



Universidad de Chile



Curso

**Evaluación del estrés bioclimático de los ecosistemas
provocado por las variaciones del clima en el siglo XXI**

Tema

**EL APORTE DE LOS ECOSISTEMAS:
*VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS***

Prof. Eugenio Figueroa B.

**Departamento de Economía
UNIVERSIDAD DE CHILE**

**14 de noviembre 2018
Santiago; Chile**

Tema

**EL APORTE DE LOS ECOSISTEMAS:
*VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SS. ECOSISTÉMICOS***

Módulo 2

**Técnicas económicas para la valoración empírica
de los servicios ecosistémicos**

Curso

**Evaluación del estrés bioclimático de los ecosistemas
provocado por las variaciones del clima en el siglo XXI**

**14 de noviembre 2018
Santiago; Chile**

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA NATURALEZA

- **Valoración económica**

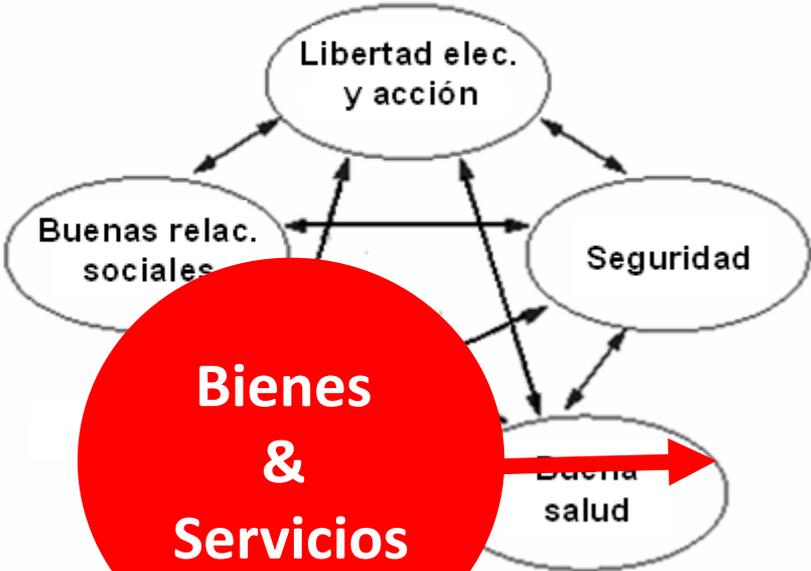
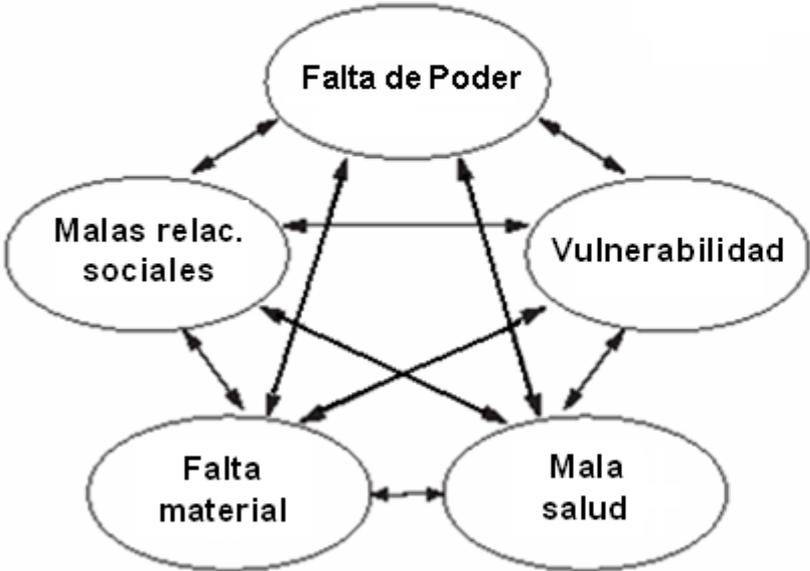
VALOR ECONÓMICO

PRINCIPALES DIMENSIONES DEL BIENESTAR Y SU ANVERSO

<
MALESTAR



>
BIENESTAR



Millennium Ecosystem Assessment (2003).

Soporte de los servicios ecosistémicos al bienestar humano

Bienes Materiales Básicos

- Capacidad para acceder a recursos y obtener ingresos que permitan contar con los medios para la subsistencia

Salud

- Capacidad de alimentarse adecuadamente
- Capacidad de estar libre de enfermedades evitables
- Capacidad para contar con aire puro y agua limpia
- Capacidad para contar con energía y protegerse del frío y el calor

Seguridad

- Capacidad para vivir en una vivienda limpia y segura
- Capacidad para reducir la vulnerabilidad a los colapsos y tensiones ecológicas

Buenas Relaciones Sociales

- Oportunidad de expresar valores estéticos y recreacionales asociados a los ecosistemas
- Capacidad para expresar valores culturales y espirituales asociados a los ecosistemas
- Capacidad para conservar, observar y aprender de los ecosistemas

Libertades y Opciones

Servicios de Provisión

Productos extraídos desde los ecosistemas

- Alimentos
- Agua pura
- Leña
- Fibras
- Bioquímicos
- Recursos genéticos

Servicios de Regulación

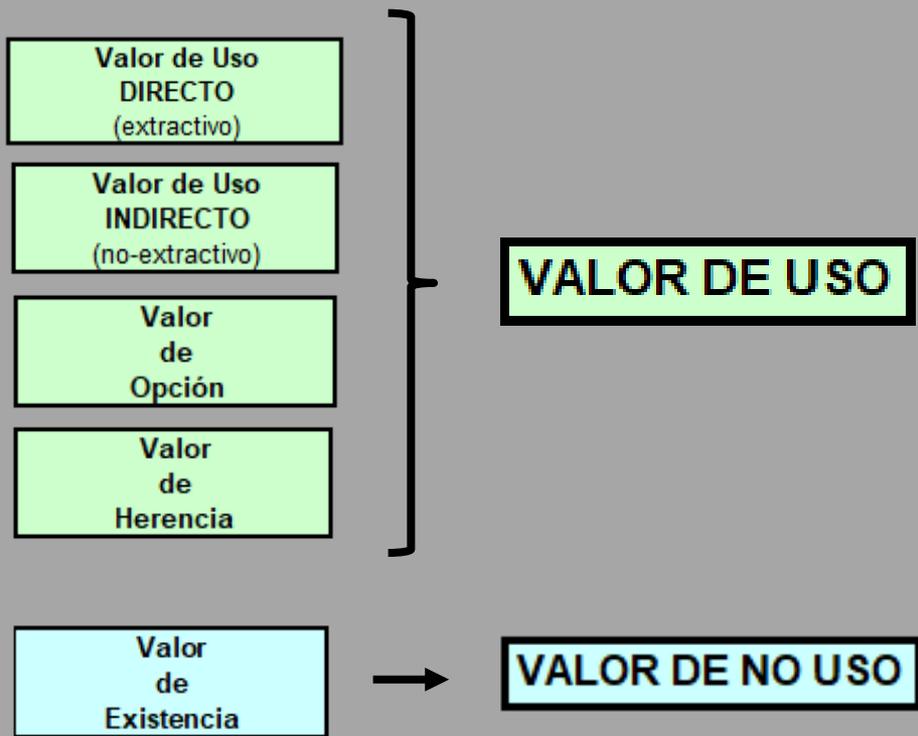
Servicios obtenidos de los procesos reguladores de los ecosistemas

- Regulación del clima
- Regulación enfermedades
- Regulación del agua
- Purificación del agua

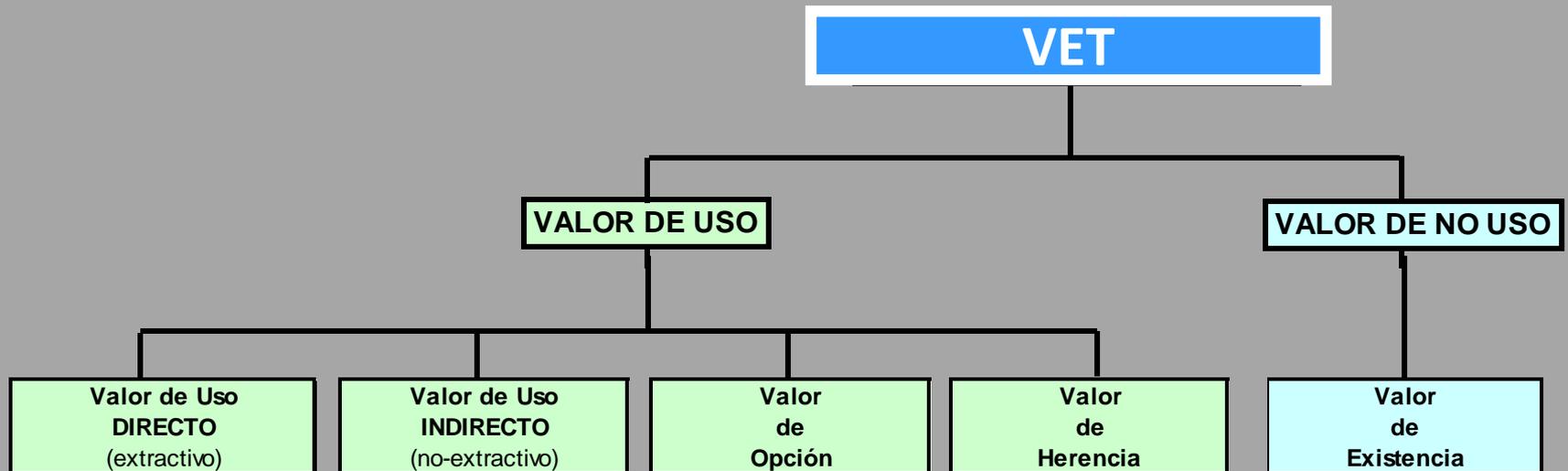
Servicios Culturales

Servicios obtenidos desde los ecosistemas

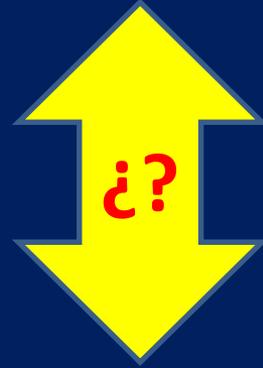
- Servicios espirituales
- Servicios religiosos
- Recreación y ecoturismo
- Servicios estéticos
- Servicios de inspiración
- Servicios educacionales
- Sentido de pertenencia



VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES



$$U = U(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n; \theta)$$



Nueva tipología de servicios ecosistémicos: la EEM

Servicios de Provisión

Productos extraídos desde los ecosistemas

- Alimentos
- Agua pura
- Leña
- Fibras
- Bioquímicos
- Recursos genéticos

Servicios de Regulación

Servicios obtenidos de los procesos reguladores de los ecosistemas

- Regulación del clima
- Regulación enfermedades
- Regulación del agua
- Purificación del agua

Servicios Culturales

Servicios obtenidos desde los ecosistemas

- Servicios espirituales
- Servicios religiosos
- Recreación y ecoturismo
- Servicios estéticos
- Servicios de inspiración
- Servicios educacionales
- Sentido de pertenencia

VALORACIÓN ECONÓMICA DETALLADA DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE



Creación de un Sistema Nacional Integral de
Áreas Protegidas para Chile



Tabla 2.3
SNASPE: Superficie Protegida, por Región y por Tipo de Área Protegida

Región	Tipo de Área			Total (nº)	Superficie (ha)	Participación %
	PN (nº)	RN (nº)	MN (nº)			
I	2	2	1	5	633.706	4,4
II	1	2	1	4	345.272	2,4
III	3	-	-	3	148.544	1,0
IV	1	2	1	4	15.175,23	0,1
V	3	3	1	2	44.494,5	0,3
RM	-	1	1	2	13.194	0,1
VI	1	2	-	3	48.161	0,3
VII	-	7	-	7	18.669	0,1
VIII	1	5	-	5	87.939	0,5
IX	5	6	2	13	296.732	2,1
X	6	5	3	14	816.181	5,7
XI	4	11	2	17	4.288,656	29,9
XII	5	3	3	11	7.581,353	52,9
Total	32	49	15	96	14.338.076,8	100

Fuente: Elaboración propia con información de Rovira et al. (2006)

Figura 2.3 Áreas protegidas de Chile

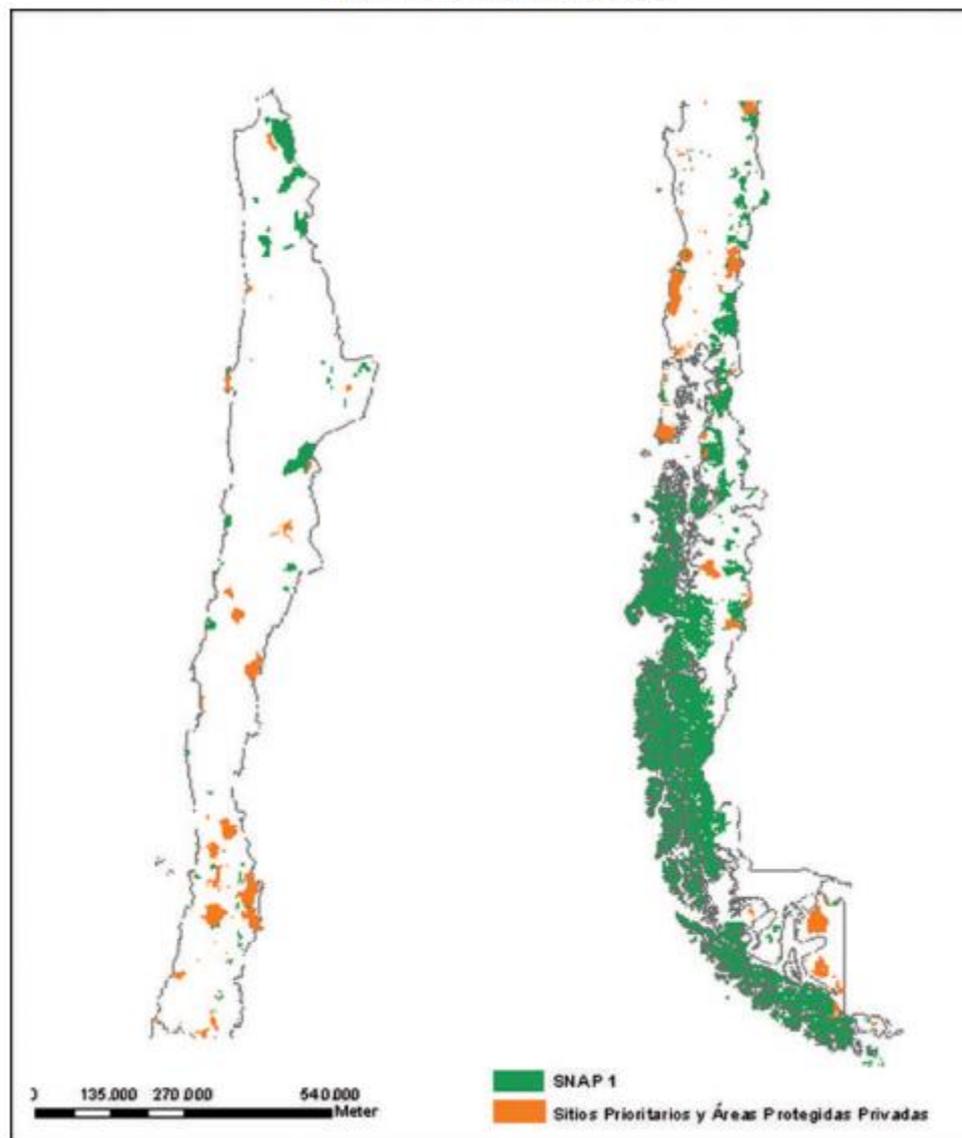


Tabla 2.8.
Superficie de los Ecosistemas en las Áreas Protegidas de Chile sometidas a la Valoración Económica
(en hectáreas)^a

Ecosistemas	SNAP 1	SNAP 2	Incremento ante la Incorporación de los sitios prioritarios y áreas privadas
Bosque Laurifolio ^b	81.957	392.276	310.320
Bosque Caducifolio	614.359	1.265.406	651.047
Bosque Siempreverde	842.055	1.087.335	245.279
Bosque Esclerófilo	38.266	329.003	290.738
Bosque Espinoso	1.303	14.364	13.061
Bosque Resinoso	506.617	689.224	182.607
Subtotal Bosque	2.084.556	3.777.609	1.693.052
Desierto	2.012	2.012	0
Matorral	1.110.990	1.731.141	620.151
Estepa y Pastizal	32.973	243.164	210.192
Herbazal de altitud	11.979	33.187	21.208
Humedal Salar	87.471	125.480	38.009
Humedal Turbera ^c	4.793.102	4.964.187	171.085
Humedal Lagos, lagunas, tranques y embalses	323.994	356.892	32.898
Otros humedales ^d	68.371	107.021	38.649
Subtotal Humedal	5.272.938	5.553.580	280.642
Nieve, Glaciar y Campos de Hielo	3.104.081	3.213.334	109.253
Marino/Costero ^e	153.331	167.970	14.639
Ríos y Cajas de Ríos	18.245	32.957	14.713
Otro Usos	2.647.403	3.298.258	650.856
Total	14.438.509	18.053.211	3.614.702

^aSuperficies calculadas a través de un SIG más información secundaria

^bIncluye la superficie correspondiente al bosque laurifolio de la isla de Juan Fernández

^cIncluye a los humedales turbales del Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF- CONAMA-BIRF 1997 y actualizaciones) y humedales de Luebert y Pliscoff (2009)

^dIncluyen a los usos de suelo: marismas, ñadis herbáceos y arbustivos, vegas, bofedales y otros terrenos húmedos

^eIncluyen a los usos de suelo: playas y dunas, mar e información secundaria para las reservas marinas y la porción de mar de las AMCP

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF-CONAMA-BIRF (1997 y actualizaciones); Luebert y Pliscoff (2009).

Tabla 2.9
Tipología y Ejemplos de Bienes y Servicios Provistos por los Ecosistemas

Tipos de servicios	Servicios y Funciones	Ejemplo de bienes y servicios
Bienes y servicios de Provisión	Abastecimiento de alimentos y fibra	Pieles, cáñamo, frutos, hongos, aceites, algas y alimentos extraídos de ríos y mar. Productos primarios para la generación de alimentos y fibras.
	Abastecimiento de agua	Agua para uso consuntivo: agua fresca para beber, drenaje e irrigación para la agricultura y formaciones vegetales, y procesos industriales. Agua para la generación de electricidad.
	Combustible Bioquímicos Recursos genéticos	Madera, petróleo y forraje. Medicinas, biocidas, aditivos, plantas ornamentales, etc. Información genética de animales y plantas utilizadas en biotecnología. Drogas y productos farmacéuticos.
Servicios de regulación	Regulación climática(*)	Mantenimiento del clima en condiciones aptas para la vida y los cultivos. Control de temperaturas extremas. Influencia en el clima a nivel local y global.
	Regulación hídrica(*)	Sincronización entre escorrentía e inundaciones y recarga de acuíferos; almacenaje y retención de agua en cuencas, reservorios y acuíferos. Transporte de nutrientes.
	Regulación aire(*)	Protección capa ozono (UVB), mantenimiento de la calidad del aire (balance CO ₂ /O ₂ , SO _x), influencia en el clima, prevención de enfermedades causadas por la calidad del aire.
	Purificación del agua	Filtración y descomposición de residuos orgánicos presentes en las aguas superficiales, costeras y marinas.
	Control de erosión y formación de suelo (*)	Prevención de pérdida de suelo por viento, escorrentía superficial u otros procesos de remoción. Mantenimiento del terreno arable y su productividad. Acumulación de materia orgánica para la formación de suelo y para su fertilidad, meteorización de rocas.
	Control biológico	Regulación de enfermedades a través del control de patógenos como el cólera o el control de mosquitos, y a través del control de parásitos. Regulación de la dinámica trófica de las poblaciones (regulación depredador-presa).
	Polinización	Provisión de polinizadores para la reproducción de especies. Rol de la biota en el movimiento de gametos. Polinización de flora silvestre.
	Regulación de disturbios ambientales	Capacidad del ecosistema de responder a fluctuaciones ambientales: protección contra inundaciones, control de tormentas, sequías.
	Regulación de nutrientes(*)	Almacenaje y reciclaje de nutrientes. Mantenimiento suelo sano y productividad ecosistémica. Fijación de N, P, K u otro nutriente elemental del ciclo.
	Refugio(*)	Disponibilidad de hábitat y movimiento de poblaciones, hábitat para reproducción, de especies residentes y migratorias.
Servicios culturales	Tratamiento de desechos	Remoción del exceso de componentes dañinos del ambiente. Control de la polución/detoxificación. Filtro de partículas de polvo, disminución contaminación acústica.
	Diversidad cultural	Naturaleza como motivo estético, artístico, folclórico, espiritual, como símbolo nacional, arquitectónico, religioso, histórico, etc.
	Recreación Ciencia y educación	Ecoturismo, deportes acuáticos, excursiones. Investigación científica.

*Fuente: Elaboración propia a partir de MEA (2005) y de Groot et al. (2002).

Tabla 2.10
Bienes y Servicios provistos por los Ecosistemas como determinantes del Bienestar Humano

		CATEGORÍAS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		
		Bienes y Servicios de Provisión	Servicios Culturales	Servicios de Regulación
		Provisión de agua, alimentos, fibra, combustible, bioquímicos y recursos genéticos.	Diversidad cultural, recreación, ciencia y educación.	Regulación climática, hídrica, purificación de agua y aire, control de erosión, formación de suelo, control biológico, polinización, mitigación de disturbios, regulación de nutrientes, tratamiento de desechos, refugio y hábitat de especies.
DETERMINANTES DEL BIENESTAR	Salud	Servicios de provisión afectan la salud a través de su influencia en las condiciones sanitarias y la posibilidad de desarrollar nuevas medicinas, mejorar la nutrición, obtener abrigo y refugio.	Afecta estados físicos y emocionales. Inspiración, estética.	Los cambios en los servicios de regulación afectan la capacidad productiva del ecosistema de proveer servicios de calidad e influyen la interrelación entre servicios cruciales para mantener un buen estado de salud como el control de enfermedades, una buena polinización, agua y aire de buena calidad y suelo cultivable para la obtención de una fuente nutricional adecuada.
	Relaciones Sociales	Cambios de servicios de provisión afectan relaciones sociales y generan conflictos (ej: petróleo).	Cambios en servicios culturales tienen una gran influencia en culturas que tienen una especial conexión con su medio ambiente.	Cambios de servicios de regulación afectan relaciones sociales y generan conflictos (ej. cambios climáticos, control de enfermedades).
	Seguridad	Cambios o varianza en servicios de provisión afectan la seguridad de la sociedad respecto a sus posesiones materiales.	Baja influencia.	Cambios de servicios de regulación tienen grandes efectos en la seguridad ya que servicios ecosistémicos proveen mitigación a catástrofes de origen natural y humano. Además, el buen funcionamiento de los ecosistemas asegura la provisión de servicios y genera interrelaciones sinérgicas entre componentes del ecosistema.
	Provisión De Bienes	Cambios de servicios de provisión afectan el bienestar material.	Baja influencia.	Afecta el bienestar material a través de su influencia en otros servicios, interrelaciones entre servicios y capacidad productiva del ecosistema (ej. Polinización, formación de suelo: más y mejor calidad de cosechas).

Tabla 2.11
Metodologías de Valoración de Bienes y Servicios Provistos por las APs

TÉCNICA DE VALORACIÓN	MÉTODO DE VALORACIÓN	COMPONENTE DEL VET MEDIDO
Utilización de precios de mercado	Precios de Mercado	Valor de uso
Empleo de mercados sustitutos	Gasto de viaje	Valor de uso
	Precios hedónicos Mercados sustitutos	
Uso de la función de producción	Función de producción	Valor de uso
Empleo de preferencias expresadas	Valoración contingente Elección contingente	Valor uso / Valor no uso
Utilización de costos	Costo de reemplazo	Valor de uso
	Gasto preventivo	
	Costo de oportunidad	
Transferencia de beneficios	El o los del estudio original	Valor uso / Valor no uso

Fuente: Elaboración propia utilizando Bishop (1999), Figueroa et al. (2002) y King et al. (2006)

Tabla 2.12
Técnicas de Valoración Económica: Métodos, Ventajas y Desventajas

Método de valoración	Ventajas	Desventajas
Precios de mercado	- Usa información real de mercado	- Limitado sólo a los bienes que poseen mercado - No calcula valor de no uso
Costo de viaje	- Usa información real de mercado	- Estima sólo valor de uso - Requiere estimar valor de viaje - Problema con los viajes multipropósitos - No predice cambio en valores de uso con anticipación - Requiere definir muy bien la zona de influencia
Precios hedónicos	- Usa información real de mercado	- Estima sólo valor de uso - Requiere abundante información y es caro de aplicar - No predice cambio en valores de uso con anticipación
Mercados sustitutos	- Usa información real de mercado	- Estima sólo valor de uso - Se limita a la correcta elección de los mercados sustitutos
Función de producción	- Usa información real de mercado	- Estima sólo valor de uso - Requiere conocer funciones dosis - respuesta
Valoración contingente	- Estima valor de uso como no uso	- Altos costos de implementación debido a los tamaños muestrales requeridos
	- Valora cambios ambientales con o sin precedentes	- Escenarios complejos pueden complicar a los encuestados
	- Las encuestas bien planificadas entregan un perfil ideal para la población	- Realizar suposiciones por parte del encuestado - Mala definición de la encuesta y principalmente de los valores de DAP en análisis sesga los resultados. - Incertidumbre sobre la validez de las encuestas
Elección contingente	- Estima valor de uso como no uso	- Método menos utilizado
	- Valora cambios ambientales con o sin precedentes - Las encuestas bien planificadas entregan un perfil ideal para la población	- Algunas de sus técnicas no se basan en la teoría económica - Conceptos muy específicos de los atributos pueden causar confusión en los encuestados
Costo de reemplazo	- Puede servir de referencia acerca del costo prohibitivo de emprender acciones de reparación que no se justifican	- Valores estimados no necesariamente guardan relación con el valor económico del bien o servicio.
Gastos preventivos	- Usa información real de mercado	- Solo aplicable a valor de uso - Problemas cuando gastos preventivos son múltiples y hay beneficios secundarios
Costo de oportunidad		
Transferencia de beneficios	- Menor costo y ahorro de tiempo respecto de estudios primarios - Puede emplearse como análisis preliminar para determinar si se requiere estudio primario - Permite estimaciones rápidas y gruesas de valores recreacionales	- Es proclive a incurrir en sesgos - Poca disponibilidad de estudios originales - El reporte de información de estudios originales puede ser inadecuada para permitir la transferencia - La idoneidad de estudios originales puede ser difícil de evaluar

Fuente: Elaborada a partir de Arrow y otros (1993), Arqueta (1994), Figueroa y otros (2002), Fernández y García (2005) y King y otros (2007).

BOSQUE
Bosque LAURIFOLIO
Bosque Laurifolio ANDINO
Bosque Laurifolio COSTERO
Bosque CADUCIFOLIO
Bosque SIEMPREVERDE
Bosque ESCLERÓFILO
Bosque ESPINOSO
HUMEDALES
SALAR
TURBERA
OTROS HUMEDALES
DESIERTO
MARINO y DUNAS
MATORRALES
PRADERA
HERBAZALES
GLACIARES

Purificación agua
Control Biológico
Polinización
Regulación de Disturbios Ambientales
Tratamiento de Desechos
Regulación Climática
Regulación Hídrica
Regulación Atmosférica (CO2)
Control Erosión y Formación Suelo
Regulación de Nutrientes
Refugio
Abastecimiento de Alimentos y Fibras
Abastecimiento de Agua
Combustible
Bioquímicos
Turismo Internacional
Recursos Genéticos
Diversidad Cultural
Tursimo Doméstico
Recreación
Ciencia y Educación
VALOR DE EXISTENCIA

BOSQUE
Bosque LAURIFOLIO
Bosque Laurifolio ANDINO
Bosque Laurifolio COSTERO
Bosque CADUCIFOLIO
Bosque SIEMPREVERDE
Bosque ESCLERÓFILO
Bosque ESPINOSO
HUMEDALES
SALAR
TURBERA
OTROS HUMEDALES
DESIERTO
MARINO y DUNAS
MATORRALES
PRADERA
HERBAZALES
GLACIARES

Purificación agua
Control Biológico
Pollinización
Regulación de Disturbios Ambientales
Tratamiento de Desechos
Regulación Climática
Regulación Hídrica
Regulación Atmosférica (CO2)
Control Erosión y Formación Suelo
Regulación de Nutrientes
Refugio
Abastecimiento de Alimentos y Fibras
Abastecimiento de Agua
Combustible
Bloquímicos
Turismo Internacional
Recursos Genéticos
Diversidad Cultural
Turismo Doméstico
Recreación
Ciencia y Educación
VALOR DE EXISTENCIA

<p>Ecosistema</p> <p>Determinante del Bienestar (Bien o servicio ecosistémico)</p>	Purificación agua	Control Biológico	Polinización	Regulación de Disturbios Ambientales	Tratamiento de Desechos	Regulación Climática	Regulación Hídrica	Regulación Atmosférica (CO2)	Control Erosión y Formación Suelo	Regulación de Nutrientes	Refugio	Abastecimiento de Alimentos y Fibras	Abastecimiento de Agua	Combustible	Bióquímicos	Turismo Internacional	Recursos Genéticos	Diversidad Cultural	Turismo Doméstico	Recreación	Ciencia y Educación	VALOR DE EXISTENCIA
BOSQUE																						
Bosque LAURIFOLIO																						
Bosque Laurifolio ANDINO																						
Bosque Laurifolio COSTERO																						
Bosque CADUCIFOLIO																						
Bosque SIEMPREVERDE																						
Bosque ESCLEPORILO																						
Bosque ESPINOSO																						
HUMEDALES																						
SALAR																						
TURPERA																						
OTROS HUMEDALES																						
DESERTO																						
MARINO y DUNAS																						
MATORRALES																						
PRADERA																						
HERBAZALES																						
GLACIARES																						

		VALOR ECONÓMICO TOTAL																	TOTAL (NET DEL ECOSISTEMA)					
		VALOR DE USO																VALOR DE NO USO						
		VALOR DE USO INDIRECTO								VALOR DE USO DIRECTO														
		Servicios de Regulación								Servicios de Provisión				Servicios Culturales										
Determinante del Bienestar (Bien o servicio ecosistémico)	Purificación agua	Control Biológico	Pollinización	Regulación de Disturbios Ambientales	Tratamiento de Desechos	Regulación Climática	Regulación Hídrica	Regulación Atmosférica (CO2)	Control Erosión y Formación Suelo	Regulación de Nutrientes	Refugio	Abastecimiento de Alimentos y Fibras	Abastecimiento de Agua	Combustible	Bioquímicos	Turismo Internacional	Recursos Genéticos	Diversidad Cultural	Turismo Doméstico	Recreación	Ciencia y Educación	VALOR DE EXISTENCIA	TOTAL (NET DEL ECOSISTEMA)	
Ecosistema																								
BOSQUE						122						4911											10,821	15,853
Bosque LAURIFOLIO													3,653											3,653
Bosque Laurifolio ANDINO								39,239																39,259
Bosque Laurifolio COSTERO								21,425																21,425
Bosque CADUCIFOLIO								125,904					7,801											133,705
Bosque SEMPREVERDE								203,906					4,818											208,784
Bosque ESCLEROFILO								23,607																23,607
Bosque ESPINOSO								309																309
HUMEDALES																								
SALAR	6,635			4,980				8,406			4,631	1,037												25,639
TURBERA	144,812			904,463			233,308	21,150			567,743	792	22,627											1,594,894
OTROS HUMEDALES	24,026			17,853			38,708	30,436			16,768		3,754											131,545
DESERTO																								
MARINO y DUNAS												19,043												19,043
MATORRALES								235,914																235,914
PRADERA								20,275																20,275
HERBAZALES								6,381																6,381
GLACIARES								551																551
TOTAL (NET DEL DETERMINANTE DEL BIENESTAR)	175,473			627,245		122	272,016	737,583			589,142	24,747	43,689				53,663	6,189	9,997				10,821	2,550,685
	6.9%			24.6%		0.0%	10.7%	28.9%			23.1%	1.0%	1.7%				2.1%	0.2%	0.4%				0.0%	100.0%
TOTAL (NET DEL "SERVICIO ECOSISTÉMICO")	2,401,581								128,287				20,817				2,550,685							
	94.2%								5.0%				0.8%				100.0%							
TOTAL (NET DE LA CATEGORÍA DE VALOR)	2,539,865																					10,821	2,550,685	
	99.6%																					0.4%	100.0%	

VET SNAP

Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Documentos de Trabajo





Economically valuing nature resources to promote conservation: An empirical application to Chile's national system of protected areas*

Eugenio Figueroa¹, Roberto Pasten²

¹ Department of Economics, Universidad de Chile, Diagonal Paraguay 257, Santiago, Chile
 E-mail: efiguero@econ.uchile.cl

² Department of Economics and Finance, Universidad de Talca, Avda. Libertad s/n, Talca, Chile
 E-mail: rpasten@utalca.cl

Received: 14 May 2012 / Accepted: 1 March 2013

Abstract. Starting from the framework proposed by the Millennium Ecosystem Assessment (MEA) – which conceptually links nature's services with human wellbeing – we design and also apply empirically what we have called the total economic value calculating matrix (TIVCM) to estimate the monetary value of the annual flow of benefits provided by Chile's national system of protected areas (NSPA). The calculated economic value of this flow amounts to US\$2.55 billion per year. We also analyse the relevance and usefulness of the methodology we propose and use the valuation exercise presented to extract some normative lessons regarding nature conservation in Chile as well as in developing countries rich in natural resource endowments.

JEL classification: Q20, Q51, R52

Key words: Ecosystem services, economic value, nature conservation, protected areas

1 Introduction

The purpose of this paper is to present a novel conceptual and empirical framework – the total economic value calculating matrix (TIVCM) – to guide and facilitate interdisciplinary work to economically value nature's contribution to society, a need that is recognized by the most recent literature in natural as well as social sciences.¹ We developed this conceptual framework and empirical tool in a two-year interdisciplinary research effort to calculate the economic value of the annual flow of ecosystem services provided by Chile's national system of protected areas (NSPA) to the Chilean population. The results of our research are presented here to illustrate the

* We thank two anonymous referees for their very useful comments. All remaining views are our own. Financial support by the Donkeyto Research Project on Biodiversity (DRBD) of University of Chile and by Future Frontier Project of University of Talca are acknowledged.

¹ Economic valuation of currently overlooked ecosystem services can be instrumental in its framing decisions and promoting improved management of natural capital (Ayres and Butler 1992, Chao 2004, Degroot and Paster 2008).

The economic value of forests in supplying local climate regulation*

Eugenio Figueroa and Roberto Pasten[†]

Several authors have argued that forest ecosystems serve as a hedge against extreme climatic events at a local scale. Consequently, the local climate regulation ecosystem services provided by forests can be economically valued by evaluating the reduction (increase) in the insurance premium that risk-averse individuals are willing to pay when forest cover is marginally increased (reduced). This type of insurance value associated to forest ecosystems services is estimated to be USD 0.6733 per hectare of forest for Chilean farmers. The empirical framework proposed in this paper is useful and relevant for the cost-benefit analysis of natural resource conservation investments.

Key words: ecosystem services, insurance value, local climate regulation.

1. Introduction

Extreme weather events, such as droughts, heat waves, excessive precipitations and large storms, as well as large natural disasters, such as floods, landslides and earthquakes, typically result in significant human casualties and economic damage (Loayza *et al.* 2009; Cavallo and Noy 2010).¹

These events have large welfare costs for people who would willingly pay to avoid such disasters. For example, Barro (2009) has shown that society would willingly reduce its GDP by approximately 20% per year to eliminate large-scale economic costs such as those caused by natural disasters. On a local geographical scale, extreme climate events can also cause significant economic losses and human casualties with considerable human welfare costs. Moreover, because biodiversity and ecosystems provide local climate regulation (MEA 2005; IPCC *et al.* 2007; West *et al.* 2011), they reduce local climate variability and the probability of extreme weather events at the local level. Thus, through the provision of climate regulation ecosystem services, natural ecosystems play a role that is similar to that of financial insurance by helping in hedging the risk of agents whose outcomes depend on climate distribution (for example, farmers). The theory that natural ecosystems reduce variability in the provision

* Authors acknowledge two anonymous reviewers for their valuable comments.

[†] Eugenio Figueroa B. (email: efiguero@fen.uchile.cl) is professor at the Department of Economics, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Roberto Pasten C. (email: rpastenct@uta.cl) is Justice at the Third Environment Court and Adjunct Professor at the Economics Institute, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

¹ Among climatic extreme events, heat waves often claim the largest number of fatalities (Gabriel and Endlicher 2012) and natural disasters, including extreme climatic events, impose a disproportionate share of their effects on people in developing countries (Kahn 2005).

Proyecto

“Mapa de Valor Económico de Servicios Ecosistémicos de la Región de Tarapacá”



Cuadro 4

Región de Tarapacá: Resumen de los servicios ecosistémicos identificados

Servicios de Provisión

Productos que se obtienen directamente de los ecosistemas

1. Cultivos
2. Energía fotovoltaica
3. Biomasa para energía (biocombustibles)
4. Forraje
5. Carne (ganado doméstico)
6. Lana (ganado doméstico)
7. Leña
8. Pescados, mariscos y algas comestibles
9. Productos bioquímicos y medicinas
10. Agua dulce

Servicios de Regulación

Procesos ecosistémicos que regulan las condiciones en que los seres humanos viven y se desarrollan, estos son:

11. Regulación global del clima
12. Regulación local del clima
13. Regulación de la calidad del aire
14. Regulación del flujo del agua
15. Regulación de ciclo de nutrientes
16. Regulación de la erosión
17. Polinización
18. Control de plagas y enfermedades

Servicios culturales

Experiencia y capacidades adquiridas derivadas de la interacción entre personas y ecosistemas

19. Turismo y recreación
20. Belleza del paisaje e inspiración
21. Información, conocimiento e investigación científica
22. Experiencia religiosa y espiritual
23. Herencia y diversidad cultural
24. Herencia y diversidad natural

Cuadro 5
Metodologías Aplicadas a Valoración de
Servicios Ecosistémicos

Categoría	Servicio Ecosistémico	Metodología de Provisión
Provisión	Cultivos	Precio de Mercado
	Energía fotovoltaica	Precio de Mercado
	Biomasa para energía (biocombustibles)	No estimado
	Forraje	Precio de Mercado
	Carne (ganado doméstico)	Precio de Mercado
	Lana (ganado doméstico)	Precio de Mercado
	Leña	Precio de Mercado
	Pescados, mariscos y algas	Precio de Mercado
	Productos bioquímicos y medicinas	Precio de Mercado
	Agua Dulce	Precio de Mercado
Regulación	Regulación global del clima	Precio de Mercado
	Regulación local del clima	Gastos Preventivos
	Regulación de la calidad del aire	No estimado
	Regulación del flujo de agua	Precio de Mercado
	Regulación del ciclo de nutrientes	Precio de Mercado
	Regulación de la erosión	No estimado
	Polinización	No estimado
	Control de pestes y enfermedades	No estimado
Culturales	Turismo y recreación	Precio de Mercado
	Belleza del paisaje e inspiración	Transferencias de
	Información, conocimiento e investigación científica	Beneficios y Precios de Mercado
	Experiencia religiosa y espiritual	Costo de Reemplazo
	Herencia y diversidad cultural	Precio de Mercado
	Herencia y diversidad natural	Costo de Mantención
		No estimado

Fuente: Elaboración propia

Servicios de Provisión

Cultivos (futuros)

Energía fotovoltaica
(futura)

Cultivos

Forraje animales
silvestres

Forraje ganado
doméstico

Carne (ganado
doméstico)

Lana (ganado doméstico)

Leña

Energía fotovoltaica

Pescados, mariscos, algas
comestibles

Productos bioqcos. y
medicinas

Agua dulce

Servicios de Regulación

Reg. global del clima

Reg. local del clima

Reg. del flujo del agua

Reg. de nutrientes

Reg. global del clima
(futura)

Servicios Culturales

Turismo y recreación

Belleza del paisaje e
inspiración

Información,
conocimiento e
investigación científica

Experiencia religiosa y
espiritual

Herencia y diversidad
cultural

Herencia y diversidad
natural

Valor de
existencia

Servicios de Provisión

Productos extraídos desde los ecosistemas

Servicios de Regulación

Servicios obtenidos de los procesos reguladores de los ecosistemas

Servicios Culturales

Servicios obtenidos desde los ecosistemas

Servicios de Provisión

Cultivos (futuros)
Energía fotovoltaica (futura)
Cultivos
Forraje animales silvestres
Forraje ganado doméstico
Carne (ganado doméstico)
Lana (ganado doméstico)
Leña

Servicios de regulación

Reg. global del clima
Reg. local del clima
Reg. del flujo del agua
Reg. de nutrientes
Reg. global del clima (futura)

Servicios culturales

Turismo y recreación
Belleza del paisaje e inspiración
Información, conocimiento e investigación científica
Experiencia religiosa y espiritual
Valor de existencia

12

5

5

MATRIZ DE CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Servicios de regulación											Servicios de provisión											Servicios culturales					Valor de existencia		
	Reg. global del clima	Reg. local del clima	Reg. de la calidad del aire	Reg. del flujo del agua	Purificación del agua	Reg. de nutrientes	Reg. de la erosión	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Reg. global del clima (futura)	Cultivos (futuros)	Energía fotovoltaica (futura)	Cultivos	Biomasa para energía (biocombustibles)	Forraje animales silvestres	Forraje ganado doméstico	Carne (ganado doméstico)	Lana (ganado doméstico)	Laña	Energía fotovoltaica	Pescados, mariscos, algas comestibles	Productos biogénicos y medicinas	Agua dulce	Turismo y recreación	Belleza del paisaje e inspiración	Información, conocimiento e investigación científica	Experiencia religiosa y espiritual		Herencia y diversidad cultural	Herencia y diversidad natural

MATRIZ DE CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Servicios de regulación										Servicios de provisión										Servicios culturales				Valor de existencia					
	Reg. global del clima	Reg. local del clima	Reg. de la calidad del aire	Reg. del flujo del agua	Purificación del agua	Reg. de nutrientes	Reg. de la erosión	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Reg. global del clima (futura)	Cultivos (futuros)	Energía fotovoltaica (futura)	Cultivos	Biomasa para energía (biocombustibles)	Ferraje animales silvestres	Ferraje ganado doméstico	Carne (ganado doméstico)	Lana (ganado doméstico)	Lana	Energía fotovoltaica	Pescados, mariscos, algas comestibles	Productos biogénicos y medicinas	Agua dulce	Turismo y recreación		Belleza del paisaje e inspiración	Información, conocimiento e investigación científica	Experiencia religiosa y espiritual	Herencia y diversidad cultural	Herencia y diversidad natural
TERRESTRES																														
Bofedal																														
Tolar																														
Matorral bajo																														
Pajonal																														
Bosque espinoso																														
Plantaciones forestales																														
Terrenos agrícolas																														
Desierto absoluto																														
Oasis de niebla																														
Salar																														
Poblados																														
Cuerpos de agua																														
Inespecificado ¹																														
MARINOS																														
Intermareal																														
Submareal																														
Bentónico																														
Demersal																														
Pelágico																														
Borde costero																														

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Servicios de regulación										Cultivos (futuros)	Energía fotovoltaica (futuro)	Cultivos
	Reg. global del clima	Reg. local del clima	Reg. de la calidad del aire	Reg. del flujo del agua	Purificación del agua	Reg. de nutrientes	Reg. de la erosión	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Reg. global del clima (futuro)			
ECOSISTEMAS													
TERRESTRES													
Bofedal				7.413,2		1.001,5							
Toler													
Monte bajo													
Pejonel													
Bosque espinoso				8.774,9		773,6							
Plantaciones forestales				58.148,4		1.428,6							
Terrenos agrícolas											41.578,7		14.003,9
Desierto absoluto	803,7									20.988,7	323.093,9		
Oasis de niebla													
Salar													
Poblados		3.191,7											
Cuerpos de agua Inespecificado ¹													
MARINOS													
Intermareal													
Submareal													
Bentónico													
Demersal													
Pelágico													
Borde costero													
VET													
VET POR SERVICIO ECOSISTÉMICO	803,7	3.191,7	0	74.336,6	0	3.203,6	0	0	0	20.988,7	41.578,7	323.093,9	14.003,9
	81.535,6									20.988,7	364.672,6		
	102.524,3												
81.535,6										385.661,3			
VET POR CATEGORÍA DE VALOR ECONÓMICO													
Valor de uso indirecto										Valor de Opción			

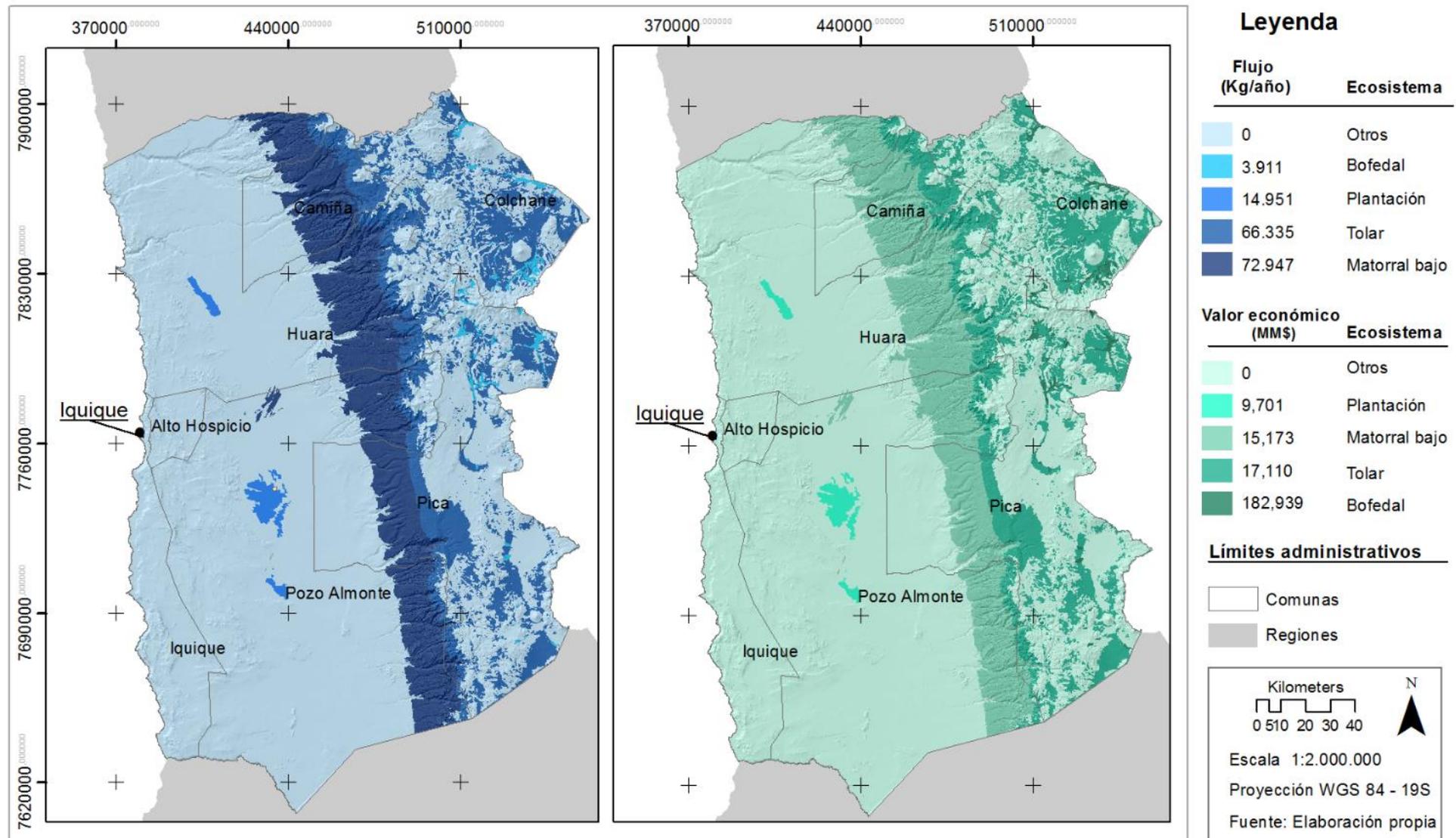
Notas: (a) Esta categoría "Inespecificado" se incluye para incorporar \$ 11.000.000,5 estimados del servicio ecosistémico de información, conocimiento e investigaciones científicas generados por ecosistemas terrestres.

(b) En general, se acepta que el valor de opción es un valor de uso, pero existe discusión sobre si podría incluir, adicionalmente, valor de existencia. Aquí se emplea la visión que el valor de existencia es un valor de uso.

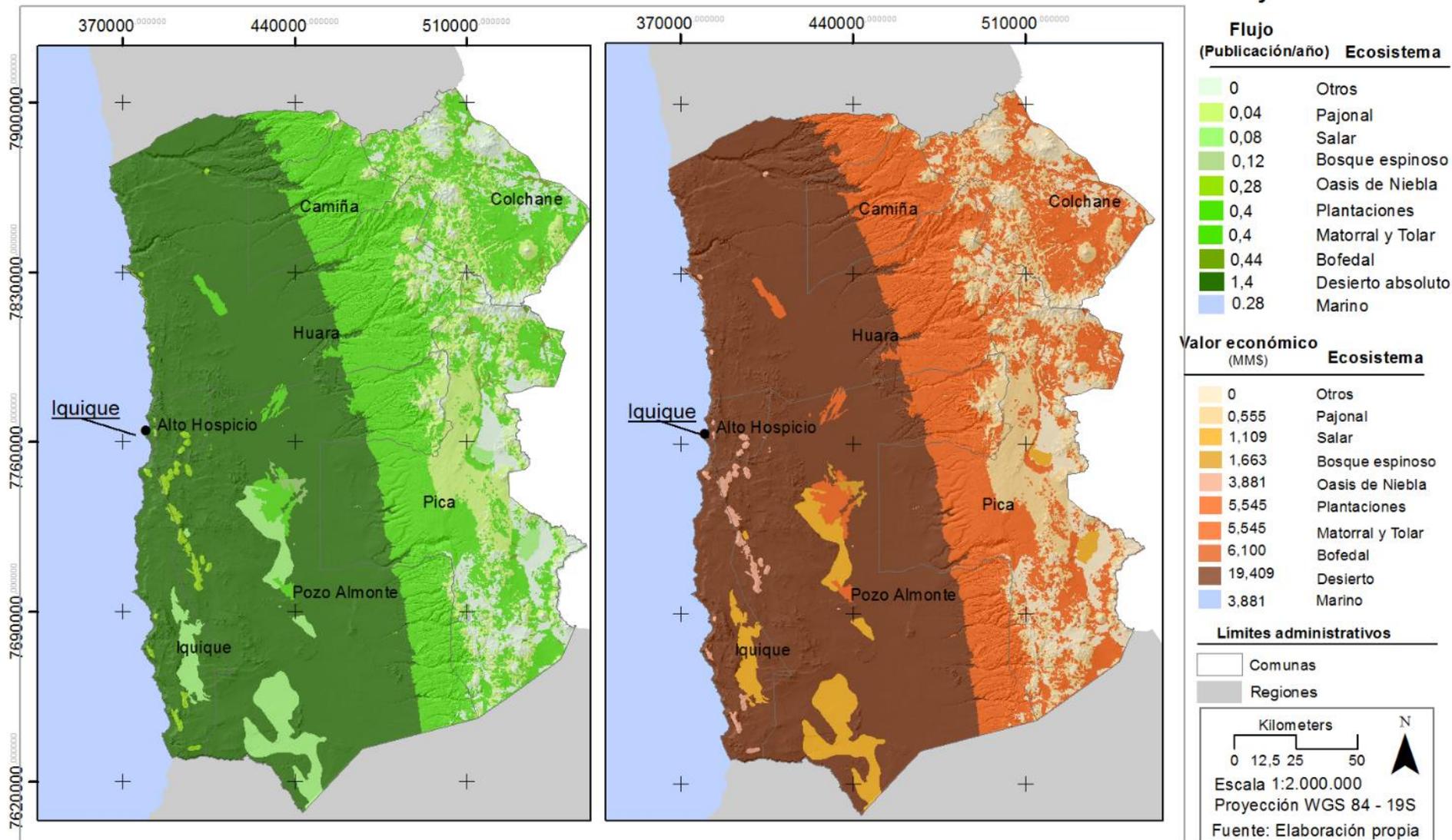
VET	SERVICIO ECOSISTÉMICO	Servicios de regulación										Cultivos (futuros)	Energía fotovoltaica (futuro)	Cultivos	
		Reg. global del clima	Reg. local del clima	Reg. de la calidad del aire	Reg. del flujo del agua	Purificación del agua	Reg. de nutrientes	Reg. de la erosión	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Reg. global del clima (futuro)				
TERRESTRES															
12.329,8	Bofedal				7.413,2		1.001,5								
3.337,6	Toler														
3.342,9	Metorral bajo														
1.667,1	Pejonel														
10.592,4	Bosque espinoso				8.774,9		773,6								
62.845,6	Plantaciones forestales				58.148,4		1.428,6								
63.091,8	Terrenos agrícolas											41.578,7		14.003,9	
359.608,2	Desierto absoluto	803,7									20.988,7	323.093,9			
6,0	Oasis de niebla														
683,3	Salar														
28.797,7	Pobledos		3.191,7												
259.945,6	Cuerpos de agua														
17,2	Inespecificado ¹														
MARINOS															
6.453,5	Intermareal														
469,9	Submareal														
2.328,0	Bentónico														
822,7	Demersal														
3.072,0	Pelágico														
20.586,7	Borde costero														
839.998	VET														
839.998	VET POR SERVICIO ECOSISTÉMICO	803,7	3.191,7	0	74.336,6	0	3.203,6	0	0	0	20.988,7	41.578,7	323.093,9	14.003,9	
839.998		81.535,6										20.988,7	364.672,6		
839.998		102.524,3													
839.998		81.535,6										385.661,3			
839.998	VET POR CATEGORÍA DE VALOR ECONÓMICO														
839.998		Valor de uso indirecto										Valor de Opción			
VET															

Notas: (a) Esta categoría "Inespecificado" se incluye para incorporar \$ 11.090.920,5 estimados del servicio ecosistémico de información, conocimiento e investigaciones científicas generados por ecosistemas terrestres.
(b) En general, se acepta que el valor de opción es un valor de uso, pero existe discusión sobre si podría incluir, adicionalmente, valor de existencia. Aquí se emplea la visión que el valor de existencia es un valor de uso.

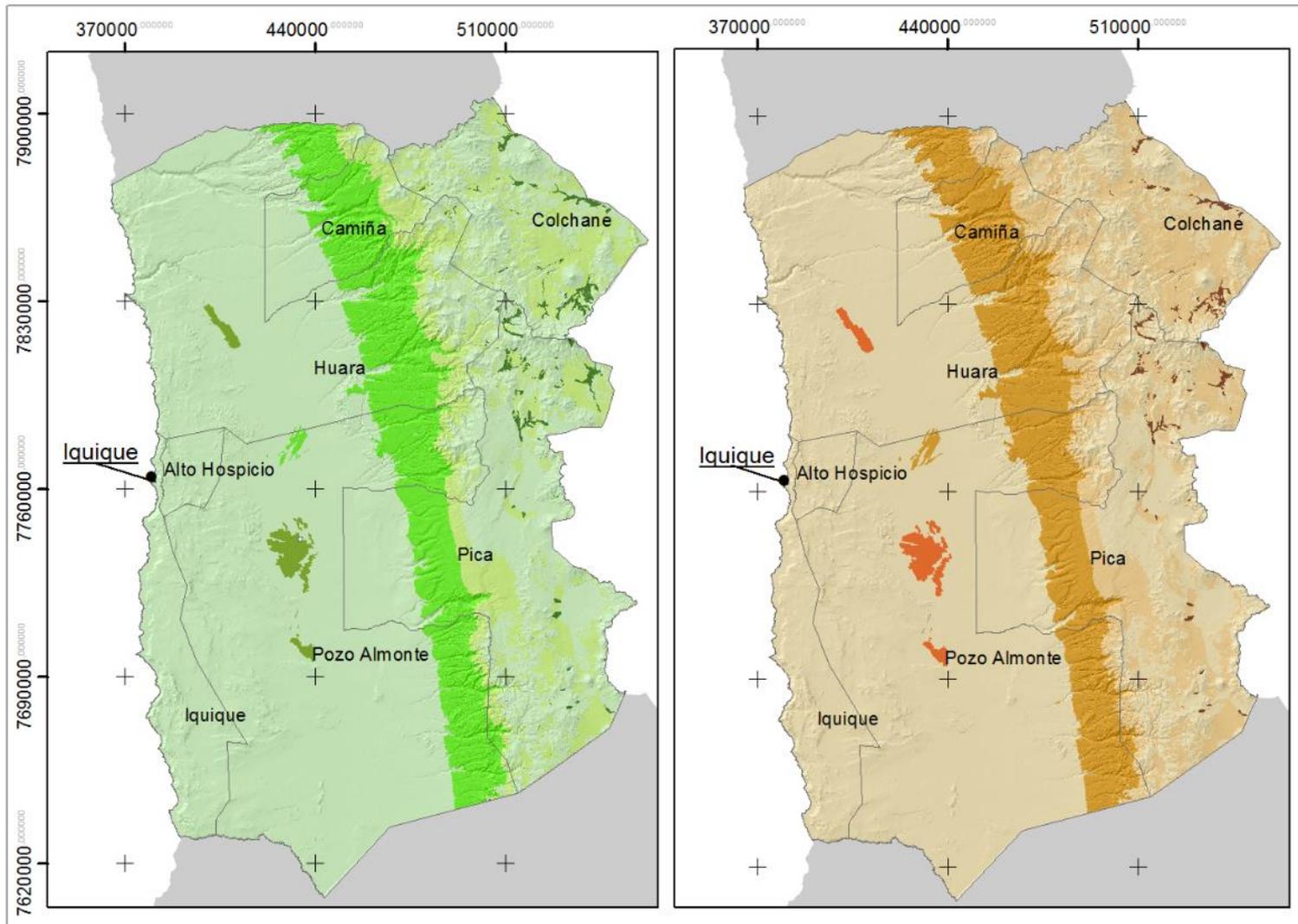
Servicio Ecosistémico de Provisión por Carne por Ganado Doméstico



Servicio Ecosistémico Cultural de Información, Conocimiento e Investigación Científica



Servicio Ecosistémico de Provisión de Forraje



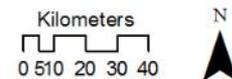
Legenda

Flujo (Ton/año)	Ecosistema
0	Otros
10,23	Tolar
11,249	Matorral bajo
14,951	Plantación
121,715	Bofedal

Valor económico (MM\$)	Ecosistema
0	Otros
224,500	Tolar
247,250	Matorral bajo
2.091.750	Plantación
2.659.250	Bofedal

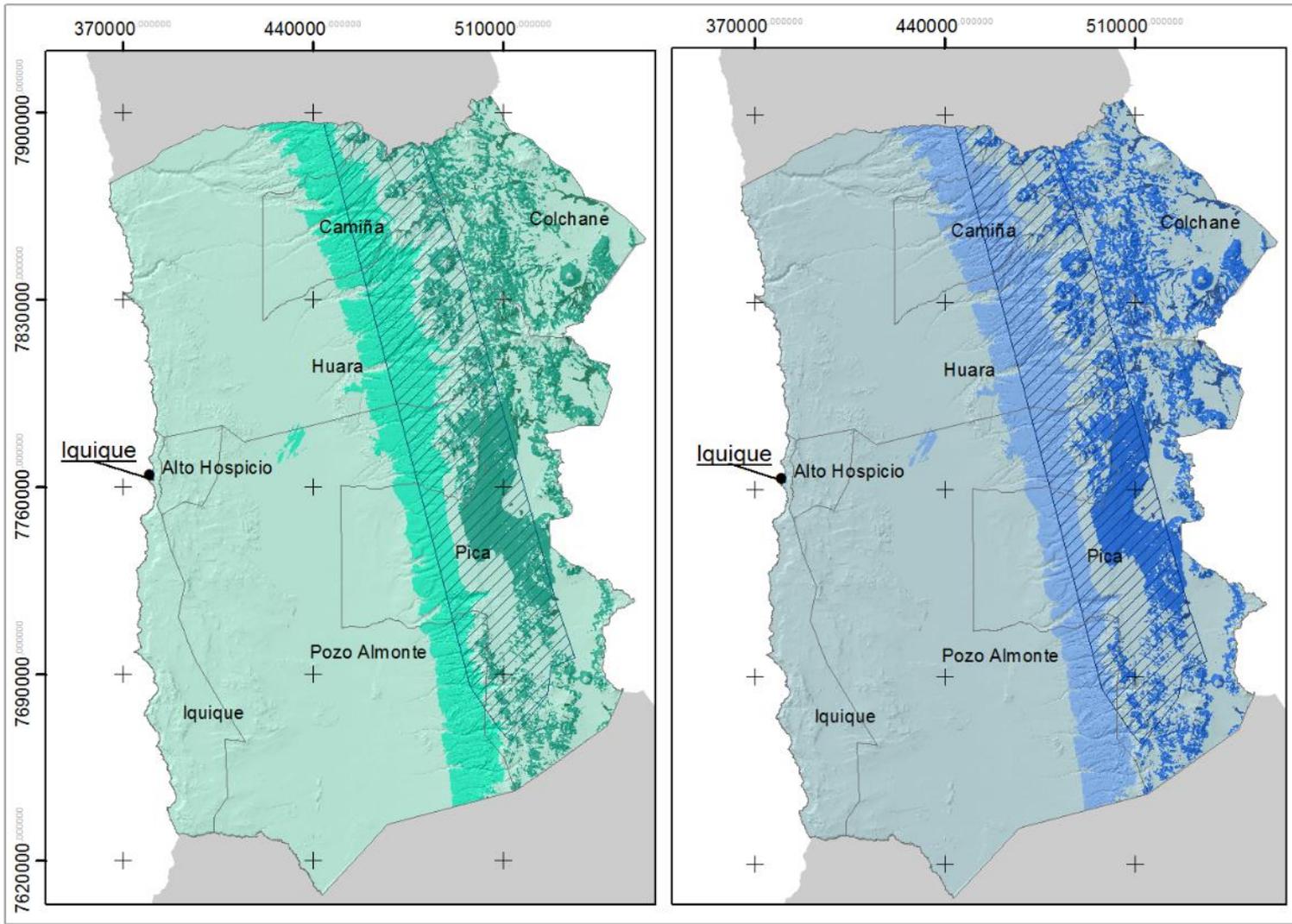
Límites administrativos

- Comunas
- Regiones



Escala 1:2.000.000
Proyección WGS 84 - 19S
Fuente: Elaboración propia

Servicio Ecosistémico de Provisión de Forraje para Animales Silvestres



Legenda

Flujo (Ton/año)	Ecosistema
0	Otros
4,855	Matorral bajo
18,798	Pajonal
72,343	Bofedal
59,897	Extensión Guanaco/llamanaco

Valor económico (MM\$)	Ecosistema
0	Otros
3,322	Matorral bajo
12,867	Pajonal
49,550	Bofedal
41,025	Extensión Guanaco/llamanaco

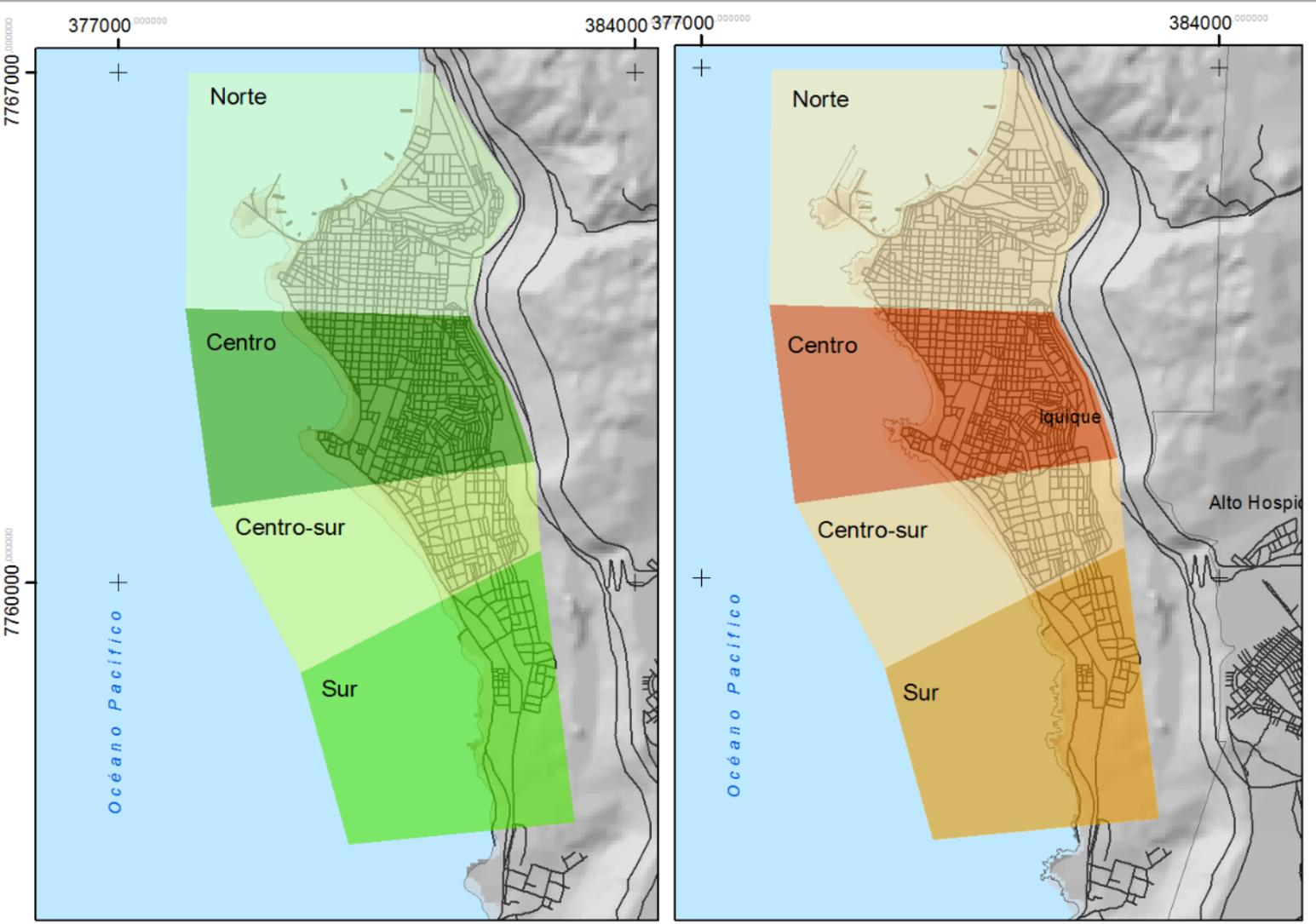
Límites administrativos

- Comunas
- Regiones

Kilometers
0 5 10 20 30 40

Escala 1:2.000.000
Proyección WGS 84 - 19S
Fuente: Elaboración propia

Servicio Ecosistémico de Belleza Escénica



Leyenda

Flujo
(Departamentos con vista al mar)

- 192
- 405
- 1.977
- 2.211

Valor económico (MM\$)

- 1.173,120
- 2.474,550
- 10.794,420
- 13.509,210

Límites administrativos

- Comunas
- Regiones
- Calles y carreteras

Kilometers

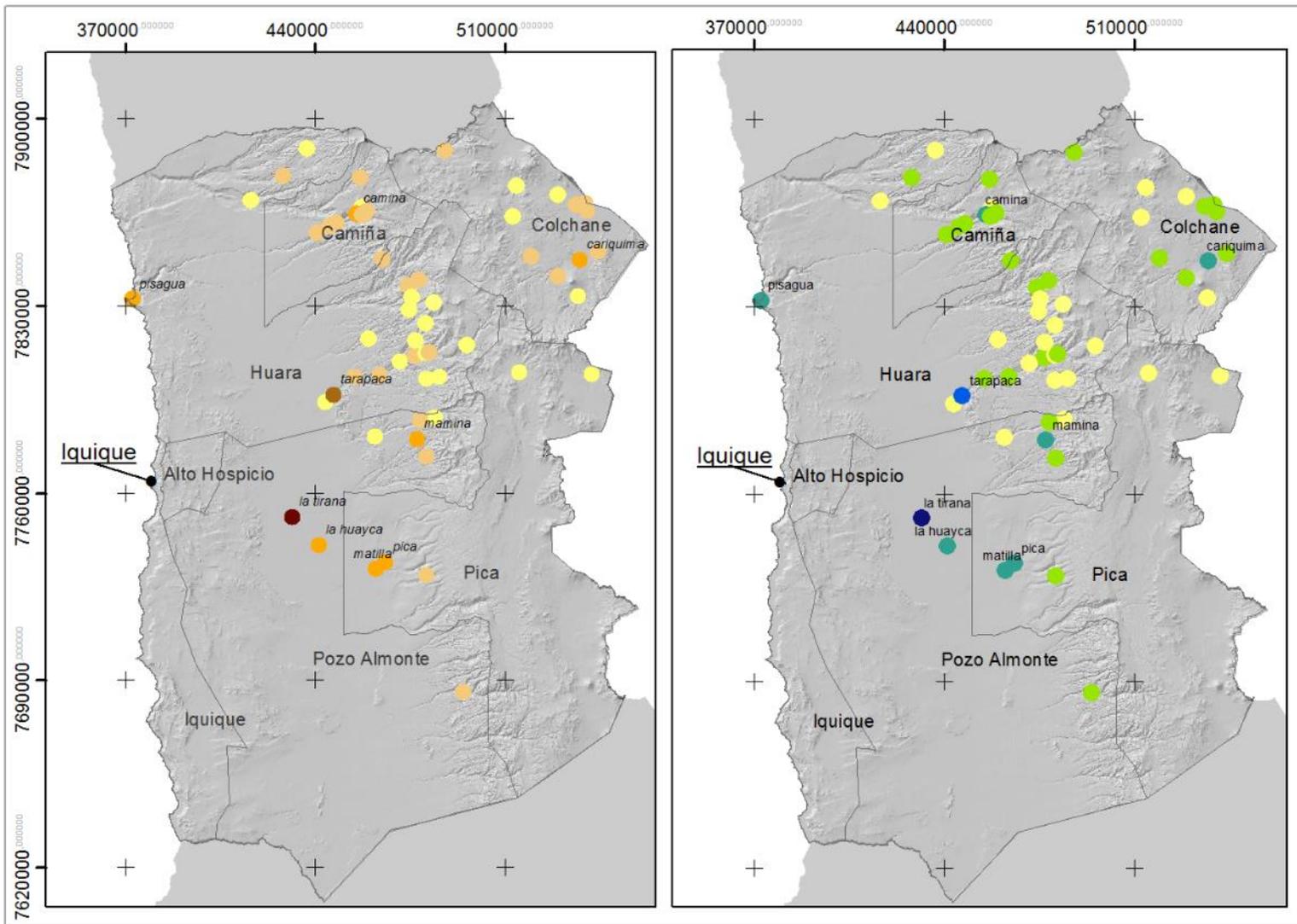
0 0,5 1 2 N

Escala 1:75.000

Proyección WGS 84 - 19S

Fuente: Elaboración propia

Servicio Ecosistémico de Herencia Cultural/Religiosa



Leyenda

Flujo (Nro días de estadía total)

- 401 - 1.000
- 1.001 - 2.000
- 2.001 - 12.636
- 12.637 - 90.000
- 90.001 - 498.000

Valor económico (MM\$)

- 3,430 - 8,600
- 8,600 - 16,000
- 16,000 - 110,000
- 110,000 - 2.500,000
- 2.500,000 - 13.189,283

Límites administrativos

- Comunas
- Regiones

Kilometers
0 5 10 20 30 40

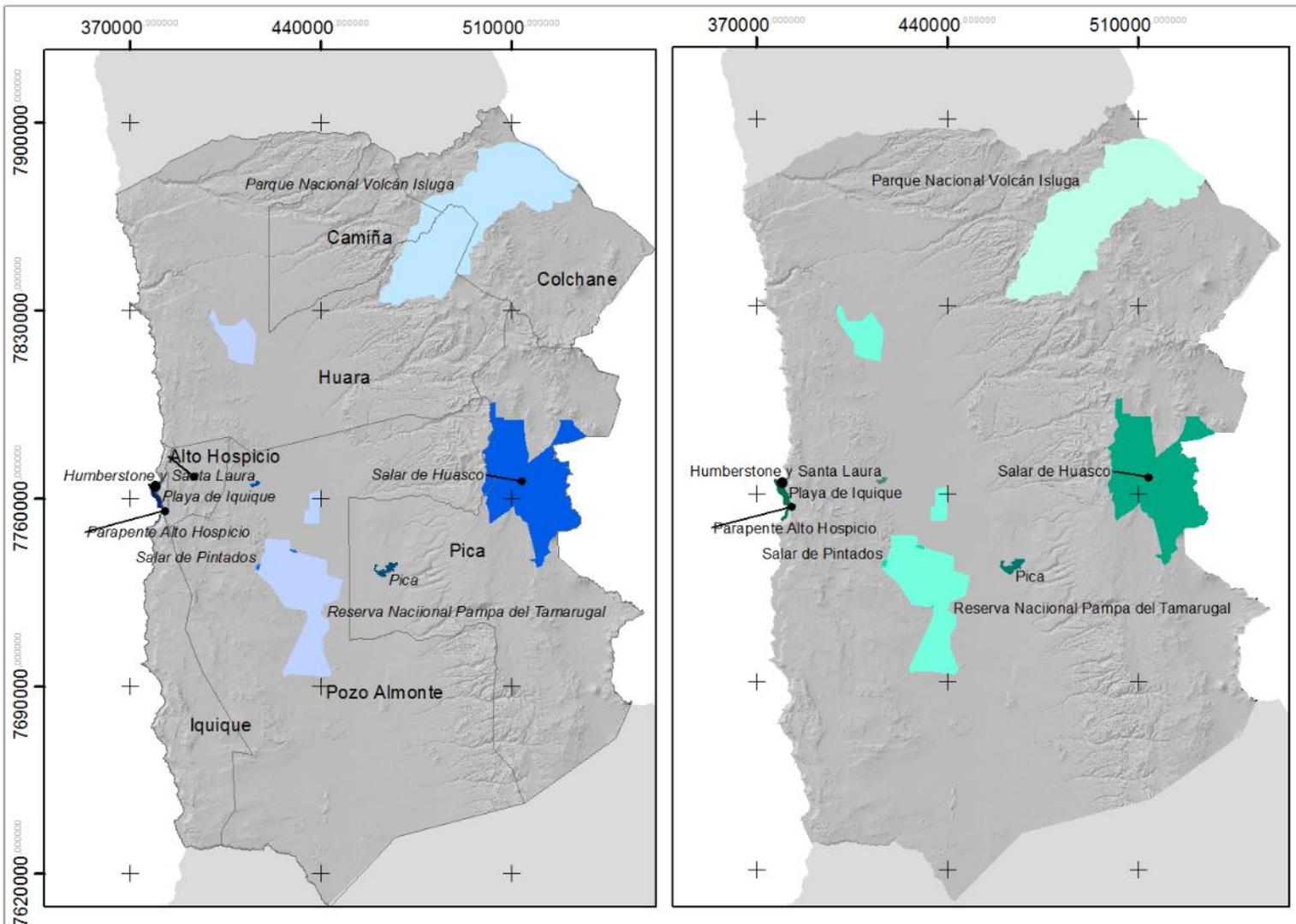


Escala 1:2.000.000

Proyección WGS 84 - 19S

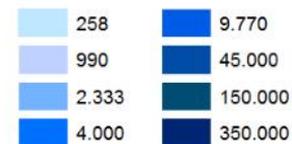
Fuente: Elaboración propia

Servicio Ecosistémico de Turismo

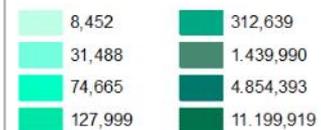


Leyenda

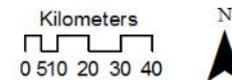
Flujo (Días visitante/año)



Valor económico (MM\$)



Límites administrativos



Escala 1:2.000.000

Proyección WGS 84 - 19S

Fuente: Elaboración propia

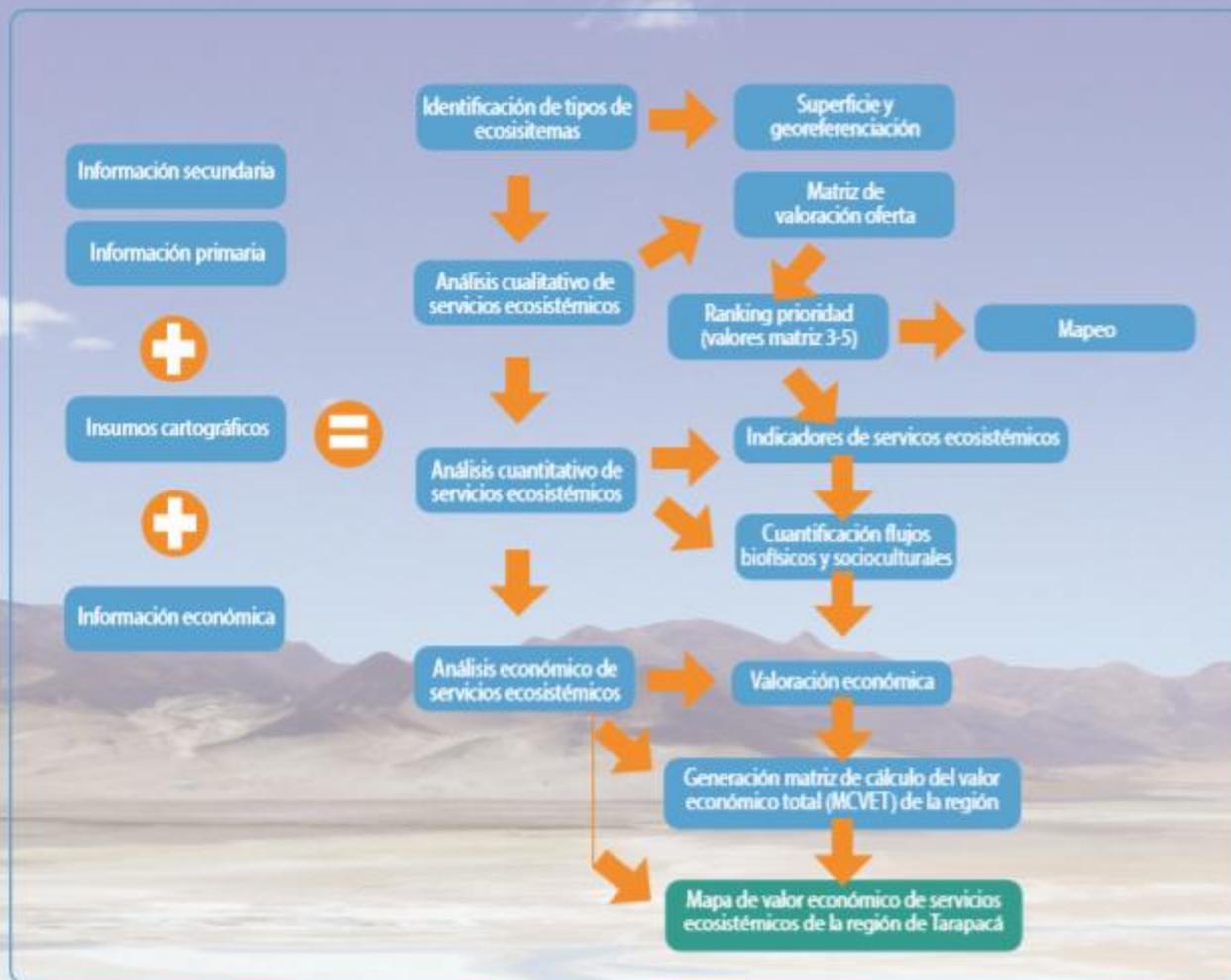


Figura 1
 Representación esquemática de la metodología utilizada para el análisis, cuantificación y valoración económica de los servicios ecosistémicos en la Región de Tarapacá



Figura 4

Categorías de servicios ecosistémicos identificados

Nota Informativa **ENCCR**

19



ESTRATEGIA NACIONAL DE
CAMBIO CLIMÁTICO Y
RECURSOS VEGETACIONALES

Santiago, Febrero 2018



En esta edición

Valorización económica de beneficios ambientales y sociales de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCR) (2017-2025) de Chile

Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA)
Gerencia de Desarrollo y Fomento Rural (GDFR)
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Ministerio de Agricultura de Chile



Chile
mejor





Valorización económica de beneficios ambientales y sociales de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) (2017-2025) de Chile

Agradecimientos

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) y su Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) agradecen al Banco Mundial por el aporte técnico y financiero para realizar el estudio bajo el título "Chile: Análisis Económico de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV), realizado por el Consultor Eugenio Figueroa y Equipo Consultor Asociado.

Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA), Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF):

Angelo Sartor, Ingeniero Forestal, Diplomado y Máster en Negocios y Administración (MBA) en Gestión Sostenible.

Jaeel Moraga, Ingeniera Forestal, Diplomada en Restauración y Rehabilitación Ambiental.

Javier Cano, Licenciado en Geografía y Ordenación del Territorio, Máster Oficial en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio, S.I.G. y Teledetección.

Daniel Montaner, Ingeniero Forestal, Diplomado en Geomática Aplicada, Diplomado en Tecnologías Satelitales y Magister en Teledetección.

Georgina Trujillo, Geógrafo, Diplomado en Geomática Aplicada, Diplomado en Tecnología Satelital, Magister en Teledetección.

Cesar Mattar, Médico Veterinario, Magister en Medio Ambiente y Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias.

Wilfredo Alfaro, Ingeniero Forestal, Master of Science in Engineering Hydrology.

Eugenia Andrés, Ingeniera Comercial, Diplomada en Administración y Gestión de Empresas.

Se agradece las revisiones efectuadas a la presente Nota Informativa por parte de Stavros Papageorgiou, Task Team Leader (TTL) del Banco Mundial para la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Juan José Miranda, Economista Ambiental del Banco Mundial.

El estudio que se resume en la presente Nota Informativa, evalúa medidas directas de la ENCCR V a través de un análisis de costo-beneficio. Las medidas de acción analizadas corresponden a aquellas que implican inversiones significativas en el territorio y por lo tanto tienen que ser valorizadas desde el punto de vista económico. Las medidas de acción analizadas son:

MT.4. Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas.

.....
MT.5. Fortalecimiento de restauración ecológica en comunas/áreas priorizadas.

.....
US.1. Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados.

Para facilitar el análisis, en los estudios para formular la ENCCRV se divide el país en cuatro Macrozonas que abarcan regiones con ciertas similitudes ambientales, sociales y económicas, correspondiendo a lo siguiente:

- **Norte:** Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
- **Centro:** Regiones de Valparaíso, Metropolitana, y de O'Higgins
- **Sur:** Regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos.
- **Austral:** Regiones de Aysén y Magallanes.

En el estudio de CONAF (2016b) se analizaron cuantitativamente sólo las Macrozonas Centro y Sur, que corresponden a aquellas en donde se contó con información de referencia para realizar un análisis de priorización de comunas donde implementar las principales medidas de acción directas de la ENCCRV, según consideraciones de costo-efectividad. Como resultado de lo anterior, se obtuvieron 99 comunas priorizadas entre 121 para la Macrozona Centro, y 137 comunas priorizadas sobre un total de 158 en la Macrozona Sur.

La priorización preliminar se hizo de forma diferenciada según las acciones silvícolas asociadas a las medidas de acción directa de la ENCCRV

1. Manejo

Acciones silvícolas cuyo objetivo principal es la producción sustentable y bajo principios de rendimiento sostenido de productos madereros y no madereros del bosque, o de otras formaciones vegetacionales con potencial productivo.

2. Manejo/Restauración

Acciones silvícolas y otras complementarias, cuyo objetivo principal es la recuperación de un bosque u otra formación vegetal que se encuentra en etapas iniciales de degradación, y que tiene como objetivo complementario la producción sustentable de productos madereros y no madereros del bosque. El esquema silvícola en este caso contempla el enriquecimiento con plantaciones suplementarias de hasta 200 plantas por hectárea.

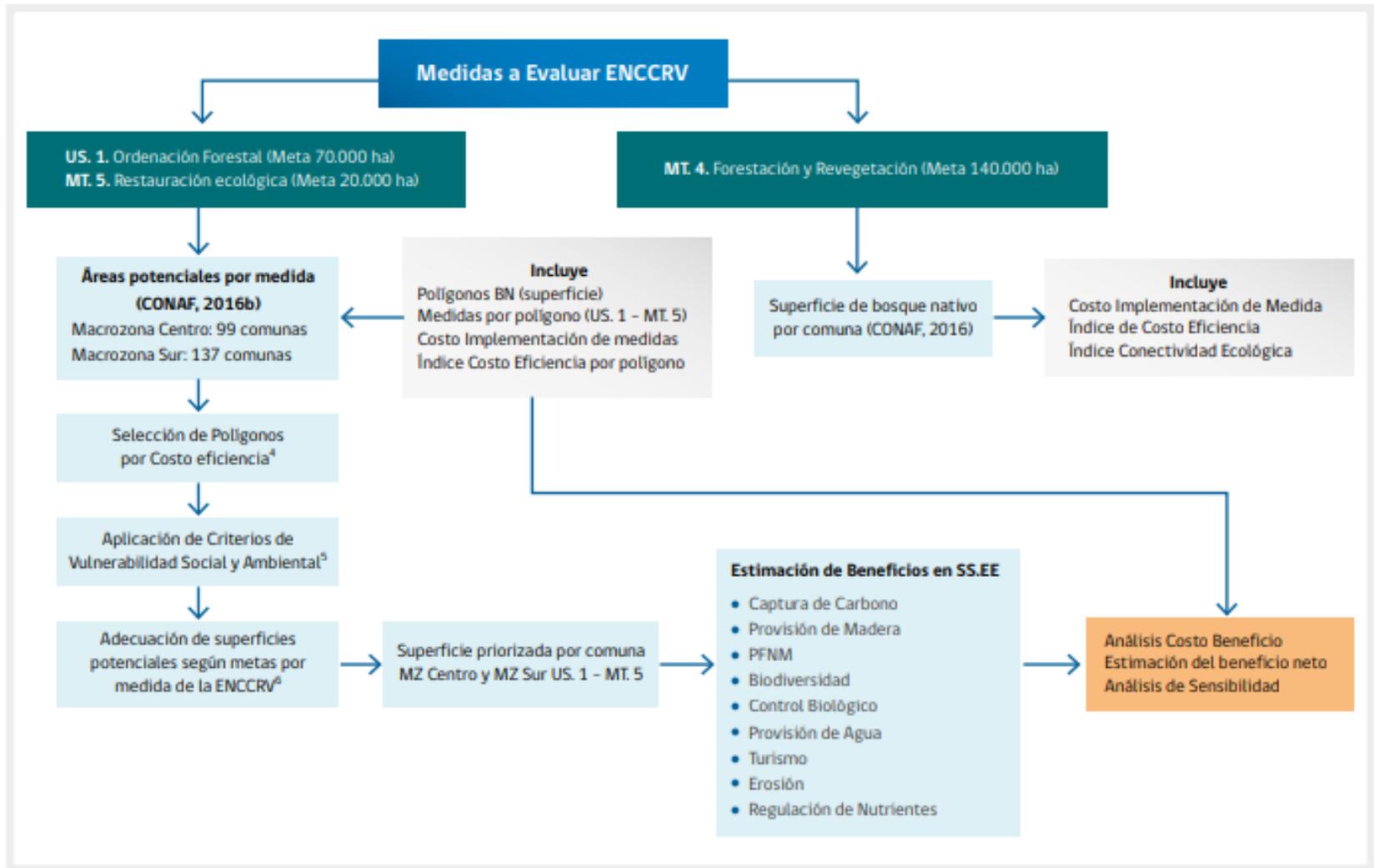
3. Restauración

Acciones silvícolas y otras complementarias cuyo objetivo principal es la recuperación de un bosque u otra formación vegetal que se encuentra en etapas avanzadas de degradación, y donde se espera recuperar la funcionalidad ecosistémica y la capacidad de producción de bienes y servicios. El esquema silvícola en este caso contempla el enriquecimiento con plantaciones suplementarias de hasta 600 plantas por hectárea.

4. Forestación

Acciones silvícolas y otras complementarias cuyo objetivo principal es el establecimiento de cobertura vegetal nativa permanente, en áreas desprovistas de vegetación o con escasa cobertura, incluidos los claros presentes en bosques fragmentados. Se considera también en esta medida tipo, acciones de revegetación con especies arbustivas en formaciones xerofíticas, u otras formaciones arbustivas, estableciendo 1.666 plantas por hectárea.

Las actividades silvícolas descritas anteriormente se vinculan con las medidas de acción directa de la ENCCRV según lo indica la Tabla 1.



Para la medida **MT.5. Fortalecimiento de restauración ecológica en comunas/áreas prioritizadas**, con una superficie meta de 20.000 hectáreas, se obtuvieron los siguientes resultados en valor presente: beneficios sociales netos de USD 47,5 millones, resultantes de unos beneficios totales de USD 90,8 millones y unos costos totales por USD 43,3 millones.



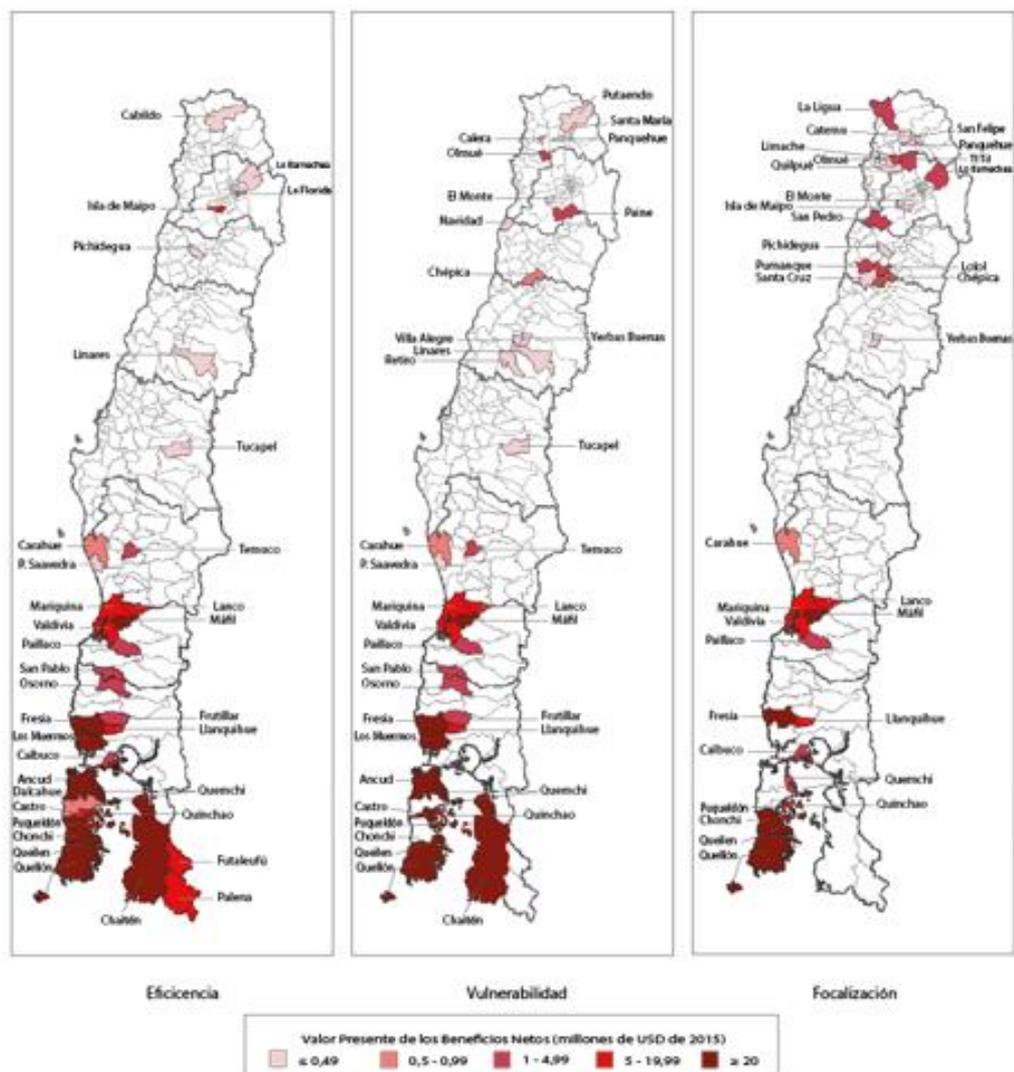
Para la medida **US.1. Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados**, con una superficie meta de 70.000 hectáreas se obtuvieron los siguientes resultados en valor presente: beneficios netos de USD 250,3 millones, correspondientes a beneficios totales de USD 394,8 millones y costos totales por USD 144,5 millones.



Para la medida **MT.4. Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas prioritizadas**, con una superficie meta de 70.000 hectáreas, sólo para la Macrozona Sur y que corresponde a la mitad de la meta global de 140.000 hectáreas de esta medida, se obtuvieron los siguientes resultados en valor presente: beneficios netos de USD 276,9 millones, que se dependen de unos beneficios totales de USD 442,3 millones y unos costos totales por USD 165,4 millones.



Mapa 1. Chile: distribución geográfica del valor presente de los beneficios netos de la asignación comunal de la superficie meta de 100.000 hectáreas de la medida de manejo forestal sustentable de la NDC, de acuerdo a la preiorización de comunas por los criterios de eficiencia, vulnerabilidad comunal y focalización .





Universidad de Chile

