además, es el único Monumento Natural en el país que

cuenta con glaciares dentro de sus límites. Por lo tanto, dada la particularidad ambiental del Monumento Natural El Morado, es interesante valorar los servicios ecosistémicos de los glaciares presentes, para demostrar lo importante de contar con una buena gestión para su conservación y de esta manera mantener los beneficios aportados por esos servicios ecosistémicos.

- b) El sitio protegido se ubica relativamente cerca de la ciudad de Santiago (aprox. 93 km), lo que facilita el trabajo de campo.
- c) El sitio protegido tiene un costo de entrada, por lo tanto se constituye en un sitio ideal para aplicar el método de valoración de la división del costo de entrada respecto de las preferencias personales de los encuestados.
- d) El sitio protegido posee un sendero abordable en una caminata de fácil a mediana intensidad durante un día. Por lo tanto posee una afluencia de público suficiente para enriquecer el muestreo por encuestas a los turistas. Además, casi la totalidad de los visitantes disfruta de todos los elementos que ofrece el paisaje en una sola visita por el día.
- e) El sitio protegido posee información bibliográfica suficiente para lograr caracterizarlo.
- f) Los glaciares del sitio protegido se encuentran bajo monitoreo desde el año 2009. Lo que hace que exista información relevante para caracterizar glaciológicamente el área de estudio.
- g) Por último, tanto el sitio protegido, como los glaciares presentes en el, son conocidos a cabalidad por el autor del presente estudio.

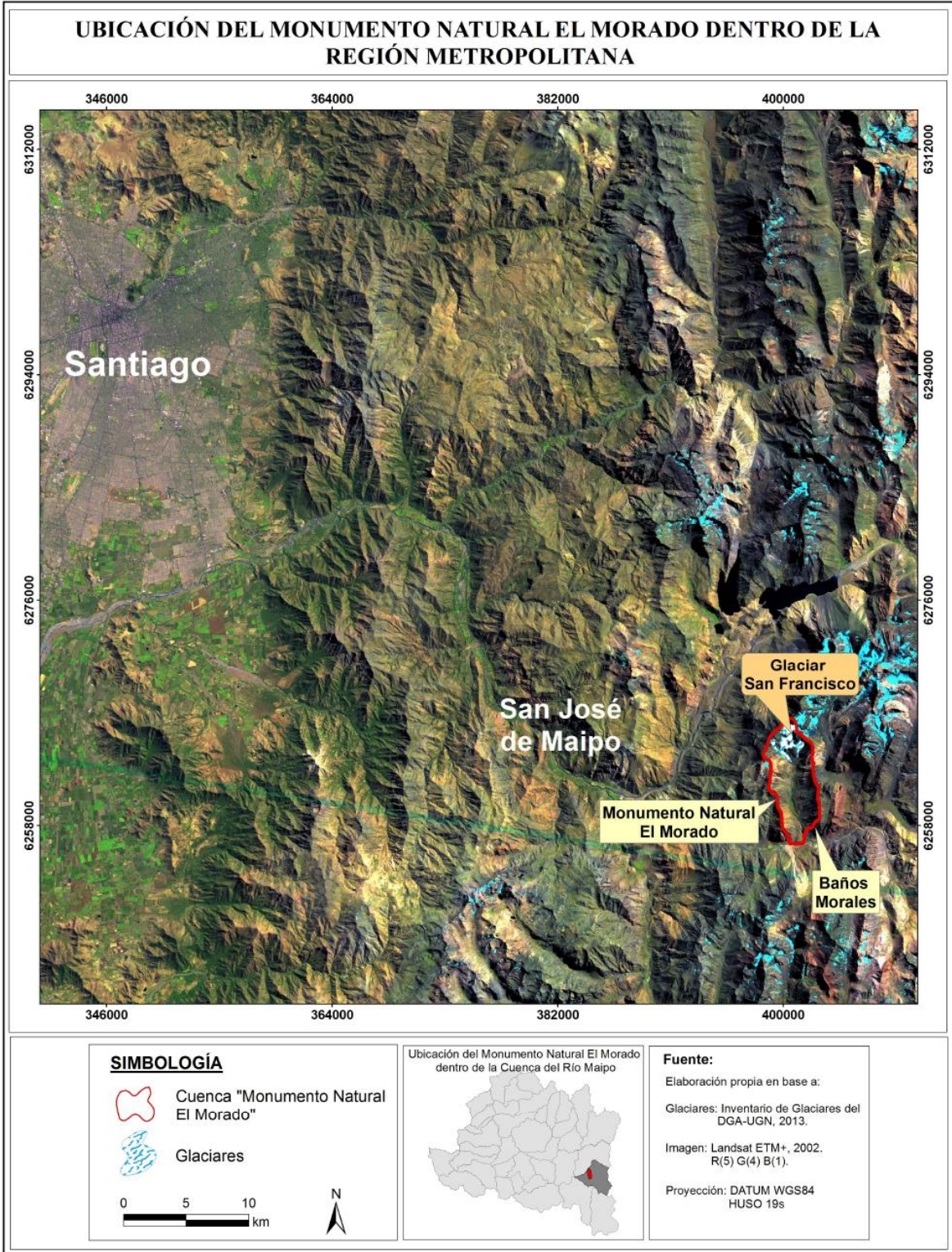


Figura 31. Ubicación del Monumento Natural El Morado dentro de la Región Metropolitana de Santiago.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2. Caracterización Ambiental del Área de Estudio

Según CONAF (1994), la unidad corresponde geológicamente a una formación del "complejo intrusivo-metamórfico" y muestra formas remanentes de glaciación, como la morrena terminal en la parte sur de la unidad. Coronando la parte alta de la cuenca se encuentra el glaciar San Francisco. Aguas abajo del glaciar San Francisco se ubica la laguna Morales, la cual es de agua dulce y fue originada por la acción de retroceso del glaciar y el aporte del deshielo del mismo y las nieves anuales. Hacia la zona central de la unidad se encuentran algunas fuentes volcánicas de aguas minerales denominadas "Aguas Panimávidas", las que contienen carbonatos y sulfatos. El fondo de la cuenca corresponde a un piso glacial con elevada parencia de guijarros y fragmentos rocosos, entremezclado en ocasiones en una matriz arcillo gravosa. En las laderas se producen fenómenos de remoción por crioclastismo y avalanchas de nieve en la época invernal y primaveral.

El principal cauce de agua en esta cuenca es el estero Morales, el cual nace desde el glaciar San Francisco y se junta en su camino con otras vertientes temporales y pequeños esteros que fluyen desde ambos lados de las laderas. El estero Morales corre con rumbo norte-sur con una pendiente de aproximadamente 18% en un recorrido de 10 km para desembocar finalmente en el Río Volcán el cual luego se junta al oeste con el Río Maipo (CONAF, 1994).

Según Gajardo (1987), la zona del Monumento Natural El Morado corresponde a la región ecológica de la Estepa Altoandina y a la subregión de los Andes Mediterráneos, presentándose las formaciones matorral Esclerófilo Andino y Estepa Alto-Andino de la Cordillera de Santiago.

De acuerdo al Plan de Manejo del Monumento Natural El Morado (CONAF, 1997), en el sector del monumento se han reconocido 280 especies de plantas vasculares, de las cuales 248 son nativas, entre las que se puede mencionar la Llaretta (*Azorella madreporica*), Llaretilla (*laretia acaulis*), coirón (*Festuca acanthopylla*), guindillo (*Valenzuelia trinervis*) y neneo (*Mulinum spinosum*), presentes en la mayor superficie de la unidad. En zonas de laderas principalmente y como parte de la formación del matorral esclerófilo altoandino, se presentan unidades de duraznillo (*Colliguaja integerrima*), horizonte (*Tetraglochin alatum*), frangel (*kageneckia angustifolia*), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y quillay (*Quillaja saponaria*).

En relación a la fauna presente en el área de estudio, el Plan de Manejo (CONAF, 1997) indica la presencia de peces como la Perca-trucha (*Percichthys sp.*), Trucha arcoiris (*Onchocryncus*

mykiss) y el Puye (*Galaxias sp.*). Anfibios como el Sapo espinoso (*Bufo spinulosus*). Aves como el Minero cordillerano (*Geositta rufipennis*), Bandurria (*Upucerthia dumetaria*), Turca (*Pteroptochos megapodius*), Churrín (*Scytalopus magellanicus*), Dormilona de nuca rojiza (*Muscisaxicola rufivertex*) y el Chercán (*Troglodytes aedon*). Y Mamíferos como la Vizcacha (*Lagidium viscacia*), Quique (*Galictus cuja*), Zorro chilla (*Canis griseus*), Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y el Puma (*Felis concolor*).

4.3.1.3. Hitos Paisajísticos del Área de Estudio

La zona representa un área del ecosistema altoandino que forma parte del patrimonio silvestre de la zona central de Chile, destacando dentro del sendero los siguientes puntos de interés paisajístico (Figura 32):

- a) Sector Aguas Panimávidas: Conformado por afloramientos de aguas minerales ricas en hierro lo cual asigna al paisaje una peculiar variación de colores pardo rojizo. Es un punto natural y demarcado para la concentración de visitantes (CONAF, 1994).
- b) Laguna Morales: Cuerpo de agua proveniente del deshielo del glaciar San Francisco. Por encontrarse a los pies del Cerro el Morado y del citado glaciar, también constituye un polo natural de concentración de visitantes. Además es un lugar frecuente de avistamiento de avifauna migratoria (CONAF, 1994).
- c) Glaciar San Francisco: Se encuentra al lado oeste del cerro El Morado y está constituido por un conjunto de neveros y bloques colgantes de atractivo paisajístico. Se puede establecer que casi la totalidad de los visitantes que ingresan a la unidad tienen como objetivo llegar hasta los pies del glaciar (CONAF, 1994).

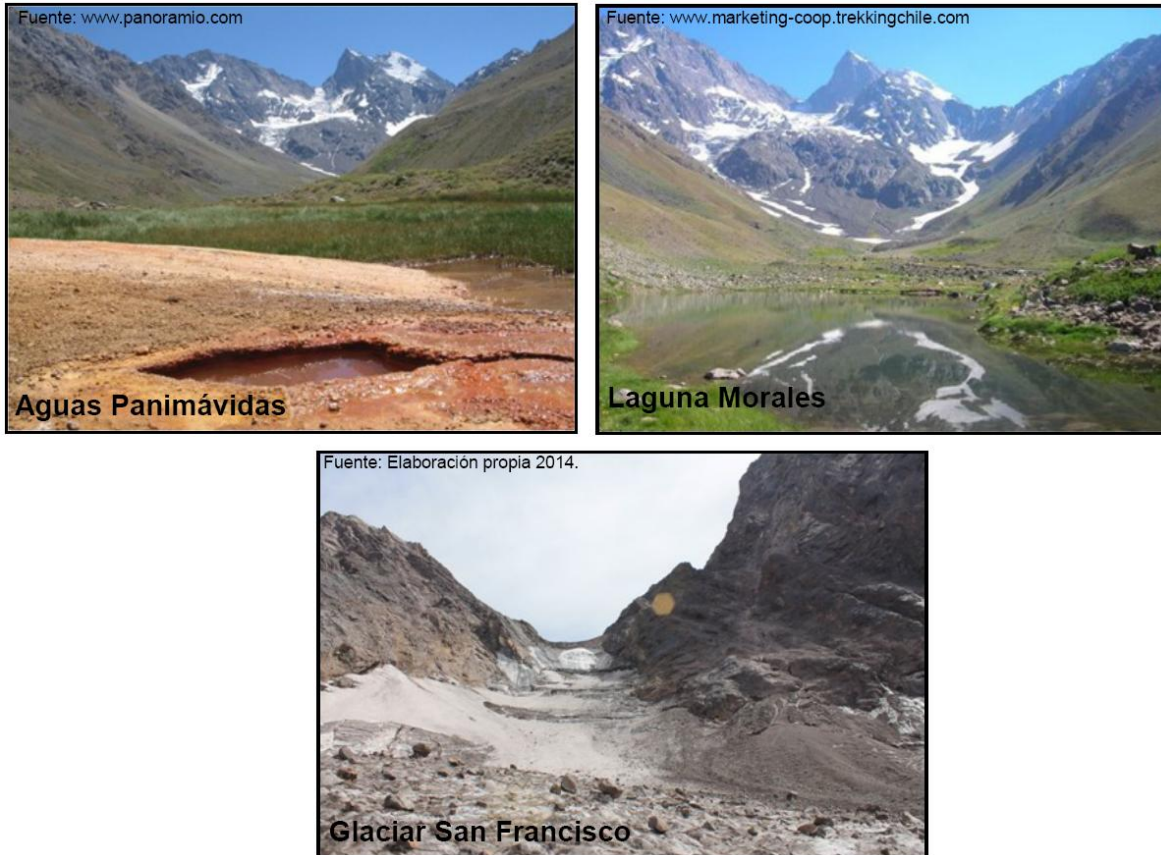


Figura 32. Puntos de interés paisajístico dentro del Monumento Natural El Morado.
Fuente: 1) Figura "Aguas Panimávidas": www.panoramio.com, 2) Figura "Laguna Morales": www.marketing-coop.trekkingchile.com, 3) Figura "Glaciar San Francisco": Elaboración propia.

4.3.1.4. Caracterización Glaciológica del Monumento Natural El Morado

El Monumento Natural El Morado, posee 4 glaciares, los cuales suman un área total de 1,76 km² de hielo⁴⁰, lo que en términos simples corresponde aproximadamente a 176 canchas de fútbol. Los dos glaciares más importantes por su superficie son el glaciar San Francisco (1,29 km²), y el glaciar Mirador del Morado (0,3 km²). Debido a que los dos glaciares restantes no poseen nombre, para efectos prácticos, se denominaran en este estudio como: "S/N-1" (0,025 km²) y "S/N-2" (0,147 km²).

⁴⁰ Según el Inventario Nacional de Glaciares de la DGA con fecha de actualización de agosto de 2014.

Estos glaciares se ubican dentro de la Zona Glaciológica Centro, en un rango altitudinal que fluctúa entre 2.821 m.s.n.m. y los 4.162 m.s.n.m. Morfológicamente, de los cuatro glaciares presentes en el área de estudio, los glaciares San Francisco, Mirador del Morado y S/N-2 corresponden a la categoría denominada "glaciares de montaña", mientras que el S/N-1 es un "glaciarete". En su totalidad, los glaciares presentan orientación predominante hacia el sur, y sus deshielos aportan directamente a la cuenca del estero Morales el cual es un tributario del río Volcán que aguas abajo se junta con el río Maipo (Figura 33).

La Dirección General de Aguas (DGA), monitorea el glaciar San Francisco desde el año 2009, realizando balances de masa, mediciones de espesor e instalando estaciones meteorológicas sobre el glaciar y en la periferia de este.

Algunos resultados de mediciones de desplazamiento del hielo medidos entre el 27 de enero y el 21 de abril de 2012 mostraron un movimiento que varió entre 3,2 y 4,9 m (DGA-Ev-K2-CNR, 2012). También, mediciones de la DGA en una comparación entre las cotas de elevación del levantamiento laser aerotransportado "LIDAR"⁴¹ del año 2009 y mediciones de cota con DGPS⁴² estático en siete puntos el año 2013, evidenció una reducción de espesor media anual de -3,67 m con una desviación estándar de $\pm 0,4$.

Estudios de radio-ecosondaje para el glaciar San Francisco detectaron un espesor medio de 42,9 m, llegando a un máximo de 88,5 m. En base a los datos de espesor medio de hielo estimados con la fórmula de Chen y Ohmura (1990), y el estudio de espesor mediante radio ecosondaje para el glaciar San Francisco el año 2012, se procedió a calcular el volumen total de hielo y su equivalente en agua contenida en los glaciares del Monumento Natural El Morado. El resultado arroja que el volumen total de agua estimado en el volumen de hielo para la cuenca del Monumento Natural El Morado es de 57.025.472 m³, lo que equivale (a modo de comparación) a un 22,8% de la capacidad máxima de almacenamiento de agua del embalse el Yeso con 250.000.000 m³, el cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la Región Metropolitana⁴³ (Cuadro 21).

⁴¹ Laser Imaging Detection and Ranging.

⁴² Differential Global Positioning System.

⁴³ http://www.cajondelmaipo.com/embalse_del_yeso.php

Cuadro 21. Estimación del equivalente en agua de los glaciares del Monumento Natural El Morado.
Fuente: Elaboración propia, en base a superficies de inventario de glaciares DGA (2014) y fórmula de Chen y Ohmura (1990).

Nombre glaciar	Superficie (km ²)	Espesor (m)	Volumen de hielo (m ³)	Equivalente en Agua (m ³)
San Francisco	1.29	42.9*	55,469,700	49,922,730
Mirador del Morado	0.30	18.56	5,588,041	5,029,237
S/N-1	0.03	7.64	190,919	171,827
S/N-2	0.15	14.37	2,112,976	1,901,678
Total	1.766		63,361,636	57,025,472

*Dato obtenido de estudio de Radio eco-sondaje DGA-CECs, 2012.

Además, el estudio de "Modelación de Balance de Masa y Descarga de agua de glaciares de Chile Central" DGA-UCHILE (2012), estimó que el equivalente en agua de la cobertura nival media sobre los glaciares del Monumento Natural El Morado es de 1,478 m (calculado con una densidad media de la nieve de 500 gr/lt), por lo que para un área total de 1,76 km², proporcionaría 2.610.148 m³ de agua, por lo tanto, asumiendo una estabilidad en el sistema, anualmente en el momento de máxima acumulación nival⁴⁴, los glaciares cuentan con aproximadamente 59.635.620 m³ de agua, lo que es igual al hielo más la nieve contenida, y (a modo de comparación) a un 23,9% de la capacidad máxima de almacenamiento de agua del embalse El Yeso con 250.000.000 m³ (Cuadro 22).

Cuadro 22. Total equivalente en agua para los glaciares del Monumento Natural El Morado.
Fuente: Elaboración propia, en base a superficies de inventario de glaciares DGA (2014) y fórmula de Chen y Ohmura (1990).

Hielo Equivalente en Agua (m ³)	Nieve Equivalente en Agua (m ³)	Total Equivalente Agua (m ³)
57.025.472	2.610.148	59.635.620

⁴⁴ La máxima acumulación nival se estima que corresponde con el último día del mes de octubre (DGA-UCHILE, 2012).

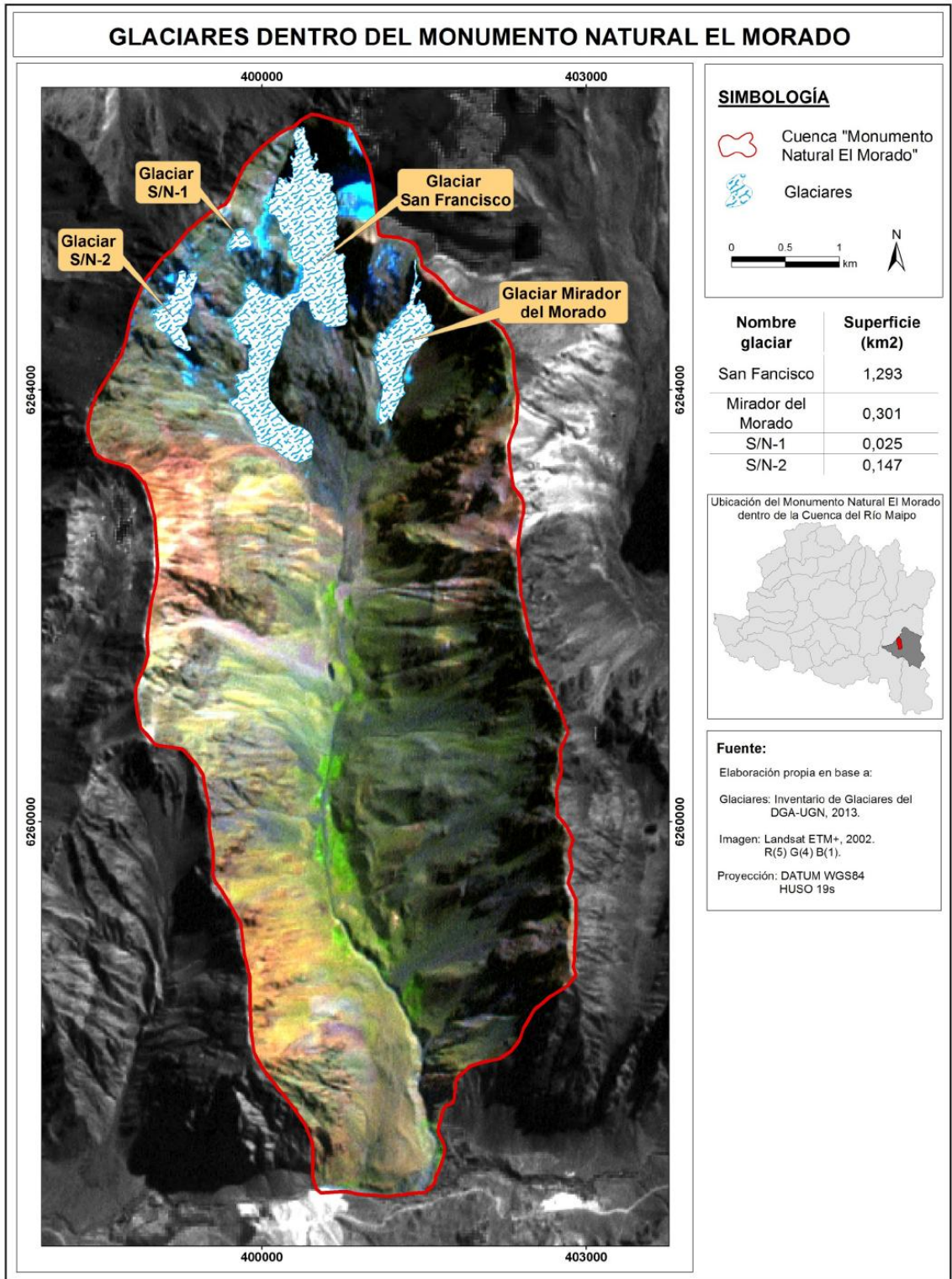


Figura 33. Glaciares dentro del Monumento Natural El Morado.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Valoración del Servicio Ecosistémico de Turismo y Recreación

4.3.2.1. Método de valoración por relación Precio de entrada-superficies

El Monumento Natural El Morado posee una superficie aproximada de 28,3 km², dentro de la cual, la superficie de hielo estimada es de 1,76 km², lo que corresponde al 6,2% del área total (Figura 34).

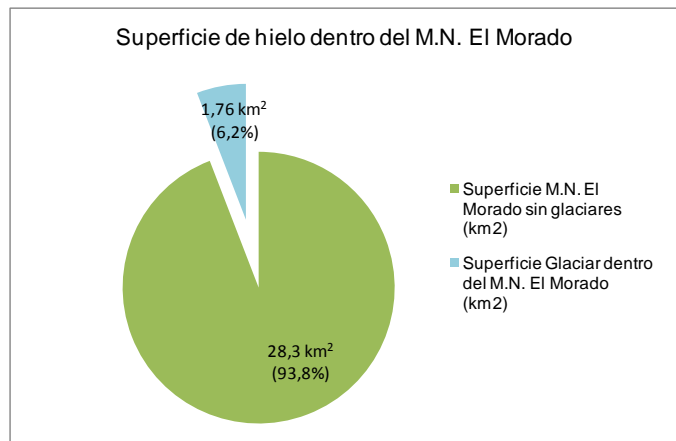


Figura 34. Porcentaje de superficie de glaciares dentro del Monumento Natural El Morado.
Fuente: Elaboración propia, en base a inventario de glaciares DGA (2014) y polígonos de sitios protegidos MMA (2011).

Según Figueroa (2010), la productividad de un Área Protegida para proveer servicios ecosistémicos de turismo y recreación, debe entenderse de modo general de acuerdo a todos los ecosistemas presentes dentro de la misma. Y la valoración económica base utilizando mercados reales para establecer el servicio de "Turismo y Recreación" debe ser al menos igual al valor en que incurren en visitarlas, puesto que este es un precio que el turista está dispuesto a pagar para el disfrute del área, ya que de no ser así, podría optar por otras formas de recrearse con los mismos recursos de tiempo y dinero.

Según lo anteriormente expuesto, una posible valoración monetaria de los glaciares presentes en el área de estudio sería establecer que por cada valor de entrada, el 6,2% corresponde al hielo presente dentro de la misma, vale decir, ese monto sería el correspondiente al valor monetario del servicio ecosistémico de turismo que proveen los glaciares del Monumento Natural El Morado.

De esta manera, tomando el promedio de visitantes al M.N. El Morado de los últimos 9 años (2004-2013), se obtiene un número de visitantes de 11.478, de los cuales 2.227 visitantes corresponden a menores de edad y 9.251 a adultos. El valor de la entrada (el año 2013-2014) para los menores de edad expresada en pesos chilenos (clp\$), fue de clp\$1.000.-, y para los adultos de clp\$2.000.-. Por lo tanto el valor monetario del servicio ecosistémico de turismo y recreación como flujo anual, e incorporando a todos los tipos de visitantes del M.N. El Morado, se puede establecer en clp\$20.729.000.-, de los cuales clp\$1.285.198.- le corresponden al valor como flujo anual de los glaciares presentes en el área se estudió, puesto que ese monto corresponde el 6,2% del monto total de recaudación del M.N. El Morado.

Ahora bien, asumiendo que el servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares se mantiene constante en el tiempo, entonces se debería calcular el valor presente (VP) con un horizonte de tiempo al infinito para obtener el valor monetario actual resultante de los flujos anuales. Por lo tanto con los precios del valor de la entrada actual (año 2013-2014), y con una tasa de descuento del 6% (considerada para los proyectos sociales del Ministerio de Desarrollo Social), se puede establecer que el VP de los glaciares es de clp\$21.419.967.- (Cuadro 23).

Cuadro 23. Valor monetario anual y valor presente del servicio ecosistémico de turismo y Recreación, para los glaciares del M.N. EL Morado.
Fuente: Elaboración propia.

Tipo de visitantes	Promedio de visitantes 2004-2013	Valor entrada al Área Protegida (clp\$)	Total valor monetario anual del M.N. El Morado (clp\$)	Total valor monetario anual de glaciares (clp\$)	Valor Presente (VP) infinito de los glaciares (clp\$)
Menores	2.227	1.000	2.227.000	138.074	21.419.967
Adultos	9.251	2.000	18.502.000	1.147.124	
Total	11.478		20.729.000	1.285.198	

4.3.2.2. Método de Valoración de Preferencias Personales en Base a Precios Reales

El método de calcular el valor de un atractivo turístico a través del precio de la entrada a un sitio protegido, asumiendo que el precio de esta se puede repartir equitativamente respecto del porcentaje de superficie de los ecosistemas dentro del área de estudio, es un método consistente para aplicarlo a grandes escalas. No obstante, para estudios más específicos se puede inferir que la utilización de un método general no resulta del todo adecuado, puesto que

se puede pensar que existen atractivos que sobresalen por sobre otros para el interés turístico, e inclusive puede que en ciertos sitios protegidos el menor porcentaje de superficie de algún ecosistema sea el más interesante para la gran masa de turistas justamente por su particularidad. Por lo tanto, para determinar el valor monetario del elemento de análisis de este estudio (los glaciares), en base también a mercados reales, se encontró pertinente proponer una metodología que se centre en las preferencias de las personas que visitan el sitio protegido, a modo de estimar lo más fielmente posible el porcentaje que le corresponde a cada elemento dentro en la división del precio de la entrada⁴⁵.

a) Caracterización Sociodemográfica de los Encuestados (Anexo 3)

La mayoría de los encuestados correspondió a hombres (62%). Los turistas que visitan el lugar se ubican principalmente en el rango entre 19-29 años (54%) y entre 30-45 años (40%). El nivel de educación del 54% correspondió a "superior completa" y en segundo lugar a estudiantes superiores con un 26%. En cuanto al nivel de renta, el 24,5% corresponde al rango entre \$0.- y \$300.000.- (predominantemente estudiantes que no reciben ingresos), y el 23% corresponde al rango entre los \$601.000 y \$1.000.000. El 64% de los encuestados utilizó como medio de transporte el vehículo particular, y las comunas predominantes fueron Santiago (17%), Puente Alto (14%) y Ñuñoa (10%). Un dato a considerar es que el 78% de los encuestados visitaba el sitio por primera vez, lo que puede denotar un creciente interés por la práctica de turismo de naturaleza. Según lo expuesto en el apartado de turismo en el marco teórico, el visitante del Monumento Natural El Morado corresponde principalmente a un turista de naturaleza, y el acto de la visita corresponde principalmente a turismo doméstico.

b) Estimación del valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación a través del método de preferencias personales en base a precios reales

Las tres unidades paisajísticas demarcadas dentro del sendero del Monumento Natural El Morado son: Aguas Panimávidas, Laguna Morales y el Glaciar San Francisco⁴⁶ (Figura 35):

⁴⁵ El planteamiento metodológico de este procedimiento de valoración, se puede encontrar en el apartado 2.3.1.2."Método 2, valoración de preferencias personales en base a precios reales".

⁴⁶ Todas estas unidades paisajísticas están descritas en detalle en la caracterización del área de estudio.

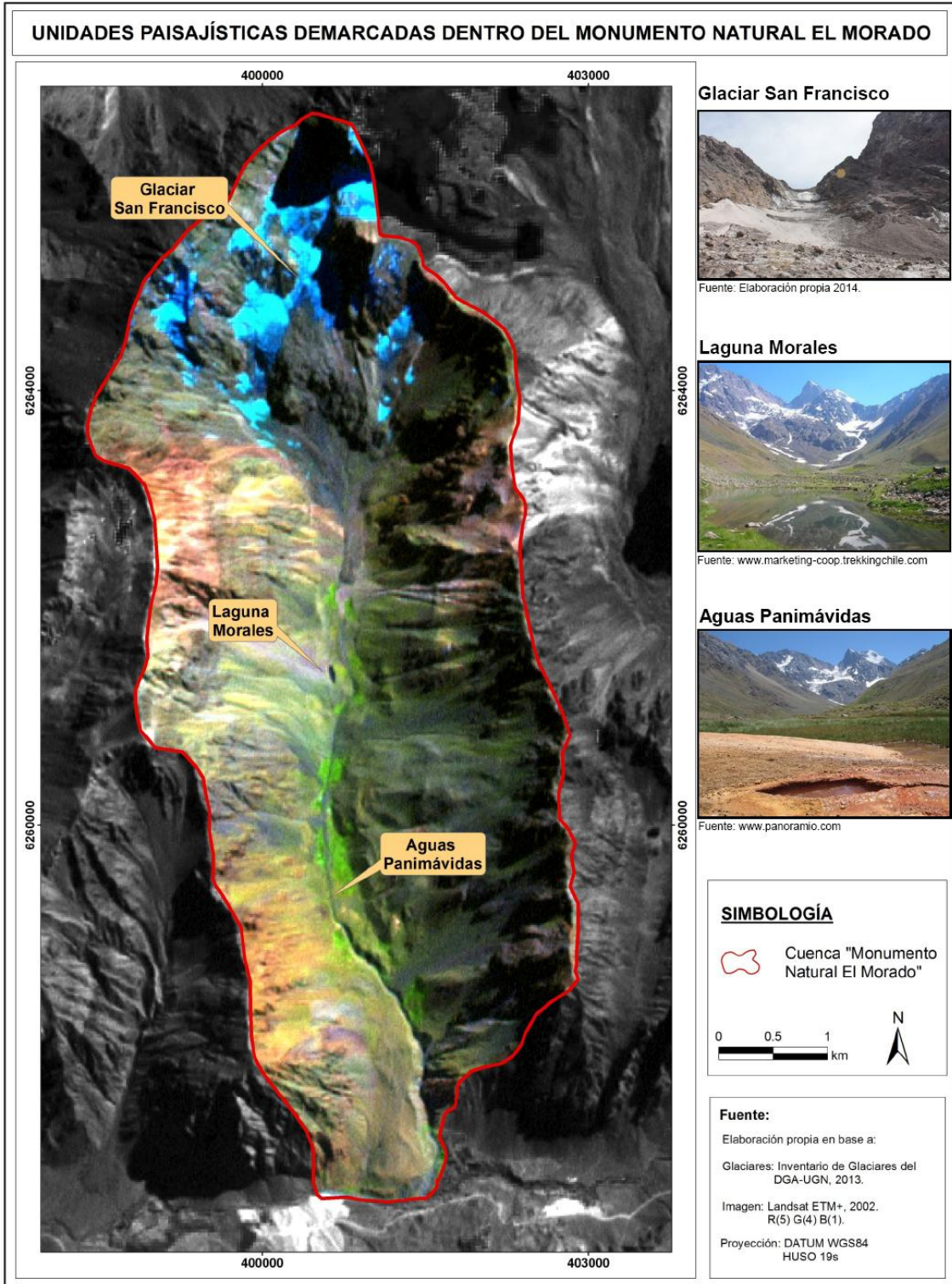


Figura 35. Unidades paisajísticas demarcadas dentro del Monumento Natural El Morado.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados arrojaron que del total de clp\$2.000.- del costo de entrada para adultos al sitio protegido, en promedio clp\$947,4.-, vale decir, el 47,4% de la entrada correspondió a los glaciares, clp\$480,6.- correspondieron a la Laguna Morales (24% de cada entrada), clp\$362,1.- a las Aguas Panimávidas (18,1%) y clp\$210.- (10,5%) correspondió a otros elementos turísticos que los encuestados agregaron por voluntad propia cuando se es dio la posibilidad de hacerlo (Cuadro 24 y Figura 36).

Por lo tanto, se puede decir que con un intervalo de confianza del 95%, se espera que el precio promedio asignado al servicio ecosistémico de turismo y recreación para los glaciares (clp\$947,4.- por cada entrada) del M.N. El Morado, fluctúen entre los clp\$880,2.- y los clp\$1.014,5.- por cada visitante.

Dentro de los otros atractivos turísticos que agregaron voluntariamente los visitantes, mencionaron principalmente el río que recorre todo el sendero, los saltos de agua, el paisaje general de montaña y los colores de los cerros y de las formaciones rocosas.

Cuadro 24. División del precio de la entrada al M.N. El Morado entre sus unidades paisajísticas.
Fuente: Elaboración propia.

	Aguas Panimávidas	Laguna Morales	Glaciar San Francisco	Otro	Total
Promedio precio (\$/entrada/adulto)	362.1	480.6	947.4	210.0	2.000
Porcentaje del precio de cada entrada	18.1%	24.0%	47.4%	10.5%	100%

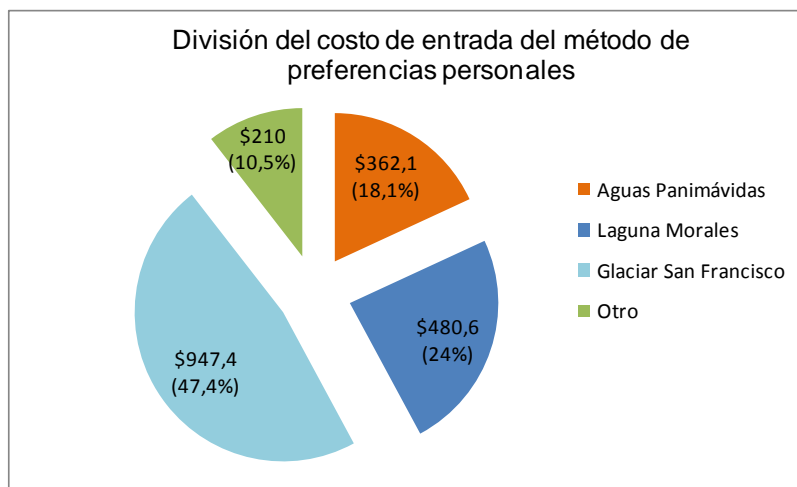


Figura 36. División del precio de la entrada al Monumento Natural El Morado entre sus unidades paisajísticas.
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las respuestas que entregaron los visitantes para justificar su repartición del precio de la entrada, se pueden mencionar principalmente que un gran número consideró que el glaciar es la meta del sendero por ser este el paradero final, además admiraron su majestuosidad y lo escaso de las oportunidades de ver un glaciar con respecto a otras unidades del paisaje que son más comunes. Por el contrario, también hubo personas que declararon esperar más del glaciar y por eso inclinaron su decisión por la "Laguna Morales", la flora y fauna o simplemente manifestaron no poder hacer diferencia entre las unidades paisajísticas, dando a todas el mismo valor.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, y asimilando los resultados anteriormente detallados al promedio de visitantes adultos entre los años 2004-2013 (9.251 turistas), se puede determinar que el valor monetario total anual del servicio ecosistémico de turismo y recreación del Monumento Natural el Morado, es de clp\$18.502.000.- de los cuales el valor monetario anual del servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares es de clp\$8.763.958.-, lo que corresponde al 47,4%. De esta manera, el valor presente (VP) que le corresponde a los glaciares, asumiendo que el servicio ecosistémico de turismo y recreación se mantiene constante a perpetuidad es de clp\$146.065.969.- (Cuadro 25).

Cuadro 25. Valor monetario anual y valor presente del servicio ecosistémico de turismo y Recreación, para los glaciares del M.N. EL Morado.
Fuente: Elaboración propia.

Tipo de visitantes	Promedio de visitantes 2004-2013	Precio entrada al Área Protegida (clp\$)	Total valor monetario anual del M.N. El Morado (clp\$)	Total valor monetario anual de glaciares (clp\$)	Valor Presente (VP) infinito de los glaciares (clp\$)
Adultos	9.251	2.000	18.502.000	8.763.958	146.065.969

Los visitantes al Monumento Natural El Morado, manifestaron mediante la aplicación de la pregunta abierta ¿Podría mencionar por qué son importantes los glaciares?, el estar al tanto de la provisión de algunos de los servicios ecosistémicos de los glaciares, detallando en orden de importancia y frecuencia de respuestas los servicios de provisión de agua dulce, mantención de ecosistemas y el paisaje, indicadores de cambio climático, regulación de las temperaturas y reservas de agua para riego y energía. Esto indica que los turistas encuestados al menos reconocen la importancia de los glaciares respecto de su rol de abastecedores de recursos hídricos además del atractivo escénico del cual acababan de disfrutar dentro del sitio protegido.

4.3.2.3. Comparación de los Métodos de Valoración del Servicio Ecosistémico de Turismo y Recreación

Las dos metodologías expuestas en este capítulo para determinar el valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación provisto por los glaciares son conservadoras, puesto que solo consideran el costo de la entrada al sitio protegido para asignarle valor a los glaciares. En este sentido una aproximación económica más real sería el equivalente del costo de la entrada más el equivalente del costo de viaje de los turistas al sitio protegido, sin embargo, el utilizar el costo de viaje para estimar el valor del sitio a visitar resulta complejo toda vez que es difícil aislar los viajes multipropósito en donde en un mismo desplazamiento se realizan varias actividades, por lo cual cada una obtendría un valor particular dentro del costo total de viaje. No obstante, las metodologías desarrolladas en este estudio (a pesar de ser conservadoras) resultan adecuadas para estimar el valor económico base de los servicios ecosistémicos, puesto que hacen una descomposición del precio que realmente pagan los turistas por acceder a un sitio protegido.

En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de turismo y recreación provisto por los glaciares del Monumento Natural El Morado, ambas metodologías muestran resultados muy disímiles. En el primer caso, en donde se divide el costo de la entrada en relación a la superficie de los glaciares respecto de la superficie total del sitio protegido, los glaciares toman entonces una relevancia del 6,2% promedio por cada entrada. En el segundo caso, en donde se indaga en las preferencias personales de los visitantes con respecto a los hitos turísticos dentro del sendero del sitio protegido, los glaciares cobran una relevancia del 47,4% promedio por cada entrada (Cuadro 26). Por lo tanto, pese a que en el segundo método se consideraron solo los adultos, la valoración monetaria del servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares es mucho más alta que con el método uno, puesto que los visitantes del M.N. El Morado manifestaron en su mayoría que el atractivo principal es el glaciar San Francisco. Cabe señalar que también se podría inferir que los adultos son los que pagan las entradas de los menores que visitan el sitio protegido, por lo tanto, asumir que los precios de las entradas de los niños se dividen en la misma proporción que la de los adultos. No obstante esta consideración, el método dos se trabajó solo con adultos, puesto que ese fue el tipo de visitante al cual se apuntó la encuesta.

En base a lo anteriormente expuesto, y a la luz de los resultados de los dos métodos aplicados, se puede decir que el primero (en base a las superficies), es más conveniente para ser utilizado cuando se analizan varios sitios protegidos y no es factible realizar encuestas para detectar preferencias específicas. Asimismo, el segundo método es más apropiado para estudios de caso particulares, en los cuales se puede incluir un muestreo de las preferencias personales de los visitantes, a modo de discriminar de mejor manera los intereses que mueven a los turistas a pagar el valor de la entrada al sitio protegido. Por ende, para los propósitos de este estudio, se utilizará el valor obtenido con el método de preferencias personales en base a mercados reales.

Cuadro 26. Comparación del valor monetario obtenido con ambos métodos.

Fuente: Elaboración propia.

Método utilizado	Tipo de visitantes	Promedio de visitantes 2004-2013	Precio entrada al Área Protegida (clp\$)	Total valor monetario anual del M.N. El Morado (clp\$)	Porcentaje de precio por entrada para los glaciares (%)	Total valor monetario anual de glaciares (clp\$)	Valor Presente (VP) infinito de los glaciares (clp\$)
% de Superficies	Todos	11.478	niños 1.000 y adultos 2.000	20.729.000	6,2	1.285.198	21.419.967
Preferencias personales	Adultos	9.251	2.000	18.502.000	47,4	8.763.958	146.065.969

4.3.3. Valoración del Servicio Ecosistémico de Almacenaje de Agua

Dentro de los servicios ecosistémicos de los glaciares, uno de los principales constituye la capacidad de retención de agua en estado sólido, puesto que estas reservas son relevantes sobre todo en períodos de sequía. El contar con los glaciares genera una suerte de tranquilidad en el sentido que si se produce un estrés hídrico prolongado, los glaciares se encargarán de entregar agua. De esta manera, el valor monetario de la retención de agua provista por los glaciares se estimó a través de los costos no incurridos (o costos evitados) en la construcción de embalses que cumplirían el mismo rol de almacenamiento. El valor promedio por m³ embalsado resulto de \$1.050.- (Anexo 4).

Como ya se mencionó anteriormente (en el apartado de caracterización glaciológica del área de estudio), el equivalente en agua contenida en los glaciares del Monumento Natural El Morado se estimó en 59.635.620 m³, y el valor promedio del m³ embalsado resultó en clp\$1.050.-, por

lo que el valor presente (VP) del servicio ecosistémico de almacenaje de agua es de clp\$62.617.401.000.-.

Se ha supuesto que los flujos de los servicios ecosistémicos calculados se mantendrían inalterados en el tiempo, conservando la capacidad de los glaciares para ofrecer el servicio de almacenaje de agua. Por lo tanto el valor anual del servicio ecosistémico de almacenaje de agua provisto por los glaciares del Monumento Natural El Morado es de clp\$3.757.044.060.- (Cuadro 27).

Cuadro 27. Estimación del valor monetario del servicio ecosistémico de almacenaje de agua.
Fuente: Elaboración propia.

Tasa de descuento (%)	6
Valor m ³ embalsado (clp\$)	1.050
Total Equivalente en agua glaciares M.N. el Morado (m ³)	59.635.620
Valor Presente (VP) del servicio ecosistémico (clp\$)	62.617.401.000
Valor monetario anual del servicio ecosistémico (clp\$)	3.757.044.060

4.3.4. Valoración del Servicio Ecosistémico de Flujo Hídrico Continuo

4.3.4.1. Estimación del Aporte Hídrico de los Glaciares de la Cuenca del M.N. El Morado

Uno de los servicios ecosistémicos más relevantes reconocidos de los glaciares es que se constituyen en proveedores de fuente de agua permanente, servicio que se vuelve aún más relevante en la temporada seca anual y en los años con déficit de precipitaciones. No obstante lo anterior, esta mayor contribución de los glaciares hacia la escorrentía de los cursos de agua en años secos, a la larga puede ocasionar una importante disminución de las masas de hielo, por ende, una pérdida de stock natural.

Para el caso de los glaciares del Monumento Natural El Morado, se estimó el balance de masa (2012-2013) del glaciar San Francisco en un aporte glaciar de 3,67 m (columna de hielo) con una desviación estándar de $\pm 0,4$. Luego, asimilando esta diferencia de cota para toda el área glaciar del Monumento Natural El Morado (1,76 km²), entonces se tuvo un equivalente en agua entregado durante un año a la cuenca de 5.702.400 m³, lo que se traduce en un flujo continuo medio anual de 180,8 l/s. A pesar de que en base a esta estimación se pudiese pensar en un plazo finito de los glaciares del Monumento Natural El Morado, hay que considerar que los glaciares responden a una dinámica anual e interanual por lo que es posible que en algunos años el glaciar se mantenga estable (equilibrio), o incluso que gane masa glaciar (balance positivo), por lo que su aporte sería esencialmente la nieve acumulada sobre los mismos en estos dos últimos casos, por lo tanto, las estimaciones de flujo hídrico continuo de aporte glaciar corresponden a una fotografía del momento en que se miden las variables y para este caso es necesario proyectar al infinito dada la naturaleza de propiedad de los derechos de aprovechamiento de aguas y la comparabilidad con los demás servicios ecosistémicos valorados en este estudio.

4.3.4.2. Estimación del Precio del Agua para la Región Metropolitana

Los mercados de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), se pueden diferenciar entre DAA consuntivos y no consuntivos, no siendo transables estos tipos de derechos bajo los mismos estándares.

El Código de Aguas chileno define a los DAA como un “derecho real que recae sobre las aguas y que permite a su titular usar y gozar de ellas”. A su vez, define los DAA no consuntivos como “aquellos que permiten emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. La extracción o restitución de las aguas se hará siempre en forma que no perjudique los derechos de terceros constituidos sobre las mismas aguas, en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades”. La definición enunciada anteriormente, deja de manifiesto que los DAA consuntivos y no consuntivos son bienes distintos por lo que constituirán mercados distintos (CNR-AyCDL, 2013). Por ende, en una valoración económica del servicio ecosistémico del flujo hídrico continuo aportado por los glaciares, este se puede valorar sin problema primeramente

por el mercado de DAA no consuntivo y luego realizar un segundo conteo con los valores de los mercados de DAA consuntivos.

El estudio de CNR-AyCDL (2013), de los DAA para el año 2013 establece un precio de 2,72 uf/l/s para el DAA no consuntivo⁴⁷ para la Región Metropolitana, y de 549,6 uf/l/s para el DAA consuntivo para la misma región. Este valor en pesos según la uf referencial del 31 de diciembre de 2013 (\$23.309,6.-), arroja un valor de clp\$63.402/l/s para los DAA no consuntivos y de clp\$12.810.956/l/s para los DAA consuntivos. Si bien es cierto existen otras estimaciones de valores de DAA que difieren con los valores entregados por CNR-AyCDL (2013), se utilizarán los valores antes mencionados puesto que corresponden al estudio más reciente encontrado sobre esta temática.

4.3.4.3. Estimación del Valor del Servicio Ecosistémico de Flujo Hídrico Continuo

Se tiene como resultado que el valor presente del servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo de los glaciares del Monumento Natural El Morado, es de clp\$2.327.683.926.-, y el valor anual de este servicio, proyectado al infinito y utilizando una tasa de descuento del 6% (al igual como se ha utilizado en todos los cálculos en este estudio), llega a clp\$139.661.036.- (Cuadro 28).

Cuadro 28. Valoración monetaria del servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo.

Fuente: Elaboración propia.

Tipo de derecho de aprovechamiento de agua (DAA)	Caudal medio anual de aporte glaciar a la cuenca del M.N El Morado (l/s)	Precio de derecho de aprovechamiento de agua (clp\$/l/s)	Valor Presente (VP) del servicio ecosistémico (clp\$) por tipo de DAA	Valor Presente (VP) total del servicio ecosistémico (clp\$)	Valor anual del servicio ecosistémico (clp\$) por tipo de DAA	Valor anual total del servicio ecosistémico (clp\$)
Derecho no consuntivo	180,8	63.402	11.463.082	2.327.683.926	687.785	139.661.036
Derecho consuntivo		12.810.956	2.316.220.845		138.973.251	

⁴⁷ Elaborado en base a datos provistos por la Dirección General de Aguas (DGA).

4.3.5. Estimación de la Sumatoria de los Servicios Ecosistémicos de Turismo y Recreación, Almacenaje de Agua y Flujo Hídrico Continuo

Como los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y provisión de flujo hídrico continuo fueron calculados en base a su equivalente en precios encontrados en el mercado (para el caso del turismo y del flujo hídrico continuo) y en base a montos de inversión por costo evitado (para el caso del almacenaje de agua), entonces todos estos valores estimados se pueden sumar, de manera de establecer la sumatoria del valor monetario o valor económico base de los servicios ecosistémicos antes mencionados.

De esta manera, se puede establecer que la suma los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y de flujo hídrico continuo, entregados por los glaciares del Monumento Natural El Morado entregan un valor presente de clp\$65.091.150.895.-, y un valor anual de clp\$3.905.469.054.- (Cuadro 29).

Cuadro 29. Sumatoria de los valores de los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y flujo hídrico continuo.

Fuente: Elaboración propia.

Servicio Ecosistémico	Valor Presente (VP) total del servicio ecosistémico (clp\$)	Valor anual total del servicio ecosistémico (clp\$)	% por servicio valorado sobre la sumatoria total
Turismo y Recreación	146.065.969	8.763.958	0,2%
Almacenaje de Agua	62.617.401.000	3.757.044.060	96,2%
Flujo Hídrico Continuo	2.327.683.926	139.661.036	3,6%
Total	65.091.150.895	3.905.469.054	100%

Asimismo, también se puede establecer que el servicio ecosistémico que presenta el más alto valor, es el de almacenaje de agua con un 96,2% del total. Luego el servicio de flujo hídrico continuo con un 3,6%, y por último el servicio de turismo con un 0,2% (Figura 37). Cabe señalar, que para determinar el valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación, se utilizó el método de preferencias personales en base a mercados reales, el cual es muy conservador puesto que en ningún caso el valor anual podría superar la recaudación total anual del sitio protegido por concepto de entrada.

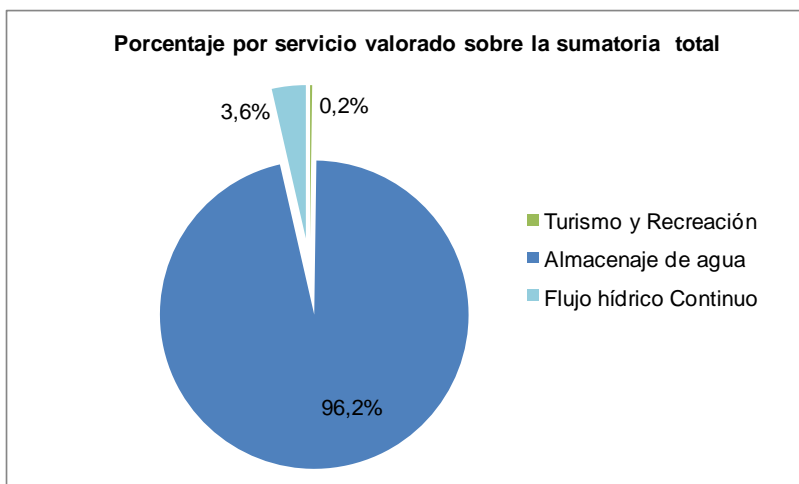


Figura 37. Porcentaje por servicio ecosistémico valorado sobre la sumatoria total.
Fuente: Elaboración propia.

Los valores totales aquí expuestos, se pueden comparar con el presupuesto total del SNASPE para el año 2014 clp\$12.974.363.000.- (BCN, 2013), por lo que el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos valorados de los glaciares del Monumento Natural El Morado (clp\$3.905.469.054.-) son equivalentes al 30,1% del presupuesto anual de inversión para todo el SNASPE el año 2014, el cual como ya se mencionó en apartados anteriores, cuenta con 100 sitios protegidos a lo largo del país.

A su vez, el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos valorados de los glaciares del Monumento Natural El Morado (clp\$3.905.469.054.-), supera en 8,6 veces el total presupuestario (gasto más ingresos) de todos los Monumentos Naturales (15) a lo largo del país para el año 2013 (clp\$455.211.000.-), en 3,7 veces el total presupuestario (gasto más ingresos) de todas Reservas Nacionales (49) a lo largo del país (clp\$1.066.907.000.-), y representa alrededor del 58.3% del total presupuestario (gasto más ingresos) de todos los Parques Nacionales (36) a lo largo del país (clp\$6,688,566,000.-)⁴⁸

Por último, el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos valorados de los glaciares del Monumento Natural El Morado (clp\$3.905.469.054.-), supera en 173,5 veces el total presupuestario (gasto más ingresos) del mismo Monumento Natural El Morado para el año 2013 (clp\$22.505.000.-)⁴⁹

⁴⁸ Fuente de información: SIGFE (programa presupuestario 04 + proyectos productivos en ASP). Corporación Nacional Forestal. Gerencia de Áreas Protegidas y Medio Ambiente.

⁴⁹ Fuente de información: SIGFE (programa presupuestario 04 + proyectos productivos en ASP). Corporación Nacional Forestal. Gerencia de Áreas Protegidas y Medio Ambiente.

4.3.6. Resumen de Resultados (Objetivo 3)

El método de valoración por relación precio de entrada y superficies del servicio ecosistémico de turismo y recreación, en el cual el área glaciar representa el 6,2% del área total, arrojó que clp\$1.285.198.- le corresponden al valor como flujo anual de los glaciares presentes en el área de estudio, puesto que ese monto corresponde el 6,2% del monto total de recaudación del M.N. El Morado, y que el que el valor presente (VP) al infinito es de clp\$21.419.967.-

Por su parte, el método de valoración de preferencias personales en base a precios reales para calcular el valor monetario del servicio ecosistémico de turismo y recreación arrojó que del total de clp\$2.000.- del costo de entrada para adultos al sitio protegido, en promedio clp\$947,4.-, vale decir, el 47,4% de la entrada correspondió a los glaciares. Por lo tanto, asimilando los resultados al promedio de visitantes adultos entre los años 2004-2013 (9.251 turistas), se pudo determinar que el valor monetario total anual del servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares es de clp\$8.763.958. De esta manera, el valor presente (VP) que le corresponde a los glaciares, asumiendo que el servicio ecosistémico de turismo y recreación se mantiene constante a perpetuidad es de clp\$146.065.969.-.

Ambas metodologías aplicadas muestran resultados muy disímiles. En el primer caso, en donde se divide el costo de la entrada en relación a la superficie de los glaciares respecto de la superficie total del sitio protegido, los glaciares toman una relevancia del 6,2% promedio por cada entrada. En el segundo caso, en donde se indaga en las preferencias personales de los visitantes con respecto a los hitos turísticos dentro del sendero del sitio protegido, los glaciares cobran una relevancia del 47,4% promedio por cada entrada. Por lo tanto, en el segundo método, la valoración monetaria del servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares es mucho más alta que con el método uno, puesto que los turistas manifestaron en su mayoría que el atractivo principal del M.N. El Morado es el glaciar San Francisco.

En base a lo anteriormente expuesto, y a la luz de los resultados de los dos métodos aplicados, se puede decir que el primero (en base a las superficies), es más conveniente para ser utilizado cuando se analizan varios sitios protegidos y no es factible realizar encuestas para detectar preferencias específicas. Asimismo, el segundo método es más apropiado para estudios de caso particulares, en los cuales se puede incluir un muestreo de las preferencias personales de los visitantes, a modo de discriminar de mejor manera los intereses que mueven a los turistas a

pagar el valor de la entrada al sitio protegido. Por último, las dos metodologías aplicadas para determinar el valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación son conservadoras, puesto que solo consideran el costo de la entrada al sitio protegido para asignar valor. No obstante lo anterior, resultan adecuadas para estimar el valor económico base del servicio ecosistémico analizado, puesto que hacen una descomposición del precio que realmente pagan los turistas por acceder a un sitio protegido.

En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de almacenaje de agua, este se obtuvo en relación al promedio del precio del m³ embalsado (el cual se estableció en clp\$1.050/m³), asimilándolo luego al total de m³ de agua almacenada en los glaciares del M.N. El Morado (establecido en 59.635.620 m³). Los resultados arrojaron que el valor presente (VP) del servicio ecosistémico de almacenaje de agua es de clp\$62.617.401.000.- y el valor anual es de clp\$3.757.044.060.- (asumiendo la perpetuidad del servicio ecosistémico).

En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo, los resultados muestran que el aporte glaciario medio anual estimado equivale aproximadamente a 180,8 l/s. Por su parte, el precio del agua se estableció en clp\$63.402/l/s para los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) no consuntivos y en clp\$12.810.956/l/s para los DAA consuntivos. En base a estos datos se pudo determinar que el valor presente (VP) de servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo de los glaciares del Monumento Natural El Morado, es de clp\$2.327.683.926.-, y el valor anual de este servicio llega a clp\$139.661.036.- (asumiendo la perpetuidad del servicio ecosistémico).

Como los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y provisión de flujo hídrico continuo fueron estimados en base a su equivalente en precios encontrados en el mercado (para el caso del turismo y del flujo hídrico continuo) y en base a montos de inversión por costo evitado (para el caso del almacenaje de agua). Entonces todos estos valores estimados se pudieron sumar, de manera de establecer el valor monetario o valor económico base total de los servicios ecosistémicos antes mencionados. De esta manera, se puede establecer que la suma de los servicios ecosistémicos entrega un beneficio económico (VP) de clp\$65.091.150.895.-, y un beneficio económico anual de clp\$3.905.469.054. De este total, se pudo establecer que el servicio ecosistémico que presenta el más alto valor, es el de almacenaje de agua con un 96,6%, luego el servicio de flujo hídrico continuo con un 3,6%, y por último el servicio de turismo con un 0,2%.

Los valores totales aquí expuestos, se pueden comparar con el presupuesto total del SNASPE para el año 2014 (el cual se fijó por ley en clp\$12.974.363.000.-), por lo que el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos valorados de los glaciares del Monumento Natural El Morado en este estudio (estimado en clp\$3.905.469.054.-) son equivalentes al 30,1% del presupuesto anual de inversión para todo el SNASPE el año 2014. Asimismo, este beneficio anual, supera en 8,6 veces el total presupuestario para el año 2013 (gasto más ingresos) de los 15 Monumentos Naturales (estimado en clp\$455.211.000.-), y supera en 173,5 veces el total presupuestario (gasto más ingresos) del mismo Monumento Natural El Morado para el año 2013 (estimado en clp\$22.505.000).

V. CONCLUSIONES

En el marco de la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

Al año 2014, en Chile los glaciares no cuentan con alguna normativa específica que garantice su conservación. De este modo, la legislación actual no protege a los glaciares como un componente particular del medio ambiente. La protección más explícita hacia los glaciares es a través del sistema de áreas protegidas, esto debido a que los planes de manejo como instrumentos de gestión hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englaciadas dentro de las zonas protegidas.

No obstante lo anterior, y como recomendación ante una posible futura ley de glaciares, es imperioso que se fundamente en principios de conservación y no como una manera de validar legalmente el establecimiento de actividades que pudieran ocasionar daños irreparables. Asimismo, el establecer rangos predeterminados de multas al daño ambiental, podría convertirse en un "incentivo perverso", vale decir, que en el análisis costo-beneficio para la operación de alguna actividad que ponga en riesgo algún glaciar, puede resultar más rentable pagar las multas que se le apliquen, al costo alternativo de incorporar tecnologías e implementar procesos que resulten inocuos a los ecosistemas glaciares. En este sentido, resultaría más lógico que las multas debieran estar determinadas según el daño caso a caso.

Los resultados de la caracterización glaciológica nacional establecieron que Chile posee un total de 24.114 glaciares con una superficie aproximada de 23.641 km², lo que lo convierte en el país con la mayor cobertura de hielo de Sudamérica (cerca del 80,5%). Los glaciares presentes en el territorio nacional se manifiestan con una amplia distribución a lo largo de todo el país, y se pueden percibir grandes diferencias regionales en cuanto al número de glaciares y a la superficie englaciada, notándose una tendencia notoria hacia el incremento en las regiones de Chile central (Valparaíso y Metropolitana) y austral (Aysén y Magallanes). Esto último, debido a la variabilidad y diversidad geográfica, climática, geomorfológica, altitudinal y latitudinal del territorio chileno. Esta disponibilidad de agua en estado sólido es casi inversamente proporcional a las necesidades de recursos hídricos de las regiones, ya que la zona norte (la más árida y con problemas crecientes de abastecimiento de agua), es la que menos superficie de hielo posee (1%), asimismo la zona central, con el más alto número de población solo tiene

el 4% del hielo a nivel nacional. Por el contrario las zonas Sur y Austral (donde el agua es abundante), juntas concentran el 95% de la superficie de hielo a nivel nacional.

El equivalente en agua contenida de todos los cuerpos de hielo catastrados en el inventario nacional de glaciares corresponde a un total de 3.175 km³, lo que equivale a aproximadamente 4.234 veces la capacidad máxima del embalse La Paloma ubicado en la Región de Coquimbo y el cual posee una capacidad máxima de 0,75 km³. Lo anterior, viene a demostrar la importancia estratégica de conservar los ecosistemas glaciares y en general las cabeceras de las cuencas para la mantención de las reservas de agua y asegurar también los flujos hídricos que nutren todos los ecosistemas aguas abajo.

En cuanto a protección de glaciares a nivel nacional, el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43% de los glaciares y el 83% de la superficie de hielo del país. Y sumando los sitios SNASPE, más las otras categorías de sitios protegidos mencionados en el desarrollo de este estudio, se puede decir que el 54% de los glaciares chilenos, y el 87% de la superficie glaciar están dentro de algún sitio con alguna categoría de protección. No obstante lo anterior, existen grandes diferencias regionales, donde la zona norte y sobre todo la zona centro parecieran estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica, asunto de gran relevancia, toda vez que la zona norte presenta conflictos permanentes de escasez de agua producto de la competencia entre las actividades mineras, industriales y agrícolas, y por su parte, la zona centro concentra cerca del 65,9% de la población a nivel nacional, además de estar presentando desde el año 2012 conflictos con actividades mineras con planes de ampliarse en la cabecera de la cuenca del Aconcagua y con influencia potencial para la cuenca del Maipo. En este sentido, contar con el SNASPE y con otras categorías de áreas protegidas representa un beneficio y en cierta medida una garantía para la conservación de los glaciares que se encuentran dentro de ellas, por lo tanto, es de suma relevancia propender a una representación regional y zonal eficaz de la cantidad de glaciares protegidos en relación al total, de modo de proteger y conservar la gran variedad de servicios ecosistémicos que estos proveen.

En cuanto a los resultados de la valoración de servicios ecosistémicos de los glaciares del Monumento Natural El Morado, primeramente cabe hacer notar que el concepto de "Valoración de Servicios Ecosistémicos", es importante en el sentido que se constituye como un conector entre la ecología y la economía, de modo de que pueda revelar la importancia del

funcionamiento de los ecosistemas en términos económicos, ya que este lenguaje puede resultar más fácil de comprender para los tomadores de decisiones.

La valoración de servicios ecosistémicos realizada en este estudio se basó en mercados reales y precios reales. Estos métodos corresponden a métodos un tanto conservadores de valoración ambiental, toda vez, que solo detectan el valor en base a los precios de mercado (transacciones), o de costo evitado, costo de sustitución y/o reposición. Sin embargo, son sumamente relevantes puesto que entregan una primera aproximación o un valor mínimo del servicio ecosistémico a valorar, por ende, se constituyen como un buen punto de partida para la obtención de una valoración económica total (VET).

Los servicios ecosistémicos valorados fueron los de "Turismo y Recreación", "Almacenaje de Agua" y "Flujo Hídrico continuo".

Las metodologías aplicadas para determinar el valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación, mostraron resultados muy disímiles. En el primer caso, en donde se dividió el costo de la entrada en relación a la superficie de los glaciares respecto de la superficie total del sitio protegido, los glaciares tomaron una relevancia del 6,2% promedio por cada entrada. En el segundo caso, en donde se indagó en las preferencias personales de los visitantes con respecto a los hitos turísticos dentro del sendero del sitio protegido, los glaciares cobraron una relevancia del 47,4% promedio por cada entrada. Por lo tanto, en el segundo método, la valoración monetaria del servicio ecosistémico de turismo y recreación de los glaciares resultó mucho más alta que con el método uno, puesto que se logró establecer con certeza, que los turistas en su mayoría percibían que el atractivo principal del M.N. El Morado es el glaciar San Francisco.

Si bien es cierto, el servicio ecosistémico de turismo y recreación equivale a un conjunto de elementos que proveen la experiencia y satisfacción turística, los visitantes de un área protegida tienen motivaciones diferentes entre sí, o inclusive puede que el gran atractivo de una unidad paisajístico-ambiental específica sea la responsable de los desplazamientos de visitantes hacia un área protegida particular. En este sentido, para estudios de casos detallados y justamente para ganar fineza al momento de valorar unidades específicas, es pertinente aplicar metodologías que puedan justamente separar la experiencia turística que generan las diferentes unidades paisajístico-ambientales a modo de determinar el peso que a cada una le confieren los visitantes de un área protegida.

En base a lo anteriormente expuesto, y a la luz de los resultados de los dos métodos aplicados, se puede decir que el primero (en base a las superficies), es más conveniente para ser utilizado cuando se analizan varios sitios protegidos a la vez, y no es factible realizar encuestas para detectar preferencias específicas. Asimismo, el segundo método (en base a preferencias personales) es más apropiado para estudios de caso particulares, en los cuales se puede incluir un muestreo de las preferencias personales de los visitantes, a modo de discriminar de mejor manera los intereses que mueven a los turistas a pagar el valor de la entrada al sitio protegido.

Por último, las dos metodologías aplicadas para determinar el valor del servicio ecosistémico de turismo y recreación resultaron ser extremadamente conservadoras, puesto que solo consideran el costo de la entrada al sitio protegido para asignar valor. No obstante lo anterior, resultan adecuadas para estimar el valor económico base del servicio ecosistémico analizado, puesto que hacen una descomposición del único precio que realmente se puede asumir que es exclusivamente asociado en su totalidad al disfrute de un área protegida.

En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de almacenaje de agua, el promedio del precio del m³ embalsado se estableció en clp\$1.050/m³, y el total de m³ de agua almacenada en los glaciares del M.N. El Morado se estableció en 59.635.620 m³. Los resultados arrojaron que el valor presente (VP) del servicio ecosistémico de almacenaje de agua es de clp\$62.617.401.000.- y el valor anual es de clp\$3.757.044.060.- (asumiendo la perpetuidad del servicio ecosistémico). Este método resultó bastante simple y efectivo en su aplicación, por lo que se considera que es recomendable para la obtención de un valor económico base.

En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo, los resultados mostraron que el aporte glaciar al caudal medio anual estimado es del orden de 180,8 l/s. Por su parte, el precio del agua se estableció en clp\$63.402/l/s para los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) no consuntivos y en clp\$12.810.956/l/s para los DAA consuntivos. En base a estos datos se pudo determinar que el valor presente (VP) de servicio ecosistémico de flujo hídrico continuo de los glaciares del Monumento Natural El Morado, es de clp\$2.327.683.926.-, y el valor anual de este servicio llega a clp\$139.661.036.- (asumiendo la perpetuidad del servicio ecosistémico). Este método resultó un tanto complejo, toda vez que los mercados de derechos de aguas son altamente especulativos y poco regulados, por lo que en ocasiones reflejan precios extremadamente bajos o altos con respecto a un posible promedio de transacción. No obstante lo anterior, igualmente es una metodología recomendable, puesto

que es quizás la única forma de estimar el valor del agua sin tratamiento alguno en unidades de flujo continuo por unidad de tiempo.

En resumen, la sumatoria total de los valores monetarios de los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, almacenaje de agua y provisión de flujo hídrico continuo, resulta en un beneficio económico en valor presente (VP) de clp\$65.091.150.895.-, y un beneficio económico anual de clp\$3.905.469.054.-. De este total, se pudo establecer que el servicio ecosistémico que presenta el más alto valor, es el de almacenaje de agua con un 96,6%, luego el servicio de flujo hídrico continuo con un 3,6%, y por último el servicio de turismo y recreación con un 0,2%.

A modo de comparación, el beneficio económico anual de los servicios ecosistémicos de los glaciares valorados en este estudio (clp\$3.905.469.054.-), llega a representar el 30,1% del presupuesto anual de inversión para todo el SNASPE el año 2014 (el cual se fijó por ley en clp\$12.974.363.000). Asimismo, este beneficio anual, supera en 8,6 veces el total presupuestario para el año 2013 de los 15 Monumentos Naturales existentes en el país (estimado en clp\$455.211.000.-), y supera en 173,5 veces el total presupuestario del mismo Monumento Natural El Morado para el año 2013 (estimado en clp\$22.505.000).

Lo anterior deja de manifiesto que una valoración con métodos conservadores de una parte de los servicios ecosistémicos que proveen los glaciares de un sitio protegido, resulta en beneficios económicos mucho mayores que la inversión que se realiza para la conservación de unidades naturales completas. Por lo tanto, si bien es complejo capturar los valores en términos de beneficios económicos que proveen los ecosistemas, estos cumplen roles fundamentales para la vida y el desarrollo de las sociedades, por lo que invertir en conservación del patrimonio natural, es económicamente rentable frente a todos los beneficios percibidos de la naturaleza.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AZQUETA, D. 2002. Introducción a la Economía Ambiental. Ed. McGraw-Hill. Madrid, España. 456p.
- BALVANERA, P. y COTLER, H. 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta ecológica número especial 84-85. Instituto Nacional de ecología. 8-15p.
- BAHR, D., MEIER, M. y PECKHAM, S. 1997. The physical Basis of Glacier Volume-Area Scaling. Journal of Geophysical Research, Vol. 102, NO:B9, 20.355-20.362. 8p.
- BAMBER, J. y PAYNE, A. 2004. Mass Balance of the Cryosphere. Cambridge University. 644p.
- BARBIER, E., ACREMAN, M. y KNOWLER, D. 1997. Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar. 155p.
- BARSCH, D. 1996. Rockglaciers. Indicators for the Present and Former Geoecology in High Mountain Environments. Springer Verlag, Heidelberg. 331p.
- BAUER, C. 2004. Canto de sirenas. El derecho de aguas chileno como modelo para reformas internacionales. RFF Press. 223p.
- BCN, 2013. Historia de la ley N°20.713. Ley de Presupuestos del Sector Público para el año 2014. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 1990p.
- BINNING, C., CORK, S., PARRY, R. y SHELTON, D. 2001. Natural Assets: An Inventory of Ecosystem Goods and Services in the Goulburn Broken Catchment. CSIRO Sustainable Ecosystems, Australia. 137p.
- BOLETÍN N°3947-12, 2005. Establece la Prohibición de Ejecutar Proyectos de Inversión en Glaciares. Parlamentarios patrocinantes: Leopoldo Sánchez, Roberto Delmastro, Antonio Leal, Arturo Longton. Congreso Nacional de Chile. 9p.

- BOLETÍN N°4.205-12, 2006. Proyecto de Ley sobre valoración y protección de los glaciares. Parlamentarios patrocinantes: Antonio Horvath, Carlos Bianchi, Alejandro Navarro, Guido Girardi, Carlos Kuschel. Congreso Nacional de Chile. 9p.
- BÓRQUEZ, R. 2007. Análisis del Escenario actual de los Glaciares de Montaña en Chile desde la mirada de la Seguridad Ecológica. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile. 164p.
- BRENNING, A. 2003. La importancia de los glaciares de escombros en los sistemas geomorfológico e hidrológico de la Cordillera de Santiago: fundamentos y primeros resultados. Rev. Geogr. Norte Gd. 30, 7–22.15p.
- BURKART, A.J. y MEDLIK, S. (1981): Tourism: Past, Present and Future. Heinemann, London. 366p.
- CABRERA, J. 2010. El Estado del Arte del Pago por Servicios Ambientales en Chile. INFOR. 61p.
- CERDA, C. 2012. Valuing biodiversity attributes and water supply using choice experiments: a case study of La Campana Peñuelas Biosphere Reserve, Chile. Environ Monit Assess. DOI 10.1007/s10661-012-2549-5. 14p.
- CHEN, J. y OHMURA, A. 1990. Estimation of Alpine glacier water resources and their change since the 1870s. In Hydrology in Mountainous Regions, I – Hydrological Measurements; the Water Cycle, Proceedings of two Lausanne Symposia, August 1990, Lang H, Musy A (eds). 10p.
- CHILE SUSTENTABLE, 2011. Glaciares Andinos, Recursos Hídricos y Cambio Climático: Desafíos para la justicia Climática en el Cono Sur. 179p.
- CNR-AyCDL, 2013. Análisis Estimación del Precio Privado de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Comisión Nacional de Riego, Gobierno de Chile. 129p
- CONAF, 1997. Documento de Trabajo N°256, Plan de Manejo Monumento Natural El Morado. Unidad de Gestión y Patrimonio Silvestre. 105p.
- CONAMA, 2009. Política para la Protección y Conservación de Glaciares. 9p.

- CONRADIN, A., BURGA, R., RUFFET, J., HOELZLE, M. and KÄÄB, A. 2004. Vegetation on Alpine rock glacier surfaces: a contribution to abundance and dynamics on extreme plant habitats. *Flora* 199, 505–515 (<http://www.elsevier.de/flora>). 10p.
- CONSTANZA, R. *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Revista Nature*, Vol 387: 253-260p.
- CRISTECHE, E., y PENNA, J. 2008. Métodos de Valoración de Servicios Ambientales. Estudios Socioeconómicos de la sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales. ISSN 1851-6955 N°3. 58p.
- CUFFEY, K. y PATERSON W. 2010. *The Physics of Glaciers*. Fourth Edition, Elsevier.
- DANN, G. 1981. Tourist Motivation an Appraisal. *Annals of Tourism Research* 8(2) (1981): 187-219. 32p.
- DAILY, G. 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington DC. 392p.
- DGA, 2008. Balance de Gestión Integral año 2008, Dirección General de Aguas. 42p.
- DGA-CECs, 2009. Estrategia Nacional de Glaciares, Fundamentos. Realizado por Centro de Estudios Científicos (CECs). 290p.
- DGA-CECs, 2011. Variaciones Recientes de Glaciares en Chile, Según Principales Zonas Glaciológicas. Realizado por Centro de Estudios Científicos (CECs). 142p.
- DGA-CECs, 2012. Estimación de Volúmenes de Hielo Mediante Radio Eco Sondaje en Chile Central. Realizado por el Centro de Estudios Científicos. 173p.
- DGA-Ev-K2-CNR, 2012. Plan de Acción para la Conservación de Glaciares ante el Cambio Climático. Volumen I y Volumen II. Realizado por Ev-K2-CNR en el marco del proyecto de cooperación técnica no reembolsable ATN/OC-11996-CH DGA-BID. 430p.
- DGA-GEOESTUDIOS, 2008. Manual de glaciología, Volumen 2. Realizado por GEOESTUDIOS. 341p.

- DGA-MOP, 2008. Resolución N°1043, Crea Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas con los objetivos y funciones que se indica. 2p.
- DGA-TRS, 2009. Levantamiento Topográfico Laser Aerotransportado para los glaciares Echaurren Norte y San Francisco.
- DGA-UCHILE, 2012. Modelación del Balance de Masa y Descarga de Agua en Glaciares de Chile Central. Realizado por Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente. 90p
- DIETRICH, R., IVINS, E., CASASSA, G., LANGE, H., WENDT, J. y FRITSCHE, M. 2009. Rapid crustal uplift in Patagonia due to enhanced ice loss. Elsevier, Earth and Planetary Science Letters 289 (2010) 22–29. 7p.
- DONOSO, G., JOURAVLEV, A., PEÑA, H. y ZEGARRA, E. 2004. Mercados de derechos de agua: Experiencias y propuestas en América del Sur. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL. 81p.
- DOUROJEANNI, A., y JOURAVLEV, A. 1999. El código de aguas de Chile: Entre la ideología y la realidad. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL. 84p.
- ESPINOZA, G., GUTIERREZ, J. y HAYEK, E. 1979. Gradiente latitudinal de las temperaturas máximas, mínimas y medias en Chile. Anales del Museo de Historia Natural Valparaíso. 12:77-82. 5p.
- ESTADO DE CHILE, 1980. Constitución Política de la República de Chile 1980. Santiago de Chile, Editorial Jurídica de Chile.
- ESTADO DE CHILE, 1981. Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122. 1981. Fija texto del Código de Aguas.
- ESTADO DE CHILE, 2001. D.S. N° 95, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Reglamento SEIA.
- FERRER, G., LA ROCA, F. y GUAL, M. 2012. Servicios ecosistémicos: ¿Una herramienta útil para la protección o para la mercantilización de la naturaleza?. XIII Jornadas de Economía Crítica. Sevilla. 281-293p.

- FIGUEROA, E. 2008. Valor Económico de la Contribución Anual del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile y Análisis de su Financiamiento. Informe Final de Consultoría. Proyecto CONAMA/GEF-PNUD, Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile (Fase Preparatoria). 148p.
- FIGUEROA, E. 2010. Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile. Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile. Proyecto GEF-MMA-PNUD. 233p.
- FAO, 2012. Diagnóstico Nacional de Montaña, fortalecimiento de la gestión participativa para el desarrollo sostenible de los Andes. Informe Chile. Realizado por Juan Pablo Flores. 64p.
- GAJARDO, R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Ministerio de Agricultura - Universidad de Chile, Santiago. 315p.
- GARCÉS, J. 2005. Gestión de recursos hídricos en Chile: proposición de un modelo de gestión integrada para la cuenca Maipo-Mapocho. Tesis para optar al grado de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. 160p.
- GARCÍA *et al.* 2013. Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Santurbán. Fedesarrollo. 81p.
- GÓMEZ-BAGGENTHUN, E. y R. DE GROOT, 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16 (3) 4-14p.
- GREBE, M.E. 1991. Etnoecología Nativa: Creencias e interacciones entre Hombre y Naturaleza en la alta Montaña Andina. I taller Internacional de Geoecología de Montaña y Desarrollo Sustentable de los andes del Sur. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. 243-250. 7p.
- HAMBREY, M. and JÜRG, A. 2004. *Glaciers*. Second Edition. Cambridge. 376p.
- HARDIN, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162 (3859): 1243-1248p.
- HOOKE, R. 1998. *Principles of Glacier Mechanics*. Second Edition, Cambridge. 449p.

- HOLMES, A. 1952. Geología Física. Ediciones Omega S.A. 512p.
- IDEAM, 2012. Glaciares de Colombia, más que montañas de hielo. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 344p.
- INE, 2010. Compendio Estadístico, Estadísticas Demográficas. 140p.
- IPCC, 2012. Glossary of terms. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 555-564. 13p.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013, The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter four: Observations Cryosphere (317-382). 1523p.
- KOTLYAKOV, V.M. y KOMAROVA, A.I. 2007. ELSEVIER'S Dictionary of Geography. 1073p.
- LABANDEIRA, X., LEÓN, C. y VÁZQUEZ M. 2007. Economía ambiental. Pearson Prentice Hall. 356p.
- LLIBOUTRY, L. 1956. Nieves y Glaciares de Chile, Fundamentos de Glaciología. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago de Chile. 471p.
- MARTIN-LÓPEZ, B. y C. MONTES. 2010. Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. En: Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco. 21p.
- MEIER, M., DYURGEROV, M., RICK, U., O'NEEL, S., PFEFFER, W., ANDERSON, R., ANDERSON, S. and GLAZOVSKY, A. 2007. Glaciers dominate eustatic sea-level rise in the 21st century. *Science* 317: 1064-1067.

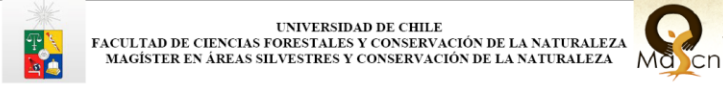
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 155p.
- MINAGRI, 1984. Ley N°18362, Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. BCN. 11p.
- MINREL, 1967. Dto-531, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmado en Washington el 12 de Octubre de 1940. BCN. 5p.
- MINSEGPRES, 1994. Ley N°19300, Aprueba ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. BCN. 38p.
- MINSEGPRES, 2008. DTO-122, Modifica el artículo 2º del Decreto nº 95, de 2001, que aprueba el texto refundido, coordinado y sistematizado del reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 2p.
- MINSEGPRES, 2010. Ley N°20.417, Crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. BCN. 55p.
- MMA, 2011. Las áreas protegidas de Chile. Antecedentes, Institucionalidad, Estadísticas y Desafíos.
- MMA, 2012. Aprueba reglamento para la determinación del Caudal Ecológico Mínimo. Decreto N°014 de 22 de mayo de 2012.
- MOP, 2010. Chile 2020, Obras Públicas para el Desarrollo. Gobierno de Chile. 238p
- MOP-DGA, 2009. Resolución-1851, Establece información relativa al Inventario Público de Glaciares de la DGA. BCN. 3p.
- ODEPA, 2010. Análisis del mercado del agua de riego en Chile: una revisión crítica a través del caso de la Región de Valparaíso. Estudio realizado por Departamento de Economía Agraria, Pontificia Universidad Católica de Chile. 142p.
- OHMURA, A. 2009. Completing the World Glacier Inventory. Annals of Glaciology. 50(53) 2009. 5p.

- OMT, 1996. Implications of the UN / WTO Tourism Definitions for the U.S. Tourism Statistical System, (1994): Recomendaciones sobre Estadísticas de Turismo, Madrid.
- PASKOFF, R. 1996. Atlas de las Formas de Relieve de Chile. Instituto Geográfico Militar. 288p.
- PATERSON, W.S.B, 1994. The Physics of Glaciers. Third Edition. 481p.
- PEÑA, H., LURASCHI, M. y VALENZUELA, S. 2004. Agua, desarrollo y políticas públicas: la experiencia de Chile. Revista REGA – Vol. 1, no. 2, p. 25-50.
- PEÑA, H. y NAZARALA, B. 1987. Snowmelt-runoff simulation model of a central Chile Andean basin with relevant orographic effects. Large Scale effects of Seasonal Snow cover (Proceedings of the Vancouver Symposium, August 1987). IAHS Publ. no. 166. 12p.
- QUÉTIER, F. *et al.* 2007. Servicios Ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. Revista Gaceta ecológica 84. Instituto Nacional de Ecología, México. 26p.
- RIERA, P., GARCÍA, D., KRISTRÖM, B. y BRÄNNLUND, R. 2008. Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Thomson Editores Paraninfo S.A. España. 120p.
- RIVERA, A., CASASSA, G., ACUÑA, C. y LANGE, H. 2000. Variaciones recientes de glaciares en Chile. Revista Investigaciones geográficas. 34, 25-52.
- SAAVEDRA, J. 2009. Las aguas como bien nacional de uso público. Centro de Estudios FISCALÍA del Medio Ambiente (FIMA). 87p.
- SAG, 2011. Manual de buenas prácticas para uso sustentable de ecosistemas de montaña. 121p.
- SMITH, A. 1776. La riqueza de las naciones. Ed, Alianza (2007). 824p.
- SEGOVIA, A. 2006. Análisis del Crecimiento Urbano por Segundas Residencias en el Borde Costero de dos Comunas de la V Región: Zapallar y Papudo. Memoria para optar al Título de Geógrafo. 183p.

- STRAHLER, A. y STRAHLER, A. 1989. Geografía Física. Ediciones OMEGA, S.A, Barcelona. 552p.
- SUAREZ, M. 2012. Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph. 228p.
- UICN, 2006. Aspectos jurídicos de la conservación de glaciares. Realizado por Alejandro Iza y Marta Rovere. Serie de Política y Derecho Ambiental N° 61. 270p.
- UICN, 2008. “Directrices para la Aplicación de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas”, UICN, Editado por Dudley Nigél, Publicaciones Gland, Suiza, 2008. 116p.
- VÁSQUEZ, F., CERDA, A. y ORREGO, S. 2007. Valoración económica del ambiente. Thomson Learning Argentina. 367p.
- VERA, A., ZUÑIGA-REINOSO, A. y MUÑOZ-ESCOBAR, C. 2012. Andiperla Willinki. Revista Chilena Ent. 37:87-93.
- VIJAY, P., PRATAP, S. y UMESH, K. 2011. Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers.1300p.
- WASHBURN, A.L. 1979. Geocryology. A Survey of Periglacial Processes and Environments. numerous illustrations. London: Edward Arnold. ISBN 0 7131 6119 1. 406p.
- WHALLEY, W. and AZIZI, F. 2003. Rock glaciers and protalus landforms: Analogous forms and ice sources on Earth and Mars. Journal of Geophysical Research, VOL,108(E4), 8032. 17p.

VII. ANEXOS

7.1. Anexo 1. Modelo de encuesta aplicada a visitantes del Monumento Natural El Morado

 <p style="font-size: small;">UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA MAGÍSTER EN ÁREAS SILVESTRES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA</p>																		
<p>ENCUESTA DE VALORACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE TURISMO Y RECREACIÓN <i>(Método de preferencias personales en base a precios reales)</i></p>																		
<p><u>I. Selección del encuestado</u></p> <p>1.1) ¿Canceló usted entrada de adulto? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>1.2) ¿Hasta donde recorrió el sendero de Monumento Natural El Morado? Hasta: <input style="width: 150px;" type="text"/></p> <p>1.3) ¿Cuántas veces lo ha recorrido? <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p>1.4) ¿Reconoce los siguientes puntos de interés dentro del Monumento?, Aguas Panimávidas, Laguna Morales, Glaciar San Francisco. <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>																		
<p><u>II. Pregunta de valoración de las unidades del Monumento Natural El Morado</u></p> <p>Este es un ejercicio que pretende detectar las preferencias de las personas por ciertos elementos naturales y/o ambientales dentro de esta Área Silvestre Protegida. Por lo tanto:</p> <p>¿Además de las tres unidades mencionadas anteriormente agregaría otra unidad paisajística, elemento natural o ambiental de su interés que se encuentre dentro del Monumento? <input style="width: 150px; height: 30px;" type="text"/></p> <p>Si tuviera que distribuir los \$2.000.- que pagó por concepto de entrada a este lugar, entre los siguientes puntos de interés según su percepción, ¿cuanto le asignaría a cada uno?:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nº</th> <th style="width: 60%;">Unidad Paisajística</th> <th style="width: 35%;">Valor (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Aguas Panimávidas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Laguna Morales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Glaciar San Francisco</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Otro:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nº	Unidad Paisajística	Valor (\$)	1	Aguas Panimávidas		2	Laguna Morales		3	Glaciar San Francisco		4	Otro:		Total		
Nº	Unidad Paisajística	Valor (\$)																
1	Aguas Panimávidas																	
2	Laguna Morales																	
3	Glaciar San Francisco																	
4	Otro:																	
Total																		
<p>Justifique su respuesta:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>																		



III. Validación de pregunta de valoración de las unidades del Monumento Natural El Morado

Elija la Unidad Paisajística Preferida	
Otros	Aguas Panimávidas
Laguna Morales	Glaciar San Francisco
Otros	Glaciar San Francisco
Aguas Panimávidas	Laguna Morales
Laguna Morales	Otros
Glaciar San Francisco	Aguas Panimávidas

Unidad	Puntaje
Otros	
Aguas Panimávidas	
Laguna Morales	
Glaciar San Francisco	

IV. Pregunta abierta

4.1) ¿Podría mencionar por qué son importantes los glaciares?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

V. Caracterización del encuestado

5.1) ¿Desde donde viajo a este lugar?

5.2) ¿En qué medio de transporte llegó hasta aquí?

5.3) Nivel de estudio

1	Básica Completa	<input type="checkbox"/>	2	Media Completa	<input type="checkbox"/>	3	Superior incompleta	<input type="checkbox"/>
4	Superior Completa	<input type="checkbox"/>	5	Post Título	<input type="checkbox"/>	6	Otro	<input type="text"/>

5.4) Profesión u oficio

5.5) Nivel de renta en Pesos

1	\$0 - \$300.000	<input type="checkbox"/>	2	\$301.000 - \$600.000	<input type="checkbox"/>	3	\$601.000 - \$1.000.000	<input type="checkbox"/>
4	\$1.001.000 - 1.500.000	<input type="checkbox"/>	5	Mas de \$1.500.000	<input type="checkbox"/>			

5.5.1) Renta mensual en dólares

5.5.2) Renta mensual en euros

5.6) Género Masculino Femenino

5.7) Edad

7.2. Anexo 2. Planilla de encuestas válidas

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
1	2	100	0	1500	400	2000		Paine	Vehículo Particular	4	4	Ing. Comercial	5	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	22/02/2014
2	1	500	500	1000	0	2000	Ruinas de piedra	Maipú	Vehículo Particular	4	4	Decoradora	3	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	22/02/2014
3	1	0	1000	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	2	5	Diseñador	4	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el paisaje	22/02/2014
4	1	700	700	400	200	2000	Formaciones rocosas	Providencia	Vehículo Particular	2	4	Abogado	5	1	Masculino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
5	1	1000	300	200	500	2000	El Río	Peñalolen	Vehículo Particular	5	2	Monitor Transantiago	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	Por las reservas de agua	22/02/2014
6	3	300	500	1000	200	2000	Puente aguas Panimávidas	Paine	Vehículo Particular	4	4	Ing. Civil	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el agua - Para controlar la temperatura del planeta	22/02/2014
7	2	0	500	1500	0	2000		Osorno	Bicicleta		4	Psicólogo	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua - Microclimas	22/02/2014
8	1	300	700	1000	0	2000		Independencia	Vehículo Particular	2	4	Enfermería	3	2	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el paisaje	22/02/2014
9	1	300	700	500	500	2000	El Río	Santiago	Bus Público		4	Ingeniero	4	1	Femenino	Chilena	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	22/02/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
10	1	300	400	1000	300	2000	pozones rojos de aguas minerales	La Serena	Vehículo Particular	4	3	Est. Turismo	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
11	1	100	800	600	500	2000	Paisaje de Montaña	Santiago	Bus Público		3	Consultora	4	2	Femenino	Español	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	22/02/2014
12	1	750	400	750	100	2000	Paisaje de Montaña	Bélgica	Vehículo Particular	2	4	Biólogo		2	Masculino	Belga	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
13	14	200	300	1000	500	2000	Flora y Fauna	Puente Alto	Vehículo Particular	4	4	Geógrafo	4		Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
14	1	500	500	500	500	2000	pozones rojos de aguas minerales	Cerro Navia	Vehículo Particular	5	4	Empleado público	2	2	Masculino	Chilena	Me gustaron mas las aguas Panimávidas, burbujean y hau pozones claros y oscuros	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
15	1	0	1000	1000	0	2000	Flora y Fauna	Santiago	Vehículo Particular	2	5	Enfermería	4	2	Masculino	Chilena	Interés en la flora y fauna	-Porque se están perdiendo -Arquitectura Natural	22/02/2014
16	1	0	0	2000	0	2000	Intangibles, viento, colores, tranquilidad	Maipú	Bus Turismo		6	Adm. Logístico	3	3	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	22/02/2014
17	1	400	800	800	0	2000		Quilicura	Vehículo Particular	4	4	Vendedora	4	2	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	- Naturaleza - Belleza - Historia de miles de años	22/02/2014
18	2	500	500	1000	0	2000	Salto de Agua	España	Vehículo Particular	2	5	Meteorólogo	5	2	Masculino	Español	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Escasos - Porque están desapareciendo - Naturaleza	22/02/2014
19	1	500	500	500	500	2000	El Río	La Granja	Bus Público		4	Tec. En Enfermería	2		Femenino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	- Vegetación - Bonito Paisaje	22/02/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
20	1	250	250	1250	250	2000	El Río	Puente Alto	Vehículo Particular	3	3	Est. Derecho	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Fuente de agua - Escasos por el calentamiento global	02/03/2014
21	1	400	600	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	3	4	Ing. Alimentos	2	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	02/03/2014
22	2	500	500	1000	0	2000		Ñuñoa	Vehículo Particular	3	4	Adm. de Empresas	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	02/03/2014
23	1	300	700	1000	0	2000		Ñuñoa	Vehículo Particular	2	4	Ing. Químico	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	02/03/2014
24	1	0	1000	500	500	2000	Salto de Agua	Peñalolén	Bus Turismo		3	Est. agronomía	1	1	Femenino	Chilena	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	02/03/2014
25	1	1000	1000	0	0	2000		Las Condes	Bus Turismo		3	Est. Kinesiología	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	02/03/2014
26	1	500	500	500	500	2000	Otros	La granja	Vehículo Particular	4	1	Construcción	2	1	Femenino	Chilena		- Por el paisaje	02/03/2014
27	3	500	1000	500	0	2000		La Cisterna	Bicicleta		4	Comu. Audiovisual	1	2	Masculino	Chilena	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	02/03/2014
28	1	500	0	1500	0	2000		Recoleta	Bus Público		3	Est. Música	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Reservas de agua - Imagen y Paisaje	02/03/2014
29	1	250	250	1000	500	2000	Flora y Fauna	New Jersey (USA)	Vehículo Particular	4	3	Est. Medicina	1	1	Masculino	USA	Geomorfología y paisaje Indicadores de Cambio Climático	Geomorfología y paisaje Indicadores de Cambio Climático	02/03/2014
30	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	2	4	Ingeniero	5	3	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Reservas de agua - Indicadores de cambio climático	02/03/2014
31	1	300	500	1000	200	2000	Salto de Agua	Puente Alto	Vehículo Particular	5	4	Adm. de Empresas	1	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo mas llamativo y porque son	- Por el impacto visual - Mantención	02/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajó	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
																	escasos de ver	de ríos y cursos de agua	
32	1	500	250	1000	250	2000	Salto de Agua	Puente Alto	Vehículo Particular	5	6	Tec. En Construcción	2	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el paisaje	02/03/2014
33	1	500	500	500	500	2000	pozones rojos de aguas minerales	Villa Alemana	Bus Público		4	Químico Analista	2	1	Masculino	Chilena	Todos los lugares son de interés	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014
34	1	0	320	680	1000	2000	Vista Panorámica	España	Vehículo Particular	1	4	Electricista		2	Masculino	Español		- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	02/03/2014
35	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	2	4	Diseñador	4	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014
36	1	0	0	2000	0	2000		Calera de Tango	Vehículo Particular	2	3	Est. Corredor de bolsa	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	-Por el deshielo - Atractivo Turístico - Da vida al pueblo	02/03/2014
37	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	4	5	Dentista	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014
38	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	3	4	Empresario	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	02/03/2014
39	1	0	500	1500	0	2000	Salto de Agua	Valparaíso	Vehículo Particular	2	3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Paisaje - Ecosistema	02/03/2014
40	1	0	0	1500	500	2000	Flora y Fauna	Quilpué	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
41	1	500	0	1000	500	2000	Colores de los cerros	Peñalolén	Vehículo Particular	2	4	Veterinario	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	02/03/2014
42	1	600	400	1000	0	2000		Ñuñoa	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014
43	1	0	0	2000	0	2000		La Florida	Vehículo Particular	2	4	Ingeniero	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	02/03/2014
44	1	334	333	1000	333	2000	Paisaje de Montaña	La Granja	Vehículo Particular	7	2	Maestro Soldador	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	02/03/2014
45	1	250	500	750	500	2000	Flora y Fauna	Santiago	Vehículo Particular	1	4	Abogado	5	2	Masculino	Alemán	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Son muy Bonitos - Son impresionantes	02/03/2014
46	1	333	333	334	1000	2000	Salto de Agua	Maipú	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	Los tres puntos me parecieron poco interesantes	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	02/03/2014
47	1	0	500	1500	0	2000		Lituania	Vehículo Particular	2	4	Bachillerato	1	2	Femenino	Lituana	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el paisaje	02/03/2014
48	2	500	750	750	0	2000		Las Condes	Bus Público		4	Adm. de Empresas	1	1	Masculino	Chilena		Por las reservas de agua	02/03/2014
49	2	250	500	1000	250	2000	El Río	Peñalolén	Vehículo Particular	4	4	Tecnóloga Médica	3	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
50	2	250	250	1500	0	2000		Ñuñoa	Vehículo Particular	5	4	Ing. Civil Industrial	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
51	1	300	700	1000	0	2000		Peñalolén	Vehículo Particular	5	4	Ingeniero	5	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
52	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	5	6	Asist. Técnico	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
53	1	200	800	1000	0	2000		Santiago	Bus Turismo		4	Profesora	3	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Porque son lindos y escasos	08/03/2014
54	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Bus Turismo		4	Enfermería	3	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
55	1	100	0	1900	0	2000		San Miguel	Bus Turismo		4	Ing. Informático	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	-Reservas de agua para riego -Atractivo Natural	08/03/2014
56	2	250	250	1500	0	2000		Nuñoa	Vehículo Particular	3	4	Psicólogo	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
57	1	300	1000	700	0	2000		Maipú	Bus Turismo		4	Constructor civil	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
58	9	500	1000	500	0	2000		San Miguel	Bus Turismo		4	Prevención de Riesgo	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	Por las reservas de agua	08/03/2014
59	1	1000	500	500	0	2000		Nuñoa	Bus Turismo		4	Educ. de Párvulos	2	2	Femenino	Chilena	Encontré mucho más bonito el aguas panimávidas	Por las reservas de agua	08/03/2014
60	1	250	1000	500	250	2000	El Río	Nuñoa	Bus Turismo		4	Ingeniero	5	2	Masculino	Chilena	Me gustó más la laguna	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
61	1	300	300	1000	400	2000	El Río	Nuñoa	Bus Turismo		5	Diseñador	3	2	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de	08/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
																		agua	
62	1	200	200	1600	0	2000		Talagante	Bus Público		4	Ing. Civil Industrial	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
63	1	500	500	500	500	2000	Colores de los cerros	Providencia	Vehículo Particular	2	4	Ingeniero	5	3	Femenino	Chilena	Todos los lugares son de interés	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
64	1	334	333	1000	333	2000	Salto de Agua	Ñuñoa	Vehículo Particular	2	3	Trabajador dependiente	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	08/03/2014
65	2	300	400	1300	0	2000		Ñuñoa	Vehículo Particular	5	4	Ing. Comercial	4	2	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	08/03/2014
66	1	400	700	900	0	2000		Ñuñoa	Vehículo Particular	5	4	Ing. Comercial	5	1	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	08/03/2014
67	1	666	667	667	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	4	5	Tienda de ropa		2	Femenino	Español		- Por el agua - Para controlar la temperatura del planeta	08/03/2014
68	1	400	600	1000	0	2000		Puerto Rico	Vehículo Particular	4	5	Ingeniero	5	2	Masculino	Puerto Rico	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
69	1	300	1500	200	0	2000		Pudahuel	Vehículo Particular	5	4	Profesora	2	2	Femenino	Chilena	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	08/03/2014
70	3	500	750	750	0	2000		Pudahuel	Vehículo Particular	5	4	Ing. Forestal	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	08/03/2014
71	1	300	500	700	500	2000	El Río	San Miguel	Vehículo Particular	4	4	Ing. Informático	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
72	1	300	500	700	500	2000	Salto de Agua	Las Condes	Vehículo Particular	4	5	abogado	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
73	1	300	700	1000	0	2000		Las Condes	Vehículo Particular	4	5	Fonoaudióloga	4	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajó	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
74	1	200	500	700	600	2000	El Río	La Florida	Vehículo Particular	2	4	Kinesióloga	3	1	Femenino	Chilena		Porque son lindos y escasos	08/03/2014
75	2	500	500	500	500	2000	El Río	Santiago	Vehículo Particular	4	4	Tec. Electrónica	5	2	Masculino			Por las reservas de agua	08/03/2014
76	1	500	500	1000	0	2000	Salto de Agua	San Miguel	Vehículo Particular	4	4	Ing. Comercial	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
77	1	250	250	1500	0	2000	Turberas	Valparaíso	Vehículo Particular	5	5	Gerente Banco	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Agua y clima	
78	6	1000	500	500	0	2000		La Florida	Vehículo Particular	7	4	Ing. Comercial	4	2	Femenino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas	Por las reservas de agua	08/03/2014
79	15	600	600	800	0	2000		Santiago	Vehículo Particular	4	4	Ing. Sociólogo	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
80	1	0	500	1000	500	2000	Salto de Agua	Peñalolén	Vehículo Particular	2	3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Son evidencias del cambio climático	08/03/2014
81	1	500	500	500	500	2000	Salto de Agua	Santiago	Vehículo Particular	2	3	Tec. en Construcción	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Para mantener el ritmo de vida que llevamos - Para el ecosistema	08/03/2014
82	1	0	500	1000	500	2000	El Río	San José de Maipo	Aventon		4	Historiador	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Proviene buena parte del agua que fluye en los ríos - Son bellezas naturales	08/03/2014
83	1	0	500	1000	500	2000	Salto de Agua	Ñuñoa	Vehículo Particular	2	3	Trabajador dependiente	4	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
84	2	0	0	1000	1000	2000	Formación rocosas	Ñuñoa	Vehículo Particular	2	3	Dependiente	3	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
85	1	0	0	2000	0	2000		Santiago	Bus Público		3	Tec. Administración Industrial	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Porque son lindos y escasos	08/03/2014
86	1	0	0	1000	1000	2000	Colores de los cerros	San Joaquín	Bus Público		4	Ing. Comercial	4	2	Femenino	Chilena	Me gustó el color de los cerros y el paisaje de montaña	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	08/03/2014
87	1	333	333	1000	334	2000	Formaciones rocosas	Vitacura	Bus Público		4	Contador auditor	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	08/03/2014
88	1	500	500	1000	0	2000	El Río	Peñalolen	Vehículo Particular	2	3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
89	1	800	200	800	200	2000	El Río	Macul	Vehículo Particular	2	3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
90	1	250	500	500	750	2000	Paisaje de Montaña	Macul	Bus Público		4	Ing. Comercial	3	2	Femenino	Chilena	Me gustó el color de los cerros y el paisaje de montaña	Por las reservas de agua	08/03/2014
91	1	500	500	1000	0	2000		San Bernardo	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	08/03/2014
92	1	700	300	700	300	2000	Flora y Fauna	San Bernardo	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
93	1	0	0	2000	0	2000	El Río	San Miguel	Bus Público		4	Ing. Comercial	3	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Agua	
94	2	333	333	334	1000	2000	Paisaje de Montaña	Santiago	Bus Público		4	Ing. en Construcción	3	2	femenino	Chilena	Me gustó el color de los cerros y el paisaje de montaña	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014
95	1	0	666	667	667	2000	Colores de los cerros	Santiago	Bus Público		5	Ing. Civil Computación	5	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y	- Por el Agua - Por el Paisaje	08/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
																	porque son escasos de ver		
96	1	500	500	500	500	2000	Paisaje de Montaña	Vitacura	Vehículo Particular	4	2	Deportista	1	2	Masculino	Chilena	Todos los lugares son de interés	por la humedad	09/03/2014
97	2	300	400	800	500	2000	El Río	Quilicura	Vehículo Particular	4	4	Ing. Informático	5	2	Masculino	Chilena	Me gustó el color de los cerros y el paisaje de montaña	Por las reservas de agua	09/03/2014
98	4	500	1000	500	0	2000		Viña del Mar	Vehículo Particular	3	4	Ingeniero	5	4	Masculino	Chilena	Me gustó más la laguna	- Por el Agua - Por el Paisaje	09/03/2014
99	1	500	500	1000	0	2000		Vitacura	Vehículo Particular	4	3	Est. Antropología	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
100	1	500	400	500	600	2000	Flora y Fauna	Santiago	Vehículo Particular	4	3	Est. Derecho	3	1	Femenino	Chilena	Interés en la flora y fauna	- Rastros histórico - Agua	09/03/2014
101	3	500	500	1000	0	2000	Paisaje de Montaña	La granja	Vehículo Particular	5	2		2	2	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Paisaje - Ecosistema	09/03/2014
102	2	500	500	1000	0	2000	Paisaje de Montaña	Puente Alto	Vehículo Particular	5	2	Jefe Bodega	4	3	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	09/03/2014
103	1	300	500	1000	200	2000	Salto de Agua	Puente Alto	Bus Público		4	Est. Ing. Electrónica	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	09/03/2014
104	1	250	750	1000	0	2000		Puente Alto	Vehículo Particular	4	3	Est. Ing. Electrónica	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el paisaje	09/03/2014
105	1	500	500	1000	0	2000		Maipú	Vehículo Particular	2	4	Ing. Prevención de riesgo	4	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	09/03/2014
106	1	500	1000	500	0	2000		Estación Central	Vehículo Particular	2	4	Ing. Control de Gestión	3	1	Femenino	Chilena	Me gustó más la laguna	Por las reservas de agua	09/03/2014
107	1	500	500	1000	0	2000		Pirque	Bus Público		4	Ing. Informático	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	09/03/2014
108	1	500	1000	500	0	2000		Puente Alto	Bus Público		2	Tablerista Electrónico	3	1	Masculino	Chilena	Me gustó más la laguna		09/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
109	1	500	500	1000	0	2000		La Calera	Bus Público		4	Tec. Informática	3	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Porque son lindos y escasos	09/03/2014
110	1	500	500	1000	0	2000		Peñalolén	Bus Público		4	Ing. Telecomunicaciones	4	1	Masculino	Chilena	El glaciar es la meta	- Por el paisaje	09/03/2014
111	1	500	500	1000	0	2000		Cerro Navia	Bus Turismo		4	Preparador físico	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
112	1	100	200	1500	200	2000	pozones rojos de aguas minerales	La Cisterna	Bus Público		4	Tec. Análisis Químico	2	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Porque son lindos y escasos	09/03/2014
113	1	0	500	1000	500	2000	Flora y Fauna	Providencia	Vehículo Particular	2	4	Ing.	5	3	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
114	3	500	500	1000	0	2000	El Río	Santiago	Vehículo Particular	5	4	Laboratorista Vial	4	2	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el Agua - Por el Paisaje	09/03/2014
115	1	500	500	1000	0	2000		Puente Alto	Vehículo Particular	8	3	Est. Nutrición	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
116	1	250	500	1000	250	2000	Paisaje de Montaña	Santiago	Vehículo Particular		3	Est. Construcción	1	1	Masculino	Chilena		Porque son lindos y escasos	09/03/2014
117	1	0	500	1500	0	2000	Paisaje de Montaña	Huechuraba	Vehículo Particular	5	3	Est. Enfermería	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	09/03/2014
118	1	700	300	500	500	2000	Saltos de Agua	Puente Alto	Vehículo Particular	3	4	Tecnólogo en Automatización	2	1	Masculino	Chilena	Me gustaron mas las aguas Panimávidas, burbujan y hau pozones claros y oscuros	Por las reservas de agua	09/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajó	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Rent a	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
119	1	500	500	1000	0	2000		Núñoa	Vehículo Particular	5	4	Traductora	4	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
120	1	500	500	1000	0	2000		Puente Alto	Bus Público		3	Estudiante	1	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
121	1	500	500	1000	0	2000		Santiago	Aventón		3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Porque son lindos - porque cambian en invierno y verano	09/03/2014
122	1	500	500	1000	0	2000		La Florida	Vehículo Particular	5	4	Terapia ocupacional	3	1	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	09/03/2014
123	1	500	500	500	500	2000	pozones rojos de aguas minerales	Puente Alto	Vehículo Particular	3	4	Ing. Eléctrico	2	2	Masculino	Chilena	Todos los lugares son de interés	- Por el agua - Para controlar la temperatura del planeta	09/03/2014
124	1	500	500	500	500	2000	Paisaje de Montaña	Puente Alto	Vehículo Particular	3	4	Técnico	2	2	Masculino	Chilena	Todos los lugares son de interés	Por las reservas de agua	09/03/2014
125	1	800	200	1000	0	2000		La Cisterna	Bus Público		2	Grúas	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
126	2	250	250	1500	0	2000		San Bernardo	Bus Público		4	Tec. Turismo	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
127	1	400	300	1000	300	2000	Flora y Fauna	Cerro Navia	Bus Turismo		4	Ing. En finanzas	3	1	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	Por las reservas de agua	09/03/2014
128	1	0	0	2000	0	2000		Maipú	Bus Público		4	Ing. Telecomunicaciones	4	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Turismo - Mantenimiento del clima - entregan agua y forman ríos	09/03/2014
129	1	500	500	500	500	2000	El Río	Puente Alto	Bus Público		3	Estudiante	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba	Por las reservas de agua	09/03/2014

N° de encuesta	N° de Veces que ha visitado el Monumento	(\$) Aguas Panimávidas	(\$) Laguna Morales	(\$) Glaciar San Francisco	(\$) Otro	Suma valoración	Cual otro	desde donde viajo	Medio de transporte	Con cuantas personas viene el auto	Nivel de estudio	Profesión u oficio	Nivel Renta	Edad	Genero	Nacionalidad	Justifique su respuesta	Importancia de los glaciares	Fecha de captura
																	mas		
130	1	400	800	800	0	2000		Puente Alto	Bus Público		3	Estudiante	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Turismo - mantiene un clima más frío - agua	09/03/2014
131	1	333	667	333	667	2000	El Río	Puente Alto	Bus Público		4	Pedagogía	2	1	Femenino	Chilena	El glaciar no me gustó mucho, esperaba mas		09/03/2014
132	1	250	250	1250	250	2000	Paisaje de Montaña	Puente Alto	Vehículo Particular	4	3	Estudiante	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Por el paisaje	09/03/2014
133	1	200	500	1100	200	2000	Colores de los cerros	Puente Alto	Vehículo Particular	4	3	Estudiante	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
134	2	200	200	1400	200	2000	Paisaje de Montaña	Providencia	Vehículo Particular	2	3	Estudiante	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	- Agua dulce - Mantiene ecosistemas	09/03/2014
135	2	667	666	667	0	2000		Puente Alto	Vehículo Particular	5	3	Estudiante	1	1	Femenino	Chilena	Todos los lugares son de interés	Por las reservas de agua	09/03/2014
136	2	300	300	700	700	2000	El Río	Puente Alto	Vehículo Particular	5	4	Empleado público	3	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
137	3	500	500	1000	0	2000		La granja	Vehículo Particular	5	3	Tec. En Enfermería	1	2	Femenino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son escasos de ver	Por las reservas de agua	09/03/2014
138	2	500	500	700	300	2000	Flora y Fauna	Vitacura	Vehículo Particular	4	4	Administración	5	3	Femenino	Chilena	El glaciar es la meta	-agua - Son impresionantes y vestigios de millones de años	09/03/2014
139	1	0	0	2000	0	2000	Paisaje de Montaña	La Reina	Vehículo Particular	4	4	Profesora	2	1	Masculino	Chilena	El glaciar es lo más llamativo y porque son	agua	09/03/2014

7.3. Anexo 3. Estadísticas para la caracterización Sociodemográfica de los encuestados del Monumento Natural El Morado

Género de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia.

Género	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
Femenino	52	37,4%
Masculino	87	62,6%
Total	139	100%

Rangos de edad de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia.

Rango de Edad	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
18 - 29	75	54%
30 - 45	56	40,3%
46 - 60	7	5%
61 y mas	1	0,7%
Total	139	100%

Nivel de estudios de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Estudio	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
Básica Completa	1	0,7%
Media Completa	7	5%
Superior Incompleta	37	26,6%
Superior Completa	80	57,6%
Post Título	11	7,9%
Otro	3	2,2%
Total	139	100%

Nivel de ingresos de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

Rango nivel de Ingresos (\$)	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
0 - 300.000	34	24,5%
301.000 - 600.000	25	18%
601.000 - 1.000.000	32	23%
1.001.000 - 1.500.000	18	12,9%
Más de 1.500.000	27	19,4%
No responden	3	2,2%
Total	139	100%

Lugar de procedencia de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

Lugar de procedencia	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
Santiago	24	17.3%
Puente Alto	20	14.4%
Ñuñoa	14	10.1%
Peñalolén	8	5.8%
Maipú	6	4.3%
San Miguel y La Granja	5 c/u	3.6% c/u
La Florida, Las Condes, Providencia y Vitacura	4 c/u	2.9% c/u
Cerro Navia, La Cisterna y San Bernardo	3 c/u	2.2% c/u
España, Macul, Paine, Pudahuel, Quilicura y Valparaíso	2 c/u	1.4% c/u
Bélgica, Calera de Tango, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Calera, La Reina, La Serena, Lituania, USA, Osorno, Pirque, Puerto Rico, Quilpué, Recoleta, San Joaquín, San José de Maipo, Talagante, Villa Alemana y Viña del Mar	1 c/u	0.7% c/u

Medio de transporte utilizado por los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

Medio de Transporte utilizado	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
Vehículo Particular	90	64.7%
Bus Público	32	23%
Bus Turismo	13	9.4%
Aventón	2	1.4%
Bicicleta	2	1.4%
Total	139	100%

Número de veces que los encuestados habían visitado el Monumento Natural El Morado.

Fuente: Elaboración propia.

N° de visitas	Frecuencia	Porcentaje respecto al total de encuestados
1	109	78.4%
2	19	13.7%
3	6	4.3%
4 o más veces	5	3.5%
Total	139	100%

7.4. Anexo 4. Montos de inversión para proyectos de infraestructura hídrica

Fuente: Elaboración propia, en base a datos MOP (2010).

Región	Embalse	Período construcción	Volumen (Mill. m ³)	Inversión Actualizada al 2013 (MM\$)	Valor promedio por m ³ embalsado (clp\$) actualizado al 2013
Lib. B. O'Higgins	Convento Viejo (I Etapa)	1992 - 1994	27	15.624	579
Lib. B. O'Higgins	Convento Viejo (II Etapa)	2006 - 2008	240	128.136	534
Valparaíso	Chacrillas	2009 - 2012	27	34.844	1.291
Valparaíso	Ligua (Embalse Los Ángeles)	2011 - 2013	50	49.456	989
Valparaíso	Petorca (Embalse Las Palmas)	2011 - 2013	55	56.200	1.022
Valparaíso	Puntilla del Viento	2010 - 2015	120	247.280	2.061
Valparaíso	Ligua (Embalse Alicahue)	2015 - 2020	56	67.440	1.204
Valparaíso	Petorca (Embalse Pedernal)	2015 - 2020	31	37.092	1.197
Promedio					1.050